

1075023

GEOS

This document was produced
by scanning the original publication.

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

Vol. 19 No. 1 Winter/Vol. 19, n° 1 Hiver 1990

RESORS

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. 1 Winter 1990
Vol. 19 n° 1 Hiver 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

Rédactrices adjointes
Val Donnelly
Lise Dupont

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 Can It Happen Here?
A major volcanic eruption could occur in the Canadian Cordillera. It might significantly affect our environment/
Est-ce que cela peut arriver ici?
Une éruption volcanique majeure pourrait se produire dans la Cordillère canadienne. Les effets d'un tel événement sur notre environnement pourraient être considérables.
by/par Catherine Hickson, GSC/CGC
- 8 Technology Transfer to Thailand/
Transfert technologique en Thaïlande
by/par Réjean Simard, Guy Rochon, Christian Prévost, Pierre Vincent and/et Marc Beaudoin, CCRS/CCT and/et Digim
- 16 Canada's Remote Communities Seek Energy Efficiency/
Les collectivités éloignées du Canada visent l'efficacité énergétique
by/par Elliot Rodger, EMR
- 23 When the Wind Blows . . . /
Quand le vent souffle . . .
by/par Tracy Thiessen, EMR
- 30 Archives in Danger: The Black Soils of Southern Quebec/
Des archives en danger : les terres noires du Québec méridional
by/par Michèle Laframboise

Cover: Garibaldi Lake volcanic field. Photo, P. Hickson

Couverture : Le champ volcanique du lac Garibaldi. Photo: P. Hickson.

Canada

Can It Happen Here?

A major volcanic eruption could occur in the Canadian Cordillera. It might significantly affect our environment.

by Catherine Hickson

"Civilization exists by geological consent — subject to change without notice."

This quote by William Durant (who, more than half a century ago, undertook to write a history of the world) reminds us that we all tend to lose sight of the significance and consequences of natural phenomena. Most people are eternally optimistic, often to their peril. Except for brief periods during — and for a short

while after — shocking natural disasters, we have a rather complacent attitude towards catastrophic events like earthquakes, mudslides, volcanoes and tidal waves.

Volcanic eruptions are among the most spectacular natural events to be witnessed by man. In any given year, 50 to 60 volcanoes erupt throughout the world, but only a small number cause significant damage or loss of life.

Mount St. Helens on May 18, 1980.
Photo, P. Hickson.

Mont St. Helens, le 18 mai 1980.
Photo : P. Hickson.

Est-ce que cela peut arriver ici?

Une éruption volcanique majeure pourrait se produire dans la Cordillère canadienne. Les effets d'un tel événement sur notre environnement pourraient être considérables.

par Catherine Hickson

« Les civilisations existent grâce au consentement de la nature — sous réserve de modification sans préavis. »

Cette phrase de William Durant (qui, il y a plus d'un demi-siècle, avait entrepris d'écrire une histoire du monde) nous rappelle que nous avons tous tendance à perdre de vue l'importance et les conséquences des phénomènes naturels. La plupart des gens restent éternellement optimistes, souvent à leurs risques et périls. Sauf pour de brèves périodes, au cours de terribles désastres naturels et pour quelque temps par la suite,

nous adoptons une attitude plutôt suffisante à l'égard d'événements catastrophiques comme les tremblements de terre, les glissements boueux, les éruptions volcaniques et les gaz de marée.

Les éruptions volcaniques comptent parmi les manifestations naturelles les plus spectaculaires que l'homme n'ait jamais vues. À chaque année, de 50 à 60 volcans entrent en éruption dans le monde, mais seulement quelques-uns causent des pertes de vie ou des dommages très élevés.

The British Columbia Cordillera is part of the so-called Pacific Ring of Fire, a circle of sporadically active volcanoes roughly surrounding the Pacific Ocean. B.C. has many volcanoes whose eruption would have significant local consequences, but any volcanic eruption can affect the whole planet.

Large explosive eruptions, like that at Mount Mazama — now more commonly known as Crater Lake — in Oregon, U.S.A. (Fig. 1), can expel huge quantities of debris and sulphur dioxide into the atmosphere. The particulate matter reflects incident sunlight, potentially cooling the earth's surface.

These effects were documented after the 1815 eruption of Tambora, in Indonesia, which ejected an estimated 60 km³ of material into the atmosphere. The eruption killed about 10 000 people, but as many as 82 000 died later from disease and famine. Temperatures the summer following Tambora's eruption were below average, and the summer of 1816 remains the coldest on record. Crop failures in areas such as Ireland led to extreme hardship. Snow in July was reported throughout New England and a killing frost on August 21 destroyed crops from Maine to Connecticut.

Figure 1 Crater Lake, formerly Mount Mazama in Oregon, U.S.A. Photo P. Hickson

Figure 1 Le lac Crater, connu auparavant sous le nom de mont Mazama (Oregon, É.-U.). Photo : P. Hickson.

La cordillère de la Colombie-Britannique fait partie de la région connue sous le nom de « cercle de feu du Pacifique », vaste zone de volcans occasionnellement actifs encerclant plus ou moins l'océan Pacifique. Il existe en Colombie-Britannique bon nombre de volcans qui, s'ils entraient en éruption, auraient une incidence locale considérable; toutefois, n'importe quelle éruption volcanique peut avoir un effet à l'échelle de la planète.

Des quantités énormes de débris et d'anhydride sulfureux peuvent être crachées dans l'atmosphère au cours de grosses éruptions explosives, comme celle du mont Mazama — mieux connu maintenant sous le nom de lac Crater — situé en Oregon, aux États-Unis (fig. 1). Les particules en suspension dans l'air réfléchissent la lumière incidente du soleil, ce qui pourrait entraîner un refroidissement de la surface terrestre.

Ces effets ont été notés à la suite de l'éruption de 1815 de Tambora, en Indonésie, au cours de laquelle environ 60 km³ de matière furent projetée dans l'atmosphère. L'éruption elle-même tua quelque 10 000 personnes, mais la maladie et la faim en emportèrent jusqu'à 82 000 autres par la suite. Pendant l'été qui suivit

In 1883, the cataclysmic eruption of Krakatoa, also in Indonesia, some 100 times larger than the 1980 eruption of Mount St. Helens in the U.S.A., again reminded the world of the global consequences of a volcanic eruption. 'Blue moons' and spectacular sunsets were seen around the world, but the cooling effect was less pronounced than after the eruption of Tambora. However 36 000 people died as a direct result of tsunamis (giant sea waves) generated by the eruption.

Global weather changes and tsunamis are the farthest-reaching effects of volcanism, but local phenomena can be just as devastating. Pyroclastic flows are generated by many explosive eruptions. These avalanches of incandescent particles can travel many kilometres from



l'éruption de Tambora, les températures restèrent sous les normales et l'été de 1816 demeure même aujourd'hui le plus froid qu'on ait jamais enregistré. Des récoltes désastreuses dans des endroits comme l'Irlande causèrent de très dures épreuves. Des chutes de neige furent enregistrées en juillet partout en Nouvelle-Angleterre et une gelée meurtrière se produisit le 21 août, détruisant les cultures du Maine au Connecticut.

En 1883, l'éruption cataclysmique du Krakatoa, volcan situé aussi en Indonésie, rappela au monde entier quels effets l'activité volcanique pouvait avoir à l'échelle du globe. À la suite de cette éruption, quelque 100 fois plus forte que celle du mont St. Helens, en 1980, on put observer partout dans le monde des « lunes bleues » et des couchers de soleil spectaculaires. Le refroidissement fut moins prononcé qu'après l'éruption de Tambora; toutefois, 36 000 personnes périrent à cause des tsunamis (des vagues océaniques géantes) produit par l'éruption.

Les modifications du temps observées partout dans le monde et les tsunamis

the vent area. When Mt. Pelee erupted on the Caribbean island of Martinique, pyroclastic surges and flows killed 28 000 people within a few kilometres of the volcano.

Lahars (volcanic mudflows) can travel as far as 150 km from their source and have taken many lives. The most recent example is the 1985 eruption of Colombia's Ruiz volcano. It generated a lahar that destroyed towns more than 50 km away, and killed at least 20 000 people.

Despite the historical record of volcano-caused death and destruction, both government and the general public are relatively unconcerned about volcanic eruptions. Studies have shown that except during, and immediately after, an

sont les effets de l'activité volcanique dont la portée est la plus grande; néanmoins, les phénomènes locaux peuvent être tout aussi dévastateurs. Bon nombre d'éruptions explosives produisent des coulées de cendres. Ces avalanches de particules incandescentes peuvent parcourir de nombreux kilomètres à partir de la cheminée du volcan. Lors de l'éruption du mont Pelée, en Martinique, dans les Antilles, les nuées ardentes et les coulées de cendres tuèrent 28 000 personnes à moins de quelques kilomètres du volcan.

Les lahars sont des coulées boueuses volcaniques qui s'étendent parfois jusqu'à 150 km de leur source et ont, dans le passé, causé des pertes de vie élevées. L'éruption en 1985 du volcan Ruiz, en Colombie, constitue l'exemple le plus récent. Le lahar généré par l'éruption détruisit des villes situées à plus de 50 km du volcan et causa la mort d'un moins 20 000 personnes.

Malgré le fait que notre histoire abonde en événements volcaniques qui ont semé la mort et la destruction, les gouvernements et le grand public

eruption, most people in risk-prone areas ignore the potential effects of an eruption. This is especially true for Canada, where many people in the Cordillera are not even aware how close they live to recently active volcanoes.

Canadian Cordillera Volcanoes

Within the Canadian Cordillera, several hundred volcanoes have been active during the last two millennia. Of these, several dozen have erupted since the Fraser ice sheet receded and records show at least one eruption on a scale similar to Mount St. Helens.

Tectonically, the volcanoes of the Canadian Cordillera can be divided into four belts (Fig. 2). The Wrangell Volcanics in the Yukon are related to subduction; the Stikine Belt appears to be the result of continental rifting; the Anahim Belt lies over a mantle 'hot spot'; and the Garibaldi



Figure 3 Glacier on the edge of Mount Edziza in the Stikine Belt

Figure 3 Glacier en bordure du mont Edziza, dans la zone de Stikine.

Figure 2 Location map

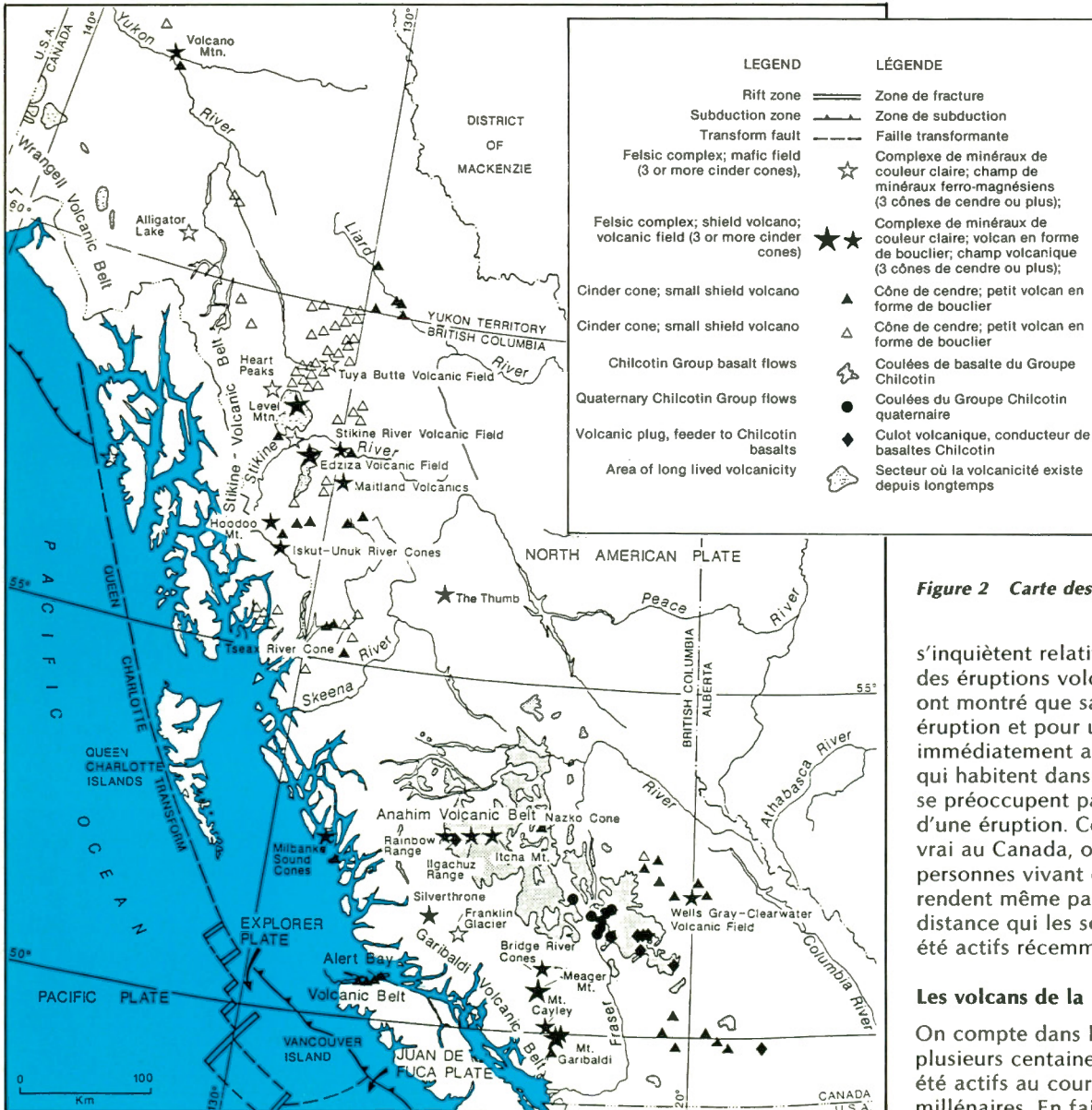


Figure 2 Carte des zones volcaniques.

s'inquiètent relativement peu au sujet des éruptions volcaniques. Des études ont montré que sauf au moment d'une éruption et pour un certain temps immédiatement après, la plupart des gens qui habitent dans des régions à risque ne se préoccupent pas des effets possibles d'une éruption. Cela est particulièrement vrai au Canada, où de nombreuses personnes vivant dans la Cordillère ne se rendent même pas compte de la faible distance qui les sépare de volcans qui ont été actifs récemment.

Les volcans de la Cordillère canadienne

On compte dans la Cordillère canadienne plusieurs centaines de volcans qui ont été actifs au cours des deux derniers millénaires. En fait, plusieurs douzaines

Belt arises from subduction of the Juan de Fuca plate off the coast of Vancouver Island.

Most eruptions in the Cordillera have been small cone-building basalt events with minimal effect on the surrounding land. Lava flows generated by these eruptions may travel a few kilometres from the vent area, but they are small and they move more slowly than a person can run. People in the area would have time to get to high ground.

Mafic tephra expelled during these cone-building eruptions is heavier and not ejected to any great height. Hence, it does not travel far from the vent area, and distribution is strongly controlled by surface wind conditions. If the eruption were to occur in winter, snow melted by

hot tephra could produce mud flows which may have a greater impact on the surrounding drainage system than the tephra.

Of more serious consequence, would be the eruption of a major dacite-rhyolite centre within the Cordillera. Fortunately, most of these types of volcanoes are far removed from population centres. Several of the largest and most long-lived complexes are, however, close to major watersheds which have been slated for hydroelectric megaprojects.

Both Level Mountain and Mount Edziza (Fig. 3) have glaciers and substantial snow packs around the summit areas. If an eruption occurred at the summit, catastrophic snow melt could lead to huge lahars. These lahars could be trapped behind hydroelectric dams, causing reservoir water to overflow and perhaps destroy the dam structure.

chain include Mount Garibaldi, Mount Cayley and Meager Mountain.

All of these volcanoes have been active during the Quaternary, (i.e. the last 2 million years). Since subduction continues off the coast of Vancouver Island, there is every reason to suspect that magmas are being produced beneath the volcanic cones.

Which volcano is most likely to erupt? The history of eruption at each vent may tell us that. The most likely candidates are volcanoes which have erupted frequently, erupted in the not too distant past and presently show signs of activity in the form of hot springs or fumeroles.

Figure 4 Garibaldi Belt volcanic events

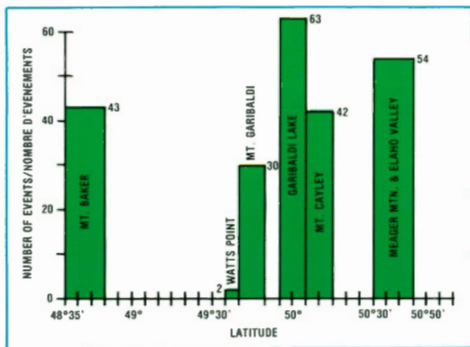
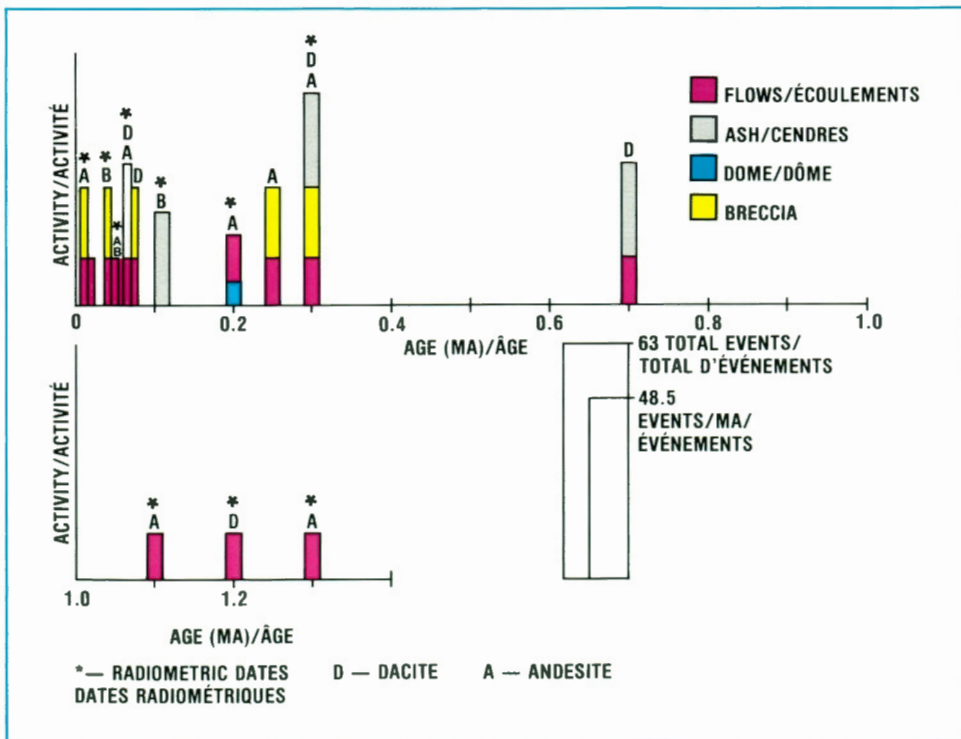


Figure 4 Événements volcaniques dans la zone de Garibaldi.

The Garibaldi Belt

The majority of people living in the Cordillera would really only be affected by an eruption from one of the Garibaldi Belt volcanoes. These volcanoes are an extension of the Cascades volcanoes which run northward from California and of which Mount St. Helens is a member. Mount Baker can be seen from the city of Vancouver and other volcanoes in the

Figure 5 Garibaldi Lake volcanic field
Figure 5 Champ volcanique du lac Garibaldi.



de volcans sont entrés en éruption depuis le retrait de l'inlandsis Fraser et les indicateurs de l'histoire géologique montrent qu'il s'est produit dans la région

au moins une éruption de magnitude semblable à celle du mont St. Helens. Sur le plan tectonique, les volcans de la Cordillère canadienne sont répartis en

Figure 6 Mount Baker. Photo, P. Hickson



Figure 6 Le mont Baker. Photo : P. Hickson.

quatre zones (fig. 2). La zone volcanique de Wrangell, au Yukon, est associée à un mouvement de subduction; la zone de Stikine semble résulter du rifting continental; la zone d'Anahim se trouve au-dessus d'un point chaud dans le manteau et la zone de Garibaldi provient de la subduction de la plaque Juan de Fuca au large des côtes de Vancouver.

La plupart des éruptions qui ont eu lieu dans la Cordillère ont consisté en des effusions de basalte avec formation de petits cônes volcaniques et n'ont eu que très peu d'effet sur la région immédiate. Les coulées de lave produites par ces éruptions peuvent parcourir quelques kilomètres depuis la cheminée, mais elles sont petites et se déplacent moins vite qu'une personne ne court. Les habitants de la région auraient le temps de se rendre en lieu sûr.

Le tephra mafique éjecté pendant ce genre d'éruption est lourd et n'est pas projeté à une grande hauteur. Par conséquent, il retombe assez près de la cheminée et sa répartition dépend beaucoup des conditions de vent à la surface. Si une éruption se produisait en hiver, le tephra très chaud ferait fondre la neige et pourrait ainsi produire des coulées boueuses dont l'effet sur le réseau hydrographique de la région serait peut-

The total number of eruptive events at each of the centres is the first consideration. However, due to differences in mapping details, we may

Figure 7 Mount Baker stratovolcano

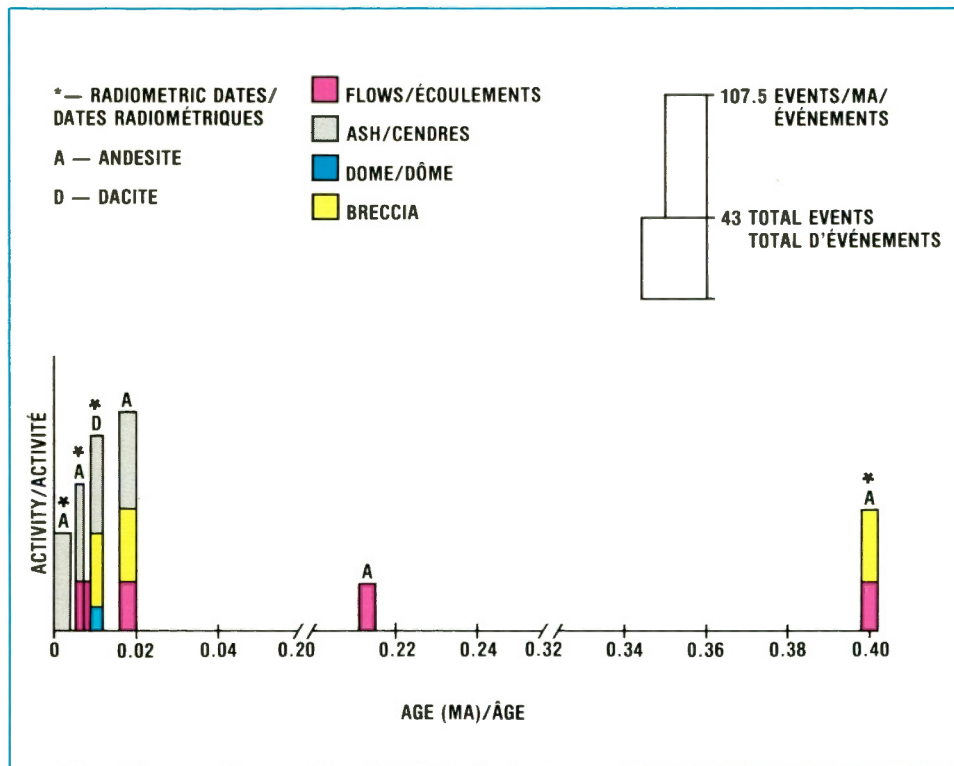


Figure 7 Le stratovolcan du mont Baker.

être plus marqué que l'effet du tephra en tant que tel.

L'éruption d'une importante accumulation de dacite et de rhyolite au sein de la Cordillère serait plus lourde de conséquences. Heureusement, la plupart des volcans de ce genre sont loin des centres de population. Plusieurs des plus grands et plus anciens complexes sont toutefois près de bassins versants majeurs qu'on prévoit mettre en valeur dans le cadre de mégaprojets d'hydro-électricité.

Par ailleurs, on retrouve des glaciers et d'importantes quantités de neige près du sommet des monts Level et Edziza (fig. 3). Une éruption au sommet entraînerait une fonte catastrophique de la neige, produisant ainsi d'énormes lahars qui, immobilisés derrière les barrages hydro-électriques, feraient déborder l'eau des réservoirs risquant même de détruire ces barrages.

La zone volcanique de Garibaldi

La majorité des personnes qui habitent dans la Cordillère ne seraient vraiment touchées par l'éruption d'un des volcans de la zone de Garibaldi. Ces derniers constituent un prolongement des volcans de la chaîne de Cascades, lesquels s'étendent de la Californie vers le nord et dont le mont St. Helens fait partie. L'un

wish to look at the number of events over a longer time frame — say one millennium (Fig. 4). We see that, although Garibaldi Lake has had the greatest number of events, they have occurred over a long time. A closer look at the

des volcans de cette chaîne, le mont Baker, est visible de Vancouver; d'autres volcans du même groupe sont les monts Garibaldi, Cayley et Meager.

Tous ces volcans ont été actifs au cours du Quaternaire, c'est-à-dire au cours des deux derniers millions d'années. Parce que la subduction se poursuit au large des côtes de l'île de Vancouver, il y a tout lieu de croire que du magma s'accumule actuellement sous les cônes volcaniques.

Quel volcan est le plus susceptible d'entrer en éruption? Nous le saurons peut-être en étudiant l'histoire volcanique de chaque endroit. Les « meilleurs candidats » sont des volcans qui sont entrés en éruption souvent, dont la dernière éruption est relativement récente et qui montrent actuellement des signes d'activité sous forme de sources termiques ou de fumerolles.

Le premier facteur dont il faut tenir compte est le nombre total d'éruption à chacun des centres. Toutefois, en raison de différences dans la façon de monter les détails sur les cartes, il serait peut-être préférable de considérer plutôt le nombre d'événements qui se sont produits sur une période assez longue — disons 1 000 ans (fig. 4). Cette analyse révèle que c'est le mont Garibaldi qui est le plus souvent entré en éruption, mais que les éruptions sont étalées sur une longue période. Un examen plus approfondi du champ

volcanic field reveals that many of these events have been non-explosive basaltic or andesitic eruptions. Bar height is a crude indication of the explosivity (Fig. 5).

Mount Baker (Fig. 6) appears to be the most recently active volcano in the chain. The eruption history indicates that most activity has been very recent (Fig. 7). This is probably a consequence of inadequate mapping and exposure. The most recent eruptions are the easiest to detect and they tend to bury the products of older eruptions.

Mount Baker's size indicates that it is a very active volcano. At 1800 m high and 12.8 km in diameter, it has a volume of roughly 20 km³. All indications point to its young age, and therefore eruptions must have been very frequent.

Figure 8 Area around Mount Baker: large circle indicates 30 km from vent area, probably the outer limit that would be severely affected by an eruption; arrows mark the percentage of time that the wind blows in the indicated direction each year. (Adapted from USGS Open File 75-286 J. Hyde and D.R. Crandell)



Figure 8 La région du mont Baker — le grand cercle indique une distance de 30 km de l'orifice volcanique et délimite probablement la région qui serait lourdement touchée par une éruption; les flèches et les pourcentages montrent, pour chaque année, le rapport entre le temps et l'orientation des vents. (Adaptée du rapport de J. Hyde et D.R. Crandell, dossier public n 75-286, USGS)

volcanique montre que bon nombre de ces événements étaient des éruptions basaltiques et andésitiques non explosives. La hauteur des colonnes (fig. 5) donne une certaine idée du caractère explosif des éruptions.

De tous les volcans de la chaîne, le mont Baker semble être celui dont l'activité est la plus récente (fig. 6). En outre, l'histoire volcanique de cet endroit indique que cette activité est en grande partie très récente (fig. 7). En fait, cette conclusion découle probablement d'une cartographie inadéquate et d'une exposition insuffisante. Les éruptions les plus récentes sont les plus faciles à détecter et tendent à ensevelir les formes produites lors d'éruptions antérieures.

La taille du mont Baker dénote qu'il s'agit d'un volcan très actif. Il mesure 1 800 m de haut et 12,8 km de diamètre, ce qui lui

But Mount Baker's eruptions have not been very violent as the predominant magma is andesitic in composition. Ash from the most recent eruption in the 1800s spread 16 km northeast from the vent area. If Mount Baker acts as it did in previous eruptions, there appears to be little danger to inhabitants of the lower mainland (Fig. 8).

The greatest threat to people living close to Garibaldi, Garibaldi Lake and Mount Cayley volcanic fields is from landslides

Figure 9 Meager Mountain. Photo, P.Read



Figure 9 Le mont Meager. Photo : P. Read

donne un volume d'environ 20 km³. Tout porte à croire que le mont Baker est un volcan jeune et que, par conséquent, les éruptions ont dû être très fréquentes.

Toutefois, les éruptions du mont Baker n'ont pas été très violentes puisque le magma est surtout de nature andésitique. Lors de la plus récente éruption, au XIX^e siècle, les cendres se sont étendues sur 16 km à partir de la cheminée, en direction nord-est. Advenant une nouvelle éruption, il semble que les habitants du Bas-Fraser ne courront pas trop de danger si le mont Baker se comporte comme auparavant (fig. 8).

Pour les gens qui habitent près des champs volcaniques de Garibaldi, du lac Garibaldi et du mont Cayley, les plus graves dangers sont les glissements de terrain et les coulées de débris. Les versants de ces volcans sont très abrupts, instables et on été altérés par les eaux thermales. En raison du danger que représentent ces conditions, le site prévu pour la construction d'un nouvel hôpital dans la ville de Squamish a été abandonné en faveur d'un autre et d'autres projets de construction plus haut dans la vallée ont été annulés.

C'est en fait le mont Meager qui pourrait être à l'origine de l'éruption la plus

and debris flows. The slopes of these volcanoes are very steep, unstable and hydrothermally altered. Knowledge of this danger led to the relocation of a new hospital site in the town of Squamish; and plans for another development further up the valley were cancelled.

Potentially the most damaging eruption may come from Meager Mountain (Fig. 9).

It has a long history with many events, some of which have been highly explosive. An extensive geothermal system exists beneath the mountain, possibly driven by magma still cooling from the most recent eruption, 2350 years ago.

Figure 10 Meager Mountain and Elaho Valley

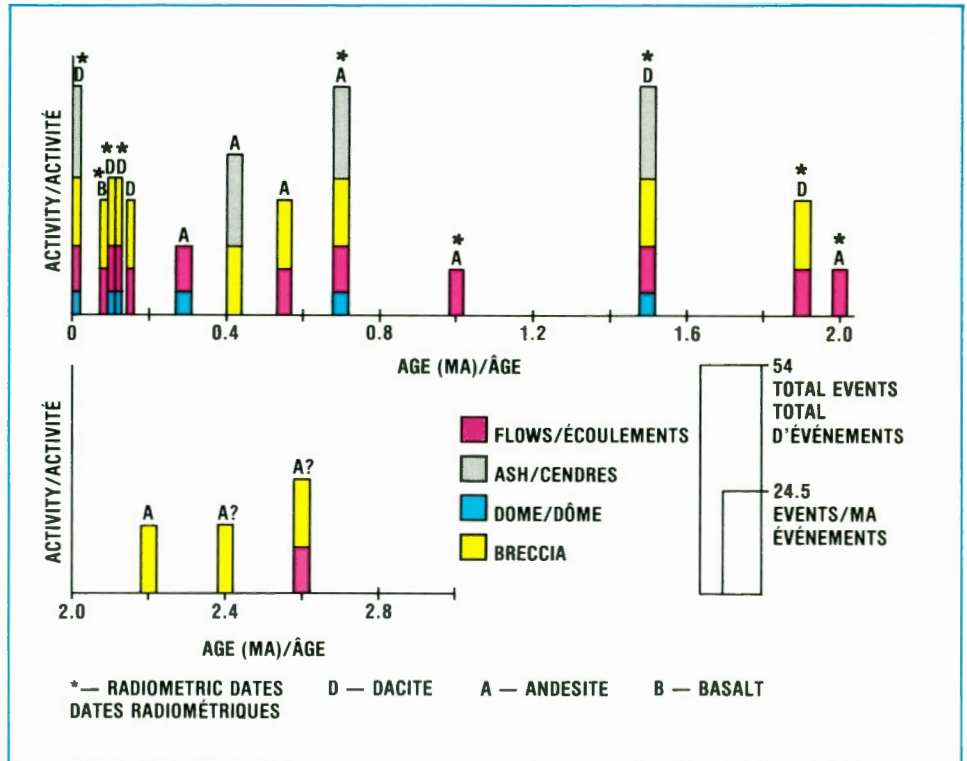


Figure 10 Le mont Meager et la vallée de la rivière Elaho.

dévastatrice (fig. 9). L'histoire volcanique de cet endroit est longue et ponctuée de nombreux événements dont certains ont été très explosifs. Il existe sous la montagne un important système géothermique, alimenté peut-être par le magma, qui continue à se refroidir depuis la dernière éruption, il y a 2 350 ans.

Le magma associé à cette éruption, comprenant du dacite, était par conséquent explosif. En outre, des cendres provenant de l'éruption ont été découvertes aussi loin que les Rocheuses, vers l'est. Une nouvelle éruption du même genre créerait des problèmes pour les habitants de l'intérieur de la province. Si les retombées de cendre volcanique ne menacent pas la vie des gens, elles sont certes très inconfortables.

Des scientifiques de l'Université de Colombie-Britannique, J. Kelly Russel, Mark Staziuk et Peter Jordan, se penchent actuellement sur l'histoire volcanique du mont Meager. M. Jordan mène une étude approfondie des nombreuses coulées de débris volcaniques et non volcaniques qui se sont produites aux alentours de la montagne. Ces coulées de débris menacent particulièrement Pemberton et Pemberton Meadows, deux collectivités en aval.

Il y a toute raison de croire qu'un volcan entrera en éruption quelque part dans la Cordillère canadienne au cours des 100 prochaines années. Cependant, il s'agira probablement d'une petite éruption mafique qui suscitera beaucoup d'intérêt à l'échelle locale (et encouragera peut-être le tourisme), mais qui n'aura presque aucune incidence sur la région environnante. Aussi étonnant que cela puisse paraître, les volcans peuvent aussi avoir des effets bénéfiques. Ainsi, les sols qui se sont développés sur des cendres volcaniques sont parmi les plus riches au monde; et, même après avoir été complètement dévasté par une éruption comme celle du mont St. Helens, l'environnement reprend vite du poil de la bête et la vie a tôt fait de réparaître.

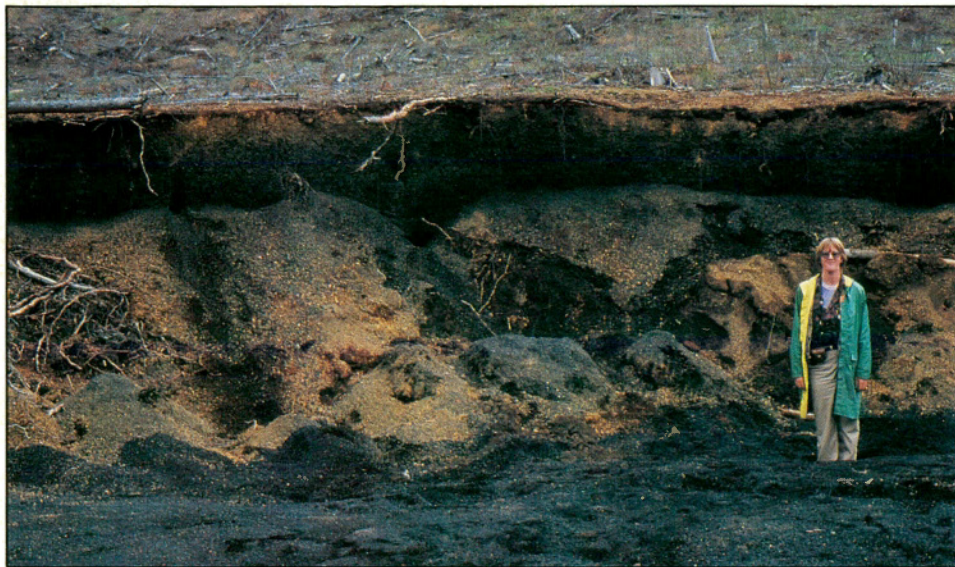
The magma from that eruption was dacitic in composition and explosive. Ash from the eruption has been encountered as far east as the Rocky Mountains. A similar eruption would pose problems for the inhabitants of the interior. Fallout of ash is not life threatening, but is very inconvenient.

Meager Mountain's eruptive history is currently being studied by University of

British Columbia scientists J. Kelly Russell, Mark Staziuk and Peter Jordan. Jordan is doing detailed work on the many volcanic and non-volcanic debris flows that have been generated in the vicinity of the mountain. These debris flows pose the greatest threat to the downstream communities of Pemberton and Pemberton Meadows.

Indications are that a volcano will erupt somewhere in the Canadian Cordillera in the next 100 years. However it will most probably be a small mafic eruption that creates a great deal of local interest (and possibly tourist trade), but has virtually no impact on the surrounding region.

On the bright side, volcanoes can have beneficial effects as well. Soils developed on volcanic ash are some of the richest in the world and even after the devastation of an eruption such as was seen at Mount St. Helens the environment is quick to rebound, and new life soon appears.



Thick basalt tephra (ash) from a volcanic eruption in the Anahim Belt

Épais tephra basaltique (cendres) provenant d'une éruption volcanique dans la zone d'Anahim.

Dragon Cone, a 7600-year-old cinder cone in Wells Gray – Clearwater

Le cône Dragon, cône de scories vieux de 7 600 ans se trouvant dans la région de Wells Gray-Clearwater.



Catherine Hickson est chercheur scientifique à la CGC et s'intéresse aux volcans de la Cordillère canadienne. C'est après avoir été témoin de l'éruption du mont St. Helens, en 1980, qu'elle a décidé d'orienter davantage ses études vers le domaine de la volcanologie. Mark Straziuk, de l'Université de la Colombie-Britannique, a compilé les données sur les événements volcaniques qui sont survenus dans la zone de Garibaldi.





Technology Transfer to Thailand

The LANDSAT-Thailand project confirms the importance of technology transfer in remote sensing and geographic information systems

by Réjean Simard, Guy Rochon, Christian Prévost, Pierre Vincent and Marc Beaudoin

Thailand, one of Asia's most interesting countries to visit and discover, is multi-faceted, evoked by names like 'The Bridge on the River Kwai,' 'The Golden Triangle,' 'Mekong,' 'Phuket,' 'Buddhism' and 'rice paddy.'

Bordered by Burma, Laos, Cambodia and Malasia, Thailand has more than 60 million people in an area one-third the size of the province of Quebec (Fig. 1). Despite its small size, Thailand has a very active economy. Bangkok, the capital, is a beehive of activity, with a population of

eight million in an area the size of Montreal.

Situated in the tropics, Thailand has a monsoon climate. Pronounced differences in climate exist between the north and the south, a distance of more than 1500 km. The northern half of the country has an annual cycle of three seasons: a cool, dry season; a hot, dry season; and a rainy season. The southern half has two seasons: dry and rainy. The rainy season diminishes as you move northward.

The northern part of the country has mountains, with peaks reaching almost 3000 m high. The region between Burma and Laos is hill-tribe country. The

Transfert technologique en Thaïlande

Le projet LANDSAT-Thaïlande confirme l'importance du transfert technologique en télédétection et en systèmes d'information à référence spatiale.

par Réjean Simard, Guy Rochon, Christian Prévost, Pierre Vincent et Marc Beaudoin

La Thaïlande est l'un des pays d'Asie les plus intéressants à visiter et à découvrir. C'est un pays aux multiples facettes comme en témoignent des termes aussi évocateurs que : Pont de la rivière Kwai, Triangle d'or, Mekong, Phuket, Bouddhisme et Rizière. Niché entre la Birmanie, le Laos, le Cambodge et la Malaisie, c'est un pays où vivent plus de 60 millions d'habitants sur une surface correspondante au tiers de la province de Québec (fig. 1). Malgré ses dimensions modestes, la Thaïlande n'en demeure pas moins un pays économiquement très actif. Bangkok, la capitale, est une ruche

d'activité où vivent 8 millions de personnes sur une surface équivalente à celle de Montréal.

Située dans la zone intertropicale, la Thaïlande jouit d'un climat de mousson. Il existe des écarts climatiques entre le Nord et le Sud, distants de 1500 km. Trois saisons se succèdent dans la moitié nord du pays. Une saison fraîche et sèche, une saison chaude et sèche et une saison humide. Le sud du pays vit sous deux saisons : humide et sèche. La saison humide s'amenuise à mesure que l'on se dirige vers le nord.

Le nord du pays est fait de montagnes dont la plus élevée culmine à près de

3000 m. C'est le pays des tribus montagnardes dans les régions frontalières avec la Birmanie et le Laos. Le Nord-Est est constitué d'un plateau plutôt aride dont la physiographie s'apparente à certaines régions du Sahel africain (fig. 2). La plaine centrale, où est situé Bangkok, constitue le grenier du pays. Plus de trois récoltes de riz pourront être effectuées annuellement sur une même parcelle. Il est à noter que l'agriculture, notamment la production de riz, emploie près de 80% de la population. La Thaïlande est l'un des plus importants exportateurs de riz au monde. Le Sud est une péninsule agrémentée de collines et de montagnes. L'exploitation forestière y constitue une activité majeure.

Delicate balance

Thailand is rich in important natural resources. However, intense population and economic pressures on these resources are a constant threat, and a lack of balance between the availability of resources and the need to guarantee the people's economic well being is always present. This lack of balance is often cited as the reason for the disaster caused by the 1988 rains in the south where, because of extensive logging, catastrophic floods

Figure 1 Thailand, Asia

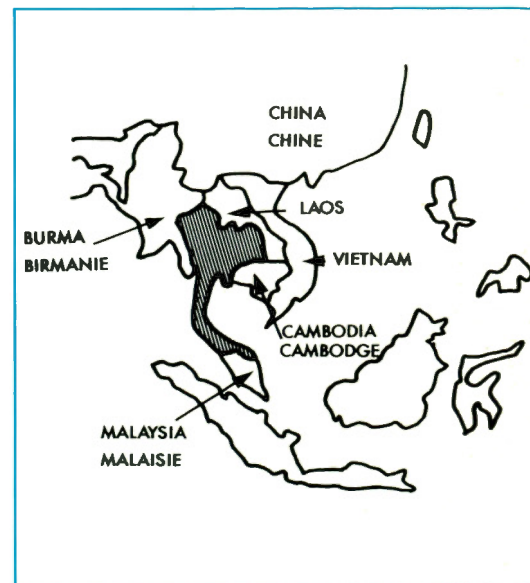


Figure 1 L'Asie et la Thaïlande.

3000 m. C'est le pays des tribus montagnardes dans les régions frontalières avec la Birmanie et le Laos. Le Nord-Est est constitué d'un plateau plutôt aride dont la physiographie s'apparente à certaines régions du Sahel africain (fig. 2). La plaine centrale, où est situé Bangkok, constitue le grenier du pays. Plus de trois récoltes de riz pourront être effectuées annuellement sur une même parcelle. Il est à noter que l'agriculture, notamment la production de riz, emploie près de 80% de la population. La Thaïlande est l'un des plus importants exportateurs de riz au monde. Le Sud est une péninsule agrémentée de collines et de montagnes. L'exploitation forestière y constitue une activité majeure.

and erosion occurred. Thousands of people were killed, injured or left homeless, and the local economy collapsed.

In the context of this fragile balance, Thailand has long recognized the need for tools that will help to closely monitor its resources.

For several years now, Canada has been collaborating with Thailand on natural resources inventories and management. Because Canada has developed solid expertise in the use of remote sensing for this type of activity, satellite technology was chosen to assist Thailand with its resource management initiatives.

Since 1982, Canada has been helping Thailand set up a satellite data receiving

EGAT to further invest B15 billion

"The Electricity Generating Authority of Thailand is to spend another 15 billion baht boosting its gas turbine power generation capacity in view of the 15.62 per cent surge in power demand this year."

(15 billion bahts = \$750 000 000 Can.)
The Nation, Bangkok, 15-7-1988

EGAT investira B15 milliards de plus
« La Société productrice d'électricité de Thaïlande investira un autre 15 milliards de bahts en vue d'augmenter la capacité de production de ses turbines à gaz, en prévision d'un accroissement de la demande de 15.62% ».
(B15 milliards = 750 000 000 \$ Can.)

Équilibre délicat

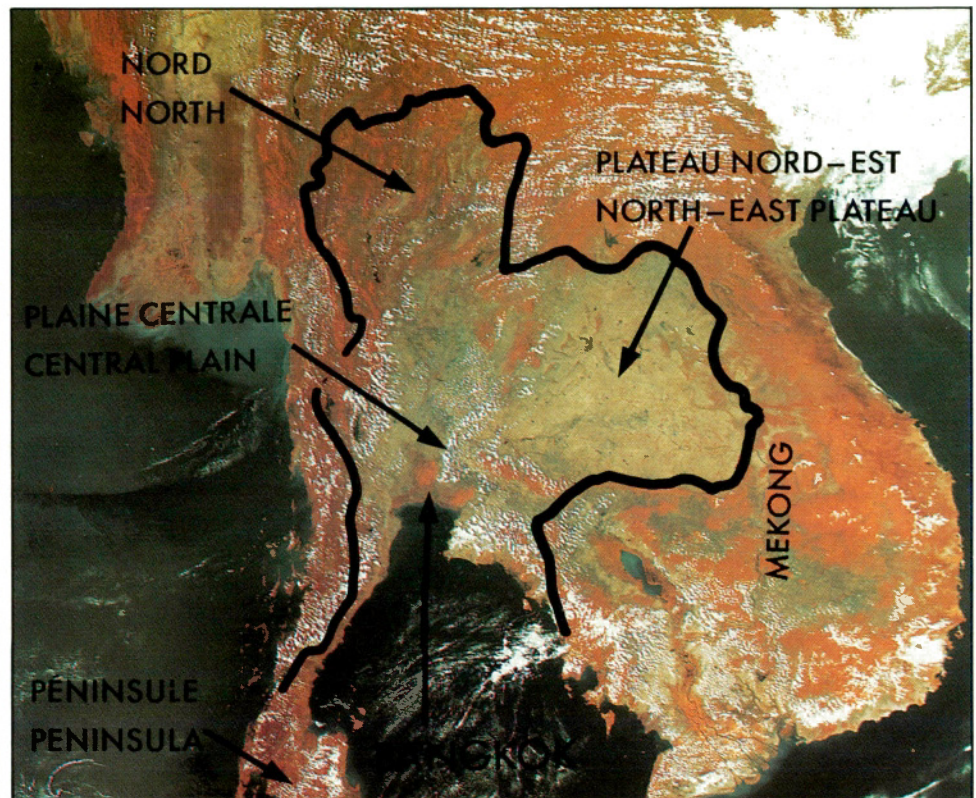
Tel qu'il est possible de le constater, ce pays recèle des richesses naturelles importantes. Cependant, les pressions démographique et économique sur ces richesses sont intenses et le déséquilibre est toujours à craindre. Certains attribuent à ce déséquilibre le désastre survenu durant les pluies de 1988 dans le sud du pays où une surexploitation forestière a entraîné des inondations meurtrières et une désastreuse érosion du sol. Plusieurs milliers de personnes ont été tuées, blessées ou laissées sans abri. L'économie locale est à reconstruire.

Dans ce contexte d'équilibre délicat entre la disponibilité des ressources et la nécessité d'assurer le mieux-être économique de la population, la Thaïlande a reconnu depuis longtemps la nécessité de se doter d'outils capable de surveiller l'état de ses ressources.

station. Today, Thailand is well equipped to receive and process remote sensing data. A Vancouver firm, MacDonald Dettwiler & Associates Ltd. (MDA), built and upgraded the SPOT and LANDSAT™ receiving station in Bangkok. It was officially opened in July, 1988.

While equipment is important, interpreting the images supplied by the equipment is essential. EMR's Canada Centre for Remote Sensing (CCRS) has close ties with its counterparts in many countries. In Thailand, the National Research Council's Remote Sensing Division corresponds to the Canada Centre. Because of these connections, in 1985 CCRS became

Figure 2 Image acquired by National Oceanic and Atmospheric Administration NOAA-9 satellite during dry season. North-east plateau shows as yellow. The northern mountains and the southern peninsula are red. Central plain varies between gray and red depending on the growth of the rice crop. The Chao Phraya, the main river, flows from the northern basins through the central plain. Note the absence of cloud in the dry northeast.



Depuis plusieurs années déjà, le Canada a collaboré avec la Thaïlande pour lui fournir assistance dans le domaine de l'inventaire et de la gestion des ressources naturelles. Le Canada a développé une solide expertise dans l'utilisation de la télédétection par satellite pour ce type d'activité. Il était donc normal que cet outil soit sélectionné pour assister la Thaïlande dans son initiative de gestion des ressources. C'est ainsi que depuis 1982, le Canada a aidé ce pays à s'équiper d'une station de réception de données satellitaires. Aujourd'hui, la Thaïlande est très bien équipée pour la réception et le traitement des données de télédétection. La firme MacDonald Dettwiler & Associates Ltd. (MDA) de Vancouver a été l'exécutant principal de l'installation et des améliorations successives apportées à cette station. Le point culminant de cette initiative a été l'inauguration de la station de réception SPOT et LANDSAT-TM de Bangkok en juillet 1988.

Figure 2 Image acquise en saison sèche par le satellite NOAA-9 (National Oceanic and Atmospheric Administration). Le plateau au Nord-Est apparaît en jaune. Les montagnes du Nord et de la péninsule sont codées en rouge. La plaine centrale, grenier du pays, apparaît en différentes teintes de gris et rouge en fonction de l'état d'avancement du riz dans les parcelles. La plaine est arrosée par le Chao Phraya, principal cours d'eau du pays, qui prend sa source dans les montagnes du nord. Remarquer l'absence de nuages au-dessus de l'aride plateau du Nord-Est.

involved in planning a technology transfer projet with Thailand. This project set up a training program for Thai scientists and managers in the field of natural resource inventory and management using remote sensing, and helped develop Thai expertise.

In 1986, the Canadian International Development Agency signed an agreement

Figure 3 *Cooperative effort during field work. Author Christian Prévost attends a training session on the operation of Global Positioning Systems (GPS) for assessing the accuracy of topographic maps produced with SPOT satellite data. From left, Prévost, Colonel Somkiat Aisanont, Mr. Surasak, Mr. Wanlop and Major Pairat Po-Ubon, all of the Royal Thai Survey Department.*



Figure 3 *Entraide entre canadiens et thaïlandais durant une activité de terrain. Ici, entraînement à l'opération de systèmes GPS (Global Positioning System) pour la vérification de la précision des cartes topographiques produites avec les données satellitaires SPOT. De gauche à droite, M. Christian Prévost, un des auteurs, Colonel Somkiat Aisanont, M. Surasak, M. Wanlop et Major Pairat Po-Ubon, tous quatre du Royal Thai Survey Department.*

Il est important d'être bien équipé, mais encore faut-il savoir tirer le maximum des images que cet équipement peut fournir. Le Centre canadien de télédétection d'Énergie, Mines et Ressources Canada, entretient des relations soutenues avec des Centres équivalents dans plusieurs pays. En Thaïlande, la Division de la télédétection du Conseil national de la recherche (ministère de la Science, de la Technologie et de l'Énergie) constitue

with Digim, a division of Montreal's Lavalin Group, to carry out this technology transfer project, Project LANDSAT-Thailand.

A training program ran in Canada until 1987 in cooperation with 11 Thai government agencies, including the National Research Council of Thailand. Twenty-one scientists and engineers had the opportunity to visit private and public organizations, including CCRS, from coast to coast, and to enroll in training programs averaging eight weeks long.

Following this training period, Thai specialists and their Canadian counterparts set up remote sensing demonstration projects in fields relating to the information needs of their respective

agencies. These projects overlapped the training period in Canada and the subsequent phase in Thailand. Because the National Research Council of Thailand has Canadian image-processing systems (such as the ARIES™ system developed by DIPIX of Ottawa, the MERIDIAN™ system developed by MDA of Vancouver, and the PROCOM™ photo-interpretation system developed by Gregory Geosciences of Ottawa), the same image-processing equipment was used in both phases.

LANDSAT Thailand

The brief description of Thai environment and geography presented at the beginning of this text explains the importance of the different remote sensing demonstration projects undertaken by the Thai experts in 1988 as part of the LANDSAT-Thailand project. The following text briefly describes some of these projects. Table 1 contains a complete list of projects and fields of interest studied during the training period.

Experts from the Royal Thai Survey Department, the Electricity Generating Authority of Thailand and the Land Development Department of Thailand carried out a pilot project to generate new topographic maps and update existing ones using satellite data. In doing this, they aimed to facilitate production, reduce costs and assure frequent revisions.

Four Sixth Plan projects given Canadian Aid

"Canadian Secretary of State for External Affairs, Joe Clark, earlier this week signed four projects documents with the Thai government. . . projects to help develop sectors of priority in Thailand's Sixth Five-Year Development Plan".
The Nation, Bangkok, 18-9-1988

Aide canadienne à quatre projets du Sixième Plan

Le Secrétaire d'État canadien aux Affaires extérieures, Joe Clark, a paraphé une entente avec le gouvernement thaïlandais concernant quatre projets. . . projets visant à développer des secteurs prioritaires du sixième plan quinquennal.

cet équivalent. C'est ainsi qu'en 1985, le Centre canadien de télédétection a été impliqué dans la définition d'un projet de transfert technologique en télédétection. Ce projet avait pour but de mettre en place un programme d'entraînement de scientifiques et de gestionnaires thaïlandais dans le domaine de l'inventaire et de la gestion des ressources naturelles par l'entremise de la télédétection, et de développer une expertise nationale en matière d'utilisation de la télédétection. En 1986, l'Agence canadienne de développement international confiait à la firme Digim du groupe Lavalin de Montréal l'exécution de ce projet majeur de transfert technologique, appelé : « Projet LANDSAT Thaïlande. »

Un programme de formation au Canada a été mené jusqu'en 1987 avec onze agences gouvernementales thaïes, incluant

le Conseil national de la recherche de Thaïlande. Vingt et un scientifiques et ingénieurs ont ainsi eu l'occasion

Figure 4 *Satellite images computer processed to generate a oblique view of the Chiang Mai area, northern Thailand. The observer is looking westward. Mountainous areas, covered with forest, appear in red. Burnt areas down the valley are shown as black. The Chiang Mai airport is visible at bottom right. This image was produced using Digim's software and equipment.*



Figure 4 *Images spatiales traitées par ordinateur pour générer une vue oblique, en visée vers l'ouest, de la région de Chiang Mai au nord du pays. Les montagnes couvertes de forêts apparaissent en rouge, et, dans la vallée, les secteurs de brûlés après récolte sont en noir. On aperçoit l'aéroport de Chiang Mai en bas à droite. Cette image a été produite à l'aide d'un logiciel développé par Digim.*

d'effectuer des visites auprès d'organismes privés et publics d'un bout à l'autre du Canada, incluant le Centre canadien de télédétection, et de suivre des stages de formation d'une durée moyenne de huit semaines.

Suite à cette période de formation, les spécialistes thaïlandais ont mis en place, de concert avec leurs instructeurs canadiens, des projets de démonstration en télédétection dans des domaines conformes aux besoins en information de leurs agences respectives. Ces projets ont chevauché leur période de formation au Canada et la phase subséquente en Thaïlande. Les mêmes équipements de traitement d'images ont été utilisés durant ces deux phases puisque le Conseil national de recherche de Thaïlande est équipé de systèmes d'analyse d'images d'origine canadienne tel le système ARIES^{md} de la compagnie DIPIX d'Ottawa, le système MERIDIAN^{md} de la firme MDA de Vancouver et le système de

These maps are the basic documents used in all agricultural or industrial development projects (Figs. 3 and 4).

The economic development of a country brings about important changes in land use. Experts in Thailand's Land Development Department and National Environment Board worked on ways to detect land use changes by remote

photointerprétation PROCOM^{md} construit par Gregory Geosciences d'Ottawa.

LANDSAT Thaïlande

La courte description de l'environnement thaïlandais présentée au début de ce texte permet d'apprécier à sa juste valeur la pertinence des différents projets de démonstration de l'utilisation de la télédétection que les spécialistes thaïlandais ont choisis de mener à bien durant l'année 1988 dans le cadre du projet LANDSAT Thaïlande.

Le texte qui suit décrit brièvement quelques-uns de ces projets. Des coupures de presse soulignent la justesse du choix des projets individuels. La liste complète des projets et des champs d'intérêts étudiés durant la période de formation est présentée au tableau 1.

Dans le domaine de la cartographie topographique, des spécialistes du Royal Thai Survey Department, de l'Electricity Generating Authority of Thailand, et du Land Development Department of Thailand ont exécuté un projet pilote en cartographie topographique et en mise à jour de cartes à partir de données satellitaires pour faciliter et réduire le coût de production des cartes topographiques et en assurer une mise à jour fréquente. Ces cartes constituent le document de base à tout projet de

sensing, to trace soil use development and identify areas of potential conflict.

In oceanography, the Department of Fisheries used remote sensing for coastal monitoring to help shrimp and fish farmers in their operations (Fig. 5).

Of all natural resources, water is certainly the most precious. It is a constant source of worry for farmers, managers and governments — for hydroelectric power and for rice growing. The largest river in Thailand, the Chao Phraya, begins in the northern mountains and flows through the central plains towards the Gulf of Thailand, irrigating the rice paddies. Any change in the use of this water resource in the highlands has an effect on at least 30 million people downstream.

Figure 5 *LANDSATtm image of the Bang Pakong River delta, computer processed to highlight the distribution of suspended sediment. Low, medium and high concentrations are shown as red, green and pink.*

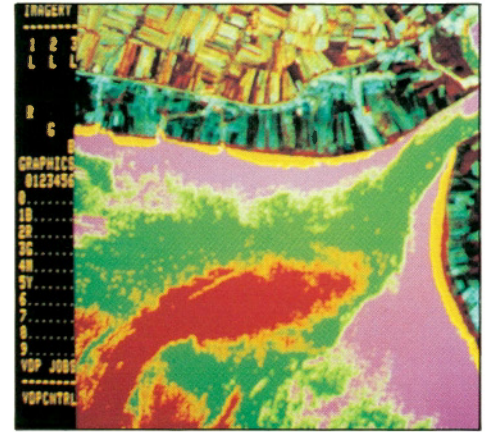


Figure 5 *Image LANDSAT^{md} de l'estuaire de la rivière Bang Pakong, traitée par ordinateur. Les plages roses, vertes et rouges représentent différentes concentrations de sédiments en suspension, respectivement fortes, moyennes et faibles.*

développement agricole ou industriel (figs. 3 et 4).

L'expansion économique du pays entraîne des modifications importantes de l'utilisation des terres. Pour éviter que des utilisations conflictuelles n'apparaissent, la cartographie des changements de l'utilisation des terres devient essentielle. C'est dans cette optique que des spécialistes du Land Development Department et du National Environment Board ont travaillé à la détection des changements par télédétection satellitaire pour suivre l'évolution de l'utilisation du sol et identifier les aires potentiellement sujettes à des conflits d'utilisation.

En océanographie, un spécialiste du Department of Fisheries of Thailand a utilisé la télédétection pour la surveillance côtière afin d'aider les

Figure 6 *Interpreted data from a 1988 SPOT image identifies 20 types of land use, such as forests, agricultural systems, built-up areas, and so on. Data, digitized into the geographic information system, and digitally combined with other types of geographic data, are used in an analytical model to derive integrated products like that shown in Fig. 7. (photo from SPANSsm screen).*

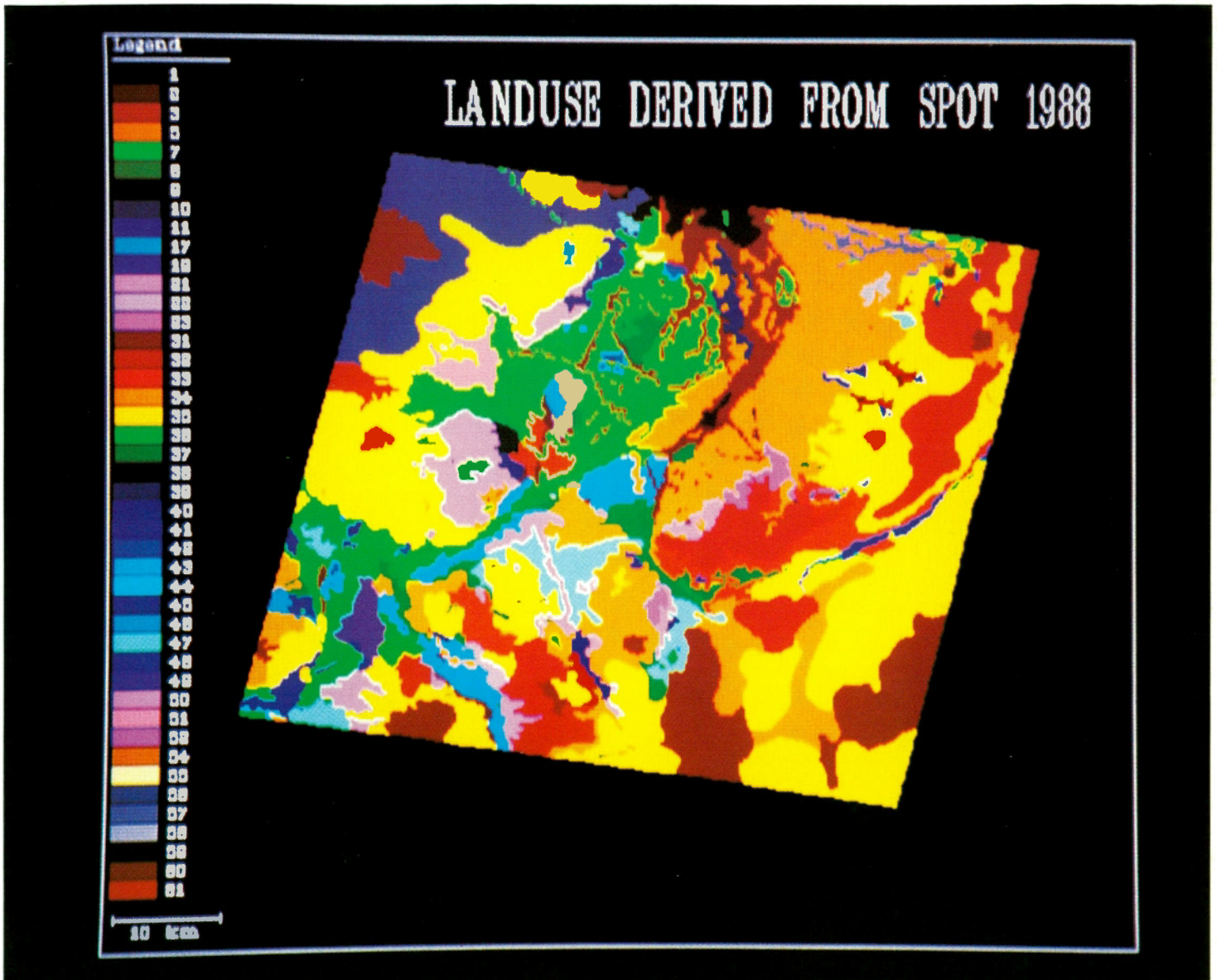


Figure 6 *Résultat de l'interprétation d'une image acquise en 1988 par le satellite SPOT pour la cartographie de l'utilisation des sols. Près de vingt rubriques sont répertoriées, incluant les forêts, les types d'agriculture, les friches, les secteurs urbains etc. Ces données, une fois entrées sur ordinateur, et combinées à d'autres données dans un modèle d'analyse géographique, sont utilisées pour générer des produits dérivés (intégrés), tel celui présenté à la figure 7. (photo d'écran SPANS^{md})*

éleveurs de poissons et crevettes en enclos (fig. 5).

De toutes les ressources naturelles, l'eau est certainement la plus précieuse. Elle est la préoccupation constante des producteurs agricoles, des administrateurs et du gouvernement, autant pour la production hydroélectrique que pour la riziculture. Le principal cours d'eau du pays, le Chao Phraya, prend sa source dans les montagnes du nord et s'écoule à travers la plaine centrale vers le golfe de Thaïlande, en assurant l'irrigation des rizières. Tout déséquilibre dans l'utilisation des ressources dans les hauts bassins entraîne des répercussions importantes pour les populations en aval;

ce qui représente au bas mot, trente millions de personnes.

Ainsi, un projet pilote a été mené par un ingénieur de l'Electricity Generating Authority of Thailand, pour utiliser une série diachronique d'images satellitaires dans le calcul des volumes d'eau retenus par les barrages, préalable nécessaire à une juste répartition de l'eau.

Enfin, un spécialiste du Royal Forest Department a développé une méthode d'utilisation de la télédétection pour cerner les aires de déforestation dans les hauts bassins et évaluer le potentiel forestier du plateau Nord-Est.

For this reason, an engineer from the Electricity Generating Authority of Thailand set up a pilot project to calculate the volume of water in reservoirs, using a time series of satellite images. This information is necessary for an equitable distribution of water resources.

At the same time, engineers from the Department of Agriculture and the Office for Agricultural Economics carried out a project aimed at using remote sensing to measure accurately the cultivated area in the central plains, the highlands and the northeast plateau, and to estimate the soil's agricultural potential. The results of

Warning against second rice crop

"Agriculture Minister. . . warned farmers in the lower Chao Phraya Basin against growing the second rice crop this year because of water shortage. . ."
The Bangkok Post, Bangkok, 5-2-1988

Attention à la seconde saison rizicole

« Le Ministre de l'agriculture . . . a avisé les fermiers du bas Chao Phya du risque d'entreprendre une seconde saison rizicole suite à la faible disponibilité en eau ».*

Parallèlement, des ingénieurs du Département of Agriculture et de l'Office for Agricultural Economics ont réalisé un projet visant à utiliser la télédétection pour raffiner l'évaluation des surfaces en culture dans la plaine centrale, les hauts bassins et le plateau Nord-Est, et estimer le potentiel agricole des sols. Les résultats de leurs travaux pourront être utilisés, entre autres, dans le cadre du projet « Nord-Est vert », où des initiatives importantes sont en cours pour revitaliser ce secteur aride.

La tendance actuelle des utilisateurs de la télédétection s'oriente vers l'intégration des données numériques de télédétection et des données d'autres sources.

L'administration thaïlandaise et les spécialistes impliqués dans le projet LANDSAT-Thaïlande reconnaissent que cette intégration est d'une importance vitale pour la gestion efficace des ressources naturelles du pays. Dans la poursuite de cette idée, un projet pilote de gestion de l'information sur les ressources naturelles a été mis en place.

Ce projet s'est alimenté des données produites dans le cadre des projets de télédétection décrits précédemment. Ces données ont été intégrées dans une banque numérique ayant une base

their study may be used, among other things, in 'A Green Northeast', a project undertaken to revitalize this dry region.

As a final example, a specialist from the Royal Forest Department developed a way of using remote sensing to map deforested areas in the highlands and assess the forestry potential of the northeast plateau.

Today, the trend is for users to integrate remote sensing data and digital data from other sources.

The Thai administration and those involved in the LANDSAT-Thailand project recognize that such integration is vitally important for efficient management of the country's natural resources. Following this idea, they set up a pilot project to manage natural resources information, using data from their remote sensing projects.

These data were integrated into a digital data base using a common geographical basis, such as the Chiang Mai region of northern Thailand. This integration, applied to soil science with a specific

B55 billion sought for Green E-Sarn

" . . . The project, designed to turn the drought-stricken Northeast into a fertile region. . . includes massive tree planting, modernizing agriculture, introducing livestock husbandry and fisheries, digging irrigation waterways, constructing tap water facilities and expanding small-scale agro-industry. . ."

(B55 billion = \$2.75 billion Can.)
The Nation, Bangkok, 14-7-1988

A la recherche de B55 milliards pour le projet « Nord-Est vert »

« . . . Le projet, conçu pour transformer l'aride plateau du Nord-Est en une région fertile, . . . Le projet inclut la plantation massive d'arbres, la modernisation de l'agriculture, le développement de fermes d'élevage, la pisciculture, le creusage de canaux d'irrigation, l'accroissement des disponibilités en eau potable et l'expansion des petites entreprises reliées à l'agriculture. »
(B55 milliards = 2.75 milliards \$ Can.)

géographique commune, soit la région de Chiang Mai dans le Nord de la Thaïlande. Cette intégration, appliquée en pédologie et plus spécifiquement à l'érosion des sols, a permis aux scientifiques de déterminer les secteurs à risque et d'évaluer l'impact de scénarios d'aménagement dans ces

application in soil erosion, allowed scientists to determine which regions were at risk and to assess the effect of different management scenarios in mountainous regions especially susceptible to erosion.

The SPANStm geographic information system, developed by Tydac Technologies of Ottawa, allowed researchers to integrate the information necessary for determining soil loss through erosion: soil type, topography, ground cover, rainfall and agricultural management. This integration would be almost impossible to do manually for large areas (Figs. 6 and 7).

The great jungle bungle; the tragedy of Thailand's forests

"In June 1988, the Worldwide Fund for Nature issued a call for an end to the logging of primary forests throughout the globe. This was a recognition of the vital role of forests in protecting watersheds. . . . Ironically, this comes at a time when forest destruction in Thailand continues apace. . . ."
The Nation, Bangkok, 21-11-1988.

La jungle dévastée; le drame de la forêt thaïlandaise

« En juin 1988, le Fonds mondial pour la nature lançait un appel pour l'arrêt de l'exploitation des forêts primaires à l'échelle du globe, confirmant ainsi le rôle vital de la forêt pour la protection des bassins versants. . . . Ironiquement, cet appel survient au moment où la destruction de la forêt thaïlandaise bat son plein ».

régions montagneuses sensibles à l'érosion.

L'utilisation du système d'information à référence spatiale SPANS^{md} de la firme Tydac Technologies d'Ottawa, a permis d'intégrer les informations nécessaires pour déterminer la perte en sol par érosion, soit : le type de sol, la topographie, le type de couvert végétal, la pluviométrie, et la gestion agricole. Cette intégration quasi impensable sur une base manuelle pour de grands territoires est maintenant chose possible grâce à l'utilisation d'un système numérique (fig. 6 et 7).

Ce projet de transfert technologique a impliqué plus de 60 intervenants canadiens ainsi qu'une douzaine de firmes

Figure 7 A geographic information system integrated the various parameters required to evaluate soil erosion. The result is shown as weight per hectare per year of soil eroded. This is an approximation of reality, using existing data and a model based on an adaptation for Thailand of the Universal Soil Loss Equation. (photo from SPANStm screen).

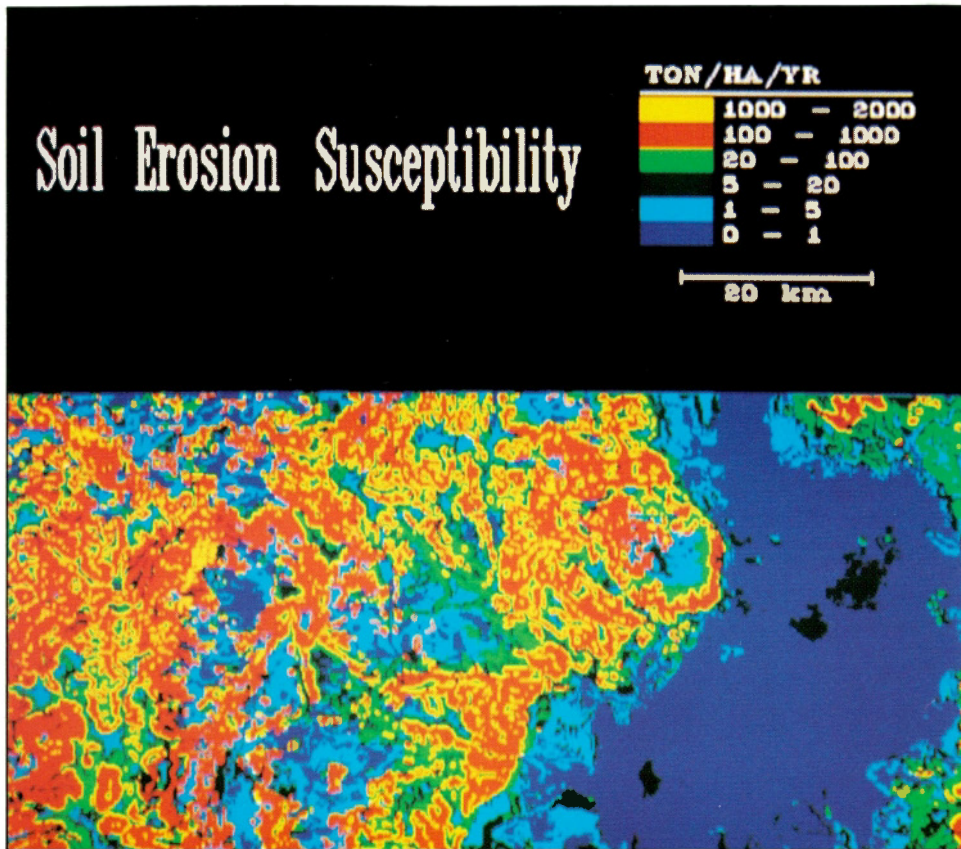


Figure 7 Le projet s'est servi d'un système d'information à référence spatiale pour intégrer les nombreux paramètres nécessaires à l'évaluation de l'érosion des sols. Le résultat identifie le poids, par hectare et par année, de sol perdu par érosion. Il représente une approximation de la perte en sol à partir des données existantes et d'un modèle basé sur l'équation universelle de perte en sol, adaptée pour la Thaïlande. (photo d'écran SPANS^{md}).

This technology transfer project involved more than 60 Canadians, as well as a dozen firms specializing in remote sensing and geographic information systems. The project's closing seminar, chaired by His Excellency Prachuab Chaiyasarn, Thailand's Minister for Science, Technology and Energy, took place in Chiang Mai, northern Thailand in December, 1988.

The success of the project is being acknowledged on both sides of the

Pacific. Participants think it has been very fruitful and hope that it will bolster the already cordial relations that exist between our two countries. Finally, this project was consistent with Canada's desire to encourage private sector involvement in remote sensing technology transfer.

Note: The proceedings of the closing seminar have been available since July, 1989. Copies, numbered RESORS 1071196 and 1071204, are on file at the Canada Centre for Remote Sensing library.

Réjean Simard, PhD in geophysics, directed the project described in this article. He has also directed other, similar projects for Digim. Guy Rochon, an engineering physicist, was Digim's president during project implementation. He is now Lavalin-PGI Vice-President, International Marketing, for all geomatics activities. Christian Prévost, a specialist in international technology transfer at EMR's Canada Centre for Remote Sensing, joined Digim as project manager in Thailand for 1988. Pierre Vincent, headquarters project manager, is an expert in satellite image applications with Digim. Marc Beaudoin is an expert in geographic information systems and remote sensing data integration.

M. Réjean Simard, docteur en géophysique, était directeur du projet dont il est question dans cet article. Il a dirigé plusieurs autres projets de ce type au sein de la firme Digim. M. Guy Rochon, ingénieur physicien, était président de Digim au cours de la réalisation de ce projet. Il occupe maintenant le poste de vice-président à la commercialisation internationale au sein du groupe Lavalin-PGI concernant tout le secteur de la géomatique. M. Christian Prévost, spécialiste en transfert technologique au Centre canadien de télédétection, a joint les rangs de la firme Digim à titre de gérant de projet en poste en Thaïlande pour l'année 1988. M. Pierre Vincent, chargé de ce projet, est un spécialiste des applications de l'imagerie satellitaire chez Digim. M. Marc Beaudoin, est spécialiste des systèmes d'information à référence spatiale et de l'intégration des données de télédétection.

de la technologie de la télédétection par l'industrie privée.

Les comptes-rendus du séminaire de clôture sont disponibles depuis juillet 1989. Quelques copies sont conservées à la bibliothèque du Centre canadien de télédétection sous les numéros : RESORS 1071196 à 1071204.

et d'organismes reliés à la télédétection et aux systèmes d'information à référence spatiale. Le séminaire de clôture du projet, présidé par Son Excellence Prachuab Chaiyasarn, ministre thaïlandais de la Science, de la Technologie et de l'Énergie, a eu lieu à Chiang Mai dans le nord du pays en décembre 1988.

Des deux côtés du Pacifique on se félicite du succès de ce projet. Les participants considèrent qu'il a été des plus fructueux et qu'il permettra une consolidation des relations déjà très cordiales entre nos deux pays. Enfin, ce projet s'insère dans l'objectif canadien de favoriser le transfert

LANDSAT THAILAND PROJECT/PROJET LANDSAT THAÏLANDE

Field of interest/ Demonstration project	Training program/ Programme de formation	Agency/ Agence	Champ d'intérêt/ Projet de démonstration
<ul style="list-style-type: none"> Forest potential assessment using LANDSAT data; analysis in the Khon Kaen province (Northeast plateau). LANDSAT MSS used for mapping forest cover in Chiang Mai. 	Forestry/Foresterie	RTFD (1)	<ul style="list-style-type: none"> Évaluation du potentiel forestier à l'aide de données LANDSAT, secteur de Khon Kaen (plateau Nord-Est). Utilisation de LANDSAT MSS pour la cartographie du couvert forestier, région de Chiang Mai.
<ul style="list-style-type: none"> Exploration geology and mapping 	Geology/Géologie	DMR (1)	<ul style="list-style-type: none"> Cartographie géologique et exploration.
<ul style="list-style-type: none"> Base map updating using SPOT satellite imagery in Chiang Mai (Northern Thailand) and Eastern Seaboard areas. 	Map updating/Mise à jour de cartes	RTSD (1)	<ul style="list-style-type: none"> Mise à jour de cartes de base avec les images acquises par le satellite SPOT, secteurs de Chiang Mai (Nord du pays) et la côte Est.
<ul style="list-style-type: none"> Distribution of satellite data 	User services/Service aux utilisateurs	NRCT (1)	<ul style="list-style-type: none"> Distribution des données de télédétection.
<ul style="list-style-type: none"> Operation of APPLICONSsm mapping system. 	Plotter/Impression de données	NRCT (1)	<ul style="list-style-type: none"> Opération de l'imprimante APPLICONS^{md}
<ul style="list-style-type: none"> Detection of changes in land use in Rayong basin (east central Thailand) using LANDSAT-MSS and TM data. Study of changes in land use in Eastern Seaboard area using LANDSAT MSS and TM data. Detection of changes in land use in the Chiang Mai watershed area. 	Land use/Utilisation des terres	NRCT LDD NEB (3)	<ul style="list-style-type: none"> Détection des changements de l'utilisation du sol dans le bassin de Rayong (centre du pays) avec LANDSAT-MSS et TM. Étude du changement de l'utilisation des sols à l'aide de LANDSAT MSS dans la région du Chiang Mai et sur la côte Est à l'aide de LANDSAT MSS/TM.
<ul style="list-style-type: none"> Estimating crop surface in the Khon Kaen province using LANDSAT-TM data. Potential identification of agricultural areas using visual interpretation of SPOT satellite imagery. Comparison of stratified and unstratified satellite data for studies of crop type. 	Agriculture/Agriculture	DOA OAE (2)	<ul style="list-style-type: none"> Estimation des surfaces en culture dans la province de Khon Kaen à l'aide de données LANDSAT-TM. Identification du potentiel agricole des terres à l'aide de données SPOT. Comparaison des données satellitaires stratifiées et non stratifiées pour l'étude des types de cultures.
<ul style="list-style-type: none"> Evaluation of methodologies for reservoir capacity monitoring using satellite data. Study of coastal aquaculture area, Bang Pakong River delta (central Thailand) using LANDSAT-TM data. 	Water resources/ Ressources en eau	NRCT RID EGAT DOF (4)	<ul style="list-style-type: none"> Évaluation de diverses méthodologies basées sur la télédétection par satellite pour la surveillance des volumes d'eau retenus; le réservoir Ubol Ratana (Nord-Est). Étude de l'aquaculture côtière dans l'estuaire de la rivière Bang Pakong (centre du pays) avec LANDSAT-TM.
<ul style="list-style-type: none"> B & W and color film processing. 	Photo reproduction/ Reproduction photo	NRCT	<ul style="list-style-type: none"> Traitement de pellicule en noir et blanc, et en couleur
<ul style="list-style-type: none"> Project management. 	Project management/ Gestion de projet	NRCT LDD (2)	<ul style="list-style-type: none"> Gestion de projet
<ul style="list-style-type: none"> Production and accuracy assessment of a topographical map generated from SPOT satellite data. 	Topographic mapping/ Cartographie topographique	RTSD LDD EGAT (2)	<ul style="list-style-type: none"> Production et évaluation de la précision d'une carte topographique générée à partir de données SPOT, région de Chiang Mai.
<ul style="list-style-type: none"> Soil erosion mapping in the Chiang Mai basin, using remote sensing and a spatial analysis system. 	Soils Mapping/ Cartographie pédologique	LDD (1)	<ul style="list-style-type: none"> Cartographie de l'érosion des sols dans la région de Chiang Mai en utilisant la télédétection et un système d'analyse à référence spatiale.

NRCT : National Research Council of Thailand.

DMR : Department of Mineral Resource.

RTSD : Royal Thai Survey Department.

EGAT : Electricity Generating Authority of Thailand.

LDD : Land Development Department.

DOF : Department of Fisheries.

DOA : Department of Agriculture.

OAE : Office of Agricultural Economics.

RID : Royal Irrigation Department.

NEB : National Environment Board.

RFD : Royal Forest Department.

() : Number of trainees / Nombre de stagiaires.

traduction libre des auteurs

Canada's Remote Communities Seek Energy Efficiency

by D. Elliot Rodger

Canada's remote communities are perhaps as different from one another as they are from the rest of Canada.

They exist in all provinces and territories except New Brunswick, Nova Scotia and Prince Edward Island. While many are northern, others are located in southern

and central Canada. Their distance from urban centres denies them access to the services and amenities most Canadians take for granted.

Big Trout Lake, Ontario, accessible only by air and winter road, is typical of many remote communities.



Les collectivités éloignées du Canada visent l'efficacité énergétique

par D. Elliot Rodger

Les collectivités éloignées du Canada sont peut-être aussi différentes les unes des autres qu'elles le sont du reste du pays.

Il en existe dans toutes les provinces et les territoires, sauf au Nouveau-Brunswick, en Nouvelle-Écosse et à l'Île-du-Prince-Édouard. Bien que la plupart soient situées dans les régions nordiques, on en retrouve également dans le sud et le centre du Canada. La grande distance qui les sépare des centres urbains leur interdit tout accès aux installations et aux services dont jouissent la plupart des Canadiens.

Accessible seulement par voie aérienne et par route d'hiver, Big Trout Lake (Ontario) possède les caractéristiques de nombreuses collectivités éloignées.

Ces collectivités éloignées s'interrogent entre autres sur les moyens par lesquels elles peuvent s'approvisionner en énergie pour satisfaire leurs besoins courants. En effet, elles ne sont pas reliées aux réseaux d'électricité et de gaz naturel, et le combustible, qu'il soit livré par camion, par bateau ou par avion, est très coûteux.

One problem these remote communities face is how to supply themselves with energy for their daily needs. They are not connected to electricity grids and natural gas networks; and oil, trucked, barged or flown in, is very expensive.

More than 200 000 Canadians, about one per cent of the national population, live in Canada's 365 remote communities (Fig. 1). About two thirds of these communities are predominantly Indian or Inuit, the remainder having mixed or primarily white populations. The average population of the communities is 550, but they range in size from around ten households to fourteen thousand at Whitehorse in the Yukon.

Energy is at least as critical to these remote communities as to urban and rural

Figure 1 The 365 communities in Canada considered remote because they do not have access to grid electricity or natural gas distribution systems. Note the treeline: remarkably, the occasional wood stove does exist above the treeline — fueled by surplus wooden packing crates.

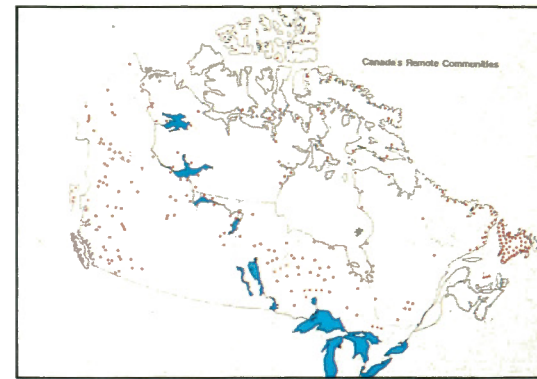


Figure 1 Carte montrant les 365 collectivités du Canada dites « isolées » parce qu'elles ne peuvent être reliées aux réseaux de distribution d'électricité ou de gaz naturel. Noter la limite des arbres: fait remarquable, on retrouve même au-delà de cette limite quelques poêles à bois... qu'on alimente à même les surplus de caisses d'emballage en bois.

Plus de 200 000 Canadiens, soit environ un pour cent de la population du pays, vivent dans l'une des 365 collectivités éloignées du Canada (fig. 1). À peu près deux tiers de ces collectivités sont composées en majorité d'Amérindiens ou d'Inuit; dans les autres cas, la population est mixte ou principalement blanche. La taille des collectivités varie d'une dizaine de ménages à 14 000 personnes, à Whitehorse (Yukon); la moyenne est toutefois de 550 habitants.

L'énergie est une question non moins critique dans les collectivités éloignées qu'elle ne l'est dans les régions urbaines et rurales. Vivant loin de tout, dans un climat extrêmement rigoureux, les Canadiens des collectivités isolées sont particulièrement susceptibles de

Canada. Living at geographical and climatic extremes, remote Canadians are most vulnerable to, and most subject to, tenuous energy supply, low levels of

Figure 2 *Aerial view of Peawanuck, Ontario, shows the southern orientation of the community and the retention of sparse trees for windbreaks and for the better appearance of the community. Note that house fronts are not parallel with streets.*



Figure 2 *Prise de vue aérienne Peawanuck (Ontario). On voit que les maisons sont orientées vers le sud et que des groupes d'arbres ont été gardés afin de servir de brise-vent et améliorer l'apparence de la collectivité. Remarquer que la façade des maisons n'est pas parallèle aux rues.*

rencontrer des situations comme un approvisionnement énergétique précaire et des installations de capacité insuffisante, et d'avoir à assumer les coûts énergétiques les plus élevés au pays. Pourtant, l'énergie peut contribuer sensiblement à la qualité de la vie, à l'autonomie des collectivités et à la protection de l'environnement local.

À défaut d'avoir accès aux réseaux d'électricité et de gaz naturel, les collectivités éloignées comptent sur le combustible diesel pour produire de l'électricité, sur le mazout et le bois pour le chauffage des bâtiments et sur les produits pétroliers pour le transport.

En plus d'être limitées, les ressources pétrolières sont sujettes à des fluctuations de prix à l'échelle mondiale et à des

energy service and the highest energy costs in the country. Yet energy can make a significant contribution to quality of life, to community self-reliance and to conservation of the local environment.

Lacking access to main electricity grids and to natural gas distribution systems, remote energy needs are currently met by diesel fuel for generating electricity, oil and wood for space heating, and petroleum products for transportation.

Petroleum resources are limited, vulnerable to world-scale cost fluctuations and subject to supply disruptions internationally and locally. Oil-based energy in remote locations may cost much more than in urban and rural Canada: in Grise Fiord, N.W.T. it costs 70 cents per kWh; but in southern Canada users pay only five cents per kWh. As well, electrical service in homes in faraway places can be limited to levels sufficient only for a radio and a few light bulbs.

High energy costs and limited levels of service are discouraging to commercial and industrial enterprises; therefore jobs and income levels are restricted. Inadequate energy supplies cause hardships for individuals and communities

Figure 3 *These 83-m² houses in Peawanuck, Ontario, are highly energy efficient and well suited to their occupants. Interior layout and windows are oriented toward the south to maximize solar energy and minimize the effects of prevailing winds.*



Figure 3 *Situées à Peawanuck (Ontario), ces maisons de 83 m² sont très éconergétiques et conviennent bien à leurs occupants. Les pièces et les fenêtres sont orientées vers le sud afin de profiter au maximum de l'énergie solaire et réduire le plus possible l'effet des vents dominants.*

perturbations internationales et locales quant à l'approvisionnement. L'énergie produite à partir de combustibles pétroliers coûte parfois beaucoup plus cher dans les collectivités éloignées que dans les régions urbaines et rurales du Canada ; ainsi, le kilowatt-heure coûte 70 cents à Grise Fiord (T.N.O.) tandis que les consommateurs ne paient que 5 cents du kilowatt-heure dans le sud du Canada. En outre, il arrive que la quantité d'électricité fournie aux maisons des régions isolées ne suffise que pour faire fonctionner un poste de radio et allumer quelques ampoules électriques.

Les coûts élevés et la capacité restreinte des installations ne sont pas sans décourager les entreprises commerciales et industrielles; les emplois et les revenus sont, par conséquent, limités. Par ailleurs, un approvisionnement énergétique insuffisant est préjudiciable aux personnes et aux collectivités tant du point de vue de la santé et de la sécurité que de celui du bien-être et du confort. Le maintien des services communautaires, tels que l'hygiène publique, l'éclairage, l'éducation et le transport, n'est pas possible.

Le manque d'approvisionnement énergétique régulier compromet sérieusement l'autonomie personnelle et communautaire revendiquée par ces régions isolées. Enfin, soulignons que l'achat d'énergie représente une dépense considérable pour les organismes publics qui subventionnent, de diverses façons, le coût réel de la facture énergétique des consommateurs des régions éloignées.

Toutefois, de nouvelles possibilités peuvent naître de ces problèmes. Les solutions énergétiques qui se présentent aux collectivités éloignées offrent bien plus que des économies de combustible et d'argent. . . Elles peuvent aussi être à l'origine d'importantes améliorations sur le plan du développement socio-économique, de la qualité de vie, de l'utilisation des ressources locales, de l'autonomie de la collectivité et de la protection de l'environnement.

Figure 4 Wood, the traditional heating fuel below treeline, is still popular as a primary or back-up heat source. In slow growth regions, a tree may take 120 years to reach a diameter of 15 cm. Efficient wood stoves protect the resource.



Figure 4 Combustible classique au sud de la limite des arbres, le bois garde sa popularité comme source d'énergie principale ou de réserve. Dans les régions où la croissance est lente, un arbre peut prendre 120 ans pour atteindre un diamètre de 15 cm. Des poêles à bois efficaces protègent cette ressource.

Le Programme de démonstration dans les collectivités éloignées, mis sur pied par EMR, a aidé des collectivités à découvrir quelles sont ces possibilités et comment elles peuvent en tirer profit.

Peawanuck — une collectivité planifiée

La bande Weenusk, dans le nord de l'Ontario, en fournit un bon exemple. À la suite d'un désastre naturel, elle est devenue l'une des collectivités éloignées les mieux conçues au pays.

En mai 1986, la rivière Winisk sortit de son lit au cours de la fonte printanière, détruisant la petite agglomération du même nom. En moins de deux, la bande reprit le dessus et, avec un plan soigneusement élaboré, fit appel à l'ingéniosité des gens de la place, à l'expertise de personnes de l'extérieur et aux services de collectivités autochtones situées non loin de là. En novembre 1986, elle avait mis sur pied une nouvelle collectivité, Peawanuck, formée de 47 maisons (fig. 2). Située 36 kilomètres en

in matters of health, safety, comfort and convenience. Normal community services and infrastructure, such as sanitation, lighting, education and transportation, cannot be maintained. The lack of a secure energy supply is a major impediment to individual and community self-reliance, a reason many wish to live in remote locations. Purchased energy is also a significant expense for publicly funded agencies which, in various ways, subsidize the real cost of energy to remote energy consumers.

Out of many problems opportunities can emerge. The energy opportunities available to remote communities offer more than just fuel and cost savings. They can offer significant improvements in socioeconomic development, quality of life, use of local resources, community self-reliance and environmental conservation. EMR's Remote Community Demonstration Program helped communities recognize and take advantage of these opportunities.

Peawanuck — A Planned Community

The Weenusk band of northern Ontario, for example, turned a disaster into one of the most successfully designed remote communities in the country.

In May 1986, the Winisk River flooded during spring break-up and destroyed their small community, Winisk. With careful

amont de la baie d'Hudson, en terrain plus élevé, cette collectivité de 189 habitants continue de croître avec la construction de maisons supplémentaires, d'une infirmerie, d'une église, d'un réseau d'égouts et d'un système d'alimentation en eau. L'histoire de Peawanuck est un bon exemple de dynamisme et d'organisation communautaires ainsi que d'efficacité énergétique.

Augmenter l'efficacité énergétique, tel fut l'objectif principal visé lors de la reconstruction de cette agglomération. Ainsi, les maisons ont été construites sur des terrains larges de 30 m de manière à faire face au sud. De plus ces arbres ont été conservés afin de servir de brise-vent et d'améliorer l'apparence de l'agglomération (fig. 3). Formées d'un triple vitrage, les fenêtres sont surtout placées du côté sud. De cette façon, le soleil fournit jusqu'à 45 % de l'énergie nécessaire pour chauffer la résidence. Il n'y a pas de fenêtre du côté nord qui est fouetté par les vents. Les maisons sont aussi dotées d'une quantité d'isolant plus élevée, mais qui reste rentable, de pare-vapeur soigneusement scellé et d'une ventilation contrôlée. Elles sont chauffées exclusivement au bois (fig. 4).

On a estimé que le bois était le meilleur combustible pour les nouvelles maisons. Les membres de la collectivité ont mis à l'essai différents genres de poêles à bois

management and astonishing speed, the band rallied using local ingenuity, some outside expertise and help from nearby native communities. By November 1986, they had established a new community, Peawanuck, consisting of 47 houses, 36 kilometers upriver from Hudson Bay on a higher shore (Fig. 2). With a population of 189, the community continues to thrive with additional housing, a nursing station, a church and a sewer and water system. Peawanuck's story is a model to others in terms of community drive and organization as well as energy efficiency.

Energy efficiency was a main objective in the reconstruction. In the community, houses face south, on 30-m lots, and trees have been left standing as windbreaks and for aesthetic purposes (Fig. 3). The houses have primarily south-facing triple-glazed windows which capture up to 45 per cent of the dwelling's heating requirements

Figure 5 Bungalows have been the standard housing style for many Indian communities. This bi-level house at God's Lake Narrows, designed in consultation with the community, is proving popular in northern Manitoba. Highly energy efficient, the house was built by a local native construction crew.



Figure 5 La maison unifamiliale est le genre d'habitation le plus courant dans bon nombre de collectivités amérindiennes. Très éconergétique, cette maison avec entrée à mi-étage construite à God's Lake Narrows s'avère populaire dans le nord du Manitoba. La maison a été conçue en consultation avec les membres de la collectivité et construite par une équipe locale formée d'autochtones.

afin de décider quel appareil convenait le mieux. Ils ont choisi un modèle simple, robuste et éconergétique. Pour autant qu'il y a relativement peu de murs et que l'on fait bien circuler la chaleur, même un petit poêle à bois suffit pour chauffer une maison dans les régions subarctiques, où la température peut descendre à -50°C . La bande estime que sa consommation de bois est tombée de 15 cordes par année, à Winisk, et de deux ou trois cordes par année à Peawanuck — un gain indiscutable dans une région où les arbres poussent lentement! Cette consommation réduite de bois est également à l'avantage

GEOS

Volumes 1 to/à 18

Index

1972 to/à 1989

- À la recherche d'uranium**
par Yvon T. Maurice. Printemps 1978, p. 5-7
- À l'écoute du Yukon,**
par Gabriel Leblanc. Printemps 1974, p. 5-7
- L'action mystérieuse du glacié,**
par J.-C. Dionne. Été 1973, p. 8-9
- Ade-Hall, J.M. see Keen, M.J.
- L'affrontement de deux géants,**
par Jean-Marie Dubois et Gaétan L. Lessard. Hiver 1984, p. 14-16
- After Hudson '79 Phase II,**
by Charles T. Schafer. Winter 1980, p. 8-9
- After the Oceans Closed,**
by David F. Strong. Spring 1980, p. 14-17
- Aïtcin, Pierre-Claude
Les résidus d'amiante, une richesse inexploitée. Été 1981, p. 10-12
- Aïtcin, Pierre-Claude
Un matériau de choix pour l'Arctique. Printemps 1986, p. 22-25
- Aitken, J.D. and I.A. McIlreath
Cathedral Reef Escarpment, a Cambrian great wall with humble origins. Winter 1984, p. 17-19
- Alastair Gillespie Talks about Energy,**
by Don Phillipson. Summer 1976, p. 2-4
- Albert, R. voir Arseneault, S.M.
- Alföldi, Thomas voir Mouchot, Marie Catherine
- Alt, Bea and Brenda Inkster
Networking, Arctic Weather Style. Summer 1987, p. 6-10
- Alt, Bea see Koerner, Roy
- Amélioration dans la présentation des données électromagnétiques aériennes,**
par Maurice K. Seguin, Janusz Frydecki et Langis Plante. Automne 1988, p. 27-33
- De l'amiante moins toxique grâce à la phosphorylation,**
par Marcel Cossette. Hiver 1983, p. 16-18
- L'analyse automatique des images identifie le comportement des minéraux pendant leur valorisation,**
par William Petruk, CANMET. Été 1988, p. 17-22
- L'analyse des bassins hydrographiques par ordinateur,**
par Claude Bernard et Thierry Moreau. Été 1977, p. 16-18
- Ancient Reefs in the High Arctic,**
by G.R. Davies and W.W. Nassichuk. Fall 1986, p. 1-5
- Ancient Upheaval on the Prairies,**
by P.A. Camfield. Spring 1978, p. 15-17
- And Nobody Died!..Et tout le monde a survécu,**
by/par Paul Davis. Spring/Printemps 1989, p. 6-8
- Anderson, Frede voir Trigg, Doug
- Anderson, T.W.
Vegetation changes over 12 000 years/ Changements de végétation au cours de 12 000 ans. Summer/Été 1989, p. 39-47
- Andrews, J.T. see/voir Egginton, P.A.
- Angers, Guy
L'Ordre de Sancta Barbara. Printemps 1982, p. 6-7
- Anglin, F.M. and Dr. R.A.W. Haddon
What Was That? Meteoroid Sonic Boom Recorded on Yellowknife Seismic Array. Winter 1988, p. 22-25
- Anglin, F.M. see Basham, P.W.
- Anglin, Frank M. voir Morel-à-l'Huissier, Patrick
- Arctic corrosion,**
by G.F. Biefer. Winter 1982, p. 18
- The Arctic Gives up its Past,**
by Cliff Cowan. Winter 1979, p. 6-7
- Arctic Navigation enters Space Age,**
by Pat MacKenzie. Spring 1975, p. 8-9
- Arctic Seafloor: Past and Present,**
by J.F. Sweeney. Winter 1979, p. 2-5
- Arctic tectonics — what we know today,**
by Jack Sweeney. Fall 1984, p. 8-10
- Arctic Weather,**
by Ellsworth LeDrew. Spring 1983, p. 6-9
- L'Arctique canadien sous un climat équatorial,**
par Pierre Lapointe et Peter Dankers. Été 1982, p. 12-15
- Armstrong, Sally
Newfoundland in the Space Age. Spring 1977, p. 8-9
- Arseneault, S.M., R. Albert et J.P. Boudreau
L'automobile: la choyée de la ville. Automne 1977, p. 15-17
- Aston, Tim
That Sinking Feeling: Scientists Monitor Seafloor Subsidence in Nova Scotia's Sydney Coalfield/Cette sensation d'enfoncement: Les scientifiques surveillent l'affaissement du fond marin dans le bassin houiller de Sydney en Nouvelle-Écosse. Fall/Automne 1989, p. 18-21
- L'astrolème de Charlevoix,**
par Jehan Rondot. Printemps 1975, p. 18-20
- Astroff, Vivian
Women in Mining? Winter 1976, p. 16-17
- Asudeh, I., D.A. Forsyth, R.A. Stephenson, A.F. Embry, H.R. Jackson and/et D. White
"1985 Seismic Refraction Survey Indicates Crustal Structure"/"Le levé par sismique-réfraction de 1985 donne une idée des structures de la croûte terrestre in/dans The Canadian Polar Margin/ La marge polaire canadienne. Fall/Automne 1988, p. 17-20
- At the Atlantic Margin,**
by Janet Watson. Summer 1977, p. 5-8
- Athabasca Tar Sands,**
by W.L. Dack. Summer 1974, p. 5-7
- Audet-Lapointe, M., A. Lévesque, R. Bureau et M.A. Bérubé
Les fissures du Cap-Diamant. Hiver 1980, p. 12-14
- Aumento, F.
The Lake Baikal Rift. Fall 1976, p. 12-14; see also Keen, M.J.
- Austin, Jack
Canada's Key Energy Problems. Summer 1972, p. 14-16
- L'automobile: la choyée de la ville,**
par S.M. Arseneault, R. Albert et J.P. Boudreau. Automne 1977, p. 15-17
- Un autre minéral canadien sur le marché mondial,**
par Gabriel Berberi. Hiver 1977, p. 2-4
- L'avenir des énergies de remplacement,**
par Stephen Bolcso. Hiver 1989, p. 1-7
- Un avenir prometteur pour l'amiante,**
par Thomas Somcynsky. Printemps 1986, p. 5-8
- L'axe géologique de l'environnement,**
par J.R. Bélanger. Hiver 1974, p. 16-17
- Baie James: Potentiel minier exceptionnel,**
par Jacques Forget. Hiver 1978, p. 6-8
- Baines, John H.
A new kind of map. Summer 1982, p. 9-11
- Bannatyne, Barry and Hugh McCabe
Manitoba crater revealed. Summer 1984, p. 10-13
- Barbeau, C. et J.C. Roy
Ressources futures? Hiver 1974, p. 8-9
- Barcados, Attilio voir Doherty, Allan
- Barcados, Attilio voir Laguitton, Daniel

- Barcados, Attilio voir Morel-à-l'Huissier, Patrick
- Barry, Benoît
Recherches sur la sécurité minière. Hiver 1976, p. 13-15;
Le retour des éoliennes. Printemps 1976, p. 16-18
- Basham, P.W. with F.M. Anglin, A.E. Stevens and R.J. Wetmiller.
Earthquake! Spring 1982, p. 19-21;
New Seismic Zoning Maps for Canada. Summer 1983, p. 10-12
- Beaudoin, Annie
CESAR 83: La fin d'une énigme? Printemps 1983, p. 18-20
- Beaudoin, Annie
Radiographier les roches. Printemps 1984, p. 19-20
- Beaudoin, Annie voir Doherty, Allan
- Beaudoin, Annie voir Pilon, Jean André
- Beaufort Sea Atlas,**
 by Constance Mungall. Spring 1986, p. 10-11
- Behrendt, John voir Morel-à-l'Huissier, Patrick
- Belaire, Fred see Gander, James E.
- Bélanger, J.R.
L'axe géologique de l'environnement. Hiver 1974, p. 16-17;
LANDSAT et les gisements miniers. Été 1980, p. 10-12
- Bélanger, J.R. et R.A. Klassen
Les glaciers de l'île Bylot: une fenêtre sur le passé. Automne 1983, p. 10-13
- Bélanger, Robert
Les satellites à la rescousse de la cartographie. Hiver 1982, p. 14-17
- Belinko, Keith voir Denis, Jean M.
- Berberi, Gabriel
Une autre minerais canadien sur le marché mondial. Hiver 1977, p. 2-4
- Bernard, Claude
L'analyse des bassins hydrographiques par ordinateur. Été 1977, p. 16-18
- Bernier, Monique voir Simard, Réjean
- Bernier, Monique
Un satellite très prometteur. Hiver 1985, p. 14-16
- Bérubé, M.A. voir Audet-Lapointe, M.
- Beshai, Joan
Burning the traditionally unburnable. Spring 1984, p. 24-25
- Beshai, Joan
Coal and Water — Will they burn together? Spring 1986, p. 12-13
- Bewers, J. Michael see Sundby, Bjørn
- Biefer, G.F.
Arctic corrosion. Winter 1982, p. 18
- Big Eye in the Sky,**
 by H.G. Classen. Fall 1972, p. 2-4
- Billette, N.R. voir Udd, J.E.
- Biotechnology Opens New Frontiers in Mining,**
 by Mike Campbell. Summer 1986, p. 6-8
- Blake, Weston, Jr. and John Leaning
Glacial sculpture. Spring 1980, p. 10-13
- Blasco, S.M.
Probing with TROV. Winter 1978, p. 13-15
- Boivin, Daniel J.
Les excavations abandonnées; un sérieux problème, une tâche urgente. Hiver 1981, p. 12-14
- Bolcso, Stephen
Energy Alternatives — Looking Forward/ L'avenir des énergies de remplacement. Winter/Hiver 1989, p. 1-7
- Bonham-Carter, G.F. see Watson, G.P.
- Bonn, F. voir Clément, P.
- Bonn, Ferdinand voir Dubois, Jean-Marie
- Bornhold, Brian
Fiords. Winter 1983, p. 1-4
- Boudreau, J.P. voir Arseneault, S.M.
- Bourgeois, Jocelyne see Koerner, Roy
- Bower, Don see Lambert, Anthony
- Boyer, A. voir Udd, J.E.
- Boyd, F.C.
Canada Plans for Safe Nuclear Power. Winter 1973, p. 15-17
- Brandenberger, J.-J.
How Maps Shape our Lives. Fall 1973, p. 2-4
- Broome, J. see/voir Forsyth, D.A.
- Brown, Peter and John McEwan
Plutons as hosts? Fall 1982, p. 12-15
- Brown, R.J. and J. Cihlar
Remote Sensing Reveals Heat Loss. Winter 1978, p. 18-20
- Bruce, Bill
Signals From Space. Spring 1976, p. 2-4
- Bruce, Jim and Henry Hengeveld
Our changing northern climate. Winter 1985, p. 1-6
- Bruce, R.W. see Raicevic, D.
- Bruce, W.D. voir Hession, Paul
- Buchbinder, Goetz
Earthquakes in a Québec hydro development. Fall 1977, p. 6-8
- Buchbinder, Goetz G.R.
Un séisme se prépare? Hiver 1984, p. 6-9
- Buchbinder, Goetz voir Trigg Doug
- Buhr, R.K.
A New Way to Clean Industrial Smoke. Fall 1975, p. 8-9
- Building a New Framework for North America,**
 by C. David McLellan. Spring 1980, p. 7-9
- Building Islands in the Beaufort Sea,**
 by A.D. Brown. Spring 1976, p. 19-20
- Bujak, J.P. and E.H. Davis
Fluorescence helps find oil. Winter 1983, p. 5-8
- Bujak, J.P. and G.L. Williams
Dinoflagellates, the Grass of the Sea. Fall 1980, p. 2-5
- Bullock, Brian and Mike Kirby
Mapping Sea Ice with Radar: The Application: Technology Transfer at Work. Winter 1982, p. 5-6
- Bureau, René
Un pionnier scientifique du siècle dernier. Été 1981, p. 16-18
- Bureau, René voir Audet-Lapointe, M.
- Burgess, Margo
Permafrost: large-scale research at Calgary and Caen. Spring 1985, p. 19-22
- The Burgess Shale,**
 by S. Conway Morris and H.B. Whittington. Winter 1986, p. 6-9
- Burning the traditionally unburnable,**
 by Joan Beshai. Spring 1984, p. 24-25
- Cameron, A.R., D.W. Gibson and J.D. Hughes
How much coal in Canada? Summer 1982, p. 16-18
- Cameron, B.E.B. see Yorath, C.J.
- Cameron, E.M.
La mesure de l'abondance. Automne 1973, p. 18-20
- Cameron, Wayne see Laguitton, Daniel
- Camfield, P. A.
Ancient Upheaval on the Prairies. Spring 1978, p. 15-17
- Campbell, Mike
Biotechnology Opens New Frontiers in Mining. Summer 1986, p. 6-8
- Can We Present Airborne Aeromagnetic Data More Effectively?**
 by Maurice K. Seguin, Janusz Frydecki and Langis Plante. Fall 1988, p. 27-33
- Canada — a Repository of Rocks, Minerals and Fossils,**
 by Ann P. Sabina. Spring 1975, p. 15-17
- Canada Charts its Magnetic Field, 1843-1980,**
 by Ed. Dawson and L.R. Newitt. Summer 1980, p. 13-16
- Canada Has Her Picture Taken,**
 by Don W. Thomson. Winter 1976, p. 10-12
- Canada helps map the Third World,**
 by Don W. Thomson. Spring 1984, p. 21-23
- Canada on Display,**
 by Louise S. Stevenson. Summer 1973, p. 11-12
- Canada Plans for Safe Nuclear Power,**
 by F.C. Boyd. Winter 1973, p. 15-17

- Canada Sits for Her Portrait,**
by E.A. Fleming. Winter 1975, p. 5-7
- Canada's Barrier Islands,**
by G.E. Reinson. Winter 1981, p. 6-8
- Canada's Fiery Scars,**
by D.P. Gold, M.R. Dence and P.B. Robertson. Spring 1973, p. 18-20
- Canada's Golden Thread,**
by T.W. Verity. Spring 1973, p. 12-14
- Canada's Key Energy Problems,**
by Jack Austin. Summer 1972, p. 14-16
- Canada's last great ice sheet,**
by Arthur S. Dyke, Lynda A. Dredge and Jean-Serge Vincent. Fall 1983, p. 6-9
- Canada's Military Map Makers,**
by Dale MacMurray. Summer 1977, p. 19-20
- Canada's Mineral Collection,**
by H.R. Steacy and R. Williams. Winter 1976, p. 2-4
- Canada's Most Fascinating Lake,**
by M. Ouellet and P. Pagé. Fall 1988, p. 1-7
- Canada's Precambrian Fossils,**
by Hans J. Hofmann. Winter 1981, p. 2-5
- Canada's Role in International Mineral Arrangements,**
by W.G. Jeffrey. Fall 1974, p. 15-17
- Canada's silty soils — loess in disguise?**
by Ian J. Smalley. Winter 1984, p. 20-21
- The Canadian Polar Margin,**
"Geological Setting," by A.F. Embry, R.A. Stephenson and D.A. Forsyth.
"Aeromagnetic, Gravity and Earthquake Features," by D.A. Forsyth, J. Broome, A.F. Embry and J. Halpenny.
"1985 Seismic Refraction Survey Indicates Crustal Structure," by I. Asudeh, D.A. Forsyth, R.A. Stephenson, A.F. Embry, H.R. Jackson and D. White. Fall 1988, p. 8-20
- CANMET and the Pylon-1000/CANMET et le Pylon-1000,**
by/par Michael Townsend. Fall/Automne 1989, p. 7-10
- CANMET et le Pylon-1000/CANMET and the Pylon-1000,**
by/par Michael Townsend. Fall/Automne 1989, p. 7-10
- CANMINDEX : L'informatique au service des géologues,**
par Robert M. Laramée. Hiver 1987, p. 12-14
- Cannon, William voir Morel-à-l'Huissier, Patrick
- Carbonneau, Côme
Les gîtes des sel des îles-de-la-Madeleine. Hiver 1977, p. 18-20
- Cartes sur mesure,**
par F.J. Morin. Automne 1979, p. 6-7
- Casey, Michael voir Lachappelle, Gérard
- Catastrophic Outburst Floods,**
by John Clague. Spring 1987, p. 18-21
- Ce jour où l'on fit sauter une montagne,**
par Rolland Lafrance. Hiver 1975, p. 10-11
- Černý, Petr
Pegmatites. Fall 1983, p. 14-17
- CESAR cores: geological time capsules,**
by Ruth Jackson and Peta Mudie. Spring 1984, p. 15-18
- Cette sensation d'enfoncement : Les scientifiques surveillent l'affaissement du fond marin dans le bassin houiller de Sydney en Nouvelle-Écosse/That Sinking Feeling: Scientists Monitor Seafloor Subsidence in Nova Scotia's Sydney coalfield,**
by/par Tim Aston. Fall/Automne 1989, p. 18-21
- Les changements à l'échelle du globe et le témoignage du passé/Global Change and the Record of the Past,**
by/par B.H. Luckman. Summer/Été 1989, p. 1-8
- Changements de végétation au cours de 12 000 ans/Vegetation changes over 12 000 years,**
by/par T.W. Anderson. Summer/Été 1989, p. 39-47
- Changing the shape of Canada,**
by L.J. O'Brien. Fall 1985, p. 20-21
- Charlevoix, terre de villégiature . . . et de séismes,**
par Maurice Lamontagne. Automne 1987, p. 14-17
- China/Canada Exchange Broader Horizons for Both,**
by G.A. Gross. Spring 1979, p. 18-20
- Christie, R.L.
Geology of the Top of the World: Concepts Change as Exploration Advances. Winter 1982, p. 10-13
- Christie, R.L.
The Polar Continental Shelf Project — a scientist's friend in the Arctic. Summer 1988, p. 13-16
- Ciesielski, André
L'histoire de la région de la baie d'Hudson. Automne 1986, p. 14-18
- Cihlar, J. see Brown, R.J.
- Cinq-Mars, Jacques
Les grottes du Poisson-Bleu. Hiver 1982, p. 19-21
- Clague, John
Catastrophic Outburst Floods. Spring 1987, p. 18-21
- Clague, John J. and John L. Luternauer
Where the River Meets The Sea, Studies of the Fraser Delta. Spring 1982, p. 8-12
- Clare, John
How EMR Works to Save You Fuel. Fall 1974, p. 12-14;
Scientist With a Paint Brush. Spring 1974, p. 2-4
- Clark, R.H.
Power From the Tides. Fall 1978, p. 12-14
- Classen, Hans George
Big Eye in the Sky. Fall 1972, p. 2-4;
Delta Dilemmas. Winter 1976, p. 7-9;
Foothills Geologist. Spring 1975, p. 12-14;
Gas from Coal. Winter 1979, p. 19-20;
Islands in the Midnight Sun. Winter 1974, p. 2-4;
Planning to the Year 252,000. Spring 1976, p. 10-12;
New Metals for Cars of the Future. Fall 1977, p. 12-14;
The Stonehenge of the Foothills. Summer 1973, p. 3-4;
Subduction! Fall 1977, p. 2-5
- Clavet, Daniel voir Dubois, Jean-Marie
- La clé des secrets géologiques est-elle sur la lune?**
par Roger Laurent. Automne 1974, p. 5-7
- Cleaning up toxic emissions,**
by Don Dainty, CANMET. Summer 1988, p. 23-25
- Clément, P. et Bonn, F.
Réactions de surfaces terrestres aux facteurs climatiques. Automne 1975, p. 5-7
- The Cliff That Tells Time,**
by Douglas How. Spring 1973, p. 10-11
- Coal-Water Fuel Burns Successfully in Utility and Industrial Boilers,**
by Horace Whaley, CANMET. Winter 1989, p. 21-25
- Coates, D.F. and M. Gyenge
Pit slopes Angled to the Future. Fall 1972, p. 10-11
- Cogulu, Ersen et Roger Laurent
Comment l'amiante du Québec s'est-il formé? Été 1983, p. 16-19
- La collaboration internationale : EMR fait sa part!,**
par Doug Trigg, Goetz Buchbinder et Frede Andersen. Été 1986, p. 11-14
- Collings, Ron and John Edwards
Recycle that waste! Summer 1976, p. 15-17
- Les combinaisons de survie répondent à de nouvelles normes/Survival Suits Meet New Standards,**
by/par Dr. Jan Merta and/et Tom Farr. Spring/Printemps 1989, p. 1-5
- Un combustible charbon-eau s'avère efficace dans des chaudières de l'industrie et de services publics,**
par Horace Whaley, CANMET. Hiver 1989, p. 21-25
- Comment CANMET s'est débarrassé du coke,**
par Jean M. Denis, Keith Belinko et Michel Perreault. Printemps 1987, p. 5-8
- Comment l'amiante du Québec s'est-il formé?**
par Ersen Cogulu et Roger Laurent. Été 1983, p. 16-19

- Comment parer au gel dans les bleuetières de la Sagamie?**
par Gilles-H. Lemieux, Martin Labonté, Suzie Perron, René Verreault et Gilles Vachon. Printemps 1988, p. 22-26
- Comment rentabiliser les sables marins?**
par Gilles Mathieu. Automne 1982, p. 19-21
- Computer presentations enhance aeromagnetic data,**
by Dennis Teskey. Summer 1984, p. 1-3
- Computers Assist Prospecting,**
by G.P. Watson, A.N. Rencz and G.F. Bonham-Carter. Winter 1989, p. 8-15
- Conodonts: mysterious microfossils,**
by Mike Orchard. Fall 1984, p. 14-17
- Cooper, Roy see Goodacre, Alan K.
- Cooperation In The Arctic: First Polar Year 1882, Set The Pattern,**
by Paul S. Serson. Winter 1982, p. 1-3
- The Core of the Earth,**
by J.A. Jacobs. Summer 1979, p. 9-11
- Cossette, Marcel
De l'amiante moins toxique grâce à la phosphorylation. Hiver 1983, p. 16-18
- Couillard, Denis voir Grenier, Yvon
- Could a Megathrust Earthquake Strike Southwestern British Columbia?**
by H. Dragert and G.C. Rogers. Summer 1988, p. 5-8
- Coupal, Bernard
La tourbe: un agent dépolluant. Automne 1985, p. 10-13
- Courtier, Nicholas see Goodacre, Alan K.
- Cowan, Cliff
Arctic Gives up its Past. Winter 1979, p. 6-7;
In Search of New Minerals. Fall 1981, p. 14-16
- Crabb, John
Energy Conservation — Canada and the World. Fall 1979, p. 8-9;
How EMR Helps Developing Countries. Spring 1974, p. 18-20;
How the Fourth Dimension Unlocks the Earth's Resources. Winter 1973, p. 2-5;
Oil. Winter 1974, p. 5-7;
The Pipeline: Good Deal or Lunatic Binge? Fall 1977, p. 18-20;
The World has Plenty of Oil . . . or has it? Spring 1973, p. 5-7;
World Oil. Summer 1975, p. 8-9
- Un cratère dévoile une énigme,**
par Sally Gray. Hiver 1979, p. 16-18
- Cretaceous-Tertiary Boundary, The — signpost to coal deposits,**
by A.R. Sweet and T. Jerzykiewicz. Fall 1985, p. 6-9
- Cristovici, Marius A. and Geoffrey W. Leigh
Source of Gold: abandoned tailing dumps. Winter 1986, p. 19-20
- Crosby, D.G.
How far offshore? Winter 1973, p. 6-9;
Law of the Sea. Summer 1978, p. 2-4
- Currents in the Earth,**
by J.P. Greenhouse and J.A. Wright. Spring 1981, p. 6-9
- Currie, R. see Davis, E.
- Cyr, André voir Daoust, Gilles
- Dack, W.L.
Athabasca Tar Sands. Summer 1974, p. 5-7
- Dailly, Gérard
L'échec de l'expédition Manhattan II. Hiver 1973, p. 18-20
- Dainty, Don
Cleaning up toxic emissions. Summer 1988, p. 23-25
- Dallimore, S.R. see/voir Harry, D.G.
- Dankers, Peter voir Lapointe, Pierre
- Daoust, Gilles et André Cyr
Un satellite à l'affût des oiseaux. Été 1985, p. 16-21
- Darragh, Ian
Lithoprobe. Spring 1984, p. 5-7
- David, Michel
Évaluer avant de miner. Été 1978, p. 10-11
- David, Peter
Sand Dunes in Canada. Spring 1979, p. 12-14
- David Suzuki talks about Popularizing Science,**
by Orest Dubas. Fall 1976, p. 5-7
- Davies, E.H. see Bujak, J.P.
- Davies, G.R. and W.W. Nassichuk
Ancient Reefs in the High Arctic. Fall 1986, p. 1-5
- Davies, G.R. and W.W. Nassichuk
Frontier Geoscience Program in Action! Winter 1988, p. 7-10
- Davies, Richard and Primrose Ketchum
Energy from Waste. Summer 1986, p. 15-18
- Davis, E. with R. Currie, R. Riddihough and B. Sawyer
New look at the Juan de Fuca Ridge: high-resolution bathymetry and side-scan acoustic imagery. Spring 1985, p. 10-16
- Davis, Paul
And Nobody Died!..Et tout le monde a survécu. Spring/Printemps 1989, p. 6-8
- Dawson, Ed and L.R. Newitt
Canada Charts its Magnetic Field, 1843-1980. Summer 1980, p. 13-16
- De Cayeux, André
Les jeux de la neige et du sable. Automne 1973, p. 13-15
- Le déboisement dans les réservoirs,**
par Hubert Marcotte. Printemps 1979, p. 15-17
- Le déboisement dans les réservoirs,**
par Hubert Marcotte et Alain Soucy. Printemps 1979, p. 15-17
- Delavault, Robert
Où va la géochimie? Été 1975, p. 13-15
- Delta Dilemmas,**
by H.G. Classen. Winter 1976, p. 7-9
- Dence, M.R. see Gold, D.P.
- Denis, Jean M. avec Keith Belinko et Michel Perreault
Comment CANMET s'est débarrassé du coke. Printemps 1987, p. 5-8
- Denis, Robert
Milieux humides en péril. Hiver 1987, p. 19-23
- Dernier espoir pour nos saumons: la télédétection,**
par Jean-Marie Dubois et Daniel Clavet. Printemps 1984, p. 8-10
- Des couleurs minérales,**
par Maurice Séguin et Paulette Tourangeau. Automne 1978, p. 9-11
- Des géologues en sous-marin,**
par Bernard Tillement. Printemps 1973, p. 15-17
- Des minéraux rares à Saint-Hilaire,**
par Guy Perrault. Automne 1975, p. 15-17
- Des Québécois s'aventurent au Mexique**
par Jacques Forget. Printemps 1977, p. 18-20
- Dimroth, E. voir Woussen, G.
- Dinoflagellates, the Grass of the Sea,**
by J.P. Bujak and G.L. Williams. Fall 1980, p. 2-5
- Dionne, Jean-Claude
L'action mystérieuse du glacier. Été 1973, p. 8-9;
Les grandes cuesta de la Mer d'Hudson. Hiver 1976, p. 18-20;
Une particularité des régions froides. Printemps 1980, p. 18-20
- Dionne, Jean-Claude
L'émersion de la côte sud du Saint-Laurent depuis la dernière glaciation. Hiver 1988, p. 18-21
- Dionne, Jean-Claude
Les formations glacielles des rivages du Saint-Laurent. Printemps 1985, p. 23-25
- Dionne, Jean-Claude voir Dubois, Jean-Marie
- Dixon, Cyril
Microcomputers in the foundry. Fall 1983, p. 18
- Dixon, Cyril
New Metals from Swarf. Fall 1980, p. 16-17;
A Pipeline for the Arctic. Spring 1976, p. 13-15;
A Plaque for the Logan Building. Spring 1977, p. 10-11;
Rails. Summer 1978, p. 8-9

- Dixon, Cyril
Steel with Less Energy. Fall 1981, p. 19-20
- Doherty, Allan avec Attilio Barcados et Annie Beaudoin.
Un jour nouveau pour les essences oxygénées. Automne 1986, p. 6-9
- Donnelly, Val see Mungall, Constance
- Downey, Blaise
Energy conservation: Less is More. Fall 1975, p. 10-11;
Natural Gas in Canada; Crisis or not? Summer 1977, p. 2-4;
The Wondrous Architecture of the World. Spring 1976, p. 8-9
- Dragert, H. and G.C. Rogers
Could a Megathrust Earthquake Strike Southwestern British Columbia? Summer 1988, p. 5-8
- Drapeau, Georges
La plage de Georges. Été 1972, p. 12-13
- Dredge, Lynda A. see Dyke, Arthur S.
- Drift Ice Scratches the Seafloor,** by C.F.M. Lewis. Summer 1978, p. 18-20
- Drolet, Jean-Paul with Constance Mungall
Resources . . . Policy . . . Diplomacy. Summer 1978, p. 12-14
- Dubas, Orest
David Suzuki talks about Popularizing Science. Fall 1976, p. 5-7
- Dubey, Ram see/voir Koerner, Roy
- Dubnie, A. voir Everell, M.D.
- Dubois, Jean-Marie M.
Même des pierres écrivent l'histoire du Québec et de l'Amérique! Printemps 1983, p. 14-16
- Dubois, Jean-Marie avec Mohammed El-Sabh, Ferdinand Bonn et André Lavoie
Le repérage du système tourbillonnaire du Saint-Laurent. Automne 1985, p. 17-19
- Dubois, Jean-Marie et Daniel Clavet
Dernier espoir pour nos saumons: la télédétection. Printemps 1984, p. 8-10
- Dubois, Jean-Marie et Gaétan L. Lessard
L'affrontement de deux géants. Hiver 1984, p. 14-16
- Dubois, Jean-Marie et Jean-Claude Dionne
Le système morainique frontal le plus long de l'Est du Canada. Hiver 1985, p. 7-10
- Dubois, Jean-Marie voir Gratton, Denis
- Dubois, Jean-Marie voir Mailhot, Pierre
- Dubois, Jean-Marie voir Robitaille, André
- Dufour, M.-F.
Le recyclage à grande échelle. Printemps 1982, p. 16-18
- Dyke, Arthur S., Lynda A. Dredge and Jean-Serge Vincent
Canada's last great ice sheet. Fall 1983, p. 6-9
- Earthquake!** by P.W. Basham, A.E. Stevens, F.M. Anglin and R.J. Wetmiller. Spring 1982, p. 19-21
- Earthquake in the Saguenay: More Fear Than Harm/Le tremblement de terre du Saguenay : plus de peur que de mal,** by/par Maurice Lamontagne. Spring/Printemps 1989, p. 9-14
- Earthquake; Studies of the Seismic Risk in British Columbia,** by W.G. Milne. Summer 1976, p. 5-7
- Earthquakes in a Quebec Hydro Development,** by Goetz Buchbinder. Fall 1977, p. 6-8
- L'échec de l'expédition Manhattan II,** par Gérard Dailly. Hiver 1973, p. 18-20
- Edlund, S.A.
High Arctic plants: new limits emerge. Winter 1984, p. 10-13
- Edlund, S.A.
Plants: Living Weather Stations. Spring 1987, p. 9-13
- Edlund, Sylvia A.
Vegetation Indicates Potentially Unstable Arctic Terrain/La végétation dénote l'éventualité d'un terrain arctique instable. Summer/Été 1989, p. 9-13
- Edwards, John see Colling, Ron
- Efford, Ian E.
Energy Conservation Update. Winter 1977, p. 15-17
- Egginton, P.A. and/et J.T. Andrews
Sea Levels Are Changing/Les niveaux marins changent. Spring/Printemps 1989, p. 15-22
- The Eighth Wonder of the World,** by E.R.W. Neale. Summer 1974, p. 2-4
- Eisbacher, G.H.
Watch for Falling Rock. Summer 1977, p. 12-15
- El-Sabh, Mohammed voir Dubois, Jean-Marie
- Embry, A.F., R.A. Stephenson and/et J. Halpenny
"Geological Setting"/"Le cadre géologique" in/dans **The Canadian Polar Margin/La marge polaire canadienne.** Fall/Automne 1988, p. 9-11
- Embry, A.F. see/voir Asudeh, I.
- Embry, A.F. see/voir Forsyth, D.A.
- L'émersion de la côte sud du Saint-Laurent depuis la dernière glaciation,** par Jean-Claude Dionne, Université Laval. Hiver 1988, p. 18-21
- Émersion marine,** par Bernard Lauriol, James Gray et Jean Pilon. Automne 1982, p. 5-8
- EMR et l'environnement,** par J.M. Lamothe. Été 1988, p. 9-12
- EMR's New Geophysical Tool,** by Peter Hood. Fall 1975, p. 18-20
- En sondant le sol de Charlevoix,** par J.J. Labrecque. Printemps 1977, p. 5-7
- Energy,** by Hon. Donald S. Macdonald. Summer 1973, p. 5-7
- Energy Alternatives — Looking Forward,** by Stephen Bolcso. Winter 1989, p. 1-7
- Energy Conservation — Canada and the world,** by John Crabb. Fall 1979, p. 8-9
- Energy Conservation: Less is More,** by Blaise Downey. Fall 1975, p. 10-11
- Energy Conservation Update,** by Ian E. Efford. Winter 1977, p. 15-17
- Energy from Waste,** by Richard Davies and Primrose Ketchum. Summer 1986, p. 15-18
- Energy Futures for Canadians,** by J.E. Gander and F.W. Belaire, with Constance Mungall. Summer 1979, p. 5-8
- Energy: Where Will Canada be by 1990?** Excerpts from a speech by Gordon MacNabb. Spring 1977, p. 2-4
- L'éolienne de Kuujuaq,** par Réal Reid et Sylvain Vézina. Hiver 1988, p. 11-13
- Les eskers: outil de prospection minière,** par Denis A. St-Onge. Été 1984, p. 14-17
- Et si les sables bitumineux étaient la solution?** par Jacques Forget. Hiver 1977, p. 12-14
- ..Et tout le monde a survécu/And Nobody Died,** by/par Paul Davis. Spring/Printemps 1989, p. 6-8
- Eugene Haanel, CANMET founder,** by Gabriella Goliger. Fall 1982, p. 16-18
- Évaluer avant de miner,** par Michel David. Été 1978, p. 10-11
- Everell, M.D. et A. Dubnie
Les mineurs à l'attaque du pergélisol. Été 1973, p. 16-18
- Evolution of the Continents/Évolution des continents,** by P. Morel and E. Irving. Spring 1980, p. 2-6
- Evolution of the Cordillera,** by J.W.H. Monger. Fall 1978, p. 5-8
- Les excavations abandonnées . . .** par D.J. Boivin. Hiver 1981, p. 12-14
- L'expérience de Galilée à la gravimétrie moderne/Gravity, Galileo and the Geological Survey of Canada — Applications of Absolute Gravity Measurements in Canada,** by/par Alan K. Goodacre, Anthony Lambert, Jacques Liard, Nicholas Courtier and/et Roy Cooper. Fall/Automne 1989, p. 11-17
- Exploring the Arctic Seafloor,** by J.R. Weber. Summer 1980, p. 2-7

- Exploring the heart of matter,**
by Theresa Peddle. Winter 1987, p. 24-26
- Fahmy, Jean
Les premiers balbutiements de la cartographie canadienne. Printemps 1981, p. 10-13
- Fail-safe diving bell a Canadian first,**
by Jocelyn Marshall. Spring 1985, p. 1-3
- Falconer, Robin
FRAM: Second Drifting Research Station. Summer 1980, p. 8-9
- Farnand, Brian A. and/et Thomas A. Krug
Ultrafiltration Cleans Oily Water/ L'ultrafiltration nettoie l'eau contaminée par du pétrole. Fall/Automne 1988, p. 21-28
- Farnand, Brian and Henry Sawatsky
Ultrafiltration for high-quality water from oil field emulsions. Winter 1985, p. 11-13
- Farr, Tom see Merta, Jan
- La fascinante histoire des Montérégiennes,**
par Yvan Fortier et Maurice K. Séguin. Hiver 1983, p. 9-12
- Une fenêtre sur l'avenir,**
par D.-A. St. Onge, M. Kugler et F. Morin. Hiver 1973, p. 12-14
- Finlay, Sean
Surveying and Mapping Helps Build Canada/La topographie et la cartographie au service du Canada. Fall/Automne 1989, p. 22-29
- Fiords,**
by Brian D. Bornhold. Winter 1983, p. 1-4
- Les fissures du Cap-Diamant,**
par M. Audet-Lapointe, et al. Hiver 1980, p. 12-14
- Fleming, E.A.
Canada Sits for Her Portrait. Winter 1975, p. 5-7
- Fleming, Elizabeth A.
Under the big eye: photogrammetry maps the world. Fall 1985, p. 22-25
- Fleming, Iris
Rocks are her Forte. Fall 1975, p. 12-14
- Floating islands of ice: potential research station?**
by Constance Mungall. Winter 1984, p. 1-2
- Fluorescence helps find oil,**
by J.P. Bujak and E.H. Davies. Winter 1983, p. 5-8
- Foothills Geologist,**
by H.G. Classen. Spring 1975, p. 12-14
- Forget, Jacques
Baie James: potential minier exceptionnel. Hiver 1978, p. 6-8;
Des Québécois s'aventurent au Mexique. Printemps 1977, p. 18-20;
Et si les sables bitumineux étaient la solution? Hiver 1977, p. 12-14;
Gaz naturel du Grand-Nord canadien. Automne 1976, p. 2-4;
- Les mines de cuivre Gaspé.** Été 1977, p. 9-11;
Nouvelle vallée de l'or. Été 1979, p. 12-14
- Les formations glacielles des rivages du Saint-Laurent,**
par Jean-Claude Dionne. Printemps 1985, p. 23-25
- Les formes et les marques du lit glaciaire,**
par Camille Laverdière et Pierre Guimont. Printemps 1981, p. 17-20
- Forsyth, D.A., J. Broome, A.F. Embry and/et J. Halpenny
"Aeromagnetic, Gravity and Earthquake Features"/"Caractéristiques aéromagnétiques, gravimétriques et sismiques" in/dans **The Canadian Polar Margin/ La marge polaire canadienne.** Fall/Automne 1988, p. 12-16
- Forsyth, D.A. see/voir Asudeh, I.
- Fortier, Yvan et Maurice K.-Séguin
La fascinante histoire des Montérégiennes. Hiver 1983, p. 9-12
- Fortin, Hélène
Technologies nouvelles: une solution aux problèmes énergétiques? Hiver 1979, p. 8-9
- Fossil Forests in the Far North,**
by Jane E. Francis and Neil J. McMillan. Winter 1987, p. 6-9
- Fragile Glass is Fashioned to Aid Research,**
by E.R. Powell. Spring 1974, p. 16-17
- FRAM: Second Drifting Research Station,**
by Robin Falconer. Summer 1980, p. 8-9
- Francis, Jane E. and Neil J. McMillan
Fossil Forests in the Far North. Winter 1987, p. 6-9
- Un froid à sol fendre,**
par Camille Laverdière et Pierre Guimont. Automne 1974, p. 18-20
- Frontier Geoscience Program in Action!**
by G.R. Davies and W.W. Nassichuk. Winter 1988, p. 7-10
- Frydecki, Janusz voir Seguin, Maurice K.
- Gadd, N.R.
When Terra Firma Becomes Terror Firma. Summer 1973, p. 13-15
- Gadd, Nelson and Theresa Peddle
Landslide! Summer 1984, p. 18-21
- Game, Jean see Ryerson, Bob
- Gangloff, Pierre
Reconstitution d'un paléoclimat. Été 1983, p. 13-15
- Garder, James E. and Fred W. Belaire, with Constance Mungall
Energy Futures for Canadians. Summer 1979, p. 5-8
- Garder la pente douce,**
par D.A. St-Onge. Automne 1978, p. 15-17
- Gas from Coal,**
by H.G. Classen. Winter 1979, p. 19-20
- Gaz naturel du Grand-Nord canadien,**
par Jacques Forget. Automne 1976, p. 2-4
- Geochemistry unveils "blind" deposits,**
by Wayne Goodfellow. Winter 1985, p. 17-20
- Geodesy in Transition,**
by Don W. Thomson. Summer 1981, p. 19-20
- Géo-Expo: l'aménagement des ressources et du milieu,**
par Claire Larouche. Hiver 1976, p. 5-6
- La géographie de Jacques Cartier,**
par Christian Morissonneau. Été 1984, p. 4-6
- La géologie et les pluies acides dans l'Est du Canada/Geology and Acid Rain in Eastern Canada,**
by/par W.W. Shilts and/et I.M. Kettles. Summer/Été 1989, p. 25-32
- Géologie et télédétection: un mariage réussi,**
par Paul Hession et W.D. Bruce. Automne 1980, p. 10-12
- A Geologist Looks at Man in his World,**
by Fred Roots. Fall 1972, p. 8-9
- Geologists Explore the Nahanni,**
by Constance Mungall. Spring 1981, p. 2-5
- Geologists in Space,**
by K.D. Sullivan. Spring 1979, p. 5-8
- Geology and Acid Rain in Eastern Canada/La géologie et les pluies acides dans l'Est du Canada,**
by/par W.W. Shilts and/et I.M. Kettles. Summer/Été 1989, p. 25-32
- Geology Controls Acid Rain Impact,**
by R.G. Skinner. Winter 1980, p. 2-4
- The Geology of the Area,**
by Steven Gordey. Spring 1981, p. 3
- Geology of the Top of the World: Concepts Change as Exploration Advances,**
by R.L. Christie. Winter 1982, p. 10-13
- Geology Reveals Yukon's Riches,**
by Dirk Tempelman-Kluit. Summer 1981, p. 2-6
- Geothermal Energy,**
by A.M. Jessop. Spring 1975, p. 2-4
- Gibb, R.A. and M.D. Thomas
A Question of Gravity. Winter 1977, p. 5-8
- Gibson, D.W. see Cameron, A.R.
- Gill, Dr. Shawn and Primrose Ketchum
Polar Bear Patrol. Winter 1987, p. 10-11
- Les gisements d'or du Canada à l'étude,**
par François Robert. Printemps 1988, p. 13-15
- Les gîtes de sel des îles-de-la-Madeleine,**
par Côme Carbonneau. Hiver 1977, p. 18-20

- Glacial Sculpture**,
by Weston Blake, Jr. Spring 1980,
p. 10-13
- Le glacier du Caniapiscaw**,
par Camille Laverdière et Pierre
Guimont. Printemps 1979, p. 9-11
- Glacier Crevasses**,
by Gerald Osborn. Winter 1981, p. 15-17
- Les glaciers de l'île Bylot: une fenêtre sur
le passé**,
par J.R. Bélanger et R.A. Klassen.
Automne 1983, p. 10-13
- Les glaciers et les calottes glaciaires
renseignent les scientifiques sur la
pollution et l'évolution du climat/
Scientists Monitor Climate and Pollution
from Ice Caps and Glaciers**,
by/par Roy Koerner, Ram Dubey and/et
Murti Parnandi. Summer/Été 1989,
p. 33-38
- GLIMPCE, ou un coup d'oeil sur la
structure de la croûte terrestre sous les
Grands Lacs**,
par Patrick Morel-à-l'Huissier, Alan G.
Green, Bernd Milkereit, CGC, et
William Cannon et John Behrendt,
USGS. Printemps 1988, p. 6-9
- Glimpse the Adventures of Geologist Low**,
by Philip Smith. Summer 1975, p. 18-20
- A Global Detective Story: Plate Tectonics
in Western Canada**,
by Robin Riddihough. Fall 1981, p. 2-5
- Global Change and the Record of the
Past/Les changements à l'échelle du
globe et le témoignage du passé**,
by/par B.H. Luckman. Summer/Été 1989,
p. 1-8
- Goblot, René
**Les icebergs, menace du pétrole
offshore**. Automne 1977, p. 9-11;
Les sous-marinières du pétrole. Été 1975,
p. 2-4;
**Les nodules: la dernière richesse
minière vierge**. Automne 1981, p. 11-13
- Gold, D.P., M.R. Dence and P.B. Robertson
Canada's Fiery Scars. Spring 1973,
p. 18-20
- Goliger, Gabriella
Eugene Haanel, CANMET founder. Fall
1982, p. 16-18;
Radarsat. Winter 1983, p. 13-15
- Goodacre, Alan K., Anthony Lambert,
Jacques Liard, Nicholas Courtier and/et
Roy Cooper
**Gravity, Galileo and the Geological
Survey of Canada — Applications of
Absolute Gravity Measurements in
Canada/L'expérience de Galilée à la
gravimétrie moderne**. Fall/Automne
1989, p. 11-17
- Goodfellow, Wayne
Geochemistry unveils "blind" deposits.
Winter 1985, p. 17-20
- Goodwin, Alan M.
The Superior Geotraverse. Summer
1978, p. 5-7
- Cordey, Steve
The Geology of the Area. Spring 1981,
p. 3
- Gordon, W. Dallas and Primrose Ketchum
**Innovation Promotion — Inventions for
Industry. Canadian Patents and
Development Limited**. Summer 1987,
p. 24-25
- Gorrell, H.A.
Hot Water Under the Plains. Spring
1978, p. 12-14
- Grant, Alan C.
**Sackville Spur — A Classic Sedimentary
Drift**. Winter 1986, p. 24-25
- Grasty, R.L.
Radiation sources. Spring 1983, p. 1-5
- Gratton, Denis avec Jean-Marie Dubois,
Alain Painchaud et Hugh Gwyn
**L'île d'Anticosti a-t-elle été récemment
englacée?** Hiver 1986, p. 21-23
- Gravity and Magnetic Maps Come of Age
in the Electronic Era**,
by John Woodside, Jacob Verhoef and
Ron Macnab. Winter 1987, p. 15-18
- Gravity, Galileo and the Geological
Survey of Canada — Applications of
Absolute Gravity Measurements in
Canada/L'expérience de Galilée à la
gravimétrie moderne**,
by/par Alan K. Goodacre, Anthony
Lambert, Jacques Liard, Nicholas
Courtier and/et Roy Cooper.
Fall/Automne 1989, p. 11-17
- Gray, A.L., C.E. Livingstone and
R.K. Hawkins
**Mapping Sea Ice With Radar: The
Research: Testing Radar Systems In
Polar Ice**. Winter 1982, p. 5, 7-9
- Gray, James see Lauriol, Bernard
- Gray, Sally
Un cratère dévoile une énigme. Hiver
1979, p. 16-18
- Green, Alan G. voir Morel-à-l'Huissier,
Patrick
- Greenhouse, John P. and James A. Wright
Currents in the Earth. Spring 1981,
p. 6-9
- Grenier, Yvon et Denis Couillard
**Le recyclage des boues d'usine
d'épuration des eaux usées à des fins
de fertilisation forestière**. Printemps
1987, p. 22-25
- Grieve, R.A.F.
Impact craters shape planet surfaces.
Fall 1982, p. 1-4
- Grieve, Richard A.F. and P.B. Robertson
The Slate Islands Structure. Spring 1977,
p. 15-17
- Grieve, Richard A.F. and P. Blyth
Robertson
Life Obliterated. Summer 1987, p. 15-17
- Grieve, Richard A.F. and Virgil L.
Sharpton
**The Cretaceous-Tertiary Extinction
Event: A Cosmic Catastrophe?** Summer
1981, p. 7-9
- Gross, Gordon A.
**China/Canada Exchange: Broader
Horizons for Both**. Spring 1979, p. 18-20
- Gross, Gordon A., and C.R. McLeod
**Worldwide distribution of ocean bed
metallic minerals**. Summer 1983, p. 1-4
- Les grottes de la Nahanni, véritable trésor
géologique**,
par Jacques Schroeder. Été 1974, p. 8-12
- Les grottes du Poisson-Bleu**,
par Jacques Cinq-Mars. Hiver 1982,
p. 19-21
- GSC Hunts Satellite Debris**,
by Constance Mungall. Spring 1978,
p. 2-4
- GSC's Geochronology Laboratory**,
by Constance Mungall. Spring 1986,
p. 19
- Guimont, Pierre et Camille Laverdière
Le lit asséché de la Grande Rivière.
Hiver 1980, p. 18-20
- Guimont, Pierre voir Laverdière, Camille
- Gwyn, Hugh voir Gratton, Denis
- Gyenge, M. see Coates, D.F.
- Haddon, R.A.W. see Anglin, F.M.
- Halpenny, J. see/voir Embry, A.F.
- Halpenny, J. see/voir Forsyth, D.A.
- Harper, Dorothy see Mungall, Constance
- Harry, D.G. and/et S.R. Dallimore
**Permafrost, Ground Ice and Global
Change in the Beaufort Sea
Coastlands/Pergélisol, glace de sol et
changements globaux dans les terres en
bordure de la mer de Beaufort**.
Summer/Été 1989, p. 48-53
- Haryett, Clifford
Potash — our world class resource.
Winter 1983, p. 19-21
- Hawkins, R.K. see Gray, A.L.
- Hengeveld, Henry see Bruce, Jim
- Hession, Paul et W.D. Bruce
**Géologie et télédétection: un mariage
réussi**. Automne 1980, p. 10-12
- Heyland, Doug
**La technologie spatiale: un transfert
réussi**. Printemps 1987, p. 14-17
- High Arctic plants: new limits emerge**,
by S.A. Edlund. Winter 1984, p. 10-13
- Highly weathered bedrock terrain — an
enigma in Arctic Canada**,
by Stephen Watts. Summer 1984, p. 7-9
- L'histoire de la région de la baie
d'Hudson**,
par André Ciesielski. Automne 1986,
p. 14-18

- Historic Mission.**
Summer 1972, p. 8-9
- Hobson, George
Measuring Arctic Ice. Autumn 1976,
p. 15-17
- Hoffman, Paul
A Search for Early Life. Winter 1975,
p. 12-14
- Hofmann, Hans J.
Canada's Precambrian Fossils. Winter
1981, p. 2-5
- The Holleford Crater,**
by P.B. Robertson. Summer 1975,
p. 16-17
- Hood, Peter
EMR's New Geophysical Tool. Autumn
1975, p. 18-20
- Horner, R.B. with M. Lamontagne and
R.J. Wetmiller
**Rock and Roll in the N.W.T. The 1985
Nahanni Earthquakes.** Spring 1986,
p. 1-4
- Hot Water Under the Plains,**
by H.A. Gorrell. Spring 1978, p. 12-14
- Hotspots trace plate movements,**
by Garry C. Rogers and Jack G.
Souther. Spring 1983, p. 10-13
- How, Douglas
The Cliff that Tells Time. Spring 1973,
p. 10-11
- How EMR Gives Surgeons New
Instruments,**
by W.N. Roberts. Winter 1975, p. 8-9
- How EMR Helps Developing Countries,**
by John L. Crabb. Spring 1974, p. 18-20
- How EMR Works to Save You Fuel,**
by John Clare. Fall 1974, p. 12-14
- How Far Offshore,**
by D.G. Crosby. Winter 1973, p. 6-9
- How much coal in Canada?**
by A.R. Cameron and D.W. Gibson.
Summer 1982, p. 16-18
- How New Standards Will Affect All of Us,**
by Robert F. Leggett. Summer 1973,
p. 19-20
- How the Fourth Dimension Unlocks the
Earth's Resources,**
by John L. Crabb. Winter 1973, p. 2-5
- How to make \$235,000,000,**
by D. Raicevic and R.W. Bruce.
Summer 1976, p. 10-11
- Hughes, J.D. see Cameron, A.R.
- The Huntec Seabed Project,**
by D.I. Ross. Summer 1976, p. 8-9
- Hutchinson, R.D.
A National Mineral Policy for Canada.
Fall 1975, p. 2-4
- Hutchison, Gordon
Taking X-Rays of Rocks. Summer 1976,
p. 18-19
- Hydrocracking: More Oil from Sand,**
by Graham Taylor. Fall 1978, p. 18-20
- L'hydrogène: le combustible de l'avenir,**
par Liviu Vancea. Automne 1984,
p. 11-13
- Ice age bones — a clue,**
by Archie Stalker. Spring 1984, p. 11-14
- Ice island lab shows petroleum potential,**
by Ruth Jackson. Spring 1986, p. 1-4
- Les icebergs, menace du pétrole offshore,**
par René Goblot. Automne 1977, p. 9-11
- Icebergs Scour the Ocean Floor,**
by Heiner Josenhans. Fall 1987, p. 1-5
- L'île d'Anticosti a-t-elle été récemment
englacée?,**
par Denis Gratton, Jean-Marie Dubois,
Alain Painchaud et Hugh Gwyn. Hiver
1986, p. 21-23
- L'île de Banks: un paradis pour l'étude
des glaciations quaternaires,**
par Jean-Serge Vincent. Hiver 1981,
p. 18-20
- Impact craters shape planet surfaces,**
by R.A.F. Grieve. Fall 1982, p. 1-4
- In Search of New Minerals,**
by Cliff Cowan. Fall 1981, p. 14-16
- L'ingénieur en structures face aux séismes,**
par René Tinawi. Automne 1980,
p. 18-20
- Inkster, Brenda see Alt, Bea
- Innovation Promotion — Inventions for
Industry. Canadian Patents and
Development Limited,**
by W. Dallas Gordon and Primrose
Ketchum. Summer 1987, p. 24-25
- Inside China's Oil Industry,**
by Ian McDonald. Autumn 1973,
p. 16-17
- L'intelligence artificielle appliquée au
service de la minéralurgie,**
par Daniel Laguitton et Attilio
Barcados. Été 1987, p. 1-5
- Irish, E.J.W.
Rock Fragments on File. Winter 1974,
p. 18-20
- Irving, E. see Morel, P.
- Is Geology from Space Useful?**
by L.W. Morley. Spring 1979, p. 8
- Is Parliament Hill Moving? The Geodetic
Survey Monitors Land Movement,**
by Sándor Vámosi et Mario Bérubé.
Fall 1987, p. 18-22
- Is the Mid-Atlantic Ridge like Iceland?**
by M.J. Keen, J.M. Ade-Hall and
F. Aumento. Summer 1975, p. 10-12
- L'Islande, réservoir d'énergie thermique,**
par Gisèle Jonsson. Printemps 1975,
p. 5-7
- Islands in the Midnight Sun,**
by H.G. Classen. Winter 1974, p. 2-4
- Ixtoc-1 Blowout,**
by Fred Lepine. Fall 1979, p. 12-14
- Jackson, L.E., Jr.
Mystery Flood Solved. Summer 1979,
p. 2-4;
River Run on the South Nahanni. Spring
1981, p. 5
- Jackson, Ruth
**Ice island lab shows petroleum
potential.** Spring 1986, p. 1-4
- Jackson, Ruth and Peta Mudie
CESAR cores: geological time capsules.
Spring 1984, p. 15-18
- Jackson, Ruth see/voir Asudeh, I.
- Jacobs, J.A.
The Core of the Earth. Summer 1979,
p. 9-11
- Jeffrey, W.G.
**Canada's Role in International Mineral
Arrangements.** Fall 1974, p. 15-17
- Jeffries, Martin
Mammoth pads circle the Arctic Basin.
Winter 1984, p. 2-5
- Jerzykiewicz, T. see Sweet, A.R.
- Jerzykiewicz, Tomasz
**1988 Sino-Canadian Dinosaur Project
Successful in Inner Mongolia/Un succès
de 1988 : l'expédition en Mongolie du
Projet sino-canadien de recherche sur
les dinosaurs.** Fall/Automne 1989, p. 1-6
- Jessop, Alan, M.
Geothermal Energy. Spring 1975, p. 2-4
- Les jeux de la neige et du sable,**
par André de Cayeux. Automne 1973,
p. 13-15
- Joe, Edwin G. et Roy John
**La vague écologique a déferlé sur
CANMET.** Automne 1986, p. 23-25
- John Macoun, First GSC Botanist,**
by W.A. Waiser. Summer 1980, p. 18-20
- John, Roy see Joe, Edwin G.
- Jonsson, Gisèle
L'Islande, réservoir d'énergie thermique.
Printemps 1975, p. 5-7;
Pompéi dans l'Atlantique. Hiver 1974,
p. 10-12
- Josenhans, Heiner
Icebergs Scour the Ocean Floor. Fall
1987, p. 1-5
- Un jour nouveau pour les essences
oxygénées,**
par Allan Doherty, Attilio Barcados et
Annie Beaudoin. Automne 1986, p. 6-9
- Keen, C.E. see/voir Marillier, F.
- Keen, Charlotte
**Offshore Eastern Canada: From Plate
Tectonics to Petroleum.** Summer 1982,
p. 5-8
- Keen, M.J., J.M. Ade-Hall and F. Aumento
Is the Mid-Atlantic Ridge like Iceland?
Summer 1975, p. 10-12
- Ketchum, Primrose see Davies, Richard
- Ketchum, Primrose see Gill, Shawn
- Ketchum, Primrose see Gordon, Dallas

- Ketchum, Primrose see Packwood, Rod
- Kettles, I.M. see Rencz, A.M.
- Kettles, I.M. see/voir Shilts, W.W.
- Kirby, Mike see Bullock, Brian
- Klassen, R.A. voir Bélanger J.R.
- Koerner, Roy, Jocelyne Bourgeois and Bea Alt
Snow Freezes Moments in Time. Spring 1988, p. 1-5
- Koerner, Roy, Ram Dubey and/et Murti Parnandi
Scientists Monitor Climate and Pollution from Ice Caps and Glaciers/ Les glaciers et les calottes glaciaires renseignent les scientifiques sur la pollution et l'évolution du climat. Summer/Été 1989, p. 33-38
- Krug, Thomas A. see Farnand, Brian
- Kugler, M. voir St.-Onge, D.A.
- Labonté, Martin voir Lemieux, Gilles-H.
- Labrecque, J.J.
En sondant le sol de Charlevoix. Printemps 1977, p. 5-7
- Le lac le plus fascinant du Canada,** par M. Ouellet et P. Pagé. Automne 1988, p. 1-7
- Lachappelle, Gérard et Michael Casey
Les performances du GPS pour la localisation en mer — expériences canadiennes. Été 1988, p. 1-4
- Lafleur, Roger J.
Vers une normalisation internationale des produits pétroliers. Hiver 1986, p. 12-15
- Lafrance, Rolland
Ce jour où l'on fit sauter une montagne. Hiver 1975, p. 10-11;
The Missing Mountains. Fall 1974, p. 2-4
- Laguitton, Daniel et Attilio Barcados
L'intelligence artificielle appliquée au service de la minéralurgie. Été 1987, p. 1-5
- Laguitton, Daniel, Wayne Cameron, Ralph Pilgrim and John Wilson
Modelling a Grinding Circuit. Winter 1981, p. 9-11
- The Lake Baikal Rift,** by F. Aumento. Fall 1976, p. 12-14
- Lambert, Anthony and Don Bower
The Strange Tides That Move the Earth We Live on. Spring 1974, p. 10-12
- Lambert, Anthony see/voir Goodacre, Alan K.
- Lambert, Élisabeth voir Mouchot, Marie-Catherine
- Lamontagne, M. see Horner, R.B.
- Lamontagne, Maurice
Charlevoix, terre de villégiature ... et de séismes. Automne 1987, p. 14-17
- Lamontagne, Maurice
Earthquake in the Saguenay: More Fear Than Harm/Le tremblement de terre du Saguenay : plus de peur que de mal. Spring/Printemps 1989, p. 9-14
- Lamothe, J.M.
EMR et l'environnement. Été 1988, p. 9-12
- Lancery, Jean-Marie
Le ruissellement concentré des eaux de surface : un cancer qui gruge lentement mais sûrement nos terres cultivables. Automne 1987, p. 23-25
- Landry, Bruno
La Minganie: un site naturel à conserver. Printemps 1977, p. 12-14
- Landslide!** by Nelson Gadd and Theresa Peddle. Summer 1984, p. 18-21
- Lapointe, Pierre et Peter Dankers
L'Arctique canadien sous un climat équatorial. Été 1982, p. 12-15
- Laramée, Robert M.
CANMINDEX : L'informatique au service des géologues. Hiver 1987, p. 12-14
- Larocque, Adrienne and William W. Shilts
Seeing Through the Bottoms of our Lakes. Summer 1986, p. 22-25
- Larose, J.M.
Small Chips are Big Business. Fall 1976, p. 10-11
- Larouche, Claire
Géo-Expo: L'aménagement des ressources et du milieu. Hiver 1976, p. 5-6
- Late Tertiary Environments: A Vision of the Future?/Les milieux arctiques de la fin du tertiaire : une vision de notre avenir?** by/par J.V. Matthews Jr. Summer/Été 1989, p. 14-18
- Laurent, R. voir Cogulu, E.
- Laurent, Roger
La clé des secrets géologiques est-elle sur la lune? Automne 1974, p. 5-7;
Ophiolites alpines. Printemps 1973, p. 2-4
- Lauriol, Bernard, James Gray et Jean Pilon
Émersion marine. Automne 1982, p. 5-8
- Laverdière, Camille et Pierre Guimont
Les formes et les marques du lit glaciaire. Printemps 1981, p. 17-20;
Un froid à sol fendre. Automne 1974, p. 18-20;
Le glacier du Caniapiscau. Printemps 1979, p. 9-11;
Un visage mistassinien. Printemps 1978, p. 18-20
- Laverdière, Camille voir Guimont, Pierre
- Lavoie, André voir Dubois, Jean-Marie
- The Law of the Sea,** by D.G. Crosby. Summer 1978, p. 2-4
- Leaming, Stan
Canadian Jade with a Chinese Accent. Fall 1974, p. 10-11
- Leblanc, Gabriel
À l'écoute du Yukon. Printemps 1974, p. 5-7
- Leblanc, Gabriel et Anne E. Stevens
Mont-Tremblant; la région qui porte son nom. Automne 1972, p. 12-13
- LeDrew, Ellsworth
Arctic Weather. Spring 1983, p. 6-9
- Leggett, Robert F.
How New Standards Will Affect All of Us. Summer 1973, p. 19-20
- Leigh, Geoffrey W. see Cristovici, Marius A.
- Lemieux, Gilles-H., Martin Labonté, Suzie Perron, René Verreault et Gilles Vachon
Comment parer au gel dans les bleuetières de la Sagamie? Printemps 1988, p. 22-26
- Lepine, Fred
Ixtoc-1 Blowout. Fall 1979, p. 12-14
- A Less Stressful Form of Life ... Memories of a geologist in Canada's Arctic 1950-1982,** by Ray Thorsteinsson and Constance Mungall. Summer 1982, p. 1-4
- Lessard, Gaétan L. voir Dubois, Jean-Marie
- Let the sun shine in,** by Anne Panet-Raymond and Theresa Peddle. Fall 1986, p. 19-23
- Les levés astronomiques sous le soleil de minuit,** par Camil Vigneault. Été 1976, p. 12-14
- Lévesque, A. voir Audet-Lapointe, M.
- Lewis, C.F.M.
Drift Ice Scratches the Seafloor. Summer 1978, p. 18-20
- Liard, Jacques see/voir Goodacre, Alan K.
- Life Obliterated,** by Richard A.F. Grieve and P. Blyth Robertson. Summer 1987, p. 15-17
- Light in Dark Places.** Summer 1972, p. 5-7
- Limite des forêts dans le nord du Québec et du Labrador,** par Serge Payette. Été 1982, p. 19-21
- Le lit asséché de la Grande Rivière,** par Pierre Guimont et Camille Laverdière. Hiver 1980, p. 18-20
- Lithoprobe,** by Ian Darragh. Spring 1984, p. 5-7
- Lithoprobe maps subduction zone,** by Jocelyn Marshall. Summer 1985, p. 12-15
- Livingstone, C.E. see Grey, A.L.
- Loncarevic, B.D.
When Will We Start Mining the Seas? Summer 1974, p. 13-15
- A Look at Coal as a Source for Tomorrow's Energy,** by F.T. Rabbits and J.H. Walsh. Winter 1974, p. 13-15

- Low, Ben
Optical Disks Store Map Data. Fall 1987, p. 11-13
- Luckman, B.H.
Global Change and the Record of the Past/Les changements à l'échelle du globe et le témoignage du passé. Summer/Été 1989, p. 1-8
- Une lumière dans le tunnel,**
par Pedro Rodrigues. Été 1978, p. 15-17
- Luternauer, John L. see Clague, John J.
- Macdonald, Donald S.
Energy — a Commentary. Summer 1973, p. 5-7;
Towards a Canadian Energy and Mineral Policy. Summer 1972, p. 2-4
- Macdonald, Ian
Inside China's Oil Industry. Fall 1973, p. 16-17
- The Machine That Makes Metals Yield Their Secrets,**
by E.K. Swimmings. Spring 1973, p. 8-9
- MacKenzie, Pat
Arctic Navigation Enters Space Age. Spring 1975, p. 8-9
- MacMurray, Dale
Canada's Military Map Makers. Summer 1977, p. 19-20
- Macnab, Ron see Woodside, John
- MacNabb, Gordon M.
Energy: Where Will Canada be by 1990? Spring 1977, p. 2-4
- Made in Canada software brings mining into computer age,**
by Raymond Sabourin. Summer 1983, p. 20-21
- Mailhot, Pierre, avec Jean-Marie Dubois et Léo Provencher
Où s'arrête le rivage lacustre? Été 1985, p. 6-11
- Mammoth pads circle the Arctic Basin,**
by Martin Jeffries. Winter 1984, p. 2-5
- Man and Earth**
by S.A. Montgomery. Spring 1975, p. 10-11
- Manitoba crater revealed,**
by Barry Bannatyne and Hugh McCabe. Summer 1984, p. 10-13
- Mapping Sea Ice with Radar: The Application: Technology Transfer at Work.** Winter 1982, p. 5-6
- Mapping Sea Ice With Radar: The Application: Technology Transfer at Work,**
by Brian Bullock and Mike Kirby. Winter 1982, p. 5-6
- Mapping Sea Ice With Radar: The Research: Testing Radar Systems in Polar Ice,**
by A.L. Gray, R.K. Hawkins and C.E. Livingstone. Winter 1982, p. 5, 7-9
- The Maps of the Future,**
by Gordon Montagano and Ron Wilkinson. Fall 1973, p. 7-9
- Maps to Work on, Maps to Dream On,**
by Ron Scammell. Fall 1973, p. 10-12
- Marcotte, Hubert et Alain Soucy
Le déboisement dans les réservoirs. Printemps 1979, p. 15-17
- La marge polaire canadienne,**
"Le cadre géologique," par A.F. Embry, R.A. Stephenson et D.A. Forsyth.
"Caractéristiques aéromagnétiques, gravimétriques et sismiques," par D.A. Forsyth, J. Broome, A.F. Embry et J. Halpenny.
"Le levé par sismique-réfraction de 1985 donne une idée des structures," par I. Asudeh, D.A. Forsyth, R.A. Stephenson, A.F. Embry, H.R. Jackson et D. White. Automne 1988, p. 8-20
- Marillier, F., C.E. Keen and/et G.S. Stockmal
Seismic Reflection Probes the Deep Structure of the Canadian Appalachians/ La sismique-réflexion nous révèle la structure profonde des Appalaches canadiennes. Winter/Hiver 1989, p. 16-20
- Marshall, Jocelyn
Fail-safe diving bell a Canadian first. Spring 1985, p. 1-3
Lithoprobe maps subduction zone. Summer 1985, p. 12-15
- Un matériau de choix pour l'Arctique,**
par Pierre-Claude Aïtcin. Printemps 1986, p. 22-25
- Mathieu, Gilles
Comment rentabiliser les sables marins? Automne 1982, p. 19-21
- Mathieu, Gilles
Nouvelle méthode de nettoyage du charbon. Automne 1981, p. 17-18
- Matthews, John V., Jr. see Morlan, Richard E.
- Matthews, Jr., J.V.
Late Tertiary Environments: A Vision of the Future?/Les milieux arctiques de la fin du tertiaire : une vision de notre avenir? Summer/Été 1989, p. 14-18
- Maurice, Yvon T.
À la recherche d'uranium. Printemps 1978, p. 5-7
- Maurice, Yvon T.
On redécouvre les placers d'or de l'Estrie-Beauce. Automne 1987, p. 6-10
- Mayhew, Carl
Polar Continental Shelf Project, The. Fall 1984, p. 1-7
- McCabe, Hugh see Bannatyne, Barry
- McCarthy, D.R. see Raicevic, D.
- McCready, R.G.L.
Microbiology in Mining. Spring 1978, p. 8-9
- McCready, R.G.L.
Underground bioleaching: extracting from low-grade ore. Summer 1986, p. 9-10
- McEwan, John see Brown, Peter
- McIlreath, I.A. see Aitken, J.D.
- McLaren, Patrick
Scuba Diving in the Arctic. Spring 1978, p. 10-11
- McLellan, C. David
Building a New Framework for North America. Spring 1980, p. 7-9
- McLeod, C.R. see Gross, Gordon A.
- McMillan, Neil J. see Francis, Jane E.
- McNeely, Roger
Radiocarbon Dating Laboratory. Spring 1988, p. 10-12
- Measuring Arctic Ice,**
by George Hobson. Fall 1976, p. 15-17
- Même des pierres écrivent l'histoire du Québec et de l'Amérique,**
par Jean-Marie M. Dubois. Printemps 1983, p. 14-16
- La mer livre ses secrets,**
par Marie-Catherine Mouchot, Glyn Sharp, Élisabeth Lambert et Thomas Alföldi. Été 1987, p. 11-14
- Merlin, H.B.
Uranium — Policy and Prospects. Winter 1975, p. 2-4
- Merta, Dr. Jan and/et Tom Farr
Survival Suits meet New Standards/Les combinaisons de survie répondent à de nouvelles normes. Spring/Printemps 1989, p. 1-5
- Merta, Jan
Survival Suits Meet New Standards/Les combinaisons de survie répondent à de nouvelles normes. Spring/Printemps 1989, p. 1-5
- Merta, Jan and Marielle Rowan
Survival Suits Must Save Lives. Spring 1988, p. 17-21
- La mesure de l'abondance,**
par E.M. Cameron. Automne 1973, p. 18-20
- Miall, Andrew D.
Rivers Sculpture the Earth. Fall 1979, p. 2-5
- Miall, Prof. Andrew D.
Petroleum in China. Fall 1986, p. 10-13
- Microbiology in Mining,**
by R.G.L. McCready. Spring 1978, p. 8-9
- Microcomputers in the foundry,**
by Cyril Dixon. Fall 1983, p. 18
- Microprobe Focuses In,**
by Rod Packwood and Primrose Ketchum. Summer 1987, p. 22-23
- Les milieux arctiques de la fin du tertiaire : une vision de notre avenir?/Late Tertiary Environments: A Vision of the Future?**
by/par J.V. Matthews Jr. Summer/Été 1989, p. 14-18
- Milieux humides en péril,**
par Robert Denis. Hiver 1987, p. 19-23
- Milkereit, Bernd voir Morel-à-l'Huissier, Patrick

- Milne, W.G.
Earthquake; Studies of the Seismic Risk in British Columbia. Summer 1976, p. 5-7
- Les mines de cuivre Gaspé,**
par Jacques Forget. Été 1977, p. 9-11
- Mines in the Making on the Seafloor?**
by Constance Mungall. Summer 1983, p. 1
- Les mineurs à l'attaque du pergélisol,**
par M.D. Everell et A. Dubnie. Été 1973, p. 16-18
- La Minganie: un site naturel à conserver,**
par Bruno Landry. Printemps 1977, p. 12-14
- The Missing Mountains,**
by Rolland Lafrance. Fall 1974, p. 2-4
- Mitchell, E.R.
The Troubled Air. Fall 1972, p. 19-20
- Modelling a Grinding Circuit,**
by Daniel Laguitton, Wayne Cameron, Ralph Pilgrim and John Wilson. Winter 1981, p. 9-11
- Le monde fascinant des roches,**
par Diane Turcotte. Été 1974, p. 18-20
- Monger, J.W.H.
Evolution of the Cordillera. Fall 1978, p. 5-8
- Monitoring the Deep Ocean,**
by Gustav Vilks and Constance Mungall. Winter 1979, p. 13-15
- Mont-Tremblant,**
par Gabriel Lablanc et A.E. Stevens. Automne 1972, p. 12-13
- Montagano, Gordon and Ron Wilkinson
The Maps of the Future. Fall 1973, p. 7-9
- Montgomery, Sheila A.
Man and Earth. Spring 1975, p. 10-11
- The Moon, Glaciers and Permafrost,**
by D.W. Strangway. Fall 1978, p. 2-4
- Moreau, Thierry voir Bernard, Claude
- Morel, P. and E. Irving
Evolution of the continents/Évolution des continents. Spring/Printemps. 1980, p. 2-6
- Morel-à-l'Huissier, Patrick, Alan G. Green, Bernd Milkereit, William Cannon et John Behrendt
GLIMPCE, ou un coup d'oeil sur la structure de la croûte terrestre sous les Grands Lacs. Printemps 1988, p. 6-9
- Morel-à-l'Huissier, Patrick avec Attilio Barcados et Frank M. Anglin
Quand des barrages font trembler la terre. Printemps 1986, p. 14-17
- Morin, F. voir St-Onge, D.A.
- Morin, Fernand J.
Cartes sur mesure. Automne 1979, p. 6-7
- Morissonneau, Christian
La géographie de Jacques Cartier. Été 1984, p. 4-6
- Morlan, Richard E. and John V. Matthews, Jr.
New Dates for Early Man. Winter 1978, p. 2-5
- Morley, L.W.
Is Geology from Space Useful? Spring 1979, p. 8
- Morris, S. Conway and H.B. Whittington
The Burgess Shale. Winter 1986, p. 6-9
- Mouchot, Marie-Catherine avec Glyn Sharp, Élizabéth Lambert et Thomas Alföldi
La mer livre ses secrets. Été 1987, p. 11-14
- Mouchot, Marie-Catherine et Élizabéth Lambert
Les pêcheurs auront un oeil dans l'espace. Été 1986, p. 19-21
- Mudie, Peta see Jackson, Ruth
- Mungall, Constance
Beaufort Sea Atlas. Spring 1986, p. 10-11
- Mungall, Constance
CESAR — 60 days on the ice. Spring 1983, p. 17-21; with Ray Thorsteinsson.
- Mungall, Constance
Floating islands of ice: potential research station? Winter 1984, p. 1-2
- Mungall, Constance
Geologists Explore the Nahanni. Spring 1981, p. 2-5;
GSC Hunts Satellite Debris. Spring 1978, p. 2-4;
Oil Seep in the Arctic. Spring 1979, p. 2-4;
Science 3000 Metres Under the Sea. Winter 1980, p. 5-8;
and with Dorothy Harper.
A Watchful eye. Fall 1980, p. 6-9;
see also Gander, J.E.; Drolet, J.-P.; Vilks, Gustav
- Mungall, Constance
GSC's Geochronology Laboratory. Spring 1986, p. 19
- Mungall, Constance and Val Donnelly
The quarries continue to yield their mysteries. Winter 1986, p. 7-11
- Mystery Flood Solved,**
by L.E. Jackson, Jr. Summer 1979, p. 2-4
- Nassichuk, W.W. see Davies, G.R.
- A National Mineral Policy for Canada,**
by R.D. Hutchinson. Fall 1975, p. 2-4
- Natural Gas in Canada,**
by Blaise Downey. Summer 1977, p. 2-4
- Neale, E.R.W.
The Eighth Wonder of the World. Summer 1974, p. 2-4
- Networking, Arctic Weather Style,**
by Bea Alt and Brenda Inkster. Summer 1987, p. 6-10
- New Dates for Early Man,**
by Richard E. Morlan and Jonn V. Matthews, Jr. Winter 1978, p. 2-5
- A new kind of map,**
by John H. Baines. Summer 1982, p. 9-11
- New look at the Juan de Fuca Ridge: high-resolution bathymetry and side-scan acoustic imagery,**
by E. Davis, R. Currie, R. Riddihough and B. Sawyer. Spring 1985, p. 10-16
- New Metal from Swarf,**
by Cyril Dixon. Fall 1980, p. 16-17
- New Metals for Cars of the Future,**
by H.C. Classen. Fall 1977, p. 12-14
- New Seismic Zoning Maps for Canada,**
by P.W. Basham. Summer 1983, p. 10-12
- A New Way to Clean Industrial Smoke,**
by R.K. Buhr. Fall 1975, p. 8-9
- Newfoundland in the Space Age,**
by Sally Armstrong. Spring 1977, p. 8-10
- Newitt, L.R. see Dawson, Ed
- Les niveaux marins changent/Sea Levels Are Changing,**
by/par P.A. Egginton and/et J.T. Andrews. Spring/Printemps 1989, p. 15-22
- Nixon, M. voir Veillette, J.
- Les nodules: la dernière richesse minière vierge,**
par René Goblot. Automne 1981, p. 11-13
- North, Bob
Pour mieux détecter les explosions nucléaires. Hiver 1987, p. 1-5
- Notre héritage cartographique,**
par J.D. Tremblay. Printemps 1976, p. 5-7
- Nouvelle méthode de nettoyage du charbon,**
par Gilles Mathieu. Automne 1981, p. 17-18
- Nouvelle vallée de l'or,**
par Jacques Forget. Été 1979, p. 12-14
- O'Brien, L.J.
Changing the shape of Canada. Fall 1985, p. 20-21
- Oceanic fronts,**
by Bjørn Sundby and J.M. Bowers. Winter 1975, p. 15-17
- L'océanographie moderne,**
par Petro Rodrigues. Hiver 1978, p. 16-17
- ODP in the high latitudes,**
by Jocelyn Marshall. Summer 1985, p. 1-5
- ODP in the high latitudes.** Summer 1985, p. 1-5
- Offshore Eastern Canada: From Plate Tectonics to Petroleum,**
by Charlotte Keen. Summer 1982, p. 5-8
- Oil,**
by John L. Crabb. Winter 1974, p. 5-7
- Oil off the West Coast?**
by C.J. Yorath and B.E.B. Cameron. Spring 1982, p. 13-15

- Oil! Prospecting for Hydrocarbons with Geochemical Models**,
by L.R. Snowden. Fall 1981, p. 6-10
- On redécouvre les placers d'or de l'Estrie-Beauce**,
par Yvon T. Maurice. Automne 1987, p. 6-10
- Ophiolites alpines**,
par Roger Laurent. Printemps 1973, p. 2-4
- Optical Disks Store Map Data**,
by Ben Low. Fall 1987, p. 11-13
- Orchard, Mike
Conodonts: mysterious microfossils. Fall 1984, p. 14-17
- Les ordinateurs sont utiles en prospection minérale**,
par G.P. Watson, A.N. Rencz et G.F. Bonham-Carter. Hiver 1989, p. 8-15
- L'ordre de Sancta Barbara**,
par Guy Angers. Printemps 1982, p. 6-7
- Ore and Metal Standards Vital to Labs**,
by Henry Steger. Summer 1981, p. 13-15
- L'orogénie Grenville**,
par G. Woussen, E. Dimroth et D.W. Roy. Été 1979, p. 18-20
- Osborn, Gerald
Glacier crevasses. Winter 1981, p. 15-17
- Où s'arrête le rivage lacustre?**,
par Pierre Mailhot, Jean-Marie Dubois et Léo Provencher. Été 1985, p. 6-11
- Où va la géochimie?**
par Robert Delevault. Été 1975, p. 13-15
- Ouellet, M. and/et P. Pagé
Canada's Most Fascinating Lake/Le lac le plus fascinant du Canada.
Fall/Automne 1988, p. 1-7
- Our changing northern climate**,
by Jim Bruce and Henry Hengeveld. Winter 1985, p. 1-6
- Ouvrir le Nord à pas feutrés**,
par Jean André Pilon et Annie Beaudoin. Automne 1984, p. 18-21
- Ovenden, Lynn
Peatlands: A Leaky Sink in the Global Carbon Cycle/Les tourbières: un réservoir de carbone qui fuit.
Summer/Été 1989, p. 19-24
- Pacific Coast Ridge — Focus of Research**.
Summer 1983, p. 1, 6-9;
- Pacific Coast Ridge — Focus of Research**,
by Constance Mungall. Summer 1983, p. 1, 6-9
- Packwood, Rod and Primrose Ketchum
Microprobe Focuses In. Summer 1987, p. 22-23
- Pagé, P. see/voir Ouellet, M.
- Painchaud, Alan voir Gratton, Denis
- Panet-Raymond, Anne and Theresa Peddle
Let the sun shine in. Fall 1986, p. 19-22
- Parnandi, Murti see/voir Koerner, Roy
- Une particularité des régions froides**,
par J.-C. Dionne. Printemps 1980, p. 18-20
- Payette, Serge
Limite des forêts dans le nord du Québec et du Labrador. Été 1982, p. 19-21
- Peatlands: A Leaky Sink in the Global Carbon Cycle/Les tourbières: un réservoir de carbone qui fuit**,
by/par Lynn Ovenden. Summer/Été 1989, p. 19-24
- Les pêcheurs auront un oeil dans l'espace**,
par Marie-Catherine Mouchot et Élisabeth Lambert. Été 1986, p. 19-21
- Peddle, Theresa
Exploring the heart of matter. Winter 1987, p. 24-26
- Peddle, Theresa see Gadd, Nelson
- Peddle, Theresa see Panet-Raymond, Anne
- Pegmatites**,
by Petr Černý. Fall 1983, p. 14-17
- Percy, K.E. see Rencz, A.M.
- Les performances du GPS pour la localisation en mer — expériences canadiennes**,
par Gérard Lachapelle et Michael Casey. Été 1988, p. 1-4
- Pergélisol, glace de sol et changements globaux dans les terres en bordure de la mer de Beaufort/Permafrost, Ground Ice and Global Change in the Beaufort Sea Coastlands**,
by/par D.G. Harry and/et S.R. Dallimore. Summer/Été 1989, p. 48-53
- Permafrost, Ground Ice and Global Change in the Beaufort Sea Coastlands/ Pergélisol, glace de sol et changements globaux dans les terres en bordure de la mer de Beaufort**,
by/par D.G. Harry and/et S.R. Dallimore. Summer/Été 1989, p. 48-53
- Permafrost: large-scale research at Calgary and Caen**,
by Margo Burgess. Spring 1985, p. 19-22
- Perreault, Michel voir Denis, Jean M.
- Perron, Suzie voir Lemieux, Gilles-H.
- Petruk, William
L'analyse automatique des images identifie le comportement des minéraux pendant leur valorisation. Été 1988, p. 17-22
- Phillipson, Don
Alastair Gillespie Talks about Energy.
Summer 1976, p. 2-4
- Pilgrim, Ralph see Laguitton, Daniel
- Pilon, Jean see Lauriol, Bernard
- Pilon, Jean André et Annie Beaudoin
Ouvrir le Nord à pas feutrés, Direction de la physique du globe. Automne 1984, p. 18-21
- Un pionnier scientifique du siècle dernier**,
par René Bureau. Été 1981, p. 16-18
- A Pipeline for the Arctic**,
by Cyril Dixon. Spring 1976, p. 13-15
- The Pipeline: Good Deal or Lunatic Binge?**
by John Crabb. Fall 1977, p. 18-19
- Pit Slopes Angled to the Future**,
by D.F. Coates and M. Gyenge. Fall 1972, p. 10-11
- La plage de Georges**,
par Georges Drapeau. Été 1972, p. 12-13
- Planning to the Year 252,000**,
by H.G. Classen. Spring 1976, p. 10-12
- Plante, Langlis voir Seguin, Maurice K.
- A Plaque for the Logan Building**,
by Cyril Dixon. Spring 1977, p. 10-11
- Plutons as Hosts?**
by Peter Brown and John McEwan. Fall 1982, p. 12-15
- The Polar Continental Shelf Project — a scientist's friend in the Arctic**,
by R.L. Christie. Summer 1988, p. 13-16
- Polar Continental Shelf Project, The**,
adapted from a paper by Carl Mayhew. Fall 1984, p. 1-7
- Pompéi dans l'Atlantique**,
par Gisèle Jonsson. Hiver 1974, p. 10-12
- Potash — our world class resource**,
by Clifford Haryett. Winter 1983, p. 19-21
- Pour maîtriser le pergélisol**,
par J. Veillette et M. Nixon. Automne 1979, p. 15-17
- Powell, E.R.
Fragile Glass is Fashioned to Aid Research. Spring 1974. p. 16-17
- Power from the Tides**,
by R.H. Clark. Fall 1978, p. 12-14
- Predicting terrain sensitivity to acid rain: scientists integrate data sets**,
by A.M. Rencz, K.E. Percy and I.M. Kettles. Winter 1985, p. 21-25
- Premiers balbutiements de la cartographie canadienne**,
par Jean Fahmy. Printemps 1981, p. 10-13
- Prévost, Christian et Guy Rochon
Vers une gestion des ressources en eau du Sahel. Printemps 1985, p. 4-9
- Probing with TROV**,
by S.M. Blasco. Winter 1978, p. 13-15
- A Question of Gravity**,
by R.A. Gibb and M.D. Thomas. Winter 1977, p. 5-8
- Rabbitts, F.T. and J.H. Walsh
A Look at Coal as a Source for Tomorrow's Energy. Winter 1974, p. 13-15
- Radarsat**,
by Gabriella Goliger. Winter 1983, p. 13-15

- Radiation sources**,
by R.L. Grasty. Spring 1983, p. 1-5
- Radiocarbon Dating Laboratory**,
by Roger McNeely. Spring 1988,
p. 10-12
- Radiographier des roches**,
par Annie Beaudoin. Printemps 1984,
p. 19-20
- Raicevic, D. and R.W. Bruce
How to Make \$235,000,000. Summer
1976, p. 10-11
- Raicevic, D.M. and D.R. McCarthy
Uranium Recovery From Ores. Winter
1980, p. 10-11
- Rails**,
by Cyril Dixon. Summer 1978, p. 8-9
- Réactions de surfaces terrestres aux
facteurs climatiques**,
par P. Clément et F. Bonn. Automne
1975, p. 5-7
- La recherche minière à CANMET**,
par J.E. Udd, A. Boyer et N.R. Billette.
Hiver 1988, p. 1-6
- Recherches sur la sécurité minière**,
par Benoît Barry. Hiver 1976, p. 13-15
- Le recyclage à grande échelle**,
par M.-F. Dufour. Printemps 1982,
p. 16-18
- Reconstitution d'un paléoclimat**,
par Pierre Gangloff. Été 1983, p. 13-15
- Recycle That Waste**,
by Ron Collings and John Edwards.
Summer 1976, p. 15-17
- Reid, Réal et Sylvain Vézina
L'éolienne de Kuujuaq. Hiver 1988,
p. 11-13
- Reinson, G.E.
Canada's Barrier Islands. Winter 1981,
p. 6-8
- Remote Sensing Reveals Heat Loss**,
by R.J. Brown and J. Cihlar. Winter
1978, p. 18-20
- Rencz, A.M. with K.E. Percy and
I.M. Kettles
**Predicting terrain sensitivity to acid
rain: scientists integrate data sets**.
Winter 1985, p. 21-25
- Rencz, A.N. see Watson, G.P.
- Repérage du système tourbillonnaire du
Saint-Laurent**,
par André Lavoie, Mohammed El-Sabh,
Ferdinand Bonn et Jean-Marie Dubois.
Automne 1985, p. 17-19
- Les résidus d'amiante, une richesse
inexploitée**,
par J.-C. Aïtcin. Été 1981, p. 10-12
- Resources . . . Policy . . . Diplomacy**,
by J.-P. Drolet with Constance Mungall.
Summer 1978, p. 12-14
- Ressources futures?**
par C. Barbeau et J.C. Roy. Hiver 1974,
p. 8-9
- Le retour des éoliennes**,
par Benoît Barry. Printemps 1976,
p. 16-18
- Riddihough, R. see Davis, E.
- Riddihough, Robin
**A Global Detective Story: Plate
Tectonics in Western Canada**. Fall 1981,
p. 2-5
- Risk, M.J.
**The Windsor Mud Flat; Implications for
Tidal Power**. Summer 1979, p. 15-17
- River Run on the South Nahanni**,
by L.E. Jackson. Spring 1981, p. 5
- Rivers Sculpture the Earth**,
by A.D. Miall. Fall 1979, p. 2-5
- Robert, François
Les gisements d'or du Canada à l'étude.
Printemps 1988, p. 13-15
- Roberts, W.N.
**How EMR Gives Surgeons New
Instruments**. Winter 1975, p. 8-9
- Robertson, P. B.
The Holleford Meteorite Crater.
Summer 1975, p. 16-17;
see Gold, D.P. and Grieve, R.A.F.
- Robertson, P. Blyth see Grieve, Richard
A.F.
- Robitaille, André and/et Jean-Marie
Dubois
**A Valley Transformed/Une vallée se
refait une beauté**. Spring/Printemps
1989, p. 23-29
- Rochon, Guy voir Prévost, Christian
- Rock Fragments on File**,
by E.J.W. Irish. Winter 1974, p. 18-20
- Rocks are her Forte**,
by Iris Fleming. Fall 1975, p. 12-14
- Roddick, J.A.
Those Coast Mountains are Complex.
Summer 1975, p. 5-7
- Rodrigues, Petro
Une lumière dans le tunnel. Été 1978,
p. 15-17;
L'océanographie moderne. Hiver 1978,
p. 16-17;
Tomates à la raffinerie! Été 1980, p. 17
- Rogers, G.C. see Dragert, H.
- Rogers, Garry C. and Jack G. Souther
Hotspots trace plate movements. Spring
1983, p. 10-13
- Rondot, Jehan
L'astrolème de Charlevoix. Printemps
1975, p. 18-20
- Roots, Fred
A Geologist Looks at Man in his World.
Fall 1972, p. 8-9
- Ross, D.I.
The Huntec Seabed Project. Summer
1976, p. 8-9
- Rowan, Marielle see Merta, Jan
- Roy, D.W. voir Woussen, G.
- Roy, J.C. voir Barbeau, C.
- Royal Canadian Geographic Society
Awards/Distinctions. Summer 1976,
p. 20
- Royal Canadian Geographic Society Gold
Medal presented to Hon. Alastair
Gillespie**. Summer 1976, p. 20
- Runnalls, O.J.C.
**Uranium — The Future Supply and
Demand**. Fall 1972, p. 14-17
- Ryerson, Bob and Jean Game,
SPOT: A New Window on Canada.
Winter 1988, p. 14-17
- Ryerson, Bob and Jean Game,
**Update on SPOT: A New Window on
Canada**. Spring 1988, p. 16
- Sabina, Ann P.
**Canada, a Repository of Rocks,
Minerals and Fossils**. Spring 1975,
p. 15-17
- Sabourin, Raymond
**Made in Canada software brings mining
into computer age**. Summer 1983,
p. 20-21
- Sand Dunes in Canada**,
by Peter David. Spring 1979, p. 12-14
- Un satellite à l'affût des oiseaux**,
par Gilles Daoust et André Cyr. Été
1985, p. 16-21
- Les satellites à la rescousse de la
cartographie**,
par Robert Bélanger. Hiver 1982,
p. 14-17
- Un satellite très prometteur**,
par Monique Bernier. Hiver 1985,
p. 14-16
- Sawatsky, Henry see Farnand, Brian
- Sawyer, B. see Davis, E.
- Scammell, Ron
Maps to Work on, Maps to Dream on.
Fall 1973, p. 10-12
- Schafer, Charles T.
After Hudson '79, Phase 2. Winter 1980,
p. 8-9
- Schroeder, Jacques
Les grottes de la Nahanni. Été 1974,
p. 8-10
- Science 3000 Metres Under the Sea**,
by Constance Mungall. Winter 1980,
p. 5-7
- Scientist with a Paint Brush**,
by John Clare. Spring 1974, p. 2-4
- Scientists Monitor Climate and Pollution
from Ice Caps and Glaciers/Les glaciers
et les calottes glaciaires renseignent
les scientifiques sur la pollution et
l'évolution du climat**,
by/par Roy Koerner, Ram Dubey and/et
Murti Parnandi. Summer/Été 1989,
p. 33-38
- Scuba Diving in the Arctic**,
by Patrick McLaren. Spring 1978,
p. 10-11

- Sea Levels Are Changing/Les niveaux marins changent**,
by/par P.A. Egginton and/et J.T. Andrews.
Spring/Printemps 1989, p. 15-22
- Seafaring Oil Drillers**,
by D.F. Sherwin. Winter 1973, p. 10-11
- A Search for Early Life**,
by Paul Hoffman. Winter 1975, p. 12-14
- Seeking out our hidden resources**,
by Jocelyn Marshall. Spring 1985,
p. 16-18
- Séguin, Maurice K. et Paulette
Tourangeau
Des couleurs minérales. Automne 1978,
p. 9-11
- Seguin, Maurice K., Janusz Frydecki
and/et Langis Plante
**Can We Present Airborne Aeromagnetic
Data More Effectively?/Amélioration
dans la présentation des données
électromagnétiques aériennes**.
Fall/Automne 1988, p. 29-33
- Séguin, Maurice voir Fortier, Yvan
- Un séisme se prépare?**
par Goetz G.R. Buchbinder. Hiver 1984,
p. 6-9
- Seismic Reflection Probes the Deep
Structure of the Canadian
Appalachians**,
by F. Marillier, C.E. Keen and
G.S. Stockmal. Winter 1989, p.16-20
- Serson, Paul H.
**Cooperation in the Arctic: First Polar
Year, 1882, Set the Pattern**. Winter
1982, p. 1-3
- Serson, Paul H.
Tracking the North Magnetic Pole.
Winter 1980, p. 15-17
- Sharp, Glyn voir Mouchot, Marie-
Catherine
- Sharpton, Virgil L. see Grieve, Richard
A.F.
- Shatter cones: epilogue to a dynamic
story**,
by Cynthia Thompson. Spring 1984,
p. 1-4
- Sherwin, D.F.
Seafaring Oil Drillers. Winter 1973,
p. 10-11
- Shilts, W.W.
The Wealth the Glaciers Left Behind.
Fall 1974, p. 8-9
- Shilts, W.W. and/et Kettles, I.M.
**Geology and Acid Rain in Eastern
Canada/La géologie et les pluies acides
dans l'Est du Canada**. Summer/Été 1989,
p. 25-32
- Shilts, William W. see Larocque, Adrienne
- Signals From Space**,
by Bill Bruce. Spring 1976, p. 2-4
- Simard, Réjean et Monique Bernier
Spot-1. Automne 1985, p. 1-5
- 1988 Sino-Canadian Dinosaur Project
Successful in Inner Mongolia/Un Succès
de 1988 : l'expédition en Mongolie du
Projet sino-canadien de recherche sur
les dinosaurs**,
by/par Tomasz Jerzykiewicz.
Fall/Automne 1989, p. 1-6
- La sismique-réflexion nous révèle la
structure profonde des Appalaches
canadiennes**,
par F. Marillier, C.E. Keen et
G.S. Stockmal. Hiver 1989, p. 16-20
- Skinner, R.G.
Geology Controls Acid Rain Impact.
Winter 1980, p. 2-4
- Skylab Takes a Look at Canada**,
by R.A. Stewart. Spring 1974, p. 8-9
- The Slate Islands Structure**,
by R.A.F. Grieve and P.B. Robertson.
Spring 1977, p. 15-17
- Small Chips are Big Business**,
by J.M. Larose. Fall 1976, p. 10-11
- Smalley, Ian J.
Canada's silty soils — loess in disguise?
Winter 1984, p. 20-21
- Smith, Philip
**Glimpse the Adventures of Geologist
Low**. Summer 1975, p. 18-20
- Snow Freezes Moments in Time**,
by Roy Koerner, Jocelyne Bourgeois
and Bea Alt. Spring 1988, p. 1-5
- Snowden, Lloyd R.
**Oil! Prospecting for Hydrocarbons with
Geochemical Models**. Fall 1981, p. 6-10
- Soucy, Alain voir Marcotte, Hubert
- Les sous-marinières du pétrole**,
par René Goblot. Été 1975, p. 2-4
- Souther, Jack G.
Volcanoes — type A and B behaviour.
Fall 1983, p. 1-5
- Souther, Jack G. see also Rogers, Garry C.
- Space Storms and our Midnight
Splendour**,
by J.K. Walker. Fall 1980, p. 13-15
- SPOT: A New Window on Canada**,
by Bob Ryerson and Jean Game. Winter
1988, p. 14-17
- Spot-1**,
par Réjean Simard et Monique Bernier.
Automne 1985. p. 1-5
- St-Onge, Denis A.
Garder la pente douce. Automne 1978,
p. 15-17;
et avec M. Kugler et F. Morin, **Une
fenêtre sur l'avenir**. Hiver 1973, p. 12-14
- St-Onge, Denis A.
**Les eskers: outil de prospection
minière**. Été 1984, p. 14-17
- Stalker, Archie
Ice age bones — a clue. Spring 1984,
p. 11-14
- Steady, H.R. and R. Williams
Canada's Mineral Collection. Winter
1976, p. 2-4
- Steel with Less Energy**,
by Cyril Dixon. Fall 1981, p. 19-20
- Steger, Henry
Ore and Metal Standards Vital to Labs.
Summer 1981, p. 13-15
- Stephenson, R.A. see/voir Asudeh, I.
- Stephenson, R.A. see/voir Embry, A.F.
- Stevens, A.E. see Basham, P.W.
- Stevens, Anne see Leblanc, Gabriel
- Stevenson, Louise S.
Your Health and Geology. Summer
1974, p. 16-17
- Stewart, R.A.
Skylab Takes a Look at Canada. Spring
1974, p. 8-9
- Stockmal, G.S. see/voir Marillier, F.
- The Stonehenge of the Plains**,
by H.G. Classen. Summer 1973, p. 3-4
- The Strange Tides That Move the Earth
We Live On**,
by Anthony Lambert and Don Bower.
Spring 1974, p. 10-12
- Strangway, David W.
The Moon, Glaciers and Permafrost.
Fall 1978, p. 2-4
- La stratigraphie précambrienne garde
jalousement ses secrets**,
par Léo-Paul Tremblay. Printemps 1974,
p. 13-15
- Strong, David F.
After the Oceans Closed. Spring 1980,
p. 14-17
- Subduction!**
by H.G. Classen. Fall 1977, p. 2-5
- Subsidence monitoring**,
by Joan Beshai. Summer 1985, p. 22-25
- Un succès de 1988 : l'expédition en
Mongolie du Projet sino-canadien de
recherche sur les dinosaurs/1988 Sino-
Canadian Dinosaur Project Successful
in Inner Mongolia**,
by/par Tomasz Jerzykiewicz.
Fall/Automne 1989, p. 1-6
- Sullivan, Kathryn D.
Geologists in Space. Spring 1979, p. 5-8
- Sundby, Bjørn and J. Michael Bewers
Oceanic Fronts. Winter 1975, p. 15-17
- The Superior Geotraverse**,
by A.M. Goodwin. Summer 1978, p. 5-7
- The Survey story**,
by Don W. Thomson. Fall 1982, p. 9-11
- Surveying and Mapping Helps Build
Canada/La topographie et la
cartographie au service du Canada**,
by/par Sean Finlay. Fall/Automne 1989,
p. 22-29

- Surveying the Columbia Icefield**,
by an interdisciplinary group from
government and university. Winter
1978, p. 9-12
- Survival Suits Meet New Standards/Les
combinaisons de survie répondent à de
nouvelles normes**,
by/par Jan Merta and/et Tom Farr.
Spring/Printemps 1989, p. 1-5
- Survival Suits Must Save Lives**,
by Jan Merta and Marielle Rowan.
Spring 1988, p. 17-21
- Sweeney, J.F.
Arctic Seafloor: Past and Present.
Winter 1979, p. 2-5
- Sweeney, Jack
**Arctic tectonics — what we know
today**. Fall 1984, p. 8-10
- Sweet, A.R. and T. Jerzykiewicz
**Cretaceous-Tertiary boundary, signpost
to coal deposits**. Fall 1985, p. 6-9
- Swimmings, E.K.
**The Machine That Makes Metals Yield
Their Secret**. Spring 1973, p. 8-9
- Le système morainique frontal le plus
long de l'Est du Canada**,
par Jean-Marie Dubois et Jean-Claude
Dionne. Hiver 1985, p. 7-10
- Taking X-rays of Rocks**,
by Gordon Hutchison. Summer 1976,
p. 18-19
- Taylor, Graham
Hydrocracking; More Oil From Sand.
Fall 1978, p. 18-20;
Water Treatment on the Road. Spring
1981, p. 14-16
- Technologies nouvelles: une solution aux
problèmes énergétiques?**
par Hélène Fortin. Hiver 1979, p. 8-9
- Tempelman-Kluit, Dirk
Geology Reveals Yukon's Riches.
Summer 1981, p. 2-6
- Teskey, Dennis
**Computer presentations enhance
aeromagnetic data**. Summer 1984, p. 1-3
- That Sinking Feeling: Scientists Monitor
Seafloor Subsidence in Nova Scotia's
Sydney Coalfield/Cette sensation
enfoncement: Les scientifiques
surveillent l'affaissement du fond marin
dans le bassin houiller de Sydney en
Nouvelle-Écosse**,
by/par Tim Aston. Fall/Automne 1989,
p. 18-21
- Thomas, Don W.
Canada Has Her Picture taken. Winter
1976, p. 10-12;
Geodesy in Transition. Summer 1981,
p. 19-22;
When Maps Go to Court. Fall 1973,
p. 5-6;
Three Men Who Unlocked the West.
Fall 1979, p. 18-20
- Thomas, M.D. see Gibb, R.A.
- Thompson, Cynthia
**Shatter cones: epilogue to a dynamic
story**. Spring 1984, p. 1-4
- Thomson, Don W.
Canada helps map the Third World.
Spring 1984, p. 21-23
- Thomson, Don W.
The Survey story. Fall 1982, p. 9-11
- Thorsteinsson, Ray and Constance
Mungall
**A less stressful form of life ...
Memories of a geologist in Canada's
Arctic 1950-1982**. Summer 1982, p. 1-4
- Those Coast Mountains are complex**,
by J.A. Roddick. Summer 1975, p. 5-7
- Three Men Who Unlocked the West**,
by D.W. Thomson. Fall 1979, p. 18-20
- Through the Northwest Passage**,
by Constance Mungall. Spring 1982,
p. 1-4
- Tibbetts, Ted E.
**La tourbe canadienne: nouveau virage
technologique?** Automne 1983, p. 19-21
- Tillement, Bernard
Des géologues en sous-marin. Printemps
1973, p. 15-17
- Tinawi, René
**L'ingénieur en structures face aux
séismes**. Automne 1980, p. 18-20
- Tomates à la raffinerie!**
par Pedro Rodrigues. Été 1980, p. 17
- La topographie et la cartographie au
service du Canada/Surveying and
Mapping Helps Build Canada**,
by/par Sean Finlay. Fall/Automne 1989,
p. 22-29
- Tourangeau, Paulette voir Séguin, M.K.
- La tourbe canadienne: nouveau virage
technologique?**
par Ted E. Tibbetts. Automne 1983,
p. 19-21
- La tourbe: un agent dépolluant**,
par Bernard Coupal. Automne 1985,
p. 10-13
- Les tourbières: un réservoir de carbone
qui fuit/Peatlands: A Leaky Sink in the
Global Carbon Cycle**,
by/par Lynn Ovenden. Summer/Été
1989, p. 19-24
- Towards a Canadian Energy and Mineral
Policy**,
by Hon. D.S. Macdonald. Summer 1972,
p. 2-4
- Townsend, Michael
**CANMET and the Pylon-1000 —
CANMET technology leads to
commercial development of instruments
to monitor radon in mines and
houses/CANMET et le Pylon-1000 — La
technologie de CANMET rend possible
le développement commercial
d'instruments servant à mesurer le
radon dans les mines et les habitations**.
Fall/Automne 1989, p. 7-10
- Tracking the North Magnetic Pole**,
by Paul H. Serson. Winter 1980, p. 15-17
- Traits du glacier Peyto**,
par J.D. Tremblay. Automne 1976, p. 5-7
- Traynor, Tim
Solar Energy — a Ray of Sunshine? Fall
1976, p. 18-20
- Tremblay, J.D.
Notre héritage cartographique.
Printemps 1976, p. 5-7;
Traits du Glacier Peyto. Automne 1976,
p. 8-9
- Tremblay, Léo-Paul
**La stratigraphie précambrienne garde
jalousement ses secrets**. Printemps 1974,
p. 13-15
- Le tremblement de terre du Saguenay :
plus de peur que de mal/Earthquake in
the Saguenay: More Fear Than Harm**,
by/par Maurice Lamontagne.
Spring/Printemps 1989, p. 9-14
- Trigg, Doug, Goetz Buchbinder et Frede
Andersen
**La collaboration internationale : EMR
fait sa part!** Été 1986, p. 11-14
- The Troubled Air**,
by E.R. Mitchell. Fall 1972, p. 18-20
- Tsunami: the dreaded harbour wave**,
by Jocelyn Marshall. Fall 1985, p. 14-16
- Turcotte, Diane
Le monde fascinant des roches. Été
1974, p. 18-20
- Turcotte, Gilles
Forage révolutionnaire. Hiver 1975,
p. 18-20
- Two Giants of Geology**,
by C.G. Winder. Winter 1979, p. 10-12
- Udd, J.E., A. Boyer and N.R. Billette
La recherche minière à CANMET. Hiver
1988, p. 1-6
- Ultrafiltration Cleans Oily Water**,
by Brian A. Farnand and Thomas A.
Krug. Fall 1988, p. 21-28
- Ultrafiltration for high-quality water from
oil field emulsions**,
by Brian Farnand and Henry Sawatsky.
Winter 1985, p. 11-13
- L'ultrafiltration nettoie l'eau contaminée
par du pétrole**,
par Brian A. Farnand et Thomas A.
Krug. Automne 1988, p. 21-28
- Under the big eye: photogrammetry maps
the world**,
by Elizabeth A. Fleming. Fall 1985,
p. 22-25
- Update on SPOT: A New Window on
Canada**,
by Bob Ryerson and Jean Game. Spring
1988, p. 16
- Uranium**,
by O.J.C. Runnalls. Fall 1972, p. 14-17
- Uranium — Policy and Prospects**,
by H.B. Merlin. Winter 1975, p. 2-4

- Uranium Recovery From Ores**,
by D. and M. Raicevic and D.R. McCarthy. Winter 1980, p. 10-11
- Vachon, Gilles voir Lemieux, Gilles-H.
- Une vallée se refait une beauté/A Valley Transformed**,
by/par André Robitaille and/et Jean-Marie Dubois. Spring/Printemps 1989, p. 23-29
- A Valley Transformed/Une vallée se refait une beauté**,
by/par André Robitaille and/et Jean-Marie Dubois. Spring/Printemps 1989, p. 23-29
- Vancea, Liviu
L'hydrogène: le combustible de l'avenir? Bureau de recherche et développement énergétiques, EMR. Automne 1984, p. 11-13
- Vegetation changes over 12 000 years/ Changements de végétation au cours de 12 000 ans**,
by/par T.W. Anderson. Summer/Été 1989, p. 39-47
- La végétation dénote l'éventualité d'un terrain arctique instable/Vegetation Indicates Potentially Unstable Arctic Terrain**,
by/par Sylvia A. Edlund. Summer/Été 1989, p. 9-13
- Vegetation Indicates Potentially Unstable Arctic Terrain/La végétation dénote l'éventualité d'un terrain arctique instable**,
by/par Sylvia A. Edlund. Summer/Été 1989, p. 9-13
- Veillette, J. et M. Nixon
Pour maîtriser le pergélisol. Automne 1979, p. 15-17
- Verhoef, Jacob see Woodside, John
- Verity, T.W.
Canada's Golden Thread. Spring 1973, p. 12-14
- Verreault, René voir Lemieux, Gilles-H.
- Vers une gestion des ressources en eau du Sahel**,
par Christian Prévost et Guy Rochon. Printemps 1985, p. 4-9
- Vezina, Sylvain voir Reid, Réal
- Vigneault, Camil
Les levés astronomiques sous le soleil de miniut. Été 1976, p. 12-14
- Vilks, Gustav and Constance Mungall
Monitoring the Deep Ocean. Winter 1979, p. 13-15
- Vincent, Jean-Serge
L'île de Banks: un paradis pour l'étude des glaciations quaternaires. Hiver 1981, p. 18-21
- Vincent, Jean-Serge see Dyke, Arthur S.
- Un visage mistassinien**,
par Camille Laverdière et Pierre Guimont. Printemps 1978, p. 18-20
- Volcanoes — type A and B behaviour**,
by Jack G. Souther. Fall 1983, p. 1-5
- Waiser, W.A.
John Macoun, first GSC Botanist. Summer 1980, p. 18-20
- Walker, John K.
Space Storms and our Midnight Splendour. Fall 1980, p. 13-15
- Walsh, J.H. see Rabbitts, F.T.
- Warm-Climature Life on Ancient Ellesmere Island**,
by R.M. West. Winter 1977, p. 9-11
- Watch for Falling Rock**,
by G.H. Eisbacher. Summer 1977, p. 12-15
- A Watchful Eye**,
by Constance Mungall and Dorothy Harper. Fall 1980, p. 6-9
- Water Treatment on the Road**,
by Graham Taylor. Spring 1981, p. 14-16
- Watson, G.P., A.N. Rencz and/et G.F. Bonham-Carter
Computers Assist Prospecting/ Les ordinateurs sont utiles en prospection minérale. Winter/Hiver 1989, p. 8-15
- Watson, Janet
At the Atlantic Margin: a View of Northwest Scotland. Summer 1977, p. 5-8
- Watts, Stephen
Highly weathered bedrock terrain — an enigma in Arctic Canada. Summer 1984, p. 7-9
- The Wealth the Glaciers Left Behind**,
by W.W. Shilts. Fall 1974, p. 8-9
- Weber, J.R.
Exploring the Arctic Seafloor. Summer 1980, p. 2-7
- West, Robert M.
Warm-Climature Life on Ancient Ellesmere Island. Winter 1977, p. 9-11
- Wetmiller, R.J. see Basham, P.W.
- Wetmiller, R.J. see Horner, R.B.
- Whaley, Horace
Coal-Water Fuel Burns Successfully in Utility and Industrial Boilers/Un combustible charbon-eau s'avère efficace dans des chaudières de l'industrie et de services publics. Winter/Hiver 1989, p. 21-25
- What Was That? Meteoroid Sonic Boom Recorded on Yellowknife Seismic Array**,
by F.M. Anglin and R.A.W. Haddon. Winter 1988, p. 22-25
- When Maps Go to Court**,
by D.W. Thomson. Fall 1973, p. 5-6
- When Terra Firma Becomes Terror Firma**,
by N.R. Gadd. Summer 1973, p. 13-15
- When Will We Start Mining the Seas?**
by B.D. Loncarevic. Summer 1974, p. 13-15
- Where Science and Society Meet; the IGC summed up.** Fall 1972, p. 5-7
- Where the River Meets The Sea, Studies of the Fraser Delta**,
by John J. Clague and John L. Luternauer. Spring 1982, p. 8-12
- White, D. see/voir Asudeh, I.
- Whittington, H.B. see Morris, S. Conway
- Wilkinson, Ron see Montagano, Gordon
- Williams, G.L. see Bujak, J.P.
- Williams, R. see Steacy, H.R.
- Wilson, John see Laguitton, Daniel
- Winder, C. Gordon
Logan (Montreal) and Hall (Albany): Two Giants of Geology. Winter 1979, p. 10-12
- The Windsor Mud Flat: Implications for Tidal Power**,
by M.J. Risk. Summer 1979, p. 15-17
- Women in Mining?**
by Vivian Astroff. Winter 1976, p. 16-17
- Woodside, John, Jacob Verhoef and Ron Macnab
Gravity and Magnetic Maps Come of Age in the Electronic Era. Winter 1987, p. 15-18
- The World has Plenty of Oil ... or has it?**
by J.L. Crabb. Spring 1973, p. 5-7
- World Oil**,
by J.L. Crabb. Summer 1975, p. 8-9
- Worldwide distribution of ocean bed metallic minerals**,
by Gordon A. Gross and C.R. McLeod. Summer 1983, p. 1-5, 7, 9
- Woussen, G., E. Dimroth et D.W. Roy
L'orogénie Grenville. Printemps 1979, p. 18-20
- Wright, James A. see Greenhouse, John P.
- Yorath C.J. and B.E.B. Cameron
Oil off the West Coast? Spring 1982, p. 13-14
- Your Health and Geology**,
by L.S. Stevenson. Summer 1974, p. 16-17

from the sun. There are no windows on the windy north side. The houses also feature cost-effective levels of insulation with carefully sealed vapor barriers, and controlled ventilation. They are heated exclusively with wood (Fig. 4).

Wood was chosen as the most suitable heating fuel for the new houses. In selecting wood-heating stoves, the community tested five different types of stoves. They settled on a simple, rugged energy-efficient design. With a relatively open floor plan and careful attention to heat circulation, a small wood stove can adequately heat a house in the subarctic climate, where temperatures can drop to -50°C . The band estimates that each household's wood consumption has declined from 15 cords each year at Winisk to two to three cords a year in Peawanuck — a significant benefit in an area of slow-growing trees. It also benefits the wood harvester who must collect wood either by snowmobile or by floating it down-river to Peawanuck.

Island Lake Tribal Council

The Island Lake Tribal Council of northern Manitoba also has a success story. In 1986, it saw the energy-efficiency concept as a means to high quality, durable housing which would be suitable to local lifestyles and cost effective over the life of the house. In cooperation with the

de celui ou celle qui coupe le bois et qui doit l'amener jusqu'à Peawanuck en motoneige ou en le faisant flotter sur la rivière.

Le Conseil tribal d'Island Lake

Le Conseil tribal d'Island Lake a lui aussi réussi tout un exploit. La grande valeur du concept d'efficacité énergétique a été reconnue par le Conseil en 1986 comme non seulement souhaitable pour la construction de maisons résistantes et bien appropriées au genre de vie menée par les gens, mais aussi rentable pour la vie domestique. En coopération avec leurs voisins du Conseil tribal Keewatin et avec l'aide du gouvernement fédéral, les membres du Conseil d'Island Lake ont mis sur pied un cours de techniques de construction éconergétique et l'ont offert à des équipes locales de construction venant de 10 collectivités situées sur les territoire des deux conseils. Le programme comprenait une formation en salle de cours ainsi que des travaux pratiques sur les méthodes de construction et de rénovation.

De nouvelles maisons éconergétiques ont été construites selon des plans élaborés en consultation avec les bandes, alors que d'autres maisons, déjà existantes, ont été améliorées dans neuf collectivités (fig. 5). En outre, ces maisons respectent les normes d'étanchéité les plus strictes. On

adjacent Keewatin Tribal Council and with help from the federal government, it set up a remote energy-efficient builders' course and offered it to local construction crews from 10 communities in the two tribal council areas. The course gave classroom and hands-on instruction in new and retrofit construction skills.

Based on house designs developed in consultation with the bands, energy-efficient new houses were built and retrofits of existing homes were

undertaken in nine communities (Fig. 5). These houses passed the highest standards of airtightness. The house designs and construction skills are now in use for further housing projects in the communities. The builders' course is being expanded to include materials and labour estimation, tendering and purchasing materials, stock control and project

Figure 6 Log power house of the community-built hydroelectric power system in Rendell Creek, British Columbia.



se sert maintenant des plans de maison et des nouvelles méthodes de construction pour d'autres projets d'habitation dans les collectivités. Le cours lui-même prend de l'ampleur. Il traite de l'estimation des matériaux et de la main-d'oeuvre, de la demande de soumissions d'achat des matériaux, du contrôle des stocks et de la gestion de projet. Le Conseil tribal d'Island Lake et certains collègues communautaires donnent maintenant ce cours ailleurs au Canada.

Afin de compléter ce projet, un cours spécial destiné aux menuisiers des collectivités éloignées, a été mis sur pied. Il porte sur l'installation sécuritaire d'appareils de chauffage au bois et de cheminées. Ce cours se donne maintenant dans toutes ces collectivités depuis le Yukon jusqu'à Terre-Neuve. De plus, des documents d'information destinés aux utilisateurs ont été publiés dans le cadre du programme fédéral. Malheureusement, il est encore trop courant de trouver dans de nombreuses collectivités éloignées des poêles à bois non homologués (parfois même des fûts de mazout convertis) et des installations défectueuses. On déplore aussi le manque d'information au sujet des questions de sécurité associées au chauffage au bois.

Figure 6 Bâtiment en bois rond abritant la génératrice de la centrale hydro-électrique construite par la collectivité à Rendell Creek (Colombie-Britannique).

L'électricité

Les consommateurs qui sont desservis par un réseau d'électricité tiennent pour acquis que les installations ont la capacité voulue pour répondre à tous leurs besoins; cependant, dans les collectivités où l'électricité est produite par des groupes diesel, le service laisse parfois à désirer et les coûts peuvent être très élevés. Bien que les factures d'électricité soient en grande partie subventionnées, le niveau de courant n'en demeure pas moins limité à 15 ou 20 ampères. De plus, les organismes qui subventionnent le service d'électricité dans les régions isolées, et à qui des fonds publics sont souvent versés, paient la majeure partie des coûts de combustible. Cette dépense représente habituellement un coût de 30 à 40 cents le kilowatt-heure, mais peut dépasser 70 cents là où le combustible diesel doit être livré par avion.

Il existe pourtant des moyens de réduire les coûts d'électricité, d'augmenter la quantité d'électricité disponible et d'entraîner des retombées pour l'industrie

management, and is being taught elsewhere in Canada by the Island Lake Tribal Council and community colleges.

As an adjunct to this project, a special course was developed to train carpenters in remote communities to safely install wood heating appliances and chimneys. This course is now being taught to installers from the Yukon to Newfoundland. The federal program also produced written information for users. Uncertified wood stoves (sometimes converted oil drums), faulty installation and lack of familiarity with wood heating safety are still all too common in many remote communities.

Figure 7 *The 65-kW wind turbine at Fort Severn, Ontario, was dedicated at this opening ceremony in Cree by a local elder, Able Bluecoat.*



Figure 7 *Située à Fort Severn (Ontario), cette éolienne de 65 kW a été inaugurée officiellement en langue crie par un des anciens de la région, Able Bluecoat.*

et la population locale. En général, les groupes diesel classique n'extraient qu'environ 30 % de l'énergie contenue dans le combustible diesel. Le reste de cette énergie est habituellement perdu sous forme de chaleur excédentaire dans l'eau de refroidissement et les gaz d'échappement du moteur diesel.

À Port Hope Simpson, agglomération de pêcheurs située au Labrador, le groupe électrogène diesel a été doté d'une unité de récupération de la chaleur perdue qui

Electricity

Full-service electricity, which grid customers take for granted, is not so readily available or cheaply provided in diesel-powered communities. While consumers in remote communities may have their electricity bills highly subsidized, this does not compensate for a level of service that can be restricted to 15 to 20 amps. Also, agencies, often publicly funded, which subsidize remote electricity service, pay most of the fuel costs — commonly in the range of 30 to 40 cents per kWh but sometimes exceeding 70 cents where diesel fuel must be flown in.

Yet there are opportunities to reduce electricity costs, increase the level of service and create local and industrial spin-offs as well. Conventional diesel generation systems typically extract only about 30 per cent of the energy in diesel fuel. The rest of the energy is usually wasted as surplus heat in the diesel engine's cooling water and exhaust gas.

The Labrador fishing community of Port Hope Simpson now has a waste heat recovery unit on their diesel generator which transfers surplus heat to a community greenhouse adjacent to the power plant. Before the greenhouse, most vegetables were imported to the community. Now the greenhouse allows the community to raise vegetable

transfère la chaleur excédentaire à une serre communautaire adjacente à la centrale. Avant la construction de la serre, il fallait importer la plupart des légumes; maintenant, les membres de la collectivité font pousser les jeunes plants dans la serre et, le moment venu, les transplantent dans les jardins de la région. Ils obtiennent ainsi, à un prix moindre, des légumes plus frais que ceux qui étaient importés.

Au sud de la Colombie-Britannique, au coeur de la vallée Christian, dans l'Okanagan, se trouve la petite collectivité de Rendell Creek, essentiellement consacrée à l'élevage de bestiaux (fig. 18). Parce que l'agglomération se trouve à 30 km du réseau le plus proche, on ne pouvait pas compter sur les sources classiques d'électricité. Faisant preuve d'une grande ingéniosité, les membres de la collectivité ont déniché des tuyaux d'amenée d'eau et des groupes électrogènes usagés (échangeant à l'occasion du bois de chauffage contre certaines pièces) et ont construit leur propre installation électrique à Cochrane Creek. Ils ont peut-être la seule génératrice logée dans un bâtiment en bois rond au Canada (fig. 6)!

Cependant, l'installation ne suffisait pas à satisfaire entièrement la demande d'électricité. Pour résoudre ce problème, la collectivité a installé un système de gestion de la charge qui sert à rationner

seedlings to the stage where they can be transplanted locally, thereby yielding lower-cost and fresher vegetables than those previously imported.

The small ranching community, Rendell Creek, is tucked deep in the Okanagan's Christian Valley in southern British Columbia. At 30 km from the nearest grid, conventional electricity was not a viable option. Using much ingenuity, the community scrounged for used penstock pipe and generation equipment (including trading firewood for some parts), and built its own power system at Cochrane Creek. It has possibly the only log power house in Canada (Fig. 6).

The system was, however, unable to meet full electricity needs. To solve this problem, the community added a load-management system to ration the electricity available for various community needs over the course of a day — cooking, lighting, washing, irrigation and a small shingle mill. Load management can be used with any local electricity system, regardless of fuel source. The trick is to get the community to agree on electrical priorities!

Another hydroelectric project has become a landmark for private power production in Canada. Mary's Harbour, Labrador, is the site of a small hydroelectricity plant on the nearby St. Mary's River. Built in 1987, the 135-kW system is connected to

l'électricité disponible selon les divers besoins de la collectivité au cours de la journée — la préparation des repas, l'éclairage, le lavage, l'irrigation et l'exploitation d'une petite usine de bardeaux. Il est possible de gérer la charge au sein de n'importe quel réseau d'électricité, peu importe le carburant qui alimente la centrale. Le plus difficile est d'arriver à un consensus dans la collectivité au sujet de l'ordre de priorité des besoins d'électricité!

Un autre projet d'hydro-électricité a fait époque dans le secteur de la production privée d'électricité au Canada. L'agglomération de Mary's Harbour, au Labrador, s'est dotée d'une petite centrale hydro-électrique. Construite en 1987 sur la rivière St. Mary's, cette centrale de 135 kW est reliée au réseau local utilisé pour distribuer l'électricité produite par des groupes diesel. Une entreprise privée, Mary's Harbour Hydro, a construit la centrale et a été la première société à être autorisée par le Newfoundland Public Utilities Board à produire de l'électricité commercialement. Ce projet crée un important précédent qui peut servir d'exemple à d'autres entreprises qui voudraient vendre de l'électricité et même à d'autres collectivités qui souhaiteraient produire leur propre électricité.

the local diesel distribution grid. A private company, Mary's Harbour Hydro, built the system and was the first in the province accredited by the Newfoundland Public Utilities Board to produce electricity commercially. This project has set quite a precedent for other companies to sell power and indeed for communities to generate their own power.

Wind Power

One of the more promising renewable energy sources for remote communities is wind. Over the last few years, several of Canada's major utilities have installed wind energy conversion systems, as they are sometimes called, in remote communities.

The flagship of these projects is the first commercial wind farm in Canada and what is believed to be the world's most northerly wind farm. Located at Cambridge Bay in the Northwest Territories, above the Arctic Circle, the farm consists of four horizontal-axis 25-kW turbines linked to the local Northwest Territories Power Corporation distribution system. Modified for cold weather operation, the turbines have been generating well, despite some down time. The benefits of this project include reduced fuel costs to the utility and a big boost to the Canadian renewable energy industry.

L'énergie éolienne

Le vent est l'une des sources d'énergie renouvelable les plus prometteuses pour les collectivités éloignées. Au cours des dernières années, plusieurs des principaux services publics du Canada ont installé des systèmes de conversion de l'énergie éolienne, comme on les appelle parfois, dans des collectivités éloignées.

La première batterie commerciale d'éoliennes au Canada constitue le projet vedette de ce groupe d'initiative; on croit qu'il s'agit en fait de la batterie d'éoliennes la plus septentrionale au monde. Située à Cambridge Bay, dans les Territoires du Nord-Ouest, au-delà du cercle Arctique, la batterie est formée de quatre éoliennes de 25 kW à axe horizontal reliées au réseau local de distribution de la Northwest Territories Power Corporation. Modifiées de manière à fonctionner même à basse température, les éoliennes ont donné une bonne production malgré quelques périodes d'inactivité. Ce projet a aidé le service public de la région à réduire ses coûts de combustible et a donné beaucoup de tonus à l'industrie canadienne des énergies renouvelables.

Pour leur part, les habitants de Kuujjuak, dans la région arctique du Québec, ont tout lieu d'être fiers de l'éolienne de 65 kW installée par Hydro-Québec. Les

gens des environs appellent l'éolienne Kaivituk, c'est-à-dire « la chose qui tourne ». Les avantages directs du système de conversion de l'énergie éolienne rapportent surtout au service public, sous forme d'économie de combustible, et à l'industrie. La collectivité, quant à elle, considère l'éolienne comme un gage d'autonomie. La quantité d'énergie produite par l'éolienne a dépassé les prévisions. Aussi Hydro-Québec envisage-t-il la construction éventuelle de nouvelles installations. De son côté, Ontario Hydro exploite une installation semblable de 65 kW dans la collectivité Crie au Fort Severn, au nord de l'Ontario (fig. 7). Les jours de vent, cette éolienne satisfait jusqu'à 70 % de la demande d'électricité de la collectivité.



gens des environs appellent l'éolienne Kaivituk, c'est-à-dire « la chose qui tourne ». Les avantages directs du système de conversion de l'énergie éolienne rapportent surtout au service public, sous forme d'économie de combustible, et à l'industrie. La collectivité, quant à elle, considère l'éolienne comme un gage d'autonomie. La quantité d'énergie produite par l'éolienne a dépassé les prévisions. Aussi Hydro-Québec envisage-t-il la construction éventuelle de nouvelles installations. De son côté, Ontario Hydro exploite une installation semblable de 65 kW dans la collectivité Crie au Fort Severn, au nord de l'Ontario (fig. 7). Les jours de vent, cette éolienne satisfait jusqu'à 70 % de la demande d'électricité de la collectivité.

Les centrales alimentées au bois

Le bois n'est certes pas un nouveau combustible pour la production d'électricité, mais c'est une source qui est tombée un peu dans l'oubli depuis plusieurs années. À Roddickton, la Newfoundland and Labrador Hydro

installations. Ontario Hydro has a similar 65-kW installation at the Cree community of Fort Severn in northern Ontario (Fig. 7). On a windy day, this turbine can meet up to 70 per cent of the community's electricity needs.

Figure 8 Grise Fiord, Canada's most northerly community, has undertaken a community energy awareness program which realized a sustainable 11-per-cent saving on heating fuel in one heating season.

Figure 8 La collectivité la plus septentrionale du Canada, Grise Fiord, a mis sur pied un programme de sensibilisation de la collectivité grâce auquel elle a réalisé, en un hiver, un économie durable de 11 % sur sa consommation de mazout.

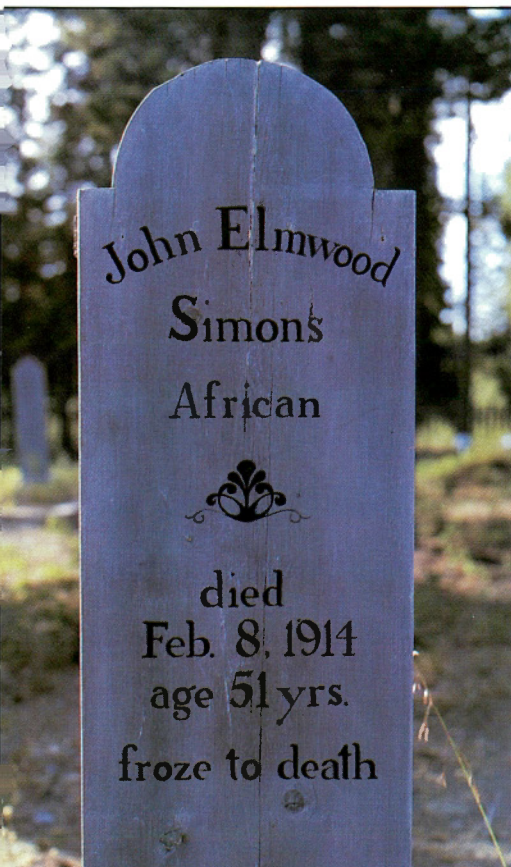
Corporation remplace actuellement la génératrice diesel par une centrale de 5MW alimentée au bois. En plus de satisfaire les besoins d'énergie de la région, cette installation créera 25 emplois pour la coupe du bois et aidera à soutenir les emplois dans l'industrie forestière locale en utilisant comme combustible les déchets de bois. L'actuelle usine à génératrice diesel sera utilisée en cas de panne.

Peu importe la source d'approvisionnement énergétique, toutes les collectivités devraient prendre des mesures visant à réduire leur demande d'électricité. Elles peuvent mettre sur pied des projets axés sur des techniques qui permettent d'augmenter les économies d'énergie, comme le fait d'envelopper les réservoirs à eau chaude et d'utiliser des

Wood-fueled Power

Wood is not a new fuel source for electricity generation but it has been dormant for some years. Newfoundland and Labrador Hydro Corporation is currently replacing the diesel-powered generator at Roddickton with a five-

This wooden tombstone stands in the cemetery of Atlin, northern British Columbia.



Cette pierre tombale en bois a été érigée dans le cimetière d'Atlin, dans le nord de la Colombie-Britannique.

ampoules de plus faible puissance. À la suite d'une campagne de sensibilisation dans la collectivité, Grise Fiord a organisé son propre concours d'économie d'énergie. Leur résultat est concluant : la consommation d'énergie a diminué de 11 % l'hiver dernier (fig. 8). La collectivité lance maintenant un défi aux autres agglomérations de l'Arctique d'en faire autant.

Dans les collectivités éloignées, réduire la consommation d'énergie n'est pas seulement un but en soit. Il est important, certes, de diminuer la consommation de combustible fossile et les coûts liés à l'énergie; toutefois, l'énergie peut aussi servir à atteindre d'autres buts. Les collectivités pourraient en profiter à plusieurs égards : amélioration des habitations, augmentation de la sécurité et de l'efficacité des systèmes de chauffage, possibilité de perfectionnement

megaWatt wood-fueled power generation plant. While meeting energy needs in the region, this plant will create 25 jobs in wood harvesting and also help sustain jobs in the local forestry industry through its demand for waste wood products for fuel. The existing diesel plant will remain on standby.

Regardless of the source, reducing electricity demand is a conservation measure applicable to all communities. Electricity conservation techniques, such as installing hot-water tank blankets and using lower wattage lighting can become community projects. Following a community energy awareness campaign, Grise Fiord held its own energy conservation competition — and used 11 per cent less energy this past winter (Fig. 8). The community is now planning to challenge other arctic communities to do the same.

In remote communities, reduced energy use is not just an end in itself. While lower fossil-fuel consumption and diminished energy costs are important, energy can also be used as a means to other ends. At the community level, benefits can include improved housing, safer and more effective heating systems, the prospect of skills development and employment creation and the retention of cash flow in the community.

de la main-d'oeuvre locale et de création d'emplois, gain financier au profit de la collectivité, etc.

Pour l'industrie canadienne, les collectivités éloignées représentent un excellent marché pour les technologies reliées aux énergies renouvelables, aux systèmes visant à augmenter l'efficacité des groupes diesel, à l'habitation et au chauffage au bois ainsi qu'aux économies d'énergie.

Bien que les buts fixés en matière d'efficacité et d'économie énergétiques soient en voie de réalisation, les collectivités éloignées du Canada, nombreuses et diversifiées, n'en continuent pas moins d'exister à titre d'un secteur, important et particulier, de la société canadienne.

Nota — Les projets mentionnés dans le présent article ont été entrepris à titre de démonstrations dans le cadre du Programme de démonstration dans les collectivités éloignées du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources. Les intéressés peuvent se procurer un document vidéo intitulé « L'énergie dans les collectivités éloignées du Canada » en s'adressant à la Société de commercialisation LM Limitée (à Toronto : (416) 575-3750; à Montréal : (514) 631-9010 et à Vancouver (604) 294-6231.

For Canadian industry, remote communities offer a prime market for technologies related to renewable energy systems, diesel efficiency systems, housing and wood heating, and energy conservation.

While energy-efficiency and conservation goals are being realized, Canada's many and varied remote communities are surviving as an important and special segment of Canadian society.

Note: Projects mentioned in this article were undertaken as energy demonstrations under EMR's Remote Community Demonstration Program. A video entitled "Energy in Canada's Remote Communities" is available from LM Media Marketing Ltd. (Toronto 416-575-3750; Montreal 514-631-9010; Vancouver 604-294-6231)

Elliot Rodger is a former manager of EMR's Remote Community Demonstration Program. He is presently Director of Planning, Programming and Development for Environment Canada, Parks Service (Ontario region).

Elliot Rodger a dirigé le Programme de démonstration dans les collectivités éloignées d'EMR. Il occupe actuellement le poste de directeur de la Planification, de la Programmation et de la Mise en valeur, au Service canadien des parcs d'Environnement Canada (région de l'Ontario).

When the wind blows . . .

by Tracy Thiessen



About 1300 wind turbines operate across Canada at present: 1000 are used for water pumping and 300 for generating electricity. These 300 have 6 MW of electrical generating capacity, or enough to power 1100 typical households.

Using wind to produce energy is not a new idea — the Persian Empire had a formidable fleet of sailing ships some 1200 years ago. Wind energy is generated when the kinetic energy from a moving mass of air is harnessed and converted to a useful mechanical or electrical form by windmills, or in today's more precise terminology, wind energy conversion systems (WECS).

Vertical axis wind turbine

Quand le vent souffle . . .

par Tracy Thiessen

On compte actuellement au Canada environ 1 300 éoliennes en exploitation dont 1 000 servent au pompage de l'eau, et 300 autres produisent de l'électricité. D'une capacité d'environ 6 MW, leur production est suffisante pour satisfaire à la demande de 1 100 ménages moyens.

L'utilisation du vent pour produire de l'énergie n'est pas un concept nouveau. L'empire perse disposait déjà, il y a environ 1 200 ans, d'une formidable flotte de bateaux à voiles. Pour produire de l'énergie éolienne, il faut capter l'énergie cinétique d'une masse d'air en déplacement et la transformer sous forme mécanique ou électrique. Pour ce faire, on fait appel à des éoliennes ou, pour utiliser la terminologie plus précise d'aujourd'hui, à des systèmes de conversion de l'énergie éolienne (SCEE).

Les SCEE sont classés en deux groupes, selon l'axe du rotor : les éoliennes à axe horizontal (EAH) dont la conception s'inspire de la forme « classique » des éoliennes (fig. 1) et les éoliennes à axe

vertical (EAV) qui ressemblent à un batteur à œufs (fig. 2).

Au Canada, les premières applications de l'énergie éolienne datent du 16^e siècle. Des éoliennes étaient, en effet, utilisées en Nouvelle-France et en Acadie pour produire l'énergie mécanique nécessaire à la coupe de bois et au pompage de l'eau. On trouve encore aujourd'hui ces utilisations traditionnelles. Mais les promoteurs modernes de cette technologie peuvent citer des applications de l'énergie éolienne transformée en électricité. Cette énergie sert aussi bien à alimenter des émetteurs (radio) dans des régions éloignées qu'à approvisionner en électricité des collectivités entières. Les Canadiens peuvent maintenant acheter un SCEE "personnel" pour alimenter en électricité un chalet ou une maison isolée.

Au Canada, une étude menée par Slater Engineering Consultants of Toronto, en 1981, a prévu que, étant donné la capacité actuelle de nos éoliennes et les besoins énergétiques, nous pourrions au

Turbine éolienne à axe vertical.

bas mot produire 17 000 MW au moyen de cette source. Cette production pourrait satisfaire les besoins énergétiques d'environ 3 100 000 maisons. La technique actuelle permet déjà de capter cette immense quantité d'énergie, bien qu'elle ne soit pas encore économiquement rentable. Cependant, l'industrie canadienne de l'énergie éolienne, avec l'appui des ministères participants au programme du Comité interministériel de recherche et de développement énergétiques mis sur pied par le gouvernement fédéral (CIRDE), a fait de considérable progrès depuis dix ans.

Au milieu des années 70, le Conseil national de recherche du Canada s'est intéressé à l'énergie éolienne, mais l'embargo décrété sur le pétrole en 1973 a incité le Canada à accroître progressivement, entre 1975 et 1985, les fonds accordés à la recherche et au développement dans le domaine de l'énergie éolienne. En 1985, le CNRC se

WECS are classified into two groups, depending on the axis of the rotor: horizontal axis wind turbines (HAWTs) which favour the 'classic' shape of wind mills (Fig. 1), or vertical axis wind turbines (VAWTs) which resemble egg beaters (Fig. 2).

The first Canadian applications for wind energy, which date back to the 1600s in New France and Acadia, were used on farms, where wind mills produced mechanical power for milling and water pumping. However, today, in addition to these more traditional uses, modern proponents of this technology can cite applications for wind energy in its electrical form: from powering remote radio transmitters to supplying electricity to entire communities. In fact, Canadians can now purchase a 'personal' WECS to power cottages or remote homes.

In Canada, a 1981 study by Slater Energy Consultants of Toronto estimated that, given the actual capacity of our wind machines and present energy requirements, we could capture 17 000 MW of wind energy, the power required by about 3.1 million homes. While harnessing all of this vast power is technically possible, it is not yet economically viable. However, the

Figure 1 Horizontal axis wind turbine

Figure 1 — Turbine éolienne à axe horizontal

dissocie du programme national de l'énergie éolienne et ses responsabilités sont conférées à Énergie, Mines et Ressources (EMR). De 1985 à 1988, les fonds accordés à la recherche et au développement ont été, en même temps, ramenés à une moyenne de 1 million de dollars par année; un montant semblable était alloué aux projets de démonstration de la technologie de l'énergie éolienne.

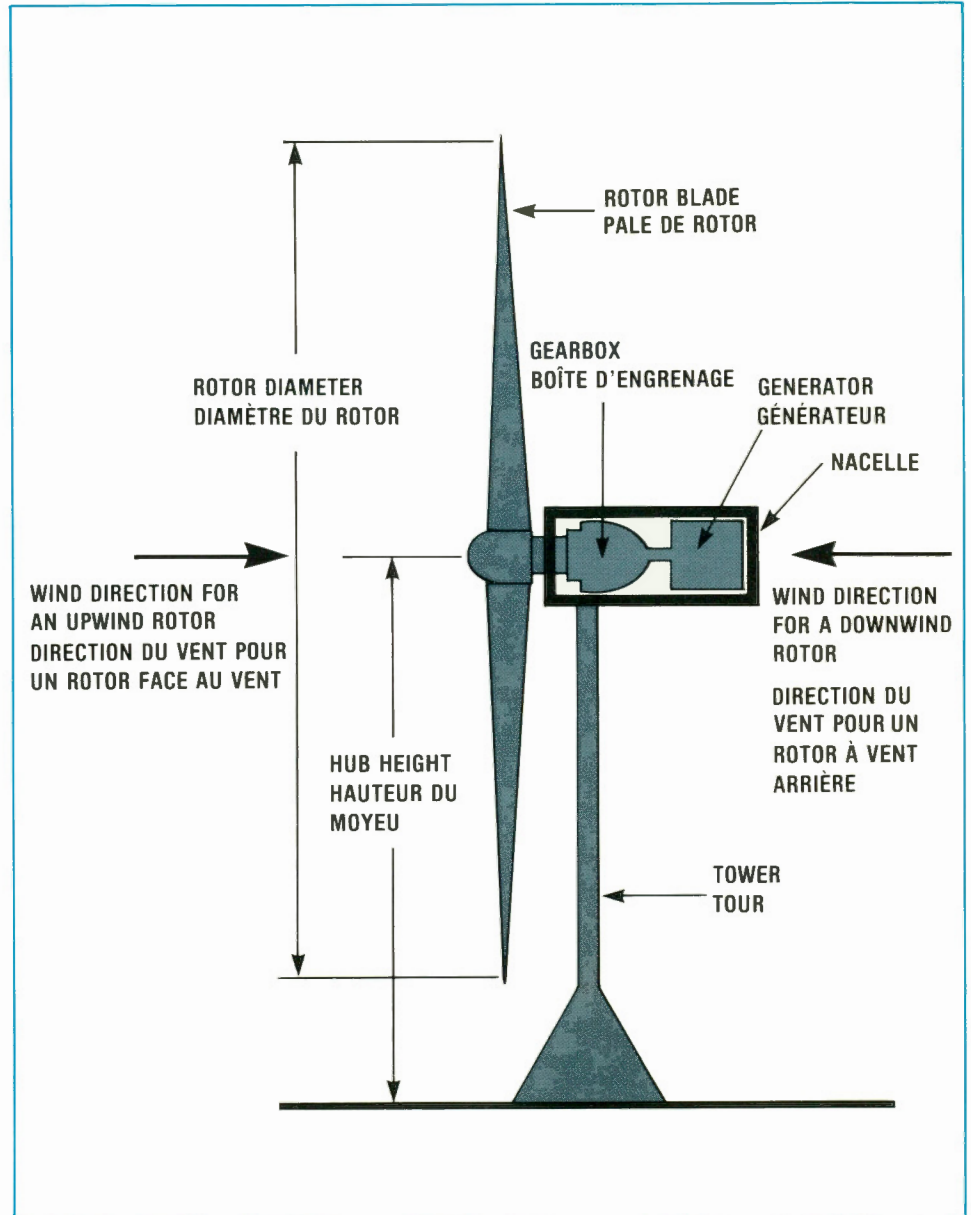
La conception et la construction de la plus grande éolienne à axe vertical (Éole) en exploitation dans le monde, constitue une des plus intéressantes réalisations du Canada dans le domaine de la recherche-développement de l'énergie éolienne. D'une capacité de 4 MW, cette éolienne exploitée à Cap Chat, au Québec, est le fruit d'un projet de 35 millions de dollars exécuté conjointement par Hydro-Québec et le CNRC, en 1980. Depuis sa mise en service, en 1987, l'EAV dont la superficie est de 4 000 m² (la hauteur correspond à peu près à la longueur d'un terrain de football) a produit plus de quatre millions de kilowattheures.

LavalinTech est maintenant propriétaire d'Éole. Tout en assurant une exploitation rentable de l'éolienne, la société compile des données de rendement et

Canadian wind industry, with support from participating departments in the federal government's Panel on Energy Research and Development (PERD) program, has made considerable progress in the last 10 years.

Canadian interest in wind energy began modestly at the National Research Council (NRC) in the mid-1970s. Triggered

by the 1973 oil embargo, Canadian funding for wind energy R&D increased steadily between 1975 and 1985, resulting in a dramatic growth of understanding for this technology. In 1985, NRC withdrew from the national wind energy program, and responsibility was transferred to Energy, Mines and Resources (EMR). Funding for R&D was concurrently reduced to an average \$1 million



d'exploitation à long terme. Éole a retenu l'attention d'une société de l'Allemagne de l'Ouest, Dornier System GmbH, qui cherche à obtenir une licence d'exploitation de la technologie en vue de construire Éole-D, une EAV de grande dimension adaptée aux conditions côtières de l'Allemagne. LavalinTech dirigera les travaux d'ingénierie et surveillera la construction de cette EAV dont la mise en place est prévue durant l'année.

Aussi en 1980, le Centre d'essais éoliens de l'Atlantique (CEEa) a été établi à l'Île-du-Prince-Édouard. Ce centre met à la

disposition des chercheurs une installation d'essais de SCEE. Il sert au développement de produits destinés aux fabricants et à l'acquisition de données sur le rendement à long terme, la fiabilité et la durabilité de l'équipement. En 1982, un système autonome de développement (autogénérateur relié à un groupe électrogène Diesel) a été mis en service à Sudbury, en Ontario, puis transféré au CEEa, en 1986. Enfin, le Centre d'essais éoliens de Lethbridge a été créé en 1982 en vue d'évaluer et d'essayer des systèmes éoliens ou des systèmes de générateurs

a year between 1985 and 1988, and a similar amount was allotted to wind demonstration projects.

In one of the more interesting wind R&D achievements to date, Canada designed and constructed the world's largest vertical axis wind turbine, the 4-MW *Eole*, which operates at Cap Chat, Quebec. The \$35-million project was initiated as a joint

venture by Hydro-Québec and the NRC in 1980. Since its 1987 commissioning, the 4000 m² VAWT (its height is roughly equal to the length of a football field) has generated more than four million kilowatt-hours.

Eole is now owned by LavalinTech, who operate the giant wind turbine as a revenue-producing power plant while long-

term performance and operating data are gathered. *Eole* has attracted the attention of a West German company, Dornier System GmbH, who are licencing the technology to construct *Eole-D*, a large-scale VAWT adapted to German coastal conditions. LavalinTech will conduct the engineering work and supervise the VAWT construction, which is expected to take place within a year.

In 1980, the Atlantic Wind Test Site (AWTS) was established in P.E.I. The site provides a WECS testing facility, a base for product development support to manufacturers, and a means of acquiring long-term data on equipment performance, reliability and durability. In 1982, an autonomous wind/diesel development system was commissioned in Sudbury, Ontario. (This system was relocated to the AWTS in 1986.) Finally, the Lethbridge Wind Research Test Site was established in 1982 to evaluate and test wind and photovoltaic water pumping systems.

As wind energy R&D progressed, demonstrating the capabilities of this technology to industry and the Canadian public assumed a new importance. Several projects were launched in partnership with utilities, mainly in remote areas with

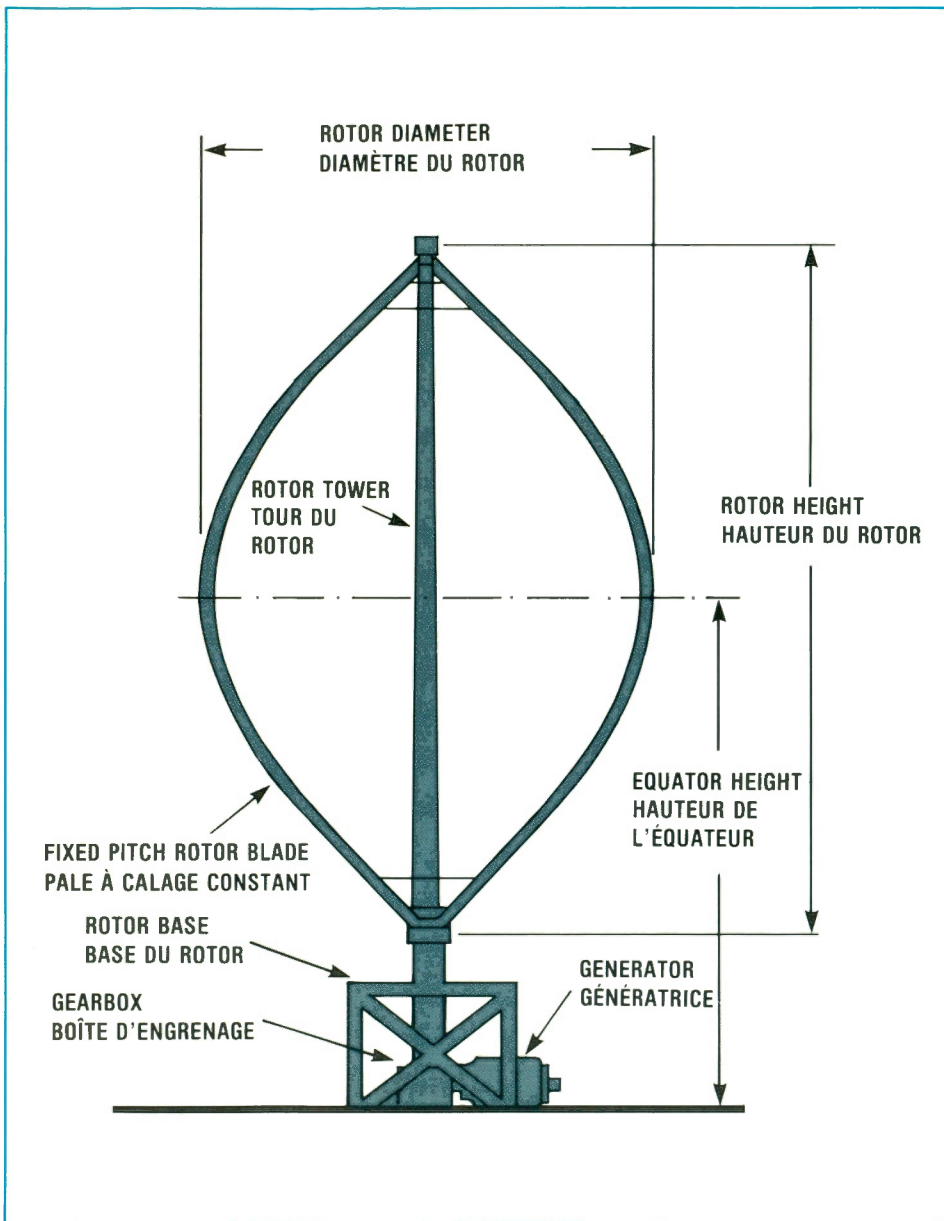
Figure 2 Vertical axis wind turbine

Figure 2 — Turbine éolienne à axe vertical

une bonne participation. Elle organise des colloques et des ateliers de travail et publie un *Bulletin*.

Dans le domaine de l'énergie éolienne, les activités du Canada ont officiellement atteint la scène internationale en 1977. En effet, le Canada est parmi les neuf premiers signataires de l'Accord d'exécution en matière de recherche et de développement sur les SCEE proposé par l'Agence internationale de l'énergie. Dans le cadre de cet Accord, onze activités coopératives de recherche ont été entreprises dont sept sont maintenant terminées. Le Canada a participé à 5 des 11 activités et assumé les responsabilités d'agent d'exécution (chef de groupe) de l'Activité n VI, qui portait sur l'Étude des flux locaux du vent aux sites potentiels de construction de SCEE.

La contribution du Canada à l'effort international de développement de l'énergie éolienne, quoique moins officielle, a surtout été marquée dans le secteur de la recherche et du développement des éoliennes à axe vertical. En effet, le Canada a d'abord exécuté une recherche entièrement nouvelle sur la technologie des EAV, puis a construit *Éole*. Plus récemment, le Canada a participé à la conception d'une



photovoltaïques utilisés pour le pompage de l'eau.

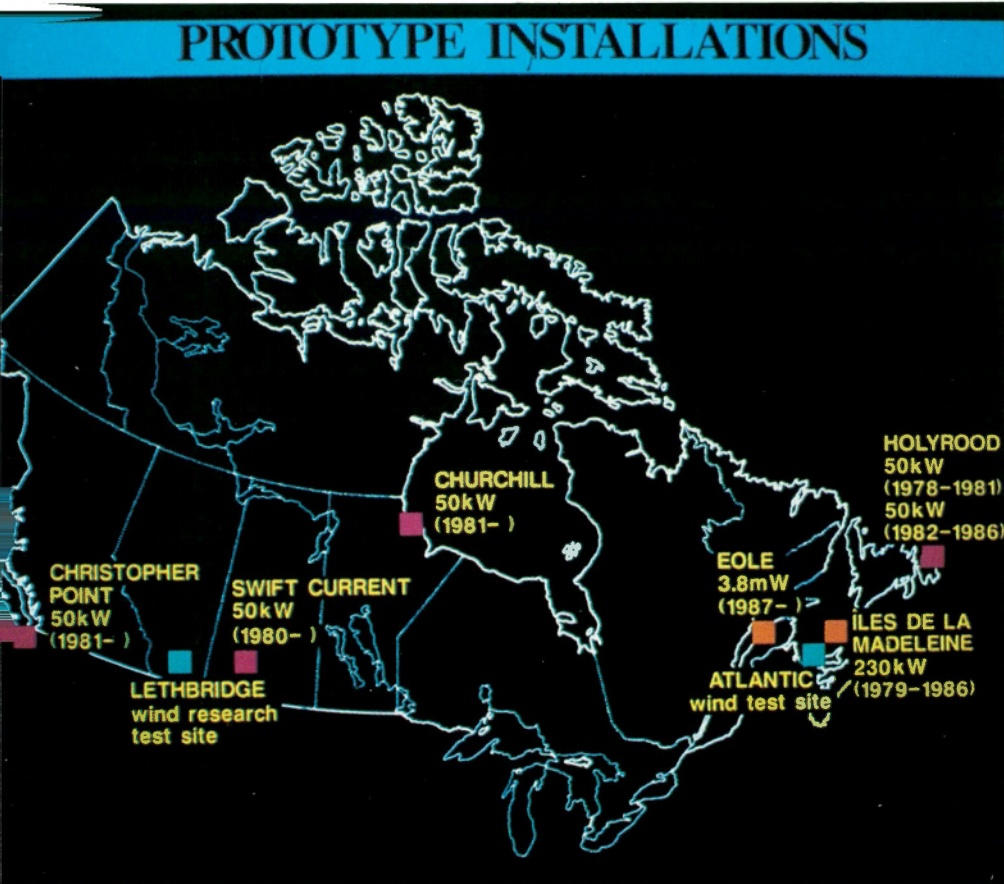
L'avancement de la recherche et du développement dans le domaine de l'énergie éolienne, démontre de plus en plus, à l'industrie et aux Canadiens, les possibilités de cette technologie. Entrepris en collaboration avec des services publics, plusieurs projets exécutés surtout dans des régions éloignées ont d'abord reçu l'appui du CNRC puis, d'EMR. Certains projets ont été particulièrement bien menés. À Kuujuaq, au Québec, où le régime des vents est marginal, une EAH de 65 MW

alimente le village. De même, à l'île Calvert, en Colombie-Britannique, un SCEE lié à un générateur photovoltaïque et à un groupe électrogène Diesel alimente en énergie une station de radio éloignée servant à retransmettre les télécommunications. Ces deux projets, autant que les réussites technologiques, ont reçu un réel support de la part d'Hydro-Québec et de B.C. Tel

En 1984, l'Association canadienne de l'énergie éolienne, comprenant 110 membres, est créée. Elle parraine une conférence annuelle qui suscite

support first from NRC, and later from EMR. Particularly successful projects are located in Kuujuaq, Quebec, where a 65-kW HAWT supplies power to a remote village with a marginal wind regime, and Calvert Island, B.C., where a WECS, coupled with a photovoltaic array and diesel generator, power a remote radio telecommunications repeater station. As well as being technical successes, both projects received very strong support from their proponents, Hydro-Québec and B.C.Tel respectively.

Prototype wind energy installations



Prototype d'installations d'une éolienne.

aube articulée pour une EAV qui filtre la charge de pivotement aérodynamique inhérente exercée sur ces autogénérateurs. Sur la scène internationale, le Canada joue un rôle de premier plan dans le domaine de l'utilisation de techniques de simulation des effets de l'installation des flux du vent sur le rendement des EAV.

L'Agence internationale de l'énergie favorise un climat de collaboration entre le Canada et les autres pays qui contribuent à la recherche et au développement relatifs à l'énergie éolienne. L'échange d'information permet d'éviter le chevauchement de la recherche et encourage le développement plus rapide et mieux rationalisé de la technologie. L'Agence prédit que si on

In 1984, the Canadian Wind Energy Association (CanWEA) was formed. Comprising 100 members, CanWEA sponsors a well attended annual conference, holds seminars and workshops, and publishes the *CanWEA Bulletin*.

Canadian activity on the international front began formally in 1977, when Canada was among the first nine countries to sign the International Energy Agency's Implementing Agreement on WECS R&D. Eleven co-operative research tasks were initiated, and seven are currently completed; of the 11, Canada participated

in five and acted as Operating Agent (group leader) in Task IV, the Study of Local Wind Flow at Potential WECS Sites.

Less formally, Canadian contribution to the international effort in wind energy development has been especially prominent in vertical axis R&D, first with pioneering research in VAWT technology, and secondly with the implementation of *Eole*. More recently, Canada has helped design a hinged blade for VAWTs which filters the inherent aerodynamic torque loads imposed on these turbines. Canada is also leading the world in simulation techniques to characterize the effects of unsteady wind flow on VAWT performance.

The International Energy Agency has nurtured a collaborative spirit in wind energy R&D between Canada and other countries. The exchange of information helps to prevent duplication of research and to encourage quicker and more streamlined development of technology. If worldwide R&D efforts and funding of the last 20 years continue on the same scale, the agency predicts that wind energy installed capacity around the world could double from 2000 MW to 4000 MW by the year 2000.

Designed and constructed in Canada, the world's largest vertical axis wind turbine, the 4-MW Eole, operates at Cap Chat, Quebec.



Éole, qui a une capacité de 4 mégawatts, est la plus grosse turbine éolienne à axe verticale au monde. Conçue et construite au Canada, elle est installée à Cap Chat, au Québec.

assiste au maintien, à l'échelle mondiale, des travaux de recherche et de développement exécutés au cours des 20 dernières années et du financement assuré durant cette période, la capacité installée des éoliennes construite autour du globe pourrait doubler et ainsi passer de 2 000 MW à 4 000 MW d'ici à l'an 2 000.

Bien que certaines personnes pensent que la technologie éolienne puisse trouver des applications à grande échelle comme la construction de batteries d'autogénérateurs (en Californie, ces batteries répondent à plus de un pour cent des besoins en électricité de l'État), l'économie de 1990 prévoit que l'énergie éolienne ne sera rentable que si elle remplace un combustible coûteux. Le SCEE ne peut pas encore concurrencer les réseaux classiques et à grande échelle

Although some believe that the technology is ready for wide-scale applications such as wind farms (California wind farms provide more than one per cent of the state's electrical needs), 1990 economics dictate that wind power is cost-effective only when it replaces expensive fuel. WECS cannot yet compete with conventional, large-scale utility grid systems. While the average cost per kilowatt-hour in Canadian metropolitan areas from utility grids averages about \$.06, the supply price of wind energy per kilowatt-hour in Canada is between \$.08 and \$.16. Economically viable wind energy applications depend on a strong wind regime. Variable costs, such as equipment transportation, utility power line extension, maintenance and others, can alter these costs both more or less favorably. Researchers estimate that the cost of an installed wind system must be cut by half before applications on main utility grids can become economically viable.

While these economics do not provide a compelling argument for wide-scale application of wind energy, it must be noted that conventional energy prices do not include full environmental costs. In the end, wind power produces no carbon emissions: this must weigh to its credit

Lethbridge Wind Research Test Site, Alberta



Site de vérification de la recherche sur l'énergie éolienne à Lethbridge, en Alberta.

when it is compared to conventional fossil fuel-based technologies.

Some other environmental concerns to the detriment of wind energy have been substantially reduced in recent years. Today, as a result of R&D, noise and electromagnetic interference caused by WECS have been diminished to negligible levels, according to real-life

measurements. Concerns about sight pollution, raised mainly by homeowners located near wind farms, can be addressed when locating an installation and substantially minimized. WECS manufacturers have found that painting

Wind-diesel test bed at the Atlantic Wind Research Test Site, P.E.I.



Banc d'essai d'énergie produite par une éolienne et un moteur diesel au site de vérification de la recherche sur l'énergie éolienne de l'Atlantique à l'Î.P.-E.

forts. Le coût des variables comme le transport de l'équipement, le prolongement des lignes de services publics, les frais d'entretien et autres, peut avoir une incidence plus ou moins favorable sur ces coûts de production. Les chercheurs estiment que le coût d'un système éolien en place doit être réduit de moitié avant de rentabiliser les applications sur les principaux réseaux de services publics.

Ces considérations économiques ne fournissent par d'arguments irréfutables pour appuyer l'application à grande échelle de l'énergie éolienne. Mais il faut aussi souligner que le prix de l'énergie classique ne comprend pas tous les coûts environnementaux. Un avantage toutefois, l'énergie éolienne n'entraîne pas la libération de gaz carbonique dans l'atmosphère. Ce facteur doit être considéré lorsqu'on compare la technologie éolienne aux technologies classiques fondées sur les combustibles fossiles.

D'autres préoccupations environnementales préjudiciables à l'exploitation de l'énergie éolienne ont été considérablement atténuées ces

des services publics. Tandis que le coût moyen du kilowattheure produit par les réseaux de services publics dans les régions des villes les plus importantes du Canada atteint à peu près 0,065 \$, celui du kilowattheure de source éolienne varie de 0,08 \$ à 0,16 \$ au Canada. La rentabilité des applications de l'énergie éolienne repose sur un régime de vents

At Calvert Island, B.C., a wind energy conversion system coupled with a photovoltaic array and a diesel generator power a remote radio telecommunications repeater station.

A 65-kW horizontal axis wind turbine supplies power to the village of Kuujuaq, Quebec.



Une turbine éolienne à axe horizontal d'une capacité de 65 kw fournit l'électricité au village de Kuujuaq, au Québec.

dernières années. Aujourd'hui, le bruit et l'interférence électromagnétique attribuables aux SCEE ont été réduits à des niveaux négligeables. En cherchant un emplacement propice à la construction d'une installation, on tiendra compte des préoccupations concernant la pollution visuelle dénoncée surtout par les propriétaires d'habitations situées près des batteries d'autogénérateurs. Les fabricants de SCEE ont constaté que les systèmes peints d'un blanc cassé étaient moins voyants. La pollution visuelle s'en trouve donc réduite.

Au Canada, le plus grand marché à court terme de l'énergie éolienne se trouve dans le Nord où le combustible classique peut atteindre des prix entre \$.08 et \$.50 par killowattheure. EMR appuie le développement de systèmes



d'autogénérateurs reliés à un groupe électrogène Diesel. Il supporte aussi les essais réalisés sur le terrain au Centre d'essais des EAV, et ceux que poursuit l'Institut de recherche d'Hydro-Québec.

Comme EMR, Environnement Canada et l'Agence canadienne de développement international (ACDI) ont engagé beaucoup de ressources dans les programmes d'exploitation de l'énergie éolienne. Le Service de l'environnement atmosphérique (SEA) d'Environnement Canada, s'intéresse à deux domaines principaux : comprendre et présenter sur modèles les flux du vent à la surface de la terre, et recueillir de l'information sur la climatologie des vents au Canada. Cette recherche a donné lieu à l'élaboration d'une base de procédures relatives à la sélection, à l'évaluation et à l'aménagement de sites de SCEE. Le SEA tient également des archives nationales concernant les observations sur les vents et distribue des publications et d'autres informations, comme des modèles informatisés concernant la vitesse des vents au Canada.

L'ACDI encourage l'exportation d'équipement éolien vers les pays en voie de développement. Dans le cadre d'un projet récent, l'ACDI a financé l'installation, au Niger, de huit éoliennes de pompage utilisées pour irriguer les terres, abreuver le bétail et alimenter des

Dans l'île Calvert, en C.-B., un système de conversion de l'énergie éolienne relié à une installation d'énergie voltaïque et à un générateur diesel, alimente en électricité une station-relais éloignée de télécommunications par radio.

centres de pisciculture. Un contrat de 475 000 \$ a été signé avec l'Université de Waterloo afin d'assurer l'installation et la surveillance de ces pompes. De plus, l'Université a surveillé les travaux d'installation de sept autres pompes et réalisé une évaluation des ressources éoliennes du Niger. La première phase du projet a pris fin le 31 août 1989. Déjà approuvée, la deuxième phase consistera à poursuivre les travaux au Niger tout en procédant à l'évaluation des ressources éoliennes au Mali et au Burkina Faso.

Les Canadiens ne peuvent actuellement trouver des applications économiques de l'énergie éolienne que dans nos collectivités éloignées et les marchés d'outre-mer. Cependant, les préoccupations environnementales laissent supposer qu'il peut devenir urgent de considérer, comme option énergétique, la technologie de l'énergie éolienne et les autres technologies d'exploitation des ressources renouvelables.

WECS an off-white colour makes them less conspicuous.

In Canada, the largest short-term market for wind energy exists in the Canadian north, where conventional fuel costs can range from \$.08 to \$.50 per kilowatt-hour. EMR supports wind/diesel systems development and field testing at the AWTS test site, and at a second test site at the Institut de Recherche d'Hydro-Québec.

As well as EMR, Environment Canada and the Canadian International Development Agency (CIDA) have put considerable resources into wind energy programs. At Environment Canada, the Atmospheric Environment Service (AES) is concerned with two main areas: the understanding and modelling of wind flow near the earth's surface, and developing information about the climatology of wind in Canada. This research has led to the development of a base of procedures for selecting, evaluating and implementing WECS sites. The AES also maintains a national archive of wind observation, and distributes publications and other information, such as computer models, regarding wind speed in Canada.

A 55-kW horizontal axis wind turbine powers a turkey farm in Tabor, Alberta.

Une turbine éolienne à axe horizontal de 55 kw fournit l'électricité à une ferme d'élevage de dindons, à Tabor, en Alberta.

Tracy Thiessen est journaliste à la pige à Ottawa.

CIDA encourages the export of wind energy equipment to the developing world. In a recent project, CIDA funded the installation of eight wind-powered water pumps in Niger for irrigation, livestock watering and fish farming. The \$475 000 contract for this pump installation and monitoring was carried out by the University of Waterloo. In addition to the eight pumps installed, the university has been monitoring another seven and performing a wind resource assessment of Niger. The first phase of this project was completed on August 31, 1989. A second phase has been approved and will continue work in Niger while extending the wind resource assessment to Mali and Burkina Faso.

Canadians must presently look to our remote communities and the overseas market to find economic applications of wind energy. However, concerns about the environment suggest that considering wind energy and other renewable technologies as energy options may become imperative.

Tracy Thiessen is a free-lance writer based in Ottawa.



Archives in Danger: The Black Soils of Southern Quebec

by Michèle Laframboise

The *Petit champ de thé* and the *Grand champ de thé* are two vast peat bogs covering about 5 km² between St-Anicet and Ste-Barbe, 4 km north of the town of Huntingdon in Quebec. Their names, literally translated as the big and little tea fields, probably derive from the Labrador tea growing there.

Figure 1 Blossoming rhododendrons (photo Martin Jean).

Des archives en danger: les terres noires du Québec méridional

par Michèle Laframboise

Le *Petit* et le *Grand champ de thé* sont deux vastes tourbières d'environ 5 km² qui sont situées entre St-Anicet et Ste-Barbe, au 4 km au nord de la ville d'Huntingdon au Québec. L'origine du nom serait liée à la présence de thé du Labrador.

Figure 1 Rhododendrons en fleurs (photo, Martin Jean).

Plant associations recorded there in 1985 by researchers Martin Jean and André Bouchard, form a mosaic ranging from highly disturbed groupings to peat formations. The thickness of the deposits, the acidity of the peat and the frequency of fires in the area determine the type of plant communities present.

At the centre of the **Petit champ**, sphagnums and other mosses form a spongy floor that sinks beneath your feet. *Ericaceae*, such as leatherleaf, kalmia, blueberry and rhododendron, grow in a bed of sedges (*Cyperaceae*) and grasses (*Gramineae*) (Fig 1). Rocky mounds, left by moraines and covered with birch and poplar, stand out against the low shrubs (Fig 2).

Anyone approaching the submerged central area of the **Petit champ**, flushes hundreds of migrating ducks. In summer, this pond dries up and the peat contracts and forms desiccated polygons reminiscent of desert conditions (Fig 3). Here and there, stumps attest to an old stand of conifers. In October, a carpet of knotweed invades the pond.

In the **Grand champ**, the shrub cover seems more homogeneous (Fig 4). The last major fire there was in 1983. Blueberry plants took advantage of post-fire conditions, reaching exceptional size and profusion in August 1985 (Fig 5). On other burned-over sites, trembling aspen and

Répertoriées en 1985 par M. Martin Jean et M. André Bouchard, les associations végétales forment une mosaïque qui va des groupements très perturbés aux groupements tourbicoles. Des facteurs comme l'épaisseur du dépôt, le pH de la tourbe et la fréquence des incendies déterminent le type de communauté végétale.

Marchons au centre du *Petit champ*. Formé de sphaignes et d'autres mousses, le sol spongieux s'enfoncent sous les pas. Des éricacées telles le cassandre, le kalmia, le bleuet et le rhododendron poussent sur un parterre de cypéracées (carex, linaigrettes) et de graminées (fig. 1). Les buttes minérales d'origine morainique, couvertes de bouleaux et de peupliers, tranchent sur la végétation arbustive (fig. 2).

Arrivés près d'une dépression centrale inondée, nous faisons fuir des centaines de canards en migration. L'été venu, cet étang s'asséchera, la tourbe se contractera et formera des polygones de dessiccation aux allures désertiques (fig. 3). Ici et là, des chicots témoignent d'un ancien peuplement de conifères. En octobre, un tapis de renouées envahit l'étang.

La végétation arbustive du *Grand champ* lui donne un aspect plus homogène (fig. 4). Le dernier feu d'envergure remonte à 1983. Profitant de ces conditions, les

grey birch grow on blankets of willow-herb and goldenrod. Sorrel abounds in the abandoned fields.

Near Montreal, such black-soil areas have been the subject of numerous studies. In 1917, they were said to have remarkable potential for fuel production. In 1936, some people expressed similar optimism about using them for market gardening. In the 50 years following the peat bogs shrank in area by more than half (Fig 6).

Methodology

Plant debris, pollen grains and microscopic spores stored in the soil allow us to reconstruct the history of these threatened places.



Pollen analysis is based on the assumption that pollen grains are preserved almost indefinitely in an anaerobic environment such as acidic peat, and that each plant releases a large quantity of airborne grains.

To consult these natural archives in the black soils, researchers took core samples at the deepest sites. One or two cubic centimetres of sediment were treated and analysed for spores and pollen at the paleoecology laboratory at the University

Figure 2 Mineral soil mounds in the Petit champ bearing old field birches and quaking aspens. The strange circle around the first mound may be skidoo tracks (spring 1985).

Figure 2 Buttes de sol minéral du Petit champ de thé supportant des bouleaux gris et des peupliers faux-trembles. Le curieux anneau entourant la première butte serait lié aux passages répétés des motoneiges (printemps 1985).

Pour consulter ces archives, des carottes ont été échantillonnées aux sites les plus profonds. Un ou deux cm³ de sédiment furent traités et soumis à l'analyse spore-pollinique au laboratoire de paléocologie de l'Université de Montréal. Les bases et certains niveaux furent datés au carbone 14. Les courbes des taxons identifiés permettent de construire les diagrammes polliniques.

Des facteurs correctifs liés à la productivité particulière de chaque espèce doivent être considérés lors de l'interprétation des pourcentages polliniques. Ainsi, le pin et le bouleau produisent plus de pollen que l'érable ou le sapin.

L'identification des macrofossiles (graines, tiges, feuilles. . .) prouvent l'existence d'une plante près du site.

of Montreal. The bottom levels and certain other levels in the cores were carbon-14 dated. The accumulation of identified types of plants present in the soil allow scientists to construct pollen diagrams.

In interpreting pollen percentages, we must consider correcting factors related to the particular productivity of each species. For example, pine and birch produce more pollen than maple and fir. The identification of macrofossils (grains, stems, leaves and so on) are evidence of specific plants near a given site.

History of the black soils

Pollen and macrofossil analyses distinguish four phases that reveal the creation of a tidal marshland in the peat bogs of Quebec (fig. 7).

The story began between 10 000 and 9500 years ago when the St Lawrence Lowlands, covered by the Champlain Sea, were slowly rebounding after the withdrawal of the ice sheet.

Phase I: As Lamsilis Lake dried up, a swampy phase gave rise to an emerging or aquatic flora. Moraine ridges, left by the retreating ice sheet, formed marshy bays.

Figure 3 Cracked soil of the dried-up pond in August. This organic soil is vulnerable to eolian erosion.



Figure 3 Sol craquelé de l'étang asséché au mois d'août. Ce sol organique très friable est sensible à l'érosion éolienne.

Histoire des terres noires

Les analyses polliniques et macrofossiles permettent de distinguer quatre phases qui mettent en évidence une genèse de marais littoral inusitée parmi les tourbières du Québec (fig. 7).

L'histoire commence entre 10 000 et 9 500 A.P. Les basses-terres du Saint-Laurent, occupées par la mer de Champlain, se relèvent lentement du poids des glaces.

bleuets atteignaient en août 1985 une taille et une profusion exceptionnelles (fig. 5). Sur d'autres sites brûlés, le peuplier faux-tremble et le bouleau gris croissent sur des parterres d'épilobes et de verges d'or. Les oseilles abondent dans les champs abandonnés.

Près de Montréal, ces terres noires firent l'objet de nombreuses études. En 1917, on leur prédisait un avenir remarquable pour la production de combustible. En 1936 quelques uns montraient le même optimisme pour la culture maraîchère. Mais 50 ans plus tard, la superficie des tourbières diminuait de plus 50 % (fig. 6).

Méthodologie

Les débris végétaux, les grains de pollen et spores microscopiques permettent de reconstituer le passé de ces sites menacés.

L'analyse pollinique repose sur les prémisses que les grains de pollen se conservent presque indéfiniment dans un milieu anaérobie comme la tourbe acide et que chaque plante produit une grande quantité de grains volatils.



Figure 4 General view of the Grand champ, The mainly shrubby vegetation gives it a homogeneous look.

Figure 4 Vue générale du Grand champ, auquel la végétation principalement arbustive donne un aspect homogène.

Figure 5 Clusters of blueberries abound in the Grand champ two years after a fire (photo, Martin Jean).

Figure 5 Grappe de bleuets, très abondants au Grand champ de thé, deux ans après un feu (photo Martin Jean).



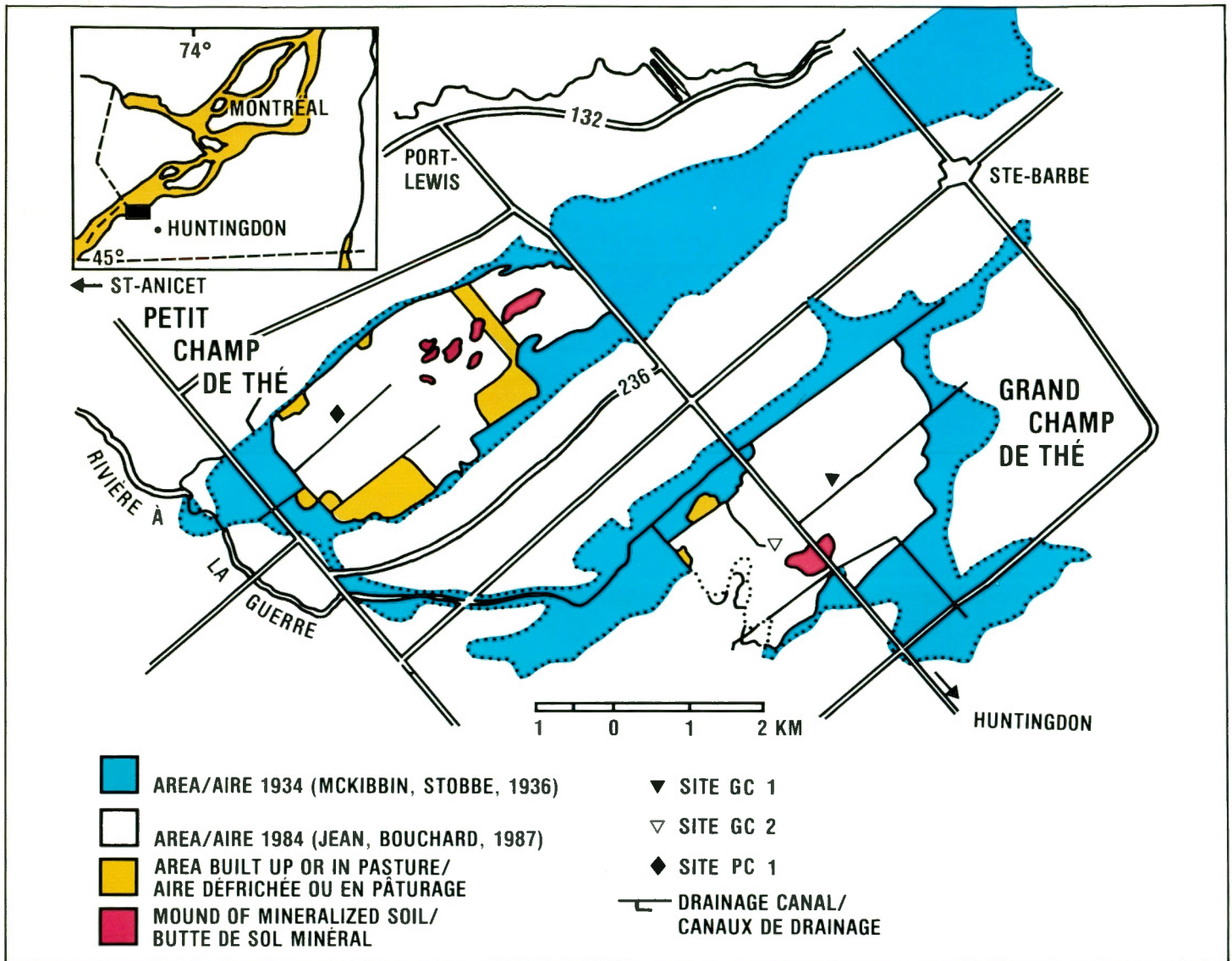


Figure 6 Map of the bogs, showing a shrinkage of more than 50 per cent between 1934 and 1984. Sampling sites GC-1 and PC-1 are indicated.

Figure 6 Carte des terres noires, montrant un rétrécissement de plus de 50 % entre 1934 et 1984. Les sites d'échantillonnage GC-1 et PC-1 sont indiqués.

Phase I : Avec le retrait du lac à Lampsilis, une phase marécageuse présente une flore émergente ou aquatique. Les bourrelets morainiques laissés en place par l'inlandsis en retraite formaient des baies marécageuses. Cette phase se caractérise par l'observation dans les dépôts d'algues d'eau douce du genre *Pediastrum*.

Le Grand champ s'est vite comblé par les scirpes, les quenouilles et les plantes aquatiques, dont on retrouve des macrofossiles. Le site du Petit champ est devenu un pré humide où poussent des cypéracées du genre *Carex*. C'est une période instable avec des épisodes d'érosion par des chenaux jusque vers 6 200 A.P. Cela correspond aux variations de forte amplitude des herbacées et arbustes.

Phase II : Des arbustes riverains envahissent le pré: aulne rugueux,

saule, myrique baumier marquent les diagrammes. Avec la cessation de l'influence riveraine, le pré fait place à un marais où croissent des arbres tourbicoles : mélèze, épinette noire, pins sur un tapis de cypéracées et de graminées.

L'influence de la végétation régionale se fait sentir sur le dépôt. Les feuillus, notamment le bouleau, prennent une importance grandissante parmi les conifères, alors que l'érable s'établit dans la région autour de 8 000 A.P.

Phase III : L'accumulation de matière organique provoque, vers 6 000 A.P. au Petit champ et 3 000 A.P. au Grand champ, une ombrotrophisation des parties centrales où croît une flore acidicole: éricacées sur tapis de sphaignes. Bien que le marais devienne une tourbière, les parties périphériques, irriguées par le ruissellement venant du sol minéral,

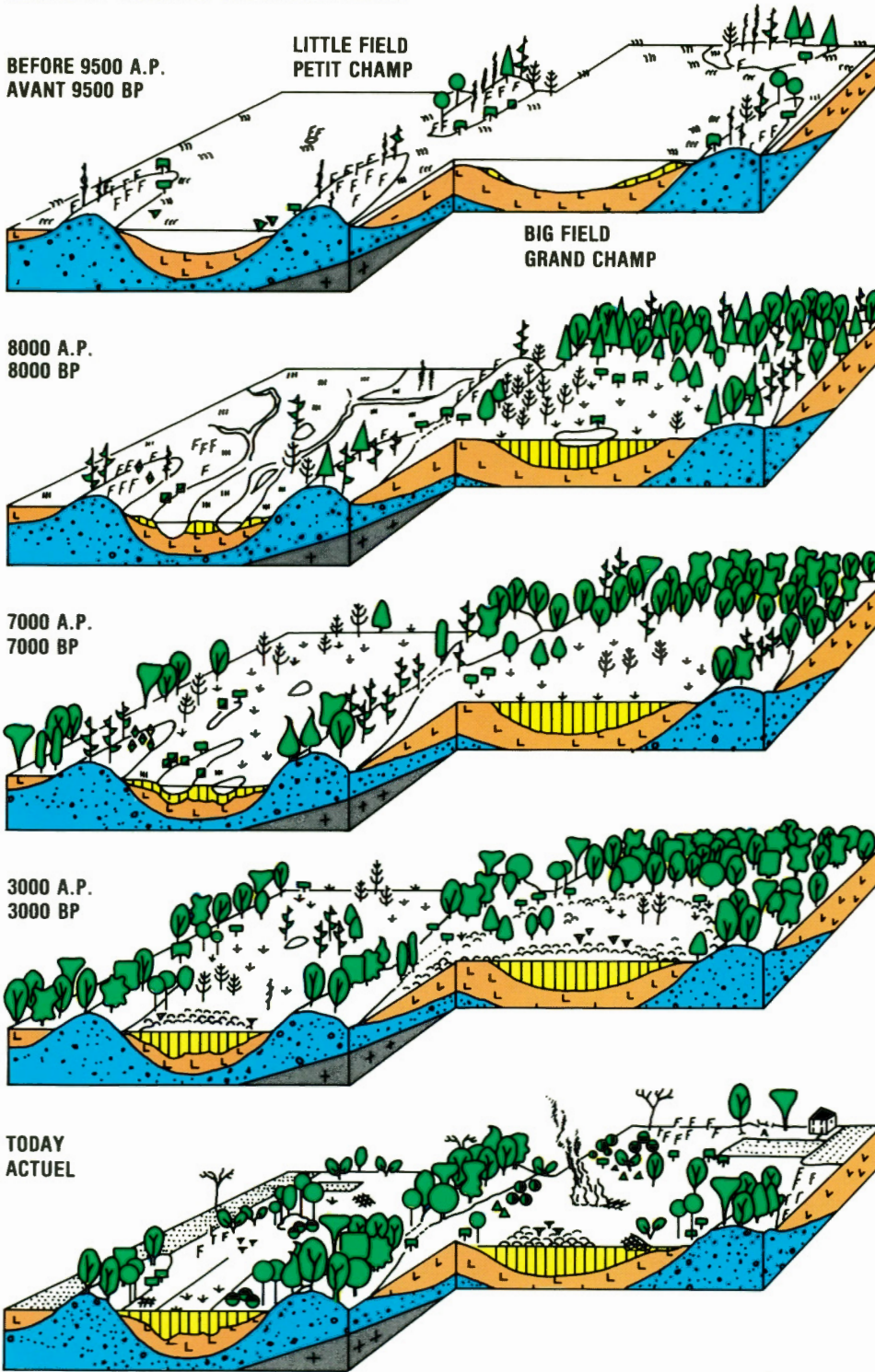
conserve une flore plus riche. Des conifères et des bouleaux forment par endroit un couvert continu. L'aulne, le saule et l'érable rouge occupent les parties moins profondes du Grand champ.

Phase IV : Des feux récents ont détruit la dernière partie de ces archives naturelles qui se terminent par une phase anthropique marquée par la recrudescence du pollen de graminées, de rosacées et de plantes rudérales. Cette phase s'appuie sur 25 cm de sphaigne récente.

Depuis 1943, le creusement de canaux de drainage dans le Petit champ et autour du Grand champ change la physionomie des lieux. Une baisse de la nappe phréatique assèche les associations tourbicoles périphériques qui sont rapidement défrichées et cultivées (fig. 8). Les centres résistent néanmoins à toute tentative de culture.

Les graminées, les rosacées et les plantes rudérales (artémise, oseille...) augmentent

ORIGIN AND EVOLUTION OF THE BLACK SOILS
ORIGINE ET ÉVOLUTION DES TERRES NOIRES



Trees/Arbres	
	Picea
	Abies balsamea
	Pinus
	Larix laricina
	Tsuga canadensis
	Thuja occidentalis
	Acer saccharum
	Acer rubrum
	Quercus
	Ulmus
	Ulmus americana (mort)
	Fraxinus
	Juglans
	Carya
	Populus
	Fagus grandifolia
	Betula
Shrubs/Arbustes	
	Salix
	Alnus
	Myrica gale
	Shepherdia canadensis
	Nemopanthus mucronatus
	Decodon verticillatus
	Betula populifolia . heather/éricacées
	Cassandra, Vaccinium, Ledum .
Plants/Herbes	
	weeds/rudérales
	Ambrosia
	Artemisia
	Rumex
	roses/rosacées
	F grasses/graminées
	marsh with bullrushes/ fen à cypéracées
	sphagnum moss bog/ bog avec Sphagnum
	wet sedge meadow/ pré humide à Carex
	marsh grasses/végétation émergente de marais
Other/Autres	
	cultivated/cultures
	burned over/brûlés
	till
	rocky ground/ roche en place
	clay/argile
	herbacious peat/ tourbe d'herbacées

Figure 7 Evolution of the sites (simplified topography). Before 9500 years ago, shallow marshes surrounded Lamsilis Lake. By 8000 BP, the Petit champ site was a meadow with sedges, eroded by connecting streams. The Grand champ filled with peat and became a fen. At 7000 BP, the Petit champ had become a fen with residual ponds. 4000 years later, the two sites were wet bogs accumulating peat. Man's influence, in the form of drainage canals, fires and corn-growing, led to the recession of the bogs.

Figure 7 Blocs-diagrammes montrant l'évolution des terres noires (topographie simplifiée) : Avant 9 500 AP, les sites sont des marais peu profonds bordant le lac à Lamsilis. Autour de 8 000 AP, le site du Petit champ est un pré humide à cypéracées, érodé par des chenaux anastomosés. Le Grand champ se comble de tourbe de Carex et devient un fen. À 7 000 AP, le Petit champ devient un fen avec des étangs résiduels en voie de comblement. 4 000 ans plus tard, les deux sites sont ombrotrophes et accumulent de la tourbe. Influence anthropique, comme creusement de canaux de drainage, feux et cultures de maïs, provoquent la récession des tourbières.

This phase is characterized by colonies of unicellular *Pediastrum* in deposits of freshwater algae.

Macrofossils found in the **Grand champ** suggest that it was rapidly overgrown with bulrushes (*Scirpa*) and aquatic plants. The **Petit champ** became a wet meadow, filled with sedges of the genus *Carex*. An unstable period lasted until around 6200 years ago, with episodes of channel erosion and strong variation in herbaceous plant and shrub growth.

Phase II: Riverside shrubs invaded the meadow: speckled alder, willow and bog-myrtle. As the fluvial influence waned, the meadow gave way to a marsh with trees typical of a peat bog: tamarack, black spruce and pine growing on a carpet of sedges and grasses.

Deposits in the soil show the influence of the regional flora. Deciduous trees, especially birch, began to outnumber conifers, and maple stands were established in the area around 8000 ago.

Phase III: About 6000 years ago in the **Petit champ**, and 3000 years ago in the **Grand champ**, the accumulation of organic material led to a drying out of the central parts. An acidic flora, consisting of shrubs like blueberry and rhododendron, began to flourish on a bed of sphagnum mosses. Although the marsh became a peat bog, the edges were irrigated by runoff from the mineralized soil and maintained a richer flora. Conifers and birch formed a continuous cover in places. Alder, willow and red maple grew in the shallower areas of the **Grand champ**.

Phase IV: Recent fires have destroyed the final chapter of these natural archives, which end with a phase influenced by man and marked by a renewal in the abundance of pollen from grasses, rose bushes and nonindigenous weeds. This phase is represented by 25 cm of recent sphagnum moss.

Since 1943, drainage channels dug in the **Petit champ** and around the **Grand champ**

have changed the character of the area. The water table has dropped and peat formations in the peripheral areas are drying out. These drained areas are rapidly being cleared and cultivated (Fig 8), although the central areas resist all attempts at cultivation.

Grasses, rose bushes and weeds (artemisia, sorrel and so on) are becoming more abundant in the region. Tamarack and pine are disappearing from the peat bogs, while grey birch, trembling aspen and blueberry prosper in the disturbed soils (Fig 9).

Over the past 50 years, the burning of irregular areas, followed by sphagnum regrowth limited by the height of the water table, have resulted in a process of peat accumulation.

Figure 8 Birds-eye view of the black soils cleared and cultivated west of the **Petit champ**



leur présence dans la région. Les mélèzes et les pins disparaissent des tourbières. Le bouleau gris, le peuplier faux-tremble et le bleuet prospèrent en ces lieux perturbés (fig. 9).

Depuis 50 ans, des brûlis d'étendues irrégulières, suivie d'une recroissance de

la sphaigne limitée par la hauteur de la nappe phréatique entraîne un processus d'accumulation de la tourbe.

Un avenir menacé

Les terres noires sont très recherchées pour la culture maraîchère. Il suffit de

Figure 8 Vue aérienne des terres noires défrichées et cultivées à l'ouest du **Petit champ** de thé.

A threatened future

Black soils are much in demand for market gardening. But draining this organic soil is enough to paralyse the peat accumulation process.

The acidity of this kind of soil is neutralized by applications of lime. Drying the soil reactivates the process of oxidation, and thus of decomposition, resulting in a more compact soil. Moreover, the soil is heavily eroded by the wind, which removes up to two centimetres each year. Black soil that has taken nearly 10 000 years to form erodes away in 10, 20 or 30 years. The thinner

black soil at the perimeter is sold as fertilizer (Fig 10).

The peat bogs of southern Quebec are a refuge for birds and plant life. Plants now considered rare have been discovered in the deposits of southwestern Quebec. The peat bogs of Venise-en-Québec, Clarenceville, Saint-Pierre and the two 'tea fields' have all been under consideration by the advisory committee on ecological reserves.

One of the rare ecological systems able to record its own history, a peat bog also acts as a sponge, holding and filtering rainwater. Researchers hope to discover other properties as they continue their studies, but can only do so if the black soils survive.

Michèle Laframboise, BSc in physical geography from the University of Montreal (1984) and MSc in paleoecology with Mr Pierre Richard and Mr Paul Comtois, submitted her thesis in 1987. It dealt with the evolution and chronology of the black soils of Quebec's **Petit champ de thé** and **Grand champ de thé**, as reconstructed from pollen and macrofossil analysis.

Figure 9 Old field birch with fireweeds on a burnt-over site (photo, Martin Jean).



Figure 9 *Bouleau gris sur un parterre d'épilobes à feuilles étroites, dans un site perturbé par le feu (photo Martin Jean).*

drainer ce sol organique pour paralyser le processus d'accumulation.

L'acidité d'un tel sol sera contrée par des épandages de chaux. Mais l'assèchement du sol réactive le processus d'oxydation, donc de décomposition, ce qui provoque un tassement. De plus, ce sol subit une forte érosion éolienne qui emporte jusqu'à deux cm de terre noire par an. La terre noire, qui a pris presque 10 000 ans pour se constituer, s'érode en dix, vingt ou trente ans. La terre noire, moins épaisse en périphérie, est vendue sous forme d'engrais (fig. 10).

Les tourbières méridionales servent de refuge à la faune ailée et la flore. Des plantes actuellement considérées comme rares ont été découvertes dans des dépôts

Figure 10 The black soil layer is removed down to the grey clay. Scattered tree remains lie embedded in the peat (photo, Martin Jean).



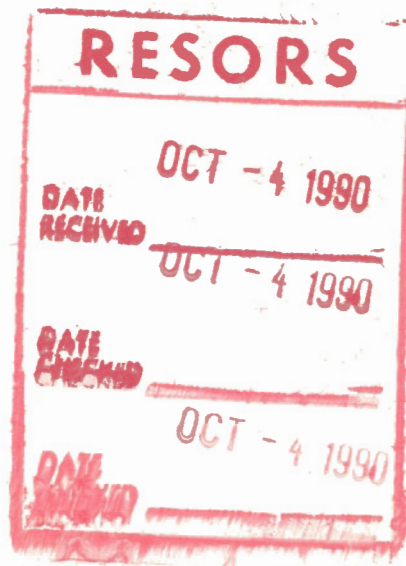
Figure 10 *Grattage de la couche de tourbe jusqu'à l'argile grise. Les troncs jonchant le sol étaient fossilisés dans la tourbe (photo, Martin Jean).*

du Sud-Ouest du Québec. Les tourbières de Venise-en-Québec, Clarenceville, Saint-Pierre, et les deux champs de thé font l'objet de recommandations par le Conseil consultatif sur les réserves écologiques.

L'un des rares systèmes écologiques capable d'enregistrer leur propre genèse, les tourbières servent aussi d'éponge, retenant et filtrant les eaux de pluie. D'autres propriétés restent encore à découvrir, pourvu qu'il reste des terres noires.

Michèle Laframboise, B.Sc. en géographie physique à l'Université de Montréal en 1984, M.Sc. en paléoécologie avec MM. Pierre Richard et Paul Comtois. Le mémoire, déposé en 1987, porte sur l'évolution temporelle de deux terres noires connues sous les noms du Petit et du Grand champs de thé, reconstituée par l'analytique pollinique et macrofossile.

Nom latin	nom français	nom anglais
Trees/Arbres		
Abies balsamea	sapin baumier	balsam fir
Acer rubrum	érable rouge	red maple
Acer saccharum	érable à sucre	sugar maple
Betula sp.	bouleau	birch
Betula papyrifera	bouleau blanc	canoé birch
Carya sp.	caryer	hickory
Fagus grandifolia	hêtre	beech
Fraxinus nigra	frêne noir	black ash
Fraxinus pennsylvanica	frêne rouge	red ash
Juglans cinerea	noyer cendré	butternut
Larix laricina	mélèze	larch, tamarack
Picea glauca	épinette blanche	white spruce
Picea mariana	épinette noire	black spruce
Pinus divarica	tapin gris	jack pine
Pinus strobus	pin blanc	white pine
Populus balsamifera	peuplier baumier	balsam poplar
Populus tremuloides	peuplier faux-tremble	quaking aspen
Quercus sp.	chêne	oak
Thuja sp.	cèdre	cedar
Tsuga canadensis	pruche	hemlock
Ulmus americana	orme blanc, orme d'amérique	american elm
Shrubs/Arbustes		
Alnus crispa	aulne crispé	green alder
Alnus rugosa	aulne rugueux	rough alder
Betula populifolia	bouleau gris	old field birch
Cassandra calyculata	cassandre	leather-leaf
Ericaceae	éricacées	heather
Ledum groenlandicum	thé du Labrador	Labrador-tea
Myrica gale	myrique baumier	sweet gale
Salix sp.	saule	willow
Shepherdia canadensis	sheperdie du Canada	Buffalo-berry
Vaccinium angustifolium	bleuet	blueberry
Plants/Herbes		
Ambrosia sp.	ambrosie	ragweed
Ambrosia artemisiifolia	petite herbe à poux	small ragweed
Ambrosia trifida	grande herbe à poux	giant ragweed
Artemisia sp.	artémise	mugwort
Artemisia vulgaris	armoise vulgaire	common mugwort
Carex sp.	carex, laiche	sedge
Cypéraceae	cypéracées	sedges
Rosaceae	rosacées	Rose family
Rumex sp.	oseille	dock
Mosses/Mousses		
Sphagnum	sphaigne	sphagnum moss



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.
