

1052288

GEOS

COPT

Vol. 15 No. 1 Winter/Vol. 15, n° 1 Hiver 1986

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

RESORS

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



GEOS

A quarterly about the earth's resources

Publication trimestrielle sur les ressources de la Terre

Vol. 15 No. 1 Winter/Hiver 1986

GEOS is published quarterly by Energy, Mines and Resources Canada Minister, The Hon. Pat Carney Minister of State for Mines, The Hon. Robert Layton Deputy Minister, de Montigny Marchand

GEOS est une publication trimestrielle d'Énergie, Mines et Ressources Canada L'hon. Pat Carney, ministre L'hon. Robert Layton, ministre d'État aux Mines de Montigny Marchand, 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.

Éditeur

Rédactrice en chef
Constance Mungall

Associate Editor
Rédacteur associé
Attilio Barcados

Assistant Editor
Rédactrice adjointe
Annie Beaudoin

Graphics
Présentation graphique
Carisse Graphic Design Ltd.

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

Indexed in the Canadian Periodical Index

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

Cité dans l'Index des périodiques canadiens

ISSN 0374-3268



Energy, Mines and
Resources Canada

Énergie, Mines et
Ressources Canada

Contents/Sommaire

- 1 Un survol de notre planète *1052288*
par Christian Prévost et Michel Yergeau
- 6 The Burgess Shale
by S. Conway Morris and H.B. Whittington
- 7 The quarries continue to yield their mysteries
by Constance Mungall and Val Donnelly
- 12 Vers une normalisation internationale des produits pétroliers
par Roger J. Lafleur
- 16 Coal in the Canadian Arctic Archipelago: a potential resource
by B.D. Ricketts and A.F. Embry
- 19 Source of Gold: abandoned tailing dumps
by Marius A. Cristovici and Geoffrey W. Leigh
- 21 L'île d'Anticosti — a-t-elle été récemment englacée?
par Denis Gratton, Jean-Marie Dubois, Alain Painchaud et Hugh Gwyn
- 24 Sackville Spur: a classic sedimentary drift
by Alan C. Grant

Couverture: Le continent africain tel que vu de l'espace. L'article principal vous propose un voyage dans le temps et l'espace que seuls des satellites peuvent vous offrir.

Cover: Africa seen from space. The article "Flight over our planet," which begins on the first page, invites you on a voyage in time and space which could only be taken by satellite.

Un survol de notre planète

Une initiation à la photo-interprétation d'images satellites. Vous êtes invités à vous asseoir dans le fauteuil de l'observateur

par Christian Prévost et Michel Yergeau

Répertorier l'état de la végétation à l'échelle mondiale, informer sur les modifications de l'environnement dans certaines régions telles que le Sahel, suivre l'évolution des cultures sur de petits parcelles (...) voilà autant d'exemples des multiples applications de la télédétection.

Du général au particulier, de l'hémisphère à la parcelle, l'image satellite joue un rôle primordial dans la surveillance des ressources naturelles. Elle constitue, en effet, une source inestimable d'information puisqu'elle peut aider à mieux gérer les terres cultivées de façon à écarter les dangers de famine, de sécheresse, qui menacent encore une large partie de l'humanité.

Cet article vous propose un voyage dans le temps et l'espace que seuls des satellites à 700 km d'altitude peuvent vous offrir. Vous verrez comment la technologie permet à un observateur d'aller de « l'hémisphère à la parcelle ». Ainsi nous vous proposons d'abord l'analyse de l'état de la végétation dans l'hémisphère nord pour vous mener progressivement à l'étude des champs de riz, du delta intérieur du fleuve Niger, au Sahel.

Les auteurs illustrent l'article d'images acquises par les satellites NOAA et LANDSAT pour ensuite effectuer un zoom sur cette région du globe soumise à la sécheresse.

TOUR D'HORIZON

Depuis 1972, année de lancement du premier satellite d'observation de la Terre, plusieurs satellites de ce type ont été placés en orbite, chacun d'eux ayant ses caractéristiques propres. Les images de la surface terrestre sont obtenues à partir du satellite d'observation qui les transmet à une station de réception au sol. Aux principaux satellites actuellement en opération, ceux des séries américaines LANDSAT (Land Satellite) et NOAA (National Oceanic and Atmospheric

Administration), viendra bientôt s'ajouter le satellite français SPOT (GEOS, automne 85). Pour sa part, le Canada lancera son premier satellite d'observation de la Terre, RADARSAT, vers 1990.

Cette diversité dans les systèmes d'acquisition de données permet d'explorer l'environnement de façon globale ou locale. Dans le premier cas, les satellites de la série NOAA, à large couverture et de résolution grossière, sont en mesure d'acquérir des images de toute la surface du globe sur une base journalière.

Dans le second cas, on utilise les satellites de la série LANDSAT, équipés du capteur MSS (Multispectral Scanner) de résolution fine. Ces satellites enregistrent des images de toute la surface du globe en 16 jours.

Les scientifiques canadiens ont mis au point des concepts originaux d'intégration des dernières sources de données de télédétection dans le but de mieux surveiller l'état non seulement des ressources canadiennes mais aussi mondiales.

La plupart de ces concepts se fondent sur le principe qu'il n'est pas nécessaire de suivre l'évolution de chaque parcelle de terre mais plutôt d'identifier, à partir des images à résolution grossière, les endroits où des variations anormales de l'état de la végétation sont perceptibles. À partir de cette identification, il est ensuite possible d'utiliser différents produits de la télédétection de plus en plus raffinés pour étudier des problèmes environnementaux tant à l'échelle régionale qu'à l'échelle locale.

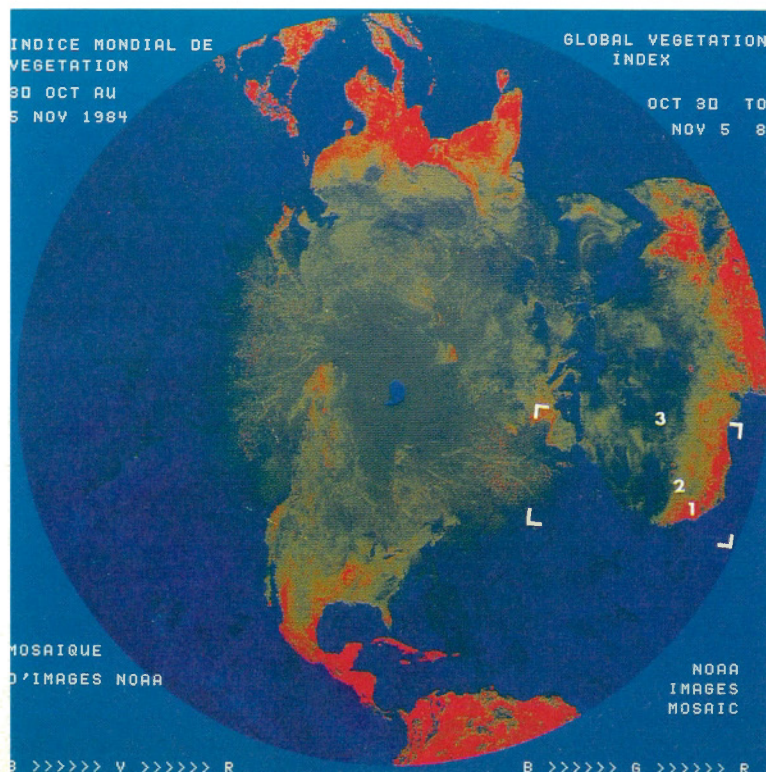
VUE GLOBALE

L'image présentée à la figure 1 est appelée « indice mondial de végétation » (Global Vegetation Index). Elle constitue le résumé hebdomadaire de l'état de la végétation à l'échelle continentale. En se référant à une série d'images satellites,

prises à différents moments (diachroniques), il est possible d'identifier « les zones anormales », c'est-à-dire des régions soumises à des variations environnementales excessives.

Figure 1 Cette image fait le bilan de la végétation de l'hémisphère nord au cours de la semaine du 30 octobre 1984 au 5 novembre 1984. À partir de cet indice de végétation hebdomadaire, on peut interpréter les zones rouges comme des secteurs à forte intensité végétale (1). Le vert représente une intensité végétale moyenne (2) et le bleu, une faible (ou aucune) intensité végétale (3). Nota: Le cadre [] sur l'image satellite délimite la surface couverte par l'image suivante.

This image assesses the condition of Northern Hemisphere vegetation the week of October 30, 1984. Red zones can be interpreted as areas of vigorous vegetation (1). Green represents medium density (2) and blue, low density or no vegetation (3). Note: The frame [] on the satellite image outlines the surface covered by the following image.



Une fois que les zones anormales ont été identifiées, on se concentre sur celles-ci à l'aide du document illustré à la figure 2. Ce type d'image, disponible depuis 1979, permet de suivre quotidiennement l'état de la végétation. Ce document est disponible pour toutes les régions du globe. Sa large couverture permet de visualiser

l'ampleur géographique d'un phénomène tel que la sécheresse. L'analyse des contrastes, des couleurs et des teintes de l'image révèle à l'observateur les conditions de la végétation. Grâce à une série diachronique d'images, on peut suivre les oscillations de l'environnement dans le temps et l'espace.

Figure 2 Cette image, acquise le 8 octobre 1984, couvre une région de 2 000 km × 3 000 km. Elle permet de distinguer le Sahel (1) et le désert (2) des zones à forte activité végétale (3). L'eau apparaît en noir et les nuages en blanc. Afin de suivre la variabilité saisonnière

This image, October 8, 1984, covers an area 2000 km by 3000 km, and distinguishes between the Sahel (1), desert (2) and zones of strong plant activity (3). Water appears black and clouds white. An historical series of images

du couvert végétal ou des changements à plus long terme, tels que les phénomènes de sécheresse ou de désertification, on a recours à une série diachronique d'images. Celle-ci donne un aperçu des variations de l'activité végétale dans le temps et l'espace.

shows variations in vegetation cover over time and space, allowing us to follow seasonal variations and long-term changes such as drought phenomena or desertification.

VUE RÉGIONALE

Le document de la figure 3 dont la résolution est plus fine que celle des images précédentes, couvre habituellement une région de 2 000 km × 2 000 km. Cette grande couverture permet d'évaluer l'état de l'environnement sur une échelle régionale. Une telle image constitue un outil tout indiqué pour cerner les zones qui éprouvent des difficultés au niveau de la végétation; elle identifie sommairement les endroits où une aide alimentaire pourrait être nécessaire. Ce type de document mériterait une large distribution aux organismes chargés des secours dans les régions soumises à la désertification. Néanmoins, si l'observateur est intéressé à étudier de plus près certaines régions, il peut disposer de documents plus raffinés grâce au satellite LANDSAT.

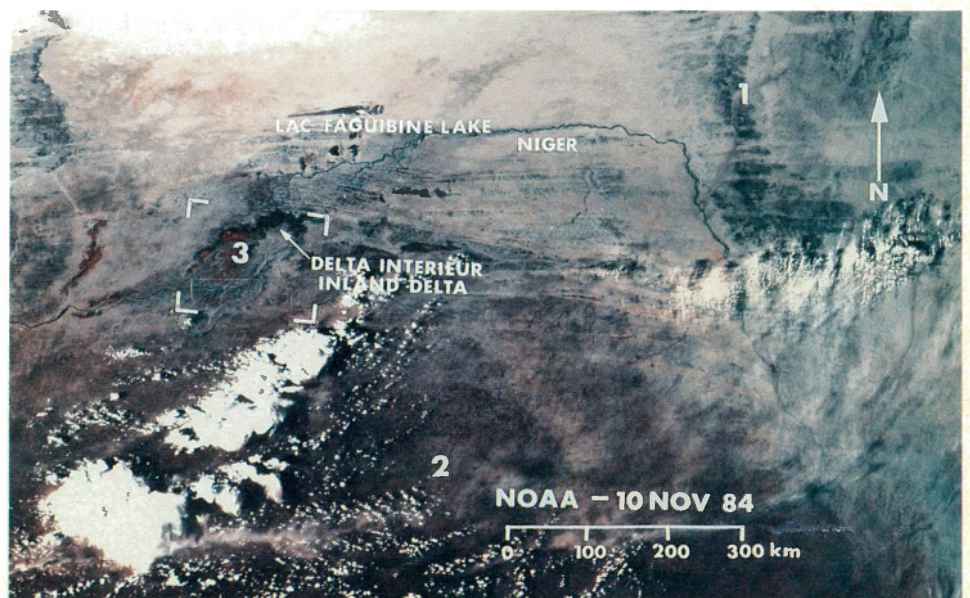
Figure 3 November 10, 1984 image covers the Sahel over a sector 1400 km × 750 km, identifying the elements of Figure 2: three types of environment, (1) a desert zone north-east of the loop of the Niger (Adrar des Ifoghas), (2) a zone of transition with scattered vegetation in Gourma and North Burkina, (3) traces of very dense vegetation in the interior delta of the Niger.

This imagery helps us follow plant activity in each environment, as well as the rising of the waters in the interior delta of the Niger. It takes three months for the flood to cross the delta's interior, passing through numerous ponds, swamps and canals, a critical period for the rice cultivation.

Figure 3 Cette image, acquise le 10 novembre 1984, couvre un secteur du Sahel de 1 400 km × 750 km. Elle présente de façon plus précise les éléments que l'on retrouve à la figure 2. Vous êtes donc en mesure de reconnaître trois types d'environnements, soit 1) une zone désertique au nord-est de la boucle du Niger (Adrar des Ifoghas), 2) une zone de transition à végétation clairsemée au Gourma et au nord de Burkina, et enfin, 3) quelques taches de végétation très dense dans le delta intérieur du fleuve Niger.



Ce type de document retrace l'évolution des variations de l'activité végétale dans chacun de ces environnements. Il fournit, en outre, un bon aperçu visuel de la progression de la crue des eaux dans le delta intérieur du fleuve Niger. En effet, une telle imagerie permet un suivi très précis sur plus de trois mois, période au cours de laquelle la crue traverse la partie intérieure du delta en passant par de nombreux marécages, mares et canaux. C'est une saison particulièrement critique pour les cultures de riz.



VUE LOCALE

Les images NOAA, qui sont acquises tous les jours (figures 1 à 3), sont tout indiquées pour suivre les changements rapides qui ont lieu sur de grandes surfaces. Par contre, si vous recherchez la précision et le détail, seules les images LANDSAT (figures 4 à 6), acquises cependant tous les 16 jours, peuvent vous offrir cette qualité visuelle. Ainsi, l'image satellite est à la base de tout système d'information dédié à l'inventaire et à la gestion à long terme des ressources naturelles, seul moyen capable de réduire les effets de la sécheresse.

Inscrits dans les oscillations climatiques, les effets de la sécheresse actuelle au Sahel sont aggravés par diverses activités humaines. En effet, la surexploitation des terres marginales, l'utilisation moins fréquente de la jachère, le surpâturage, la détérioration du couvert forestier, les feux de brousse, etc. contribuent à la dégradation des ressources et, entre autres, à la pénurie d'eau.

Dans le cas des feux de brousse, la conséquence immédiate et également la plus visible est la suppression du couvert végé-

tal. Ce dernier est remplacé par une couche de cendres et de débris calcinés (noirs).

Les images LANDSAT sont en mesure de suivre la progression des feux et d'inventorier la dégradation progressive du couvert végétal autour des villes, des villages et des puits. Elles représentent une précieuse source de documentation en vue de l'établissement de stratégies d'intervention. Au chapitre de l'hydrologie, la télédétection a, depuis plusieurs années, démontré son efficacité notamment en ce qui concerne l'identification du réseau hydrographique et le suivi des plans d'eau (GEOS, printemps 85). D'autre part, si l'on s'en tient aux recherches qui ont été effectuées dans plusieurs régions du monde, dont le Sahel, les images LANDSAT ont depuis plusieurs années démontré leur capacité à évaluer, au plan local, la condition de la végétation et des pâturages.

Depuis 1982, les satellites de la série LANDSAT sont équipés d'un second système d'acquisition d'images: le Thematic Mapper (TM) (GEOS, hiver 85). Il est beaucoup plus performant que le capteur conventionnel MSS, cité au début de cet article. Le capteur TM est en mesure d'identifier des objets presque cinq fois plus petits que ne le peut le MSS, ce qui permet d'augmenter considérablement la quantité d'information disponible (figures 5 et 6).

Nous sommes donc maintenant capables d'identifier, avec beaucoup plus de précision, les zones agricoles et, dans certains cas, les champs et même de les mesurer. Ces nouveaux perfectionnements constituent un pas en avant vers la cartographie de l'utilisation des sols et l'évaluation des activités agricoles sur les écosystèmes.

Figure 4 Le fleuve Niger coule en direction du nord-est. Deux autres cours d'eau importants sont visibles: le Bani qui effectue des méandres dans les basses-terres du delta intérieur du fleuve Niger jusqu'à sa confluence avec celui-ci (à la hauteur de la ville de Mopti); le Diaka qui est un affluent du Niger en période de crue et un affluent durant les basses eaux.

Cette image MSS LANDSAT est centrée sur le troisième ensemble végétal de la figure 3, soit la végétation très dense située dans le delta

intérieur du fleuve Niger. On peut distinguer deux subdivisions:

- Les zones lacustres sont recouvertes principalement par le borgou ou le riz (1) tandis que les cuvettes asséchées (2) présentent un fond argileux hydromorphe. Sur les terres exondées, on retrouve des cultures pluviales (3);
- Les bourrelets de berge (4), quant à eux, sont omniprésents et occupés soit par des villages soit par les cultures pluviales.

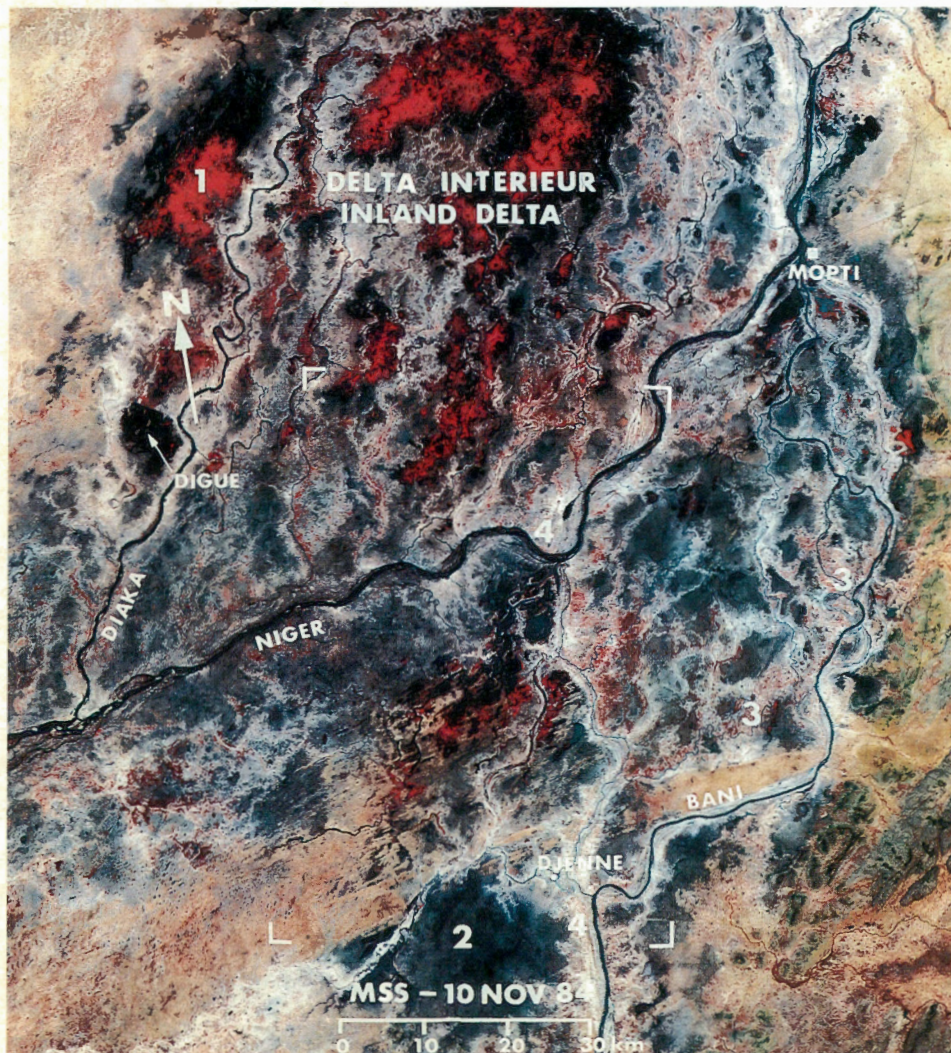


Figure 4 The Niger River flows to the north-east. Two other important streams are visible. The Bani wanders the lowlands of the interior delta of the Niger, which it meets at the city of Mopti. The Diaka is an overflow of the Niger in the flooding season and a tributary when the waters are low.

This LANDSAT image is centred on the third vegetation class of Figure 3: the very dense vegetation at the level of the interior delta of the Niger, which can be subdivided:

- The lacustrine zones are covered mainly with the native grass borgou or rice (1) while the dry basins (2) show a clayey bottom. Rain crops are found on the emerged terrain (3).
- The old alluvial deposits (4) are widespread and occupied by either villages or rain crops.

Dans les régions libérées de certaines maladies tropicales (onchocercose), il est possible de suivre la recolonisation par les autochtones à partir de l'analyse des périmètres déboisés qui contrastent avec la forêt avoisinante. La cartographie du territoire agricole devient donc plus précise et permet alors une meilleure assignation de l'utilisation des terres (culture de décrue, parcelles de riz, culture sèche (pluviale)) ainsi que la planification de l'aménagement du territoire. De la même façon, on peut discerner certains signes avant-coureurs de désertification, telles les auréoles sans végétation autour des villages.

La qualité exceptionnelle de ces documents fait en sorte que tout agrandissement de l'image ne dilue pas de façon significative le contenu de l'information. Il est donc possible de cartographier les ressources à partir de documents agrandis jusqu'à l'échelle de 1/50 000.

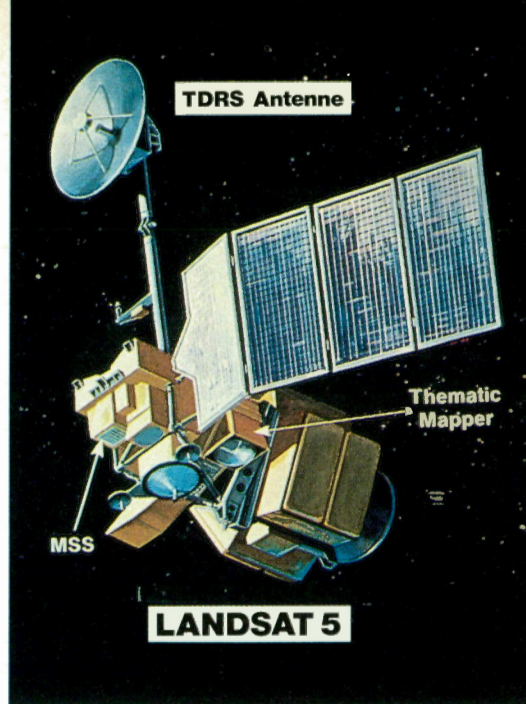
L'inventaire répété des ressources naturelles renouvelables à différentes échelles et à différents intervalles, doit servir de base et d'orientation à un plan de gestion des ressources. L'acquisition de toutes ces données au moyen de différents types de satellites, et leur intégration, permettent de surveiller l'utilisation et l'état des ressources, ce qui réduit considérablement la vulnérabilité des populations face au climat et aux risques de perte des récoltes; le suivi ne permet pas d'éviter la sécheresse, mais donne aux gestionnaires des instruments de planification pour orienter les mesures correctives.

Figure 5 Cette image TM a été acquise le 10 novembre 1984 durant la période des récoltes en zone irriguée. On constate le bas niveau des eaux de certaines mares qui favorise les cultures de décrue (1), notamment dans la région de Kouakourou.

L'acquisition d'une série d'images du capteur TM, étalées sur toute la saison de la riziculture, serait un bon moyen de suivre le remplissage des mares et l'état des périmètres irrigués ou inondés. De là, on pourrait déterminer la période propice aux cultures de semis et prévoir la quantité de riz récolté.

TM image, November 10, 1984, during harvest of the irrigated zone, showing low water level in certain ponds, which encourages seasonal crops (2), especially in the Kouakourou region.

With a sequence of TM images over the whole rice cultivation season, we could follow the filling of ponds and the state of irrigated or inundated areas. It would permit determination of a favourable time to sow and better prediction of the rice production.



Le Canada considère la télédétection comme un outil efficace de gestion de ses immenses ressources et de son vaste territoire. Des techniques de traitement de données ont donc été mises au point et des méthodes originales et sûres de surveillance de nos ressources ont pu être élaborées. Le Canada s'est ainsi doté d'une technologie unique au monde en ce qui a trait à la surveillance des prairies et des forêts.

De plus, le Centre canadien de télédétection (CCT) d'Énergie, Mines et Ressources Canada collabore avec l'entreprise privée canadienne. En effet, le CCT s'attache à mettre en place des méthodes originales d'intégration des données de télédétection, adaptées à la surveillance des récoltes du vaste territoire canadien. Celles-ci pourront également servir au suivi des ressources mondiales.

L'expertise canadienne se répand dans le monde; la plupart des stations de réception des données, dans le monde, sont de fabrication canadienne.

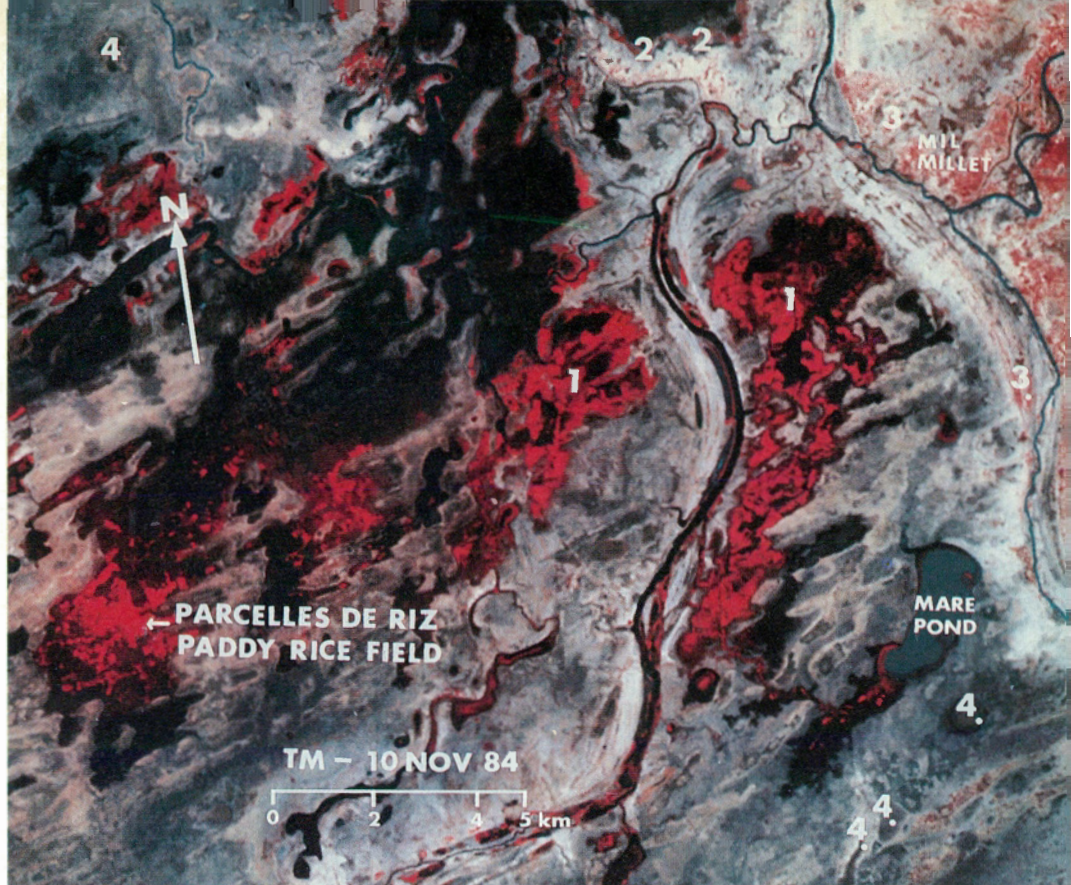


Figure 6 Cet agrandissement de l'image TM précédente permet de mieux distinguer les types de couverts végétaux, associés aux différents environnements: les zones de riziculture (1) occupent les mares là où le niveau d'eau est suffisant; les cultures de décrue (2) se situent en bordure des mares en voie d'assèchement, les cultures pluviales (3) se trouvent sur les bourrelets alluviaux et enfin, les mares asséchées (4) sont laissées à l'abandon jusqu'à la prochaine crue du fleuve.

Une série diachronique d'images, ajustées au calendrier agricole, permettrait de suivre toutes les étapes de croissance des différents types de culture.

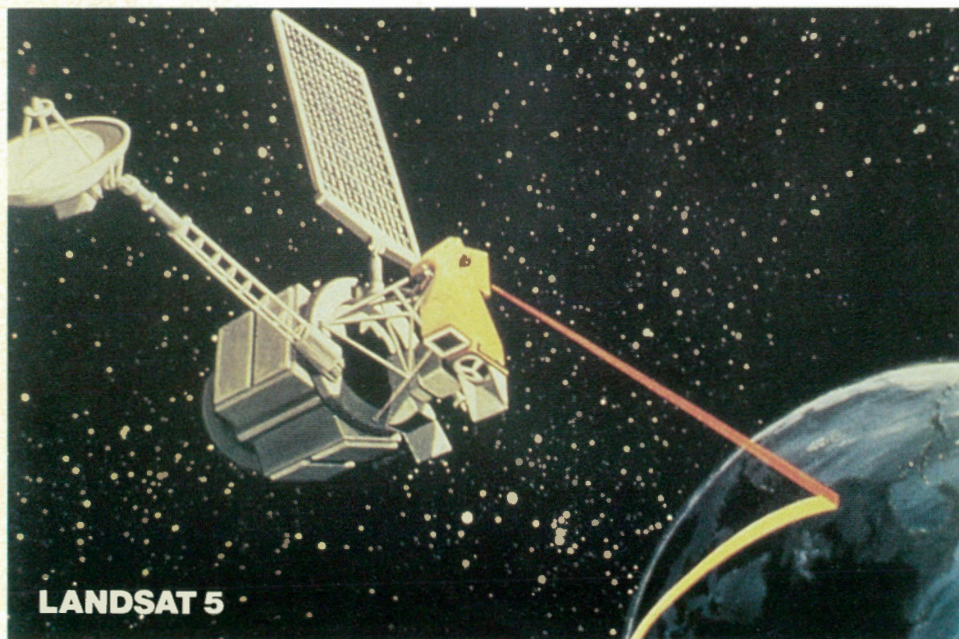
Enlargement of preceding TM image helps discriminate between types of vegetative cover associated with different environments: the zones of rice cultivation (1) occupy ponds of adequate water level. Seasonal crops (2) are found along edges of drying ponds, rain crops (3) occupy alluvial strips, and dried-up ponds (4) are abandoned until next river flooding.

With an historical sequence of images adjusted to the agricultural calendar we could follow the growth of different crop types.

M. Michel Yergeau est chercheur stagiaire au Centre d'applications et de recherche en télédétection (Cartel) de l'Université de Sherbrooke.

M. Christian Prévost est un scientifique de la Division des applications au Centre canadien de télédétection, EMR où il est rattaché au projet de suivi des récoltes.

Les auteurs, qui possèdent une formation de géomorphologues ont, à eux deux, plus de quinze années d'expérience en télédétection, incluant cinq années en poste au Burkina Faso (Haute-Volta).



This article sets us on a journey in time and space which only satellites at an altitude of 700 km can offer. Remote sensing permits us as observers to go from the hemisphere to the small plot; it begins by analyzing the state of vegetation in the Northern Hemisphere and ends with the study of rice fields in the interior delta of the Niger River in the Sahel.

The authors have used NOAA and LANDSAT images to zoom in on this drought-stricken region of the world. This is one example of their application in monitoring natural resources, tracking environmental changes, following the evolution of crops, and reporting the worldwide state of vegetation. It is evidence of the value of satellite images in helping crop management and facing the dangers of famine and drought, which still threaten a large portion of humanity.

This article is available in English

The Burgess Shale

A World Heritage Site in Canada's Rockies yields the richest Cambrian fossil record

by S. Conway Morris and
H.B. Whittington

Near the beginning of this century, a discovery was made in southwestern Canada that turned out to be the richest fossil record yet found from the Cambrian Period. Slides of soft mud had covered a single area in a geologically short space of time and then hardened to form what is now known as the Burgess Shales. Trapped without oxygen in this formation were tens of thousands of well-preserved invertebrates that had lived from more than 600 million to 500 million years ago. What made them unique was that not only skeletons, but soft parts of the fauna of that period were preserved.

Dr. Harry B. Whittington is a recently retired professor of geology at the University of Cambridge, England. In 1966 and 67, while at Harvard University, he was invited to lead the paleobiological team which reopened the fossil quarry in the Burgess Shale. In 1985, he published a book, *The Burgess Shale*, which shows model reconstructions of many of the fossils found.

Dr. S. Conway Morris was Dr. Whittington's research student. He taught at the Open University, Milton Keynes, before returning to the Sedgwick Museum at Cambridge to teach. He worked with Dr. Whittington to produce *Fossils of the Burgess Shale, A National Treasure in Yoho Park, British Columbia*, which is Geological Survey of Canada Miscellaneous Report 43, available from GSC Offices in Ottawa, Calgary and Vancouver.

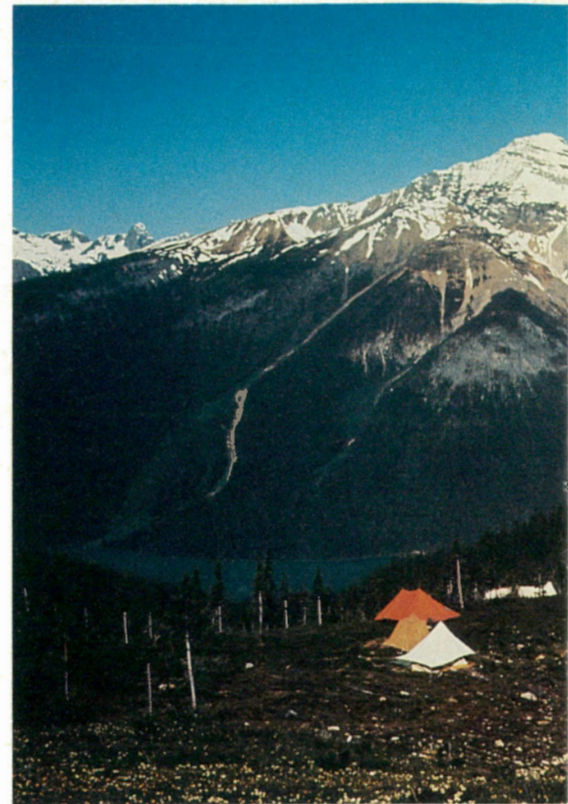
Figure 1 A reconstruction of the deeply embayed Middle Cambrian reef escarpment in Yoho National Park. This escarpment separated the shallow-water reef areas of limestone deposition from the deep-water basin in which silts and muds, including the Burgess Shale, accumulated. The present relative locations of the Burgess Shale quarry, the town of Field, and various mountains are shown.

Reconstitution de l'escarpement récifal datant du Cambrien moyen et enfouie profondément dans le parc national de Yoho. Cet escarpement a séparé les zones de récif de hauts fonds, constituées de dépôts calcaires, du bassin d'eau profonde dans lequel se sont accumulés les dépôts vaseux dont le schiste de Burgess. On peut voir l'emplacement actuel approximatif de la carrière du schiste de Burgess, la ville de Field, et diverses montagnes.

The importance of the Burgess Shales to paleontological and evolutionary studies is difficult to exaggerate. Without it, our knowledge of Cambrian life would be sadly impoverished. This superb fauna occurs in the magnificent setting of Yoho National Park, in the Rocky Mountains, on the border between Alberta and British Columbia. So important is the find that the quarry it came from has been designated as one of Canada's World Heritage Sites.

Collections have been made since its discovery in 1909—the largest is at the Smithsonian Institution in Washington, D.C.—but the fossils remaining at the quarries are irreplaceable, and the rocks containing them may yet yield further clues to the origin of these unique deposits. For this reason, access to the quarries is by permit only, from the Yoho Park administration office in Field, Alberta, the nearest town. Visitors caught removing fossils or rocks from any part of the park are liable to prosecution.

The discovery of the Burgess Shale fossil beds seems to have been largely accidental, and the story now forms part of the folklore of paleontology. The eminent Cambrian paleontologist Charles D. Walcott, who was Secretary of the Smithsonian Institution in Washington, D.C., was riding with members of his geological expedition during an autumn day in 1909 along the trail that traverses the west side of Fossil Ridge. One of the horses stopped at a loose block deposited by an ava-

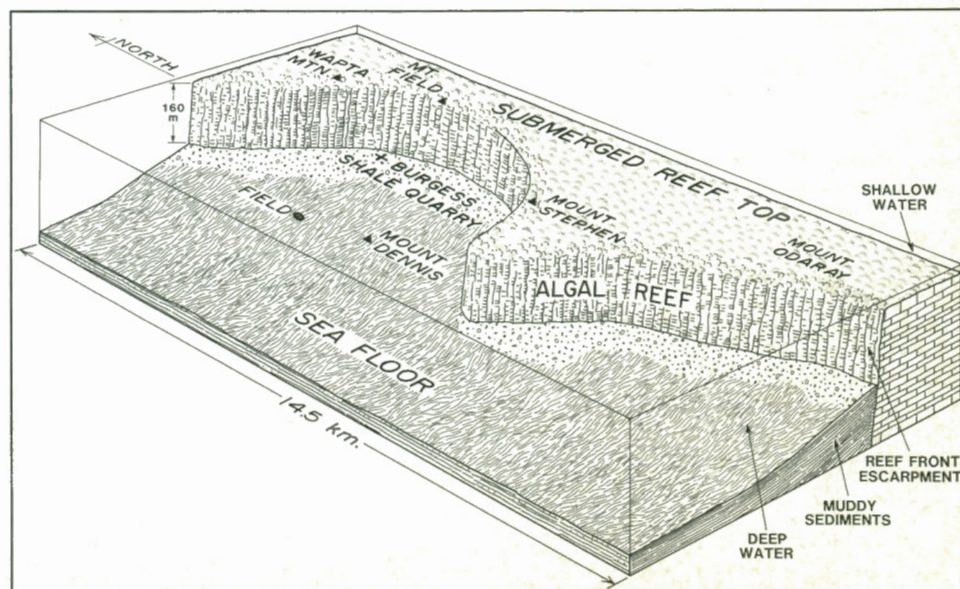


Camp of the quarry party, 1966. President Range and Emerald Lake in background

Le camp de l'équipe affectée à la carrière, en 1966. La chaîne de montagnes President et le lac Emerald à l'arrière-plan.

lanche. Walcott dismounted and noticed that the block contained soft-bodied fossils. He must have been aware immediately of the importance of his find, but it was only on his return the following year, when the intact stratum from which the block had fallen was discovered, that

Continued on page 8



The quarries continue to yield their mysteries

“Most well-informed scientists still don’t know what treasures the Burgess really contains. . . .”

By Constance Mungall and Val Donnelly

Scientific reports can bear the seeds of revolutionary thought, but the convention is to present the most exciting revelations in a muted fashion, as if the author, who may have cried Eureka! or even Wow! at the discovery, was too modest to proclaim it publicly.

Published in 1985, the Geological Survey of Canada report on which the article, *The Burgess Shale* is based, only hints at some of the most exciting revelations now being made about that unique cache of Cambrian treasures. But a spate of articles, some of them by the scientists who worked on the shale themselves, some of them by other paleontologists or by science writers, have been appearing in popular science journals and in daily newspapers. The CBC TV series *The Nature of Things* featured the site recently.

The new findings focus on the distinction of new species, the reconstruction of an

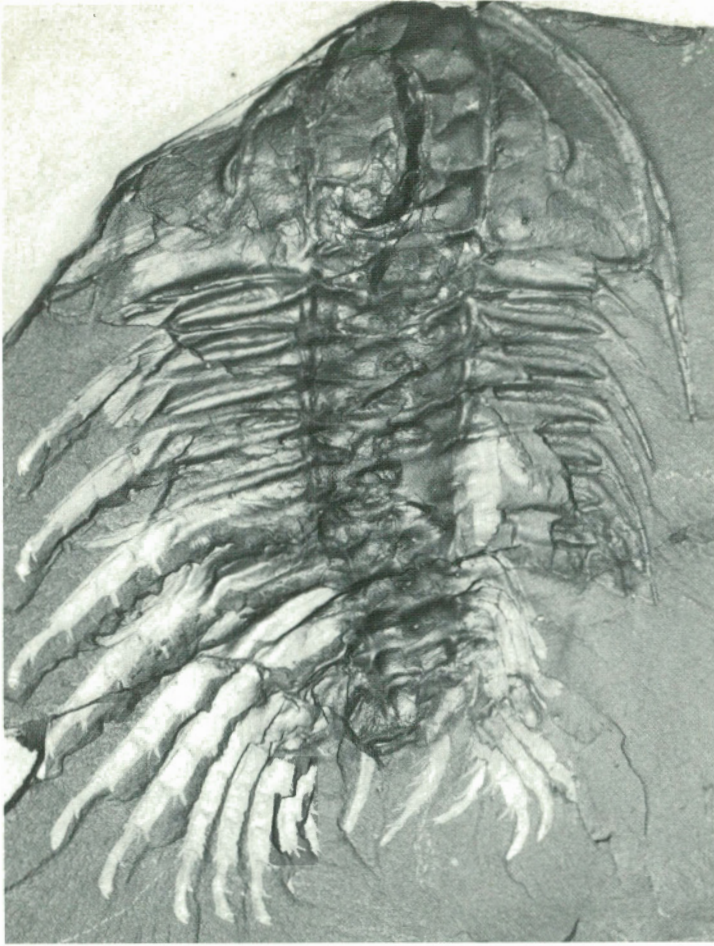
Continued on page 10

Figure 2 Restoration of some of the Burgess Shale species living on, above, and in the muddy sediments being deposited at the foot of the submarine cliff in the background. The animals are drawn to show their approximate relative size.

Restauration de quelques espèces animales du schiste de Burgess, ayant utilisé comme substrat les sédiments vaseux déposés au pied de la falaise sous-marine, à l'arrière-plan. Les animaux sont représentés grandeur nature.

1 *Ottoia*, 2 *Burgessochaeta*, 3 *Louisella*, 4 *Hyolithes*, 5 *Aysheaia*, 6 *Leandroia*, 7 *Nisusia*, 8 *Opabinia*, 9 *Dinomischus*, 10 *Waptia*, 11 *Yohoia*, 12 *Canadaspis*, 13 *Molaria*, 14 *Pikaia*, 15 *Marrella*, 16 *Scenella*, 17 *Sidneyia*, 18 *Olenoides*, 19 *Burgessia*, 20 *Pirania*, 21 *Echmatocrinus*, 22 *Vauxia*, 23 *Wiwaxia*, 24 *Anomalocaris*, 25 *Choia*





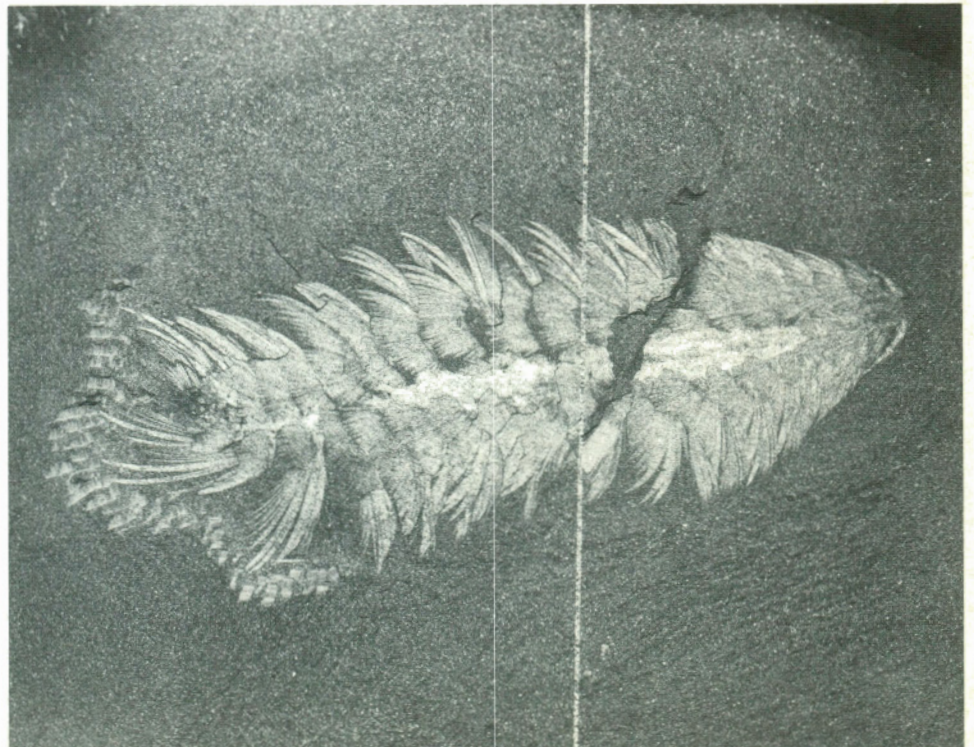
▲ **Figure 3** *Olenoides* (x1.7) A complete specimen of the trilobite, showing the jointed, spiny walking legs beneath the exoskeleton. Trilobites are an extinct group of arthropods, the commonest Cambrian fossils. Their exoskeletons were reinforced with calcium carbonate and were therefore more likely to be preserved. However the occurrence of complete exoskeletons of *Olenoides* with the antennae and limbs in place beneath them is rare.

Olenoides (x1.7) un spécimen complet du trilobite; on peut voir les pattes articulées, épineuses au-dessous de l'exosquelette. Les trilobites, arthropodes maintenant éteints, sont les fossiles que l'on retrouve le plus fréquemment dans les couches datant du Cambrien. Leurs exosquelettes ont été affermis grâce au carbonate de calcium et ont donc pu se préserver plus facilement. Cependant, il est rare de rencontrer des exosquelettes complets du type *Olenoides* avec leurs antennes et leurs membres en place sous eux.

Continued from page 6

he realized the treasure trove he had stumbled upon.

Five seasons of quarrying yielded tens of thousands of exquisitely preserved animals with the most delicate skeletons, soft-bodied worms, sponges, algae, and a wide variety of more peculiar groups, as well as typical Cambrian fauna, some of them also with their soft parts preserved.



◀ **Figure 4** Marrella (x5) exposed from the underside, showing the spines curving back from the head, the antenna (a), a second long appendage (b), and the many pairs of limbs on the trunk. The dark patch on the rock is a stain caused by decay products leaking out of the body into the surrounding sediment after its burial. Marrella is the most common fossil in the Burgess Shale. Only 1 to 2 cm in length, it is an arthropod but not a trilobite and did not have an exoskeleton stiffened with mineral matter.

Marrella (x5) visible d'en dessous. On peut voir les épines dorsales recourbées à partir de la tête, les antennes (a), un deuxième long appendice (b) et les nombreuses paires de membres sur le tronc. La tache noire sur la roche provient de produits en décomposition qui ont coulé du spécimen dans les sédiments environnants après son enfouissement. Marrella est le fossile que l'on rencontre le plus fréquemment dans le schiste de Burgess. D'une longueur de seulement 1 à 2 cm, c'est un arthropode mais non un trilobite; il ne possédait pas d'exosquelette renforcé d'une substance minérale.

This material was shipped to the Smithsonian Institution, where it is still available. Walcott described much of it, but his descriptions were preliminary. When he died in 1927, a great deal was still to be learned about the Burgess Shale fauna and flora, and about its origin in relation to its environment.

In 1966, EMR's Geological Survey of Canada, with the permission of Parks Canada, reopened the Burgess Shale quarries. In that year and the next they collected many more specimens, which, together with Walcott's earlier collections, gave the impetus for a systematic redescription of all the fossils, and we now have a clearer picture of the site.

The Burgess Shale is now recognized as part of a sedimentary sequence of silts

◀ **Figure 5** Canadia (x3.2) was a worm with a segmented body bearing stout bristles or chaetae composed of chitin. Soft-bodied worms account for about 12 per cent of the genera in the fauna, and polychaete worms are one important group. Rag worms, common on many shorelines, are living relatives. The chaetae, especially prominent on the Canadia, would have been well adapted for propelling the worm through the water. It was probably a swimmer, cruising above the seabed.

Le Canadia (x3.2) était un ver à corps segmenté; il était pourvu de soies solides ou de poils composés de chitine. Les vers à corps mou comptent pour 12 % des genres parmi la faune. D'autre part, les vers polychètes représentent un groupe important au sein de celle-ci. Les vers de roche dure que l'on retrouve aujourd'hui sur de nombreuses lignes de rivage, se situent dans la même ligne de parenté. Les soies, spécialement prononcées sur le Canadia, auraient pu faire avancer le ver dans l'eau. C'était probablement un nageur qui se déplaçait au-dessus des fonds marins.

and muds deposited in relatively deep water immediately adjacent to an enormous reeflike structure that was originally composed of limestone, perhaps secreted by marine algae. Since then, the limestone has been altered chemically to become rock known as dolomite.

The edge of this reef originally formed a vertical submarine escarpment many kilometres in length, its upper surface and rim lying under shallow, sunlit waters and the face of its clifflike edge plunging into the gloomy depths hundreds of metres below (Fig. 1). Careful mapping and reconstruction of this reef, now dissected by erosion and faulting, led to the discovery that in some way the reef escarpment controlled the distribution of the animals that lived on and in the muds of the adjacent deep water. Their incarceration happened about 500 million years before the Rocky Mountains, in which the fossils now lie, were formed.

The Burgess Shale fauna consists of over 120 species, representing invertebrates with jointed limbs and segmented bodies (arthropods) (Figs. 3, 4) like today's crabs and spiders, or with two-part shells (brachiopods), and multicelled animals which are distant relatives of today's sea anemones, corals or jellyfish, characterized by stinging cells and tentacles (cnidarians). Some have a radial symmetry like starfish and sea cucumbers (echinoderms), and others are apparently primitive chordates, probably the ancestors of fish.

There are molluscs, sponges, various types of worms (Fig. 5), and a number of miscellaneous forms not readily accommodated in any of the major groups of animals (Fig. 2). The species are not equally abundant; some are known from thousands of individuals, whereas others show up as only a single specimen.

The flora of the shale consists of delicate, branching remains of seaweeds or algae that are preserved abundantly in specific thin layers in the quarry that Walcott excavated. The way the fossil algae occur, separate from one another and only rarely associated with animal fossils, suggests that they may have lived in a different environment from the animals, possibly attached to the submarine cliff, and were periodically broken off and swept down to be buried in a slumped layer.

Under normal circumstances, only the hard parts of fossils are preserved. These include the shells of bivalves and molluscs, the exoskeletons of trilobites (extinct arthropods with three lobes) and the skeletal plates of echinoderms—all of which are made of calcium carbonate. Normally the associated soft parts quickly decomposed and disappeared after death, and paleontologists can only guess what

they looked like. They must be content with what the fossil record provides in the form of various skeletal remains, and only the tracks and burrows, known as trace fossils, left by walking or crawling and tunnelling soft-bodied creatures hint at their former diversity. When soft tissues and delicate skeletons are for some reason preserved, the fossil record they leave is of extraordinary importance to paleontologists. They give a far more accurate insight into the original diversity of life.

Probably no example of the preservation of soft bodies is as important as the one located in Yoho National Park. It is particularly important because it is a sample of marine life early in the history of multicellular animals, only a few tens of millions of years younger than the earliest animals with preservable hard parts.

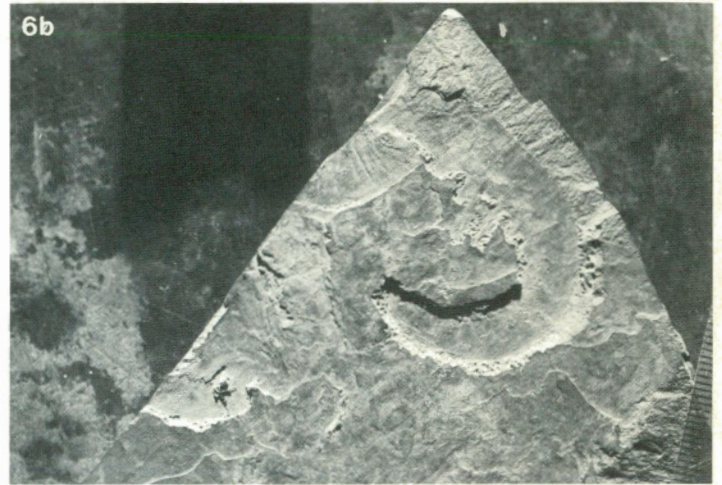
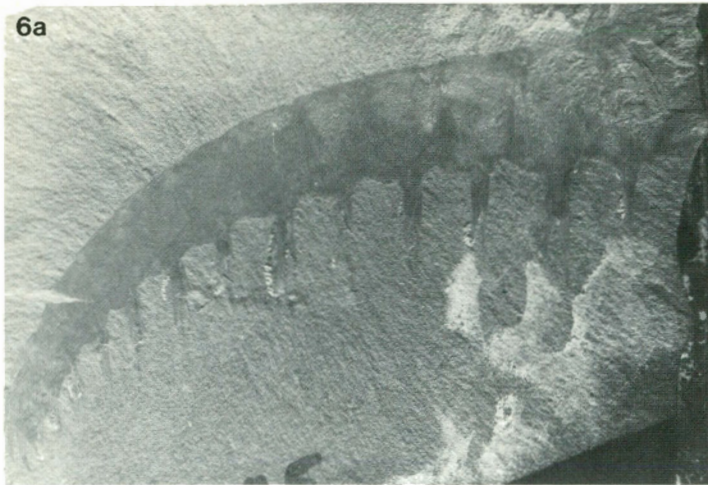
En 1909, un éminent paléontologue du Cambrien, M. Charles D. Walcott, fit, par hasard, une des plus importantes découvertes paléontologiques de l'histoire du Cambrien... le schiste de Burgess, situé dans le parc national Yoho, dans les montagnes Rocheuses, au Canada.

Il y a des millions d'années, des coulées de boue liquide ont recouvert toute une région dans un court espace de temps. La boue s'est ensuite durcie pour former le schiste et a pétrifié 140 différentes espèces fauniques. On a retrouvé des débris et des empreintes des parties dures et molles d'invertébrés qui ont vécu, il y a 600 à 500 millions d'années. Étant donné que les schistes de Burgess contiennent la plus importante collection de fossiles datant du Cambrien, ils ont été inscrits au patrimoine mondial.

En 1966, la Commission géologique du Canada, EMR, avec l'autorisation de Parcs Canada, a réouvert les carrières du schiste de Burgess. Elle a réuni de nombreux autres spécimens et a entrepris une description systématique de tous les fossiles, de sorte que nous avons maintenant une idée plus précise du site. Cet article, de MM. Whittington et Conway Morris, est tiré du rapport 43 de la Commission géologique du Canada, qui est disponible auprès des bureaux de la CGC à Vancouver, Calgary, et Ottawa.

L'étude de toute la collection de fossiles a permis la distinction de nouvelles espèces et la reconstitution d'un nouvel animal par assemblage de fossiles qui, à une époque, étaient pris individuellement pour des animaux. Cette étude met surtout en relief une nouvelle conception de l'évolution géologique. L'article, présenté en complément, retrace tous ces accomplissements.

Cet article est disponible en français



▲ **Figure 6** *Anomalocaris*, recently recognized as a complete specimen, incorporating parts previously identified as separate animals. 6a. An isolated, segmented limb, showing the spines on inner side and at tip (x1.0). 6b. Incomplete specimen of the whole animal, showing right limb, and portion of left, in place. (x1.0)

Anomalocaris est maintenant classé comme animal; on croyait auparavant que plusieurs de ses parties étaient des animaux différents. 6a. Segment d'un membre (x1,0); on peut voir les épines sur le côté interne et sur la pointe. 6b. Spécimen incomplet (x1,0); on peut voir, en place, un membre droit ainsi qu'une portion du gauche.

Continued from page 7

exotic new animal from fossil parts that were at one time identified as several different animals, and most exciting, a new way of thinking about evolution which justifies the use of the term "revolutionary".

The original explorer of these unique shales, C.D. Walcott, found an array of unique, soft-bodied animals, bilaterally symmetrical creatures of anatomical designs found nowhere else among living or fossil organisms. But, says Stephen Jay

1966 Geological Survey of Canada party outside the mess tent

L'équipe de la Commission géologique du Canada, en 1966, devant la tente principale

l. to r. front row/de gauche à droite, au premier rang : Norman MacDonell, James D. Aitken, leader/chef d'équipe, Peter Fritz, Dorothy Whittington, James Doyle, Henry Lambert. Back row/seconde rangée : Robert Stesky, Terry Green, Judith Fritz, H.B. Whittington, Clifford Johnson, William Fritz, Riba Nelson, camp cook/cuisinière





Paleontologist H.B. Whittington in 1966 digging at the Burgess Shale.

M. H. B. Whittington, paléontologiste, en train d'effectuer des fouilles en 1966 sur le site du schiste de Burgess.

Gould, a Harvard University professor who writes regularly in *Natural History* magazine, "Walcott never appreciated what he had found." Moreover, "most well-informed scientists still don't know what treasures the Burgess really contains. We are only now beginning to see properly and to ponder the cascading implications."

The reason for Walcott's restricted vision, according to Gould, is that "he followed the usual road and buried his new world in taxonomic convention. He managed to shoehorn every Burgess animal into a modern taxonomic group, and he placed all the real oddballs among the worms." He did not see that their biology, as well as their preservation, was unique.

It was an appreciation of some of the gaps that stimulated a reinvestigation of the site by the GSC almost two decades ago, when the quarries were reopened under the direction of J.D. Aitken, now of GSC's Institute of Sedimentary and Petroleum Geology. Both the new material collected and a part of the great collection amassed by Walcott 60 years earlier then went to the University of Cambridge for analysis. The Royal Ontario Museum collected more intensively and sought new sites in 1975 and from 1981 to 1984.

Out of this came at last an interpretation of the Burgess Shale fossils as a unique

collection of Cambrian Period fauna, many of which cannot be classified with any existing animals. The current spate of articles are a result.

One fascinating result of the new investigations is the reconstruction of an animal called *Anomalocaris* (Fig. 6), using techniques very similar to the reconstruction of dinosaurs. Part of it was described in 1892 by a GSC paleontologist, J. Whiteaves. The name he chose for it, which means "unlike other shrimp", revealed his uncertainty about what it really was. Later, Walcott found a "jellyfish"—a flattened, circular structure with 32 radial divisions—and a large, isolated appendage with a long, comblike series of blades adapted for capturing prey. Walcott thought this limb was part of the fossil *Sidneyia*.

Nothing more was learned about these odd segments for the next 70 years. Then, in 1981, H.B. Whittington at Cambridge University began working with a dental drill on specimens from Walcott's and the GSC collections. His precise drilling eventually revealed an entire *Anomalocaris*, incorporating those three parts. The "jellyfish" was the mouth. It closed by a series of plates squeezing themselves toward the middle, like the diaphragm in a camera's lens. This strange mouth could have acted as a "nutcracker", cracking open the hard, outer surfaces of the crablike creatures called trilobites. Some of the trilobite fossils show outlines of bites that could have been made by the Cambrian monster—for monster it was, by Cambrian standards: by the size of some disembodied limbs and mouth parts, some individuals must have been 45 cm long.

The diversity of the Burgess Shale fauna led Stephen Jay Gould, who teaches not only biology and geology, but the history of science, to wonder how early multicellular life could generate so many radically different body plans so fast. Life is not, he points out, producing this kind of diversity today. He rejects the idea that these first animals actually developed gradually over the centuries, but that we haven't yet found all the links. Our improved knowledge of Precambrian and Cambrian stratigraphy rules this out, he says.

He refers to theories that a mass extinction of Precambrian fauna happened just before the Cambrian period. The world was then almost empty of fauna, "teeming with ways to make a living", which encouraged the anatomical explosion. "Ecosystems had room for everything—crawlers, walkers, burrowers, slurpers, predators, parasites, you name it. . . ." Some experimental models died off and the best competitors became standardized.

But Gould goes further than the application of natural selection, and speculates that in the Cambrian Period, all animals, being so recently formed, had a common genetic heritage and consequently the same way of responding to external stimuli—experimentation. He wonders if genetic systems "age" after they have been selected and standardized, and lose the ability to spawn a rapid array of fundamentally new designs, no matter what rich pastures they have to feed on.

We have assumed that genetic systems have always operated in the same way. Gould uses a geological analogy: the principles of plate tectonics remain the same, no matter how the continents wander. His theory suggests an intriguing reinterpretation: perhaps there is no unchanging principle of life's history. Perhaps the principle evolves too, "in profound and different ways from the phenomena that it generates."

The Burgess Shale presents us with an environment frozen for a split second of geologic time, at a crucial time in life's history. It represents our only window on this first great radiation of complex life on earth.

Constance Mungall and Val Donnelly are editors in EMR's Communications Department and are both fascinated by paleontology.



Vers une normalisation internationale des produits pétroliers

Les produits pétroliers contribuent largement à notre bien-être; ils sont fiables et pour cause!

par Roger J. Lafleur

Ingénieur chimiste, M. Roger J. Lafleur est diplômé de l'Université de Waterloo et de l'Université de l'Alberta. M. Lafleur a travaillé à Environnement Canada à partir de 1972. Depuis 1983, il est le chef de la Section des analyses du Laboratoire de recherche sur l'énergie à CANMET, Énergie, Mines et Ressources Canada. L'auteur est également membre du Comité sur les produits pétroliers de l'Office des normes générales du Canada.

Lorsque vous voyagez (spécialement en avion), vous vous attendez à ce que le moteur du véhicule en question fonctionne bien n'importe où, que ce soit au Canada, aux États-Unis ou en Europe. Probablement que vous ne vous posez même pas de questions quant à la qualité du carburant qui alimente votre véhicule. Grâce à la normalisation des produits pétroliers, vous obtenez, sans doute sans vous en rendre compte, cette tranquillité d'esprit.

Du fait de la normalisation, l'industrie pétrolière offre aux consommateurs des

Figure 1 Les carburants diesels donnent de la puissance aux locomotives (Photo: Office national du film)

Diesel fuels power locomotive engines. (Photo: National Film Board.)



M. Roger Lafleur vérifie des données dans un laboratoire de recherche sur l'énergie à CANMET.

Roger Lafleur examines data in a CANMET energy research laboratory

GEOS

Volumes 13 and/et 14

Index

1984 and/et 1985

L'affrontement de deux géants,
par Jean-Marie Dubois et Gaétan L.
Lessard. Hiver 1984, p. 14-16

ACID RAIN

Burning the traditionally unburnable,
by Joan Beshai. Spring 1984, p. 24-25

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

AERIAL PHOTOGRAPHY

Canada helps map the Third World, by
Don W. Thomson. Spring 1984,
p. 21-23

Seeking out our hidden resources, by
Jocelyn Marshall. Spring 1985, p. 16-18

Under the big eye: photogrammetry
maps the world, by Elizabeth A.
Fleming. Fall 1985, p. 22-25

AEROMAGNETIC SURVEYS

Computer presentations enhance aero-
magnetic data, by Dennis Teskey.
Summer 1984, p. 1-3

AGRICULTURE

Canada's silty soils — loess in
disguise? by Ian J. Smalley.
Winter 1984, p. 20-21

Aitken, J.D. and I.A. McIlreath
Cathedral Reef Escarpment, The,
a Cambrian great wall with humble
origins. Winter 1984, p. 17-19

ARCTIC

Arctic tectonics — what we know
today, by Jack Sweeney. Fall 1984,
p. 8-10

Floating islands of ice: potential
research station? by Constance
Mungall. Winter 1984, p. 1-2

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

Mammoth pads circle the Arctic
Basin, by Martin Jeffries. Winter 1984,
p. 2-5

Our changing northern climate, by Jim
Bruce and Henry Hengeveld. Winter
1985, p. 1-6

Polar Continental Shelf Project, The,
adapted from a paper by Carl
Mayhew. Fall 1984, p. 1-7

ARCTIC ARCHIPELAGO (see also ARCTIC)

Polar Continental Shelf Project, The,
adapted from a paper by Carl
Mayhew. Fall 1984, p. 1-7

ARCTIC OCEAN (see also ARCTIC)

CESAR cores: geological time cap-
sules, by Ruth Jackson and Peta
Murdie. Spring 1984, p. 15-18

Arctic tectonics — what we know today,
by Jack Sweeney. Fall 1984, p. 8-10

Bannatyne, Barry and Hugh McCabe
Manitoba crater revealed. Summer
1984, p. 10-13B

Beaudoin, Annie
Radiographier les roches. Printemps
1984, p. 19-20

Bernier, Monique
Un satellite très prometteur. Hiver
1985, p. 14-16

Beshai, Joan
Burning the traditionally unburnable.
Spring 1984, p. 24-25

Subsidence monitoring. Summer 1985,
p. 22-25

Bruce, Jim and Henry Hengeveld
Our changing northern climate. Winter
1985, p. 1-6

Buchbinder, Goetz G. R.
Un séisme se prépare? Hiver 1984,
p. 6-9

Burgess, Margo
Permafrost: large-scale research at
Calgary and Caen. Spring 1985,
p. 19-22

Burning the traditionally unburnable,
by Joan Beshai. Spring 1984, p. 24-25

Canada helps map the Third World,
by Don W. Thomson. Spring 1984,
p. 21-23

Canada's silty soils — loess in disguise?
by Ian J. Smalley. Winter 1984,
p. 20-21

CARTOGRAPHIE

La géographie de Jacques Cartier, par
Christian Morissonneau. Été 1984,
p. 4-6

CARTOGRAPHY (see also MAPS)

**Cathedral Reef Escarpment, The, a
Cambrian great wall with humble origins,**
by J.D. Aitken and I.A. McIlreath.
Winter 1984, p. 17-19

CESAR cores: geological time capsules,
by Ruth Jackson and Peta Murdie.
Spring 1984, p. 15-18

Changing the shape of Canada,
by L.J. O'Brien. Fall 1985, p. 20-21

CLIMATOLOGY

High Arctic plants: new limits emerge,
by S.A. Edlund. Winter 1984. p. 10-13

Our changing northern climate, by Jim
Bruce and Henry Hengeveld. Winter
1985, p. 1-6

COAL AND COKE RESEARCH

Burning the traditionally unburnable,
by Joan Beshai. Spring 1984. p. 24-25

Cretaceous-Tertiary boundary, The —
Signpost to coal deposits, by
A.R. Sweet and T. Jerzykiewicz. Fall
1985, p. 6-9

COMBUSTIBLES

L'hydrogène: le combustible de
l'avenir?, par Liviu Vancea, Bureau de
recherche et développement énergé-
tiques, EMR. Automne 1984, p. 11-13

**Computer presentations enhance
aeromagnetic data,**
by Dennis Teskey. Summer 1984, p. 1-3

COMPUTERS

Computer presentations enhance
aeromagnetic data, by Dennis Teskey.
Summer 1984, p. 1-3

Conodonts: mysterious microfossils,
by Mike Orchard. Fall 1984, p. 14-17

Coupal, Bernard
La tourbe: un agent dépolluant.
Automne 1985, p. 10-13

**Cretaceous-Tertiary Boundary, The —
signpost to coal deposits,**
by A.R. Sweet and T. Jerzykiewicz.
Fall 1985, p. 6-9

Currie, R., see Davis, E.

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

Davis, E. with R. Currie, R. Riddihough and B. Sawyer
New look at the Juan de Fuca Ridge, A: high-resolution bathymetry and side-scan acoustic imagery. Spring 1985, p. 10-16

DEBRIS FLOWS (see FLUVIAL DEPOSITS)

DEEP SEA DIVING
Fail-safe diving bell a Canadian first, by Jocelyn Marshall. Spring 1985, p. 1-3

DEEP SEA DRILLING
ODP in the high latitudes, by Jocelyn Marshall. Summer 1985, p. 1-5

Dernier espoir pour nos saumons: la télédétection,
par Jean-Marie Dubois et Daniel Clavet. Printemps 1984, p. 8-10

Dionne, Jean-Claude
Les formations glacielles des rivages du Saint-Laurent. Printemps 1985, p. 23-25

DRIFT PROSPECTING
Cretaceous-Tertiary boundary, The — signpost to coal deposits, by A.R. Sweet and T. Jerzykiewicz. Fall 1985, p. 6-9

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 avec Mohammed El-Sabh, Ferdinand Bonn et André Lavoie
Le repérage du système tourbillonnaire du Saint-Laurent. Automne 1985, p. 17-19

EARTHQUAKES (see also SEISMICITY)
Tsunami: the dreaded harbour wave, by Jocelyn Marshall. Fall 1985, p. 14-16

EARTH TIDES
Tsunami: the dreaded harbour wave, by Jocelyn Marshall. Fall 1985, p. 14-16

Edlund, S.A.
High Arctic plants: new limits emerge. Winter 1984, p. 10-13

ÉROSION
L'affrontement de deux géants, par Jean-Marie Dubois et Gaétan L. Lessard. Hiver 1984, p. 14-16

Les eskers: outil de prospection minière, par Denis A. St-Onge. Été 1984, p. 14-17

ÉTUDES GÉOMORPHOLOGIQUES
Où s'arrête le rivage lacustre?, par Pierre Mailhot, Jean-Marie Dubois et Léo Provencher. Été 1985, p. 6-11

Fail-safe diving bell a Canadian first, by Jocelyn Marshall. Spring 1985, p. 1-3

Farnand, Brian and Henry Sawatsky
Ultrafiltration for high-quality water from oil field emulsions. Winter 1985, p. 11-13

Fleming, Elizabeth A.
Under the big eye: photogrammetry maps the world. Fall 1985, p. 22-25

Floating islands of ice: potential research station?
by Constance Mungall. Winter 1984, p. 1-2

FLUVIAL DEPOSITS
Cretaceous-Tertiary boundary, The — signpost to coal deposits, by A.R. Sweet and T. Jerzykiewicz. Fall 1985, p. 6-9

Les formations glacielles des rivages du Saint-Laurent, par Jean-Claude Dionne. Printemps 1985, p. 23-25

FOSSILS
Cathedral Reef Escarpment, The, a Cambrian great wall with humble origins, by J.D. Aitken and I.A. McIlreath. Winter 1984, p. 17-19

CESAR cores: geological time capsules, by Ruth Jackson and Peta Murdie. Spring 1984, p. 15-18

Conodonts: mysterious microfossils, by Mike Orchard. Fall 1984, p. 14-17

Cretaceous-Tertiary boundary, The — signpost to coal deposits, by A.R. Sweet and T. Jerzykiewicz. Fall 1985, p. 6-9

Ice age bones — a clue, by Archie Stalker. Spring 1984, p. 11-14

Gadd, Nelson and Theresa Peddle
Landslide! Summer 1984, p. 18-21

GEOCHEMISTRY
Geochemistry unveils 'blind' deposits, by Wayne Goodfellow. Winter 1985, p. 17-20

Geochemistry unveils 'blind' deposits, by Wayne Goodfellow. Winter 1985, p. 17-20

GEODETTIC NETWORK
Changing the shape of Canada, by L.J. O'Brien. Fall 1985, p. 20-21

La géographie de Jacques Cartier, par Christian Morissonneau. Été 1984, p. 4-6

GEOLOGY (see also GLACIAL GEOLOGY)
Conodonts: mysterious microfossils, by Mike Orchard. Fall 1984, p. 14-17

GÉOMORPHOLOGIE
Les eskers: outil de prospection minière, par Denis A. St-Onge. Été 1984, p. 14-17

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

GLACIAL GEOLOGY (see also GEOLOGY)
Cretaceous-Tertiary boundary, The — signpost to coal deposits, by A.R. Sweet and T. Jerzykiewicz. Fall 1985, p. 6-9

Highly weathered bedrock terrain — an enigma in Arctic Canada, by Stephen Watts. Summer 1984, p. 7-9

Landslide! by Nelson Gadd and Theresa Peddle. Summer 1984, p. 18-21

Polar Continental Shelf Project, The, adapted from a paper by Carl Mayhew. Fall 1984, p. 1-7

GLACIEL
Les formations glacielles des rivages du Saint-Laurent, par Jean-Claude Dionne. Printemps 1985, p. 23-25

Goodfellow, Wayne
Geochemistry unveils 'blind' deposits. Winter 1985, p. 17-20

Hengeveld, Henry, see Bruce, Jim

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'hydrogène: le combustible de l'avenir, par Liviu Vancea, Bureau de recherche et développement énergétiques, EMR. Automne 1984, p. 11-13

Ice age bones — a clue, by Archie Stalker. Spring 1984, p. 11-14

ICE ISLANDS
Floating islands of ice: potential research station? by Constance Mungall. Winter 1984, p. 1-2

Mammoth pads circle the Arctic Basin, by Martin Jeffries. Winter 1984, p. 2-5

Jackson, Ruth and Peta Murdie
CESAR cores: geological time capsules. Spring 1984, p. 15-18

Jeffries, Martin
Mammoth pads circle the Arctic Basin. Winter 1984, p. 2-5

Jerzykiewicz, T., see Sweet, A.R.

Kettles, I.M., see Rencz, A.M.

Landslide!
by Nelson Gadd and Theresa Peddle. Summer 1984, p. 18-21

LANDSLIDES
Landslide! by Nelson Gadd and Theresa Peddle. Summer 1984, p. 18-21

LITHOPROBE
Lithoprobe, by Ian Darragh. Spring 1984, p. 5-7
Lithoprobe maps subduction zone, by Jocelyn Marshall. Summer 1985, p. 12-15

Lithoprobe,
by Ian Darragh. Spring 1984, p. 5-7

Lithoprobe maps subduction zone,
by Jocelyn Marshall. Summer 1985, p. 12-15

LOESS DEPOSITS
Canada's silty soils — loess in disguise? by Ian J. Smalley. Winter 1984, 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

Manitoba crater revealed,
by Barry Bannatyne and Hugh McCabe. Summer 1984, p. 10-13

MAPS
Canada helps map the Third World, by Don W. Thomson. Spring 1984, p. 21-23
Under the big eye: photogrammetry maps the world, by Elizabeth A. Fleming. Fall 1985, p. 22-25

Marshall, Jocelyn
Fail-safe diving bell a Canadian first. Spring 1985, p. 1-3
Lithoprobe maps subduction zone. Summer 1985, p. 12-15
ODP in the high latitudes. Summer 1985, p. 1-5
Seeking out our hidden resources. Spring 1985, p. 16-18
Tsunami: the dreaded harbour wave. Fall 1985, p. 14-16

Mayhew, Carl
Polar Continental Shelf Project, The. Fall 1984, p. 1-7

McCabe, Hugh, see Bannatyne, Barry
McIlreath, I.A., see Aitken, J.D.

METEORITE CRATERS
Manitoba crater revealed, by Barry Bannatyne and Hugh McCabe. Summer 1984, p. 10-13

METEOROLOGY
Manitoba crater revealed, by Barry Bannatyne and Hugh McCabe. Summer 1984, p. 10-13
Shatter cones: epilogue to a dynamic story, by Cynthia Thompson. Spring 1984, p. 1-4

MINERAL RESOURCES (see RESOURCES)
Geochemistry unveils 'blind' deposits, by Wayne Goodfellow. Winter 1985, p. 17-20

MINING METHODS
Subsidence monitoring, by Joan Beshai. Summer 1985, p. 22-25

Morissonneau, Christian
La géographie de Jacques Cartier. Été 1984, p. 4-6

Mungall, Constance
Floating islands of ice: potential research station? Winter 1984, p. 1-2

Murdie, Peta, see Jackson, Ruth

New look at the Juan de Fuca Ridge, A: high-resolution bathymetry and side-scan acoustic imagery,
by E. Davis, R. Currie, R. Riddihough and B. Sawyer. Spring 1985, p. 10-16

O'Brien, L.J.
Changing the shape of Canada. Fall 1985, p. 20-21

OCEAN FLOOR
CESAR cores: geological time capsules, by Ruth Jackson and Peta Murdie. Spring 1984, p. 15-18
New look at the Juan de Fuca Ridge, A: high-resolution bathymetry and side-scan acoustic imagery, by E. Davis, R. Currie, R. Riddihough and B. Sawyer. Spring 1985, p. 10-16

OCEANOGRAPHY
Fail-safe diving bell a Canadian first, by Jocelyn Marshall. Spring 1985, p. 1-3
New look at the Juan de Fuca Ridge, A: high-resolution bathymetry and side-scan acoustic imagery, by E. Davis, R. Currie, R. Riddihough and B. Sawyer. Spring 1985, p. 10-16
ODP in the high latitudes, by Jocelyn Marshall. Summer 1985, p. 1-5

ODP in the high latitudes,
by Jocelyn Marshall. Summer 1985, p. 1-5

OIL SANDS
Ultrafiltration for high-quality water from oil field emulsions, by Brian Farnand and Henry Sawatsky. Winter 1985, p. 11-13

Orchard, Mike
Conodonts: mysterious microfossils. Fall 1984, p. 14-17

Our changing northern climate,
by Jim Bruce and Henry Hengeveld. Winter 1985, p. 1-6

Où s'arrête le rivage lacustre?,
par Pierre Mailhot, Jean-Marie Dubois et Léo Provencher. Été 1985, p. 6-11

Ouvrir le Nord à pas feutrés,
par Jean André Pilon, Direction de la physique du globe, et Annie Beaudoin, rédactrice adjointe, GEOS. Automne 1984, p. 18-21

PALEONTOLOGY
Cathedral Reef Escarpment, The, a Cambrian great wall with humble origins, by J.D. Aitken and I.A. McIlreath. Winter 1984, p. 17-19

Conodonts: mysterious microfossils, by Mike Orchard. Fall 1984, p. 14-17

Ice age bones — a clue, by Archie Stalker. Spring 1984, p. 11-14

Peddle, Theresa, see Gadd, Nelson

Percy, K.E., see Rencz, A.M.

PERGÉLISOL
Ouvrir le Nord à pas feutrés, par Jean André Pilon, Direction de la physique du globe, et Annie Beaudoin, rédactrice adjointe, GEOS. Automne, 1984, p. 18-21

PERMAFROST
Permafrost: large-scale research at Calgary and Caen, by Margo Burgess. Spring 1985, p. 19-22

Permafrost: large-scale research at Calgary and Caen,
by Margo Burgess. Spring 1985, p. 19-22

Pilon, Jean André et Annie Beaudoin
Ouvrir le Nord à pas feutrés, Direction de la physique du globe. Automne 1984, p. 18-21

PLATE TECTONICS
Arctic tectonics — what we know today, by Jack Sweeney. Fall 1984, p. 8-10

New look at the Juan de Fuca Ridge, A: high-resolution bathymetry and side-scan acoustic imagery, by E. Davis, R. Currie, R. Riddihough and B. Sawyer. Spring 1985, p. 10-16

ODP in the high latitudes, by Jocelyn Marshall. Summer 1985, p. 1-5

Polar Continental Shelf Project, The,
adapted from a paper by Carl Mayhew. Fall 1984, p. 1-7

POLLUTION (see ACID RAIN)**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

Prévost, Christian et Guy Rochon

Vers une gestion des ressources en eau du Sahel. Printemps 1985, p. 4-9

Radiographier les roches,

par Annie Beaudoin. Printemps 1984, p. 19-20

REMOTE SENSING

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

Under the big eye: photogrammetry maps the world, by Elizabeth A. Fleming. Fall 1985, p. 22-25

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

Repérage du système tourbillonnaire du Saint-Laurent,

par André Lavoie, Mohammed El-Sabh, Ferdinand Bonn et Jean-Marie Dubois. Automne 1985, p. 17-19

RESOURCES

Geochemistry unveils 'blind' deposits, by Wayne Goodfellow. Winter 1985, p. 17-20

Ultrafiltration for high-quality water from oil field emulsions, by Brian Farnand and Henry Sawatsky. Winter 1985, p. 11-13

Riddihough, R., see Davis, E.**ROCHES**

Radiographier les roches, par Annie Beaudoin. Printemps 1984, p. 19-20

Un satellite à l'affût des oiseaux,

par Gilles Daoust et André Cyr. Été 1985, p. 16-21

SATELLITES

Changing the shape of Canada, by L.J. O'Brien. Fall 1985, p. 20-21

Un satellite très prometteur,

par Monique Bernier. Hiver 1985, p. 14-16

Sawatsky, Henry, see Farnand, Brian**Sawyer, B.,** see Davis, E.**SEAFLOOR, SEABED** (see OCEAN FLOOR)**Seeking out our hidden resources,**

by Jocelyn Marshall. Spring 1985, p. 16-18

Un séisme se prépare?,

par Goetz G. R. Buchbinder. Hiver 1984, p. 6-9

SÉISMICITÉ

Un séisme se prépare?, par Goetz G. R. Buchbinder. Hiver 1984, p. 6-9

SEISMICITY

Lithoprobe, by Ian Darragh. Spring 1984, p. 5-7

Lithoprobe maps subduction zone, by Jocelyn Marshall. Summer 1985, p. 12-15

Shatter cones: epilogue to a dynamic story,

by Cynthia Thompson. Spring 1984, p. 1-4

Simard, Réjean et Monique Bernier

Spot-1. Automne 1985, p. 1-5

Smalley, Ian J.

Canada's silty soils — loess in disguise? Winter 1984, p. 20-21

Spot-1.

par Réjean Simard et Monique Bernier. Automne 1985, p. 1-5

Stalker, Archie

Ice age bones — a clue. Spring 1984, p. 11-14

St-Onge, Denis A.

Les eskers: outil de prospection minière. Été 1984, p. 14-17

Subsidence monitoring,

by Joan Beshai. Summer 1985, p. 22-25

Sweeney, Jack

Arctic tectonics — what we know today. Fall 1984, p. 8-10

Sweet, A.R. and T. Jerzykiewicz

Cretaceous-Tertiary boundary, The — signpost to coal deposits, Fall 1985, p. 6-9

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

TÉLÉDÉTECTION

Dernier espoir pour nos saumons: la télédétection, par Jean-Marie Dubois et Daniel Clavet. Printemps 1984, p. 8-10

Le repérage du système tourbillonnaire du Saint-Laurent, par André Lavoie, Mohammed El-Sabh, Ferdinand Bonn et Jean-Marie Dubois. Automne 1985, p. 17-19

Un satellite à l'affût des oiseaux, par Gilles Daoust et André Cyr. Été 1985, p. 16-21

Un satellite très prometteur, par Monique Bernier. Hiver 1985, p. 14-16

Spot-1, par Réjean Simard et Monique Bernier. Automne 1985, p. 1-5

Vers une gestion des ressources en eau du Sahel, par Christian Prévost et Guy Rochon. Printemps 1985, p. 4-9

Teskey, Dennis

Computer presentations enhance aeromagnetic data. Summer 1984, p. 1-3

THIRD WORLD

Canada helps map the Third World, by Don W. Thomson. Spring 1984, p. 21-23

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

TIDES, EARTH (see EARTH TIDES)**Tsunami: the dreaded harbour wave,**

by Jocelyn Marshall. Fall 1985, p. 14-16

Ultrafiltration for high-quality water from oil field emulsions,

by Brian Farnand and Henry Sawatsky. Winter 1985, p. 11-13

Under the big eye: photogrammetry maps the world,

by Elizabeth A. Fleming. Fall 1985, p. 22-25

Vancea, Liviu

L'hydrogène: le combustible de l'avenir?, Bureau de recherche et développement énergétiques, EMR. Automne 1984, p. 11-13

Watts, Stephen

Highly weathered bedrock terrain — an enigma in Arctic Canada. Summer 1984, p. 7-9

TOURBE

La tourbe: un agent dépolluant, par Bernard Coupal. Automne 1985, p. 10-13

La tourbe: un agent dépolluant,

par Bernard Coupal. Automne 1985, p. 10-13

Vers une gestion des ressources en eau du Sahel,

par Christian Prévost et Guy Rochon. Printemps 1985, p. 4-9



Avion léger...



Boeing 747...

Figure 2 Le transport aérien demande un bon rendement peu importe l'altitude de croisière ou le rayon d'action. (Photos: Office national du film)

Aircraft require high-efficiency fuel whatever the cruising altitude or range. (Photo: National Film Board)

produits aux propriétés constantes. Ainsi, la normalisation facilite les échanges commerciaux et assure l'adoption de normes internationales communes. Jusqu'à ce jour, ce sont les systèmes nationaux de normalisation les plus connus qui prévalent lors des échanges internationaux de produits pétroliers.

Aux États-Unis, le comité D-02 Petroleum Products and Lubricants de l'American Society for Testing and Materials (ASTM) assume la responsabilité de la normalisation des produits pétroliers. Un autre organisme important à cet égard est la Society of Automotive Engineering (SAE) dont le sigle apparaît sur les contenants d'huile à moteur. On sait que les normes de la SAE pour les lubrifiants, plus particulièrement, sont connues partout en Amérique du Nord et même dans le monde entier.

En Europe, les organismes les plus connus sont le Deutsche Institute für Normung (DIN) de la République fédérale d'Allemagne, sur lequel s'ajustent les orga-



Concorde

nismes des Pays-Bas et des autres pays de l'Europe du Nord. Il y a également l'Institute of Petroleum (IP), du Royaume-Uni, et l'Association Française de Normalisation (AFNOR), de France.

Heureusement, les différentes normes des produits pétroliers ainsi que les spécifications des méthodes d'essai ont beaucoup de similitudes d'un pays à l'autre. Cependant, depuis quelques années, ces organismes nationaux secondent les initiatives de l'Organisation internationale de normalisation (ISO) pour que le processus de normalisation mondiale s'accélère et que tous les pays et utilisateurs l'acceptent.

Créée en 1947, l'ISO a comme mandat de faciliter les échanges internationaux de biens et services, et d'encourager la coopération dans les domaines économique, technologique et scientifique. Grâce à un système international de normalisation, les pays en voie de développement sont en mesure d'adopter ces normes sans y avoir consacré les dépenses ni subi les délais qu'entraîne la création d'un système de normes nationales. D'autre part, lors des réunions de l'ISO, les échanges à titre coopératif entre les représentants et experts des divers pays peuvent se transformer en de véritables transferts de technologie.

En raison du système international de normalisation, de nouveaux produits peuvent atteindre le marché. Ainsi, l'Office des normes générales du Canada (ONGC) et l'American Society for Testing and Materials mettent actuellement au point des normes pour l'essence oxygénée. On peut

déjà se procurer ce produit dans certaines parties du Canada et des États-Unis. Cependant, nous ne disposons pas encore de méthodes qui déterminent de façon uniforme la teneur en composés oxygénés ou encore de normes nationales donnant les spécifications de ce carburant. C'est pourquoi les sociétés pétrolières manifestent une certaine réticence à le mettre sur le marché. Certains constructeurs automobiles menacent les usagers de ce carburant d'annuler leur garantie en raison de sa forte action corrosive.

L'essence oxygénée est peut-être un carburant de l'avenir, mais qu'en est-il vraiment de la situation présente?

L'état actuel de la normalisation

La raison d'être de l'industrie pétrolière est l'approvisionnement de la société en carburants, lubrifiants et autres produits dérivés du pétrole. Toutes les activités de l'industrie n'ont donc comme objectif que de satisfaire nos besoins énergétiques, en somme de mettre de l'essence dans nos automobiles, d'alimenter les systèmes de chauffage de nos maisons, bureaux ou usines, de faire fonctionner tous nos systèmes de transport qu'ils soient routiers, maritimes, ferroviaires ou aériens.

Chaque produit pétrolier qui est mis en vente est destiné à un usage bien défini: l'essence est produite pour les automobiles, le carburant diesel pour les moteurs au diesel, le mazout pour les brûleurs, petits ou gros, les huiles pour lubrifier les moteurs et engrenages... Chaque produit



Figure 3 Les normes de l'ISO favoriseront le commerce international des produits pétroliers. (Photo: Office national du film)

ISO standards will benefit the international petroleum products market. (Photo: National Film Board)

satisfait ainsi les critères de performance propres à son utilisation.

En somme, tous les produits pétroliers mis sur le marché doivent rencontrer ces trois grands critères:

- Permettre le bon fonctionnement de l'équipement dans tous les cas prévus;
- Assurer cette performance dans toutes les conditions climatiques possibles;
- Ne pas endommager les systèmes d'alimentation.

L'essence, comme tout autre produit pétrolier, est un mélange complexe de divers hydrocarbures qui se vaporisent entre 30 et 200 °C et dont les chaînes comprennent entre 4 et 12 atomes de carbone. Il est dès lors nécessaire d'imposer des normes qui spécifient les limites à l'intérieur desquelles doivent varier ces propriétés. Les limites seront fixées en fonction des besoins des divers moteurs utilisés, des conditions environnementales et des propriétés propres de l'essence.

La normalisation définit donc les propriétés des produits pétroliers et leurs limites en fonction des divers usages auxquels on les destine. Elle se doit aussi de définir les méthodes aptes à mesurer ces propriétés.

Le processus de normalisation comporte:

- La définition d'une propriété;
- L'élaboration d'une méthode de mesure;
- La détermination de valeurs acceptables pour cette propriété.

Aussi, le rôle des organismes de normalisation consiste à favoriser la mise en marché des produits pétroliers en assurant les consommateurs que ces produits sont en mesure de fournir un rendement optimal

aux moteurs ou équipements auxquels on les destine. En outre, un système de normes contribue à assurer un meilleur service d'approvisionnement puisque les fournisseurs connaissent les exigences de leurs clients.

On identifie trois catégories de participants aux organismes de normalisation:

- Les fabricants: les sociétés pétrolières, fabricants de lubrifiants et d'additifs;
- Les consommateurs: les sociétés de transport et de production d'énergie, les ministères des Transports et de la Défense;
- Les tierces parties ou groupes d'intérêt général: les sociétés, les ministères de l'Énergie, de l'Environnement, etc.

Au Canada, la normalisation des produits pétroliers est sous la responsabilité du Comité des produits pétroliers (CPP) de l'Office des normes générales du Canada. L'ONGC est un des organismes accrédités au Système des normes nationales, coordonné par le Conseil canadien des normes.

Le CPP fixe les normes canadiennes et met au point les méthodes d'essai. Il organise et coordonne également l'opération d'échanges coopératifs de produits pétroliers entre les quelque 35 laboratoires d'analyse au Canada. En effet, les raffineries font parvenir chaque mois aux laboratoires des échantillons d'essence automobile, diesel, lubrifiant, afin de les faire tester. Les échanges ont pour but de maintenir la qualité des méthodes d'essai et la compétence de ces divers laboratoires d'analyse des produits pétroliers.

Le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources (EMR) participe activement aux initiatives du CCP depuis sa création en 1934. Des employés du Secteur de la recherche et de la technologie, et du Secteur des économies d'énergie et des substituts du pétrole d'EMR collaborent aux travaux du Comité et de ses divers sous-comités.

La normalisation canadienne des carburants communs

Par carburants communs, on entend l'essence, le carburant diesel et les carburants pour les réacteurs ou carburateurs. Voyons comment on établit, au Canada, des normes en fonction des besoins dans les transports.

Comme nous l'avons mentionné précédemment, les consommateurs canadiens ne peuvent obtenir des produits pétroliers de qualité qui répondent à leurs besoins que si les producteurs de carburant accordent leur appui aux initiatives de normalisation.

L'essence automobile

Les normes spécifient la coloration de l'essence, sa pureté, sa volatilité (tableau 1) et sa valeur antidétonante. Selon ces normes, l'essence doit avoir été soumise à une épreuve qui garantit qu'elle assurera une bonne protection du moteur. L'essence doit être limpide et exempte d'eau non dissoute, de sédiments et de matières en suspension.

En faisant le plein d'essence, nous avons tous pu nous rendre compte de la coloration de l'essence. Ainsi, il existe présentement, au Canada, des normes pour quatre types d'essence automobile: l'essence ordinaire de type 1 (été) est de couleur rouge et celle de type 2 (hiver) est jaune ou bronze (norme CAN 2-3, 1-M78). Les essences sans plomb de type 1 et de type 2 sont respectivement de couleur verte et incolore (norme CAN 2-3, 5-M79).

TABLEAU 1
Volatilité de l'essence automobile

Distillation selon la méthode d'essai ASTM D-86

	Été	Hiver	
10 %	57 °C	52 °C	Max.
50 %	118 °C	113 °C	Max.
90 %	185 °C	185 °C	Max.

Tension de vapeur (kPa) selon la méthode Reid ASTM D-323

	Été	Hiver
Min.	—	62
Max.	76	97

L'indice d'octane ou valeur antidétonante permet d'assurer la bonne performance du moteur dans des conditions de fonctionnement à plein régime (tableau 2). Les raffineurs se servent des tests d'indice d'octane et de volatilité pour contrôler la qualité de leur essence.

TABLEAU 2
Indice d'octane de l'essence automobile

	Type 1	Type 2	
Est et côte ouest du Canada	94,0	88,0	Min.
Manitoba et Saskatchewan	92,0	86,5	Min.
Alberta et intérieur de la Colombie-Britannique	90,5	85,5	Min.



Figure 4 De l'extraction au raffinage pour satisfaire nos besoins énergétiques. (Photos: Office national du film)

From drilling to refining... to meet our energy needs. (Photos: National Film Board)

Le carburant diesel

Le carburant diesel est un produit provenant des distillats moyens se vaporisant entre 150 et 400 °C. Il existe une variété de produits différents parmi les distillats moyens, et le carburant diesel se caractérise par le meilleur compromis de propriétés de volatilité, de viscosité et d'aptitudes à l'allumage (indice de cétane).

Il existe, d'après la norme canadienne CAN 2-3, 6-M81, cinq types de combustibles diesels selon les températures. Le tableau 3 indique quelques spécifications données par les normes. Ces spécifications sont particulièrement importantes pour les utilisateurs canadiens car elles permettent d'assurer que le combustible ne figera pas dans les réservoirs, conduits, filtres et pompes du système d'alimentation et d'injection.

Les normes spécifient des limites minimales et maximales pour la viscosité du combustible ainsi que des limites pour la volatilité du combustible.

Les carburéacteurs

Les carburants qui alimentent les turbines à gaz doivent également répondre aux normes. En effet, bien que le mécanisme des turbines à gaz soit relativement simple, ces moteurs doivent fonctionner avec beaucoup d'intensité et subir des variations de températures plus importantes que les moteurs utilisés pour les transports terrestres et maritimes.

Ainsi, les carburéacteurs doivent avoir deux qualités spécifiques. Ce sont les propriétés de combustion et de manutention. Il faut s'assurer que le carburant puisse s'écouler librement dans les réservoirs à des températures extrêmes. Le combustible doit être très propre et très stable pour ne pas provoquer de panne dans le système d'alimentation.

L'industrie pétrolière affronte désormais un nouveau défi en recherchant des car-

burants qui proviennent de nouvelles sources: biomasse, charbon, schistes bitumineux et même sables bitumineux. Les carburants produits à partir de ces matières premières n'ont pas les mêmes caractéristiques que ceux qui sont produits à partir du pétrole léger classique. Les différences peuvent être plus ou moins marquées. Les carburants provenant de sables et de schistes bitumineux sont assez semblables mais se différencient au plan de l'aromaticité. Ceux qui proviennent de la biomasse ont une teneur en oxygène et en azote plus élevée.

Ces nouveaux carburants « synthétiques » devront être compatibles avec les systèmes d'alimentation des moteurs couramment utilisés. La normalisation de ces carburants contribuera à leur assurer une place sur les marchés national et international.

TABLEAU 3
Spécifications des normes pour le combustible diesel

Température ambiante d'utilisation		- 32 °C et plus froid	- 32 °C à - 23 °C	- 23 °C à - 7 °C	Min. de - 7 °C	Min. de 0 °C
Point d'écoulement	°C, max.	- 51	- 39	- 30	- 24	- 6
Viscosité cinématique à 40 °C, mm ² /s	Min.	1,2	1,3	1,4	1,4	1,4
	Max.		4,1	4,1	4,1	4,1
Distillation: Récupéré à 90 %	°C, max.	290	315	360	360	360
Eau et sédiments, % en vol.	Max.	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Soufre, % en masse	Max.	0,2	0,5	0,7	0,7	0,7
Aptitude à l'allumage, indice de cétane	Min.	40	40	40	40	40

Establishing international standards becomes increasingly important as international markets expand. In the petroleum products field, the appearance of new fuels has necessitated speeding up the time-consuming standardization procedures of the International Standards Organization (ISO). All countries and users will have to show good faith by voluntarily accepting ISO standards.

In the meantime, international exchanges of petroleum products will continue to be based on standards set by the United States, West Germany, the United Kingdom and other countries.

In Canada, the Canadian General Standards Board's Committee on Petroleum Products is responsible for setting standards.

This article is available in English



Brian Ricketts



Ashton Embry

Coal in the Canadian Arctic Archipelago:

A potential resource

by B.D. Ricketts and A.F. Embry

Formed when the Arctic was much warmer than today, hardened by millions of years of compression and mild heating. The Canadian Arctic Archipelago, a region of ice, tundra and inclement weather, has not always been as inhospitable as many think of it today. Throughout its long geological history there have been several periods when much warmer and even tropical climates prevailed. Coal deposits formed during these periods are distrib-

uted over large areas of the Arctic Islands and provide a massive and as yet untapped source of fuel. EMR's Geological Survey of Canada is working to assess more accurately the potential of this resource (Fig. 1).

Coal is made of compressed plant matter and usually occurs as beds or seams in association with other rock types such as sandstone and shale. The processes that make coal are complex and depend on a variety of factors acting together. Not only must there be abundant vegetation, but the plant material must accumulate under non-oxidizing conditions (oxidation

is essentially like the process of burning in air). The process begins with a soft, spongy peat, which hardens over 100 000 to millions of years, as a result of burial by sediment and gradual compression and mild heating.

Swamps, marshes and lakes found in valleys, deltas and on coastal plains are most conducive to the accumulation and preservation of plant debris. In the Canadian Arctic, coals are most commonly found in delta and coastal plains as shown in Figure 2. In ancient times, these environments were similar in many ways to the modern Mississippi River delta and coastal plain of southern Texas.

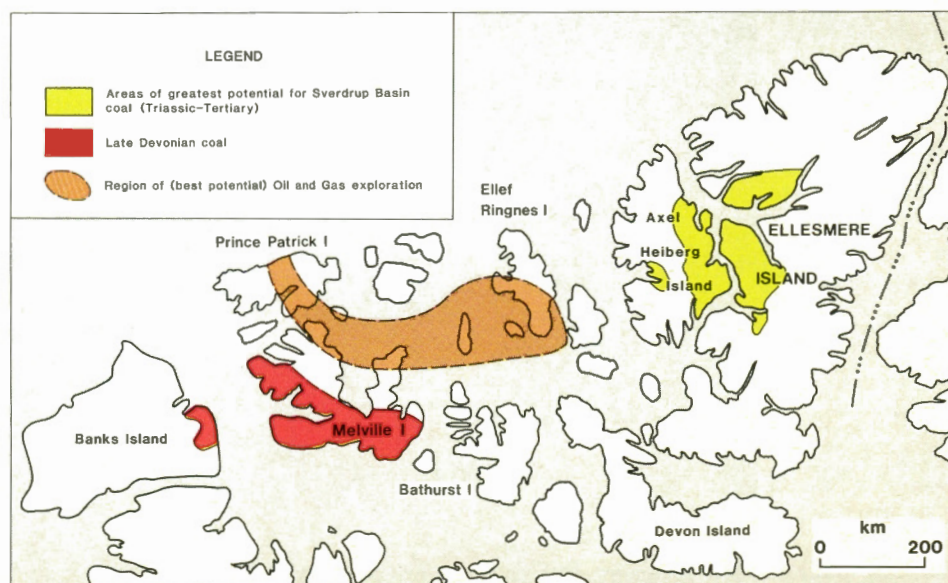
Studies of coal deposits provide information about changing environments through geological time, the types of vegetation, climate, and where the coals accumulated. The carbon content of the coal also provides some insights about the depth to

Both authors are at the Geological Survey of Canada's Institute of Sedimentary and Petroleum Geology in Calgary. Brian Ricketts, a native of New Zealand, graduated with a PhD from Carlton University and joined GSC in 1980. He is with the Coal Subdivision and is responsible for the evaluation of coal resources of the Northwest Territories.

Ashton Embry has been working in the Canadian Arctic Archipelago since 1968 in industry, university and government settings. He joined GSC in 1977 and is now head of the Arctic Islands section

Figure 1 Canadian Arctic Archipelago showing areas of potential coal development and of oil and gas occurrence.

Zones riches en charbon, en pétrole et en gaz naturel, susceptibles d'être mises en valeur dans l'archipel de l'Arctique canadien



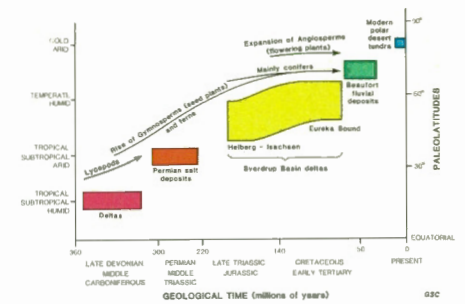
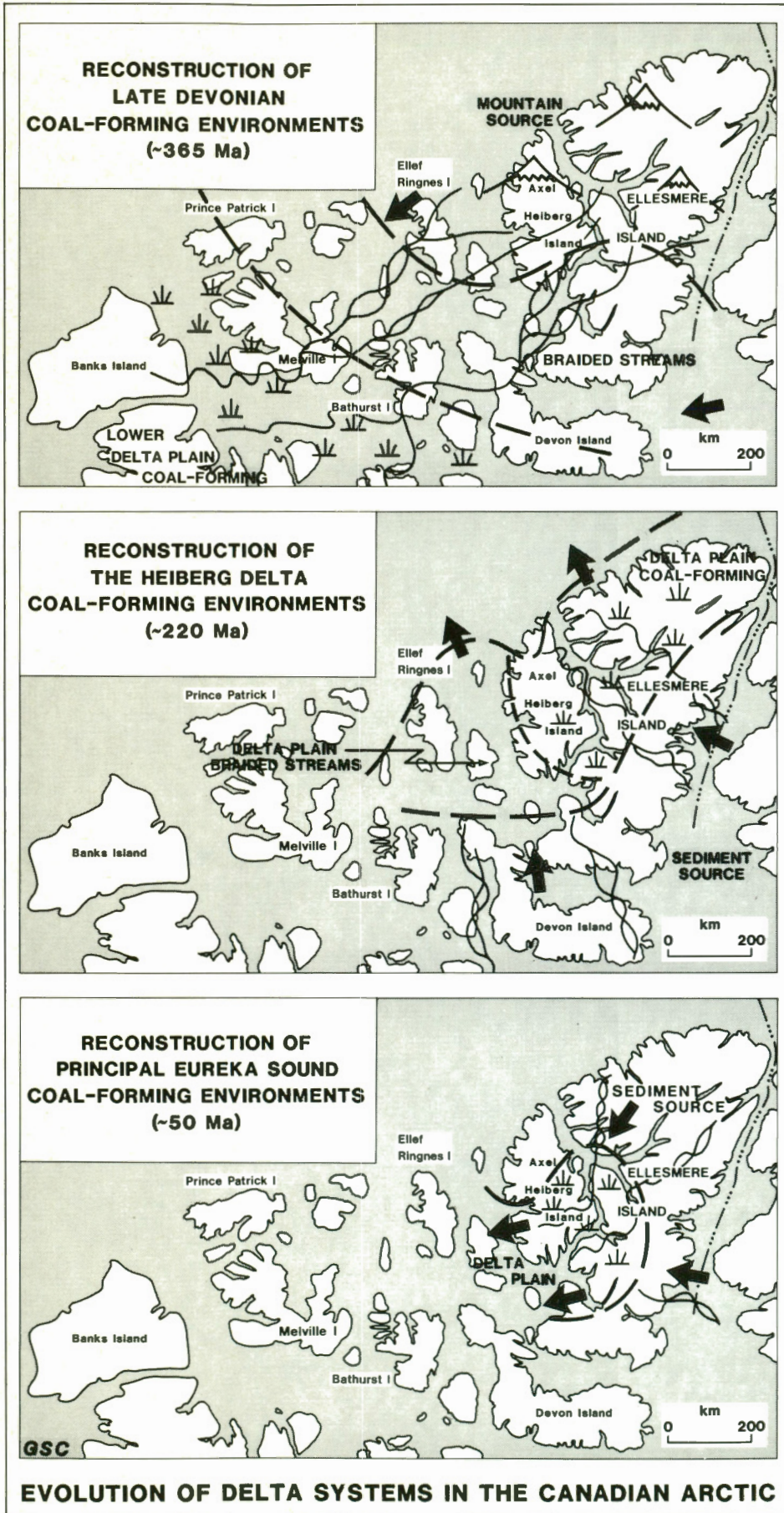


Figure 3 Changes in Arctic flora through geological time.

Variations de la flore arctique au cours des ères géologiques.

which seams were buried during the coalification process. The oldest coals in the Canadian Arctic are Devonian, about 360 to 390 million years old. Fern-like vascular plants at this time are amongst the oldest anywhere in the world. The Devonian coal seams are rarely more than one or two metres in thickness, and the thickest of these accumulated on an extensive ancient plain that was located in the region where southwestern Melville Island now lies (Fig. 2).

The Carboniferous Period, about 285 to 360 million years ago, was, in many parts of the world, a time of luxuriant plant growth and consequently has provided an important coal resource in places like England and eastern USA, which were then located much closer to the tropics than they are at present. In contrast, there are not many coal-bearing rocks of this age in the Canadian Arctic, partly because it was located at higher latitudes with more arid, desert-like climates (Fig. 3).

The situation was reversed in the period extending from 220 million years to about 45 million years ago, when huge volumes of sand and mud were deposited in Sverdrup Basin. Here over and over, at least eight times, delta construction occurred. In the western Arctic these delta sand bodies now form reservoirs for oil and gas. Farther east, in the region now occupied by the Ringes, Axel Heiberg and Ellesmere islands, broad delta plains provided suitable conditions for coal formation (Fig. 2). The climate then was mostly humid temperate and even subtropical, and vegetation flourished.

Significant amounts of coal developed in three of the largest delta systems, the Heiberg, Isachsen and Eureka Sound deltas. The most important of the three in terms of coal potential is the Eureka

Figure 2



Figure 4 Examples of coal seams from Ellesmere and Axel Heiberg islands

- a) Strathcona Fiord (Eureka Sound Fm.)
 b) Fosheim Peninsula (Eureka Sound Fm.)
 c) Mokka Fiord (Isachsen Fm.)

Exemples de filons houillers de l'île Ellesmere et de l'île Axel Heiberg

- a) Fjord Strathcona (formation d'Eureka Sound)
 b) Presqu'île Fosheim (formation d'Eureka Sound)
 c) Fjord Mokka (formation d'Isachsen)

Sound delta system, which probably contains several billion tonnes of subbituminous and lignite coals, some in seams more than 15 metres thick (Fig. 4).

We have so far made detailed calculations of coal resources for very few areas in the Arctic Island. Estimates to date range over several billion tonnes for the entire Arctic, and a great deal of work remains to be done to provide a more accurate assessment of this valuable resource. We also need more information on coal quality, particularly with respect to its content of potential atmospheric pollutants such as sulphur. Moreover, the possible effects of future mining are most important in the fragile environment of the high Arctic. As a guide, we can look to Spitsbergen Island in Barents Sea where Norwegian and Soviet Union concerns have conducted coal mining operations for several decades.

Mining and transport of coal are difficult in the Canadian Arctic, because of deep permafrost, and seaways that for much of the year are blocked by ice. However, the success of Canada's northernmost lead-zinc mining operation, the Polaris mine on Little Cornwallis Island, also shows that these problems can be overcome.

Les gisements houillers des îles de l'Arctique, que l'on retrouve un peu partout sur de grandes surfaces, constituent des énormes ressources de combustible inexploité. Les dépôts se sont formés à une époque où le climat de l'archipel était plus chaud. La végétation, enfouie par les sédiments, s'est durcie et s'est transformée en charbon après un lent processus de compression et de réchauffement échelonné sur des millions d'années. La Commission géologique du Canada d'EMR tente actuellement d'évaluer avec plus de précision ces ressources potentielles.

Cet article est disponible en français

Source of GOLD:

abandoned tailing dumps

Photo: Royal Canadian Mint / Monnaie royale canadienne

Ninety per cent of the gold could be extracted by a relatively simple technology, according to the pilot project

by Marius A. Cristovici and Geoffrey W. Leigh

Mining and processing gold ore produced many gold tailing dumps in Canada's early days. Those dumps, which lie abandoned under shallow water or covered by vegetation, contain tonnes of precious metals not recoverable by extraction methods then available. In 1981 EMR's Canada Centre for Mineral and Energy Technology (CANMET) initiated a research program to locate dumps that are of potential economic interest and to explore the recovery of the precious metal by modern techniques.

Canada's gold industry goes back to 1824, when gold was rumoured in the Chaudière River valley in Quebec province, but the big strikes were first made in 1858 in both British Columbia and Nova Scotia. Until the famous Klondike discoveries in 1895, most Canadian gold came from these two provinces—between 1898 and 1905 gold to the value of more than \$100 000 000 is said to have been mined from Yukon placers.

The discovery in Ontario of the Porcupine gold in 1909, and Kirkland Lake in 1912, led to an intensive search in the adjoining provinces. Discoveries at Rouyn made Quebec the second-largest gold producer in Canada, and others in Manitoba have brought that province near to British Columbia in gold output.

In modern times prospectors and exploration companies have continued their

search for the noble metals, but another source has also been recognized: abandoned waste dumps resulting from early mining and milling operations.

Early milling and recovery methods, mainly restricted to sluices, stamps and amalgamation, were not very efficient in extracting gold. Sluices were inclined troughs through which gold-bearing gravels were washed by a rapid stream of water, and the heavier particles settled into catch pockets while the lighter passed on. Stamps were heavy machines which broke up rocks to liberate free gold particles.

Amalgamation used mercury to form alloys with gold or silver: crushed ore passed over amalgamated plates which retained free gold particles to form an amalgam, periodically recovered by scraping the plates.

These methods mainly recovered free gold particles, but gold in silicate minerals and sulphides escaped and was carried away as waste to the dump sites.

Froth flotation and cyanidation techniques were introduced about the turn of the century, and recovery improved, so that tailing ponds left by those operations are of little or no economic importance.

Nova Scotia was one province where many gravity and amalgamation plants for gold production operated in the early days, so when CANMET initiated its reclamation experiments in 1981, it looked at old tailing ponds in this part of the country as potential sources of gold which could be turned to profit by modern technology. A number of sites belonging to Seabright Resources, N.S., were chosen for the research. Samples were collected and experiments to recover the gold began in CANMET's Mineral Sciences Laboratories. Mineralogical studies showed that gold occurred mostly as free grains of electrum (a natural gold-silver alloy), gold-mercury



Research scientist Marius Cristovici monitors and adjusts the cyanide and lime (pink bottle) concentration in solution by titration. The second step in the CANMET process is called cyanidation.

M. Marius Cristovici, chercheur, contrôle et ajuste par titration la concentration de cyanure et de chaux (bouteille rose). Cette deuxième étape du procédé CANMET est appelée cyanuration.



Research technician Geoffrey Leigh performing the flotation process on gold tailing ore. The brown froth coming out of the flotation cell contains gold concentrate.

M. Geoffrey Leigh, technicien en recherche, fait la démonstration de la flottation sur un échantillon de minerai d'or rejeté. L'écume foncée qui provient de la cellule de flottation contient de l'or concentré.

Marius Cristovici has worked as a researcher in mineral beneficiation for 33 years, the last five for CANMET. Previously, after immigration from Romania in 1972, he was with private industry: Lakefield Research and the Iron Ore Company of Canada. He obtained a degree in Mining and Mineral Processing Engineering from the Institute of Mines, Bucharest, Romania.

Geoffrey Leigh has worked in mineral processing as a research technician at CANMET for 10 years. He graduated from the Haileybury School of Mines in 1975.

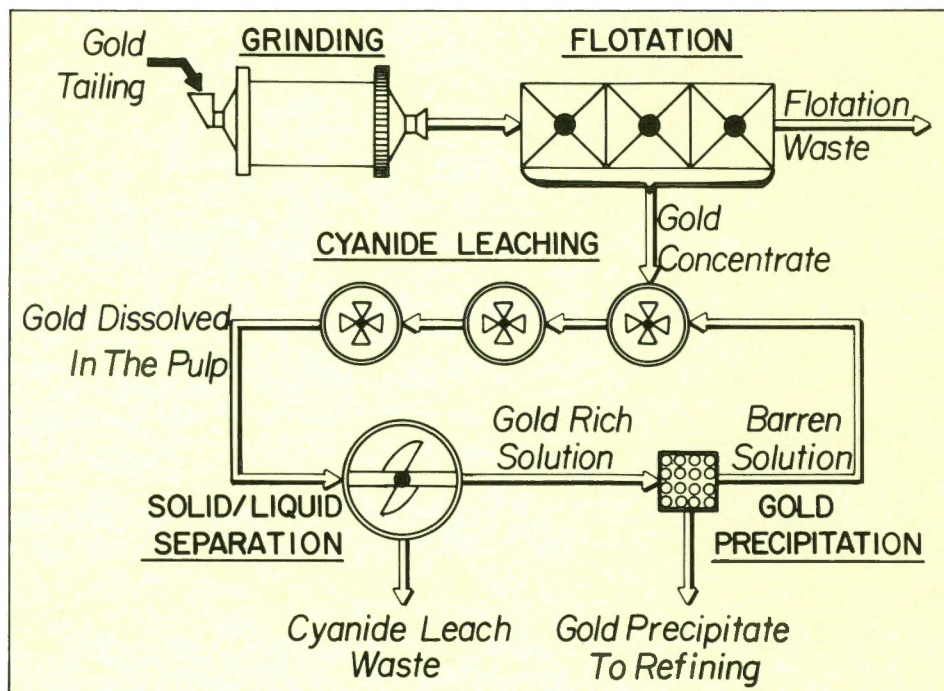
association or as small inclusions in quartz, feldspar and to a lesser extent in arsenopyrite (Fig. 1-2).

The authors were able to develop a relatively simple technology by which 90 per cent of the gold left in the dumps could be extracted. The process consists of

grinding the ore, flotation of the gold carrier minerals and cyanidation of the flotation concentrate. Grinding liberates gold particles associated with waste minerals, and the ground ore suspended in water is then subjected to flotation. In this process, the discriminating use of special chemicals helps separate mineral particles

according to their surface properties. When air is introduced into the suspended pulp, particles of certain minerals, pretreated with reagents, adhere to the bubbles, and rise to the surface as a mineralized froth layer which can be removed as a concentrate. In the flotation process, gold concentrate collected was reduced to less than 10 per cent of the original weight of the ore, while gold recovery at this stage exceeded 90 per cent.

Two-stage process to recover gold from tailing dumps



A second treatment, cyanide leaching, or cyanidation, in which gold is dissolved in weak cyanide solution, further upgrades the concentrate. Precipitation on zinc dust or by adsorption on activated carbon follows. The final high gold content product is refined to obtain gold bullion.

Work performed in CANMET laboratories led Seabright Resources to further action to develop this potential gold source. A consulting firm conducted more research on larger quantities of tailing material, and the CANMET-proposed technology was confirmed as technically sound and economically viable. A commercial operation to extract gold from Nova Scotia tailing ponds was designed and will soon go into production.

The process needed to turn the gold values from abandoned tailing dumps into a profitable operation is relatively simple, using more or less conventional methods. Although no new technology is involved, the proposed plant will nevertheless be the first of its kind in Canada, possibly in the world.

Examples of gold occurrences

Figure 1 shows liberated grains of gold (yellow) with high mercury content. If a grain of liberated gold comes in contact with mercury the two are loosely cemented or soldered together, forming the alloy called amalgam.

Figure 2 shows inclusions of gold (yellow spots) in various silicate rocks. Ascending magmatic solutions have carried the gold-bearing vapours through the fractures in the rocks, and deposited the gold in places where structural and thermal conditions were favourable.

Des exemples de gisements d'or

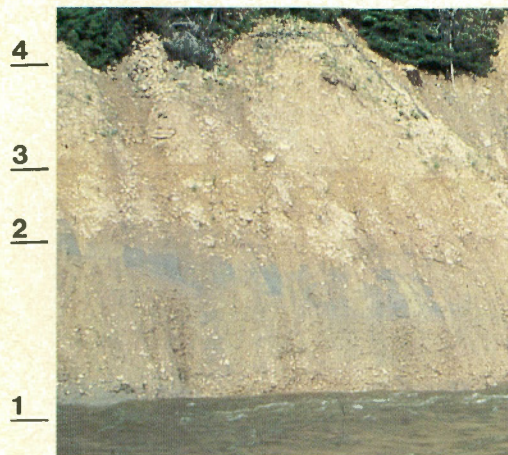
On peut voir sur la figure 1 des grains d'or individualisés (en jaune) ayant une haute teneur en mercure. Si un grain d'or individualisé est mis en contact avec du mercure, les deux éléments se soudent légèrement pour former un amalgame.

La figure 2 indique des inclusions d'or (taches jaunes) sur un certain nombre de roches silicatées. Des émanations d'or ont infiltré les solutions magmatiques ascendantes et ont pu pénétrer les fractures dans les roches. Ainsi, on retrouve l'or là où prévalaient des conditions structurales et thermiques favorables.



L'exploitation des mines d'or canadiennes au début du siècle a laissé des accumulations de résidus. Ces accumulations contiennent des tonnes de métaux précieux qui n'auraient pu être récupérés en utilisant les méthodes d'extraction existant à cette époque. Ces sources potentielles d'or reposent abandonnées sous l'eau peu profonde ou sont recouvertes par la végétation. Le Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie (CANMET), EMR, a récemment mis en œuvre un programme de recherche dont le but est de localiser les accumulations de résidus d'or abandonnés qui présentent un intérêt économique et d'examiner la possibilité de les exploiter au moyen de techniques modernes. On a réussi à établir un procédé par lequel on peut extraire 90 % de l'or contenu dans ces résidus. Encouragée par ces résultats, la compagnie Seabright Resources de la Nouvelle-Écosse a décidé d'exploiter commercialement ses anciens bassins de sédimentation en vue d'extraire l'or qui s'y trouve. Les travaux doivent commencer bientôt.

Cet article est disponible en français



L'île d'Anticosti a-t-elle été récemment englacée?

Des levés géomorphologiques et géologiques racontent plus de 36 000 ans d'histoire. . . et il faudra corriger la carte glaciaire du Canada. . .

par Denis Gratton, Jean-Marie Dubois, Alain Painchaud et Hugh Gwyn

M. Denis Gratton est spécialisé en géomorphologie et en géologie du Quaternaire. Il a obtenu sa maîtrise en 1984 au Département de géographie de l'Université de Sherbrooke.

M. Jean-Marie Dubois est professeur titulaire au Département de géographie. Il est spécialisé en cartographie des dépôts meubles, en géomorphologie du Quaternaire et en télédétection.

M. Alain Painchaud est spécialisé en géomorphologie du Quaternaire. Il a obtenu sa maîtrise en 1984 au Département de géographie de l'Université de Sherbrooke et étudie actuellement la bibliothéconomie à l'Université de Montréal.

M. Hugh Gwyn est professeur titulaire au Département de géographie de l'Université de Sherbrooke. Il est spécialisé en géologie du Quaternaire.

Une des coupes stratigraphiques caractéristiques du ruisseau Trois-Milles. De bas en haut, on peut distinguer: 1) des sédiments glaciomarins datant de 36 000 ans BP; 2) des sédiments fluvio-glaciaires montrant l'exondation au cours du Wisconsinien moyen; 3) le till de la récurrence du Wisconsinien supérieur; et 4) des graviers fluviaux datant de l'Holocène.

Typical stratigraphic cross-section of Three-Mile Creek. Reading from bottom to top: 1) glacial sediments from 36,000 BP; 2) fluvio-glacial sediments showing land emergence during the Middle Wisconsin; 3) till from the Upper Wisconsin advance; 4) Holocene fluvial gravel

L'île d'Anticosti, au centre du golfe du Saint-Laurent (figure 1), s'est trouvée au croisement des grands événements de la dernière glaciation qui ont modifié profondément la nature même de ses sols. La faune et la flore, toutes deux très particulières à l'île, témoignent des grands bouleversements survenus alors, et présentent à ce titre un certain intérêt. Paradis pour les chasseurs de chevreuils, l'île d'Anticosti l'est aussi pour les géologues et les géomorphologues, car elle garde inscrite dans ses dépôts meubles, dans ses roches, l'évolution de la dernière grande glaciation, soit plus de 36 000 ans d'histoire. . .

Et pourtant on se pose encore la question à savoir si l'île a été englacée au cours du Quaternaire. Depuis plusieurs années, les scientifiques sont partagés entre deux grandes théories. Le débat est lancé à la fin des années 30 avec la conception préconisée par Richard Foster Flint. Celui-ci soutenait, en effet, qu'une immense et épaisse calotte glaciaire (inlandsis) monolithique, centrée sur la baie d'Hudson, se serait déplacée dans toutes les directions sur l'Amérique du Nord, des terres arctiques à la côte est des États-Unis; d'après lui, l'île d'Anticosti aurait été recouverte de glace tout comme le golfe du Saint-Laurent.

À la fin des années 60 et surtout au début des années 70 s'amorce un courant de pensée qui contredit timidement cette conception d'un inlandsis laurentidien monolithique et tout puissant. Les recherches de M. Douglas R. Grant montrent qu'il aurait existé plusieurs dômes lors du déglacement des provinces de l'Atlantique et surtout de Terre-Neuve. Ces faits amènent MM. J. D. Ives et Douglas Grant à concevoir autour des années 1975-1978 une théorie « minimaliste », généralement acceptée aujourd'hui. Selon cette dernière, l'inlandsis laurentidien aurait fait partie de toute une série de dômes glaciaires et le golfe du Saint-Laurent aurait été bordé d'un nombre considérable de nunataks côtiers, incluant l'île d'Anticosti. Ainsi, l'île aurait été épargnée par la dernière grande glaciation.

Cependant, des observations sur le terrain par M. Jean Roberge et par l'un d'entre nous ont apporté des éléments nouveaux

qui remettaient en question la conception de M. Grant. C'est à l'instigation de ce dernier que nous avons présenté un projet de recherche, lequel a été accepté par la Commission géologique du Canada en 1980. Ce projet, d'une durée de trois ans, devait faire la lumière sur le non-englacement, tel que supposé par M. Grant, ou son englacement, encore défendu en 1981 par l'école américaine de MM. G. H. Denton et T. J. Hughes.

Nos travaux sur l'île d'Anticosti dévoilent donc l'histoire wisconsinienne récente du golfe du Saint-Laurent, et viennent jeter un éclairage nouveau sur les limites d'englacement des bordures glaciaires sur les côtes à cette époque.

Grâce à l'interprétation de photographies aériennes et aux travaux sur le terrain, nous avons pu étudier la géomorphologie et les dépôts meubles de l'île. Cela nous a permis d'établir la séquence relative des événements régionaux, c'est-à-dire de retracer la colonne stratigraphique des sédiments les plus jeunes aux plus anciens. Ensuite, en effectuant plusieurs dizaines de datations au ^{14}C , nous avons replacé assez précisément ces événements dans le temps (figure 2).

L'histoire du Quaternaire récent de l'île remonte au Wisconsinien moyen, soit à plus de 36 000 ans BP (figure 3a). À cette époque, l'île connaît une phase de transgression marine. Cette invasion des eaux a pour effet de déposer sur la côte des sédiments pré-littoraux au-dessus des sédiments de plage; dans les vallées, des sédiments d'eau profonde recouvrent également les sédiments fluviaux. On a retrouvé ces sédiments d'eau profonde à une altitude de 75 m au-dessus du niveau de la mer, ce qui suppose que ce dernier était plus élevé. Sachant que le front glaciaire s'avavançait au nord de l'île, une telle submersion marine est imputable à l'affaissement isostatique dû au poids de la glace. En effet, on ne peut pas imputer cette transgression uniquement à une augmentation du volume des mers, car le niveau eustatique d'il y a 36 000 ans est semblable au présent selon la courbe de variation mondiale du niveau des mers de MM. J. D. Milliman et K. O. Emery.

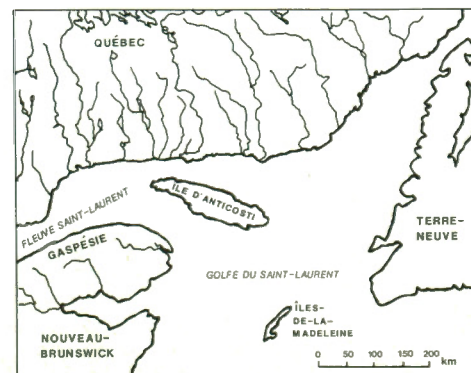


FIGURE 1: LOCALISATION DE L'ÎLE D'ANTICOSTI

FIGURE 2

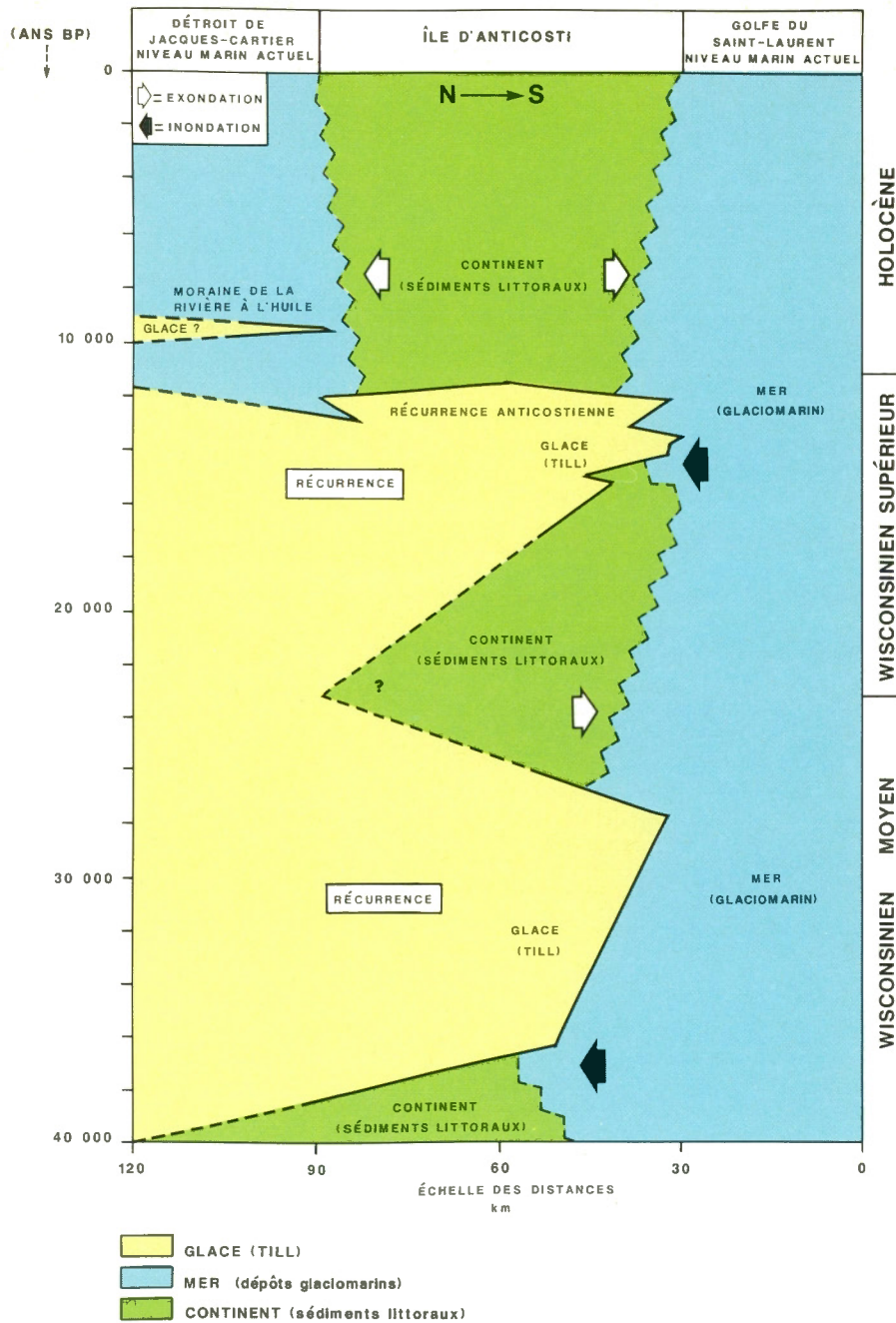


Figure 2 Schéma spatio-temporel des événements quaternaires

Location and times of Quaternary events

La présence de galets striés et de déformations glacio-tectoniques dans les sédiments marins d'eau profonde indique que le front glaciaire a atteint les secteurs inondés de la côte sud. En raison de la profondeur de l'eau dans les baies, la glace ne peut s'appuyer sur le fond; sous l'action des vagues et des marées, la bordure glaciaire se soulève puis se brise en libérant des matériaux. On retrouve dans ces paléobaies des sédiments glacio-

marins, datant de 36 000 ans BP, à moins de 70 m d'altitude.

La masse glaciaire est freinée dans les secteurs inondés, mais elle continue sa progression sur les hauteurs adjacentes qui séparent les vallées, interfluves, et forme un till fossilifère, datant de 30 000 ans BP. Ce till provient en partie du dragage des sédiments marins. Par la suite, la marche du glacier est interrompue en raison de la rapide désagrégation d'une partie de la banquise au contact des eaux du golfe du Saint-Laurent. Cette désagrégation (28 000 ans BP) a laissé des sédiments glacio-marins sur la côte sud de l'île. À cette époque, la pointe est de l'île

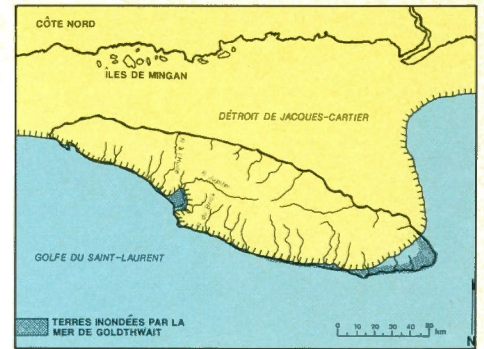


Figure 3a Bordure glaciaire, 36 000-28 000 ans BP: récurrence du Wisconsinien moyen

Ice front, 36,000-28,000 BP: Middle Wisconsinian advance

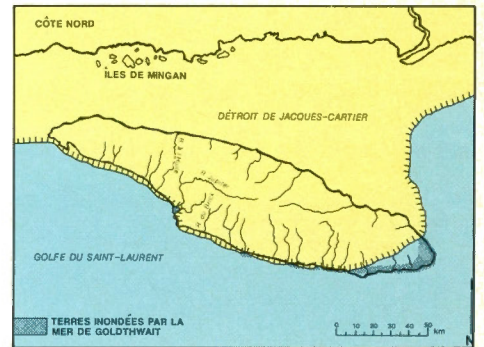


Figure 3b Bordure glaciaire, 23 000-13 500 ans BP: récurrence du Wisconsinien supérieur

Ice front, 23,000-13,500 BP: Upper Wisconsinian advance

n'était pas recouverte de glace, car on n'y trouve aucune trace de till; par contre, cette extrémité de l'île était submergée par les eaux de la mer de Goldthwait.

Entre 28 000 et 23 000 ans BP, un réchauffement climatique est à l'origine d'un léger retrait du glacier. Elle a eu pour effet de décharger dans la mer d'importantes quantités d'eau et de graviers qui en se sédimentant ont formé un dépôt glacio-marin caillouteux. On ne peut toutefois à partir de cette information conclure que la glace avait totalement disparu de l'île à cette époque. Cependant, l'allègement du poids de la glace laisse supposer un relèvement isostatique et une régression marine jusqu'aux limites des plages actuelles. Cette hypothèse de l'exondation du territoire est confirmée par les indicateurs du niveau marin. En effet, les travaux de MM. J. D. Milliman et K. O. Emery, publiés en 1968, montrent bien, au cours de la période s'étalant jusqu'à 16 000 ans BP, une baisse progressive du niveau des mers. La preuve du retrait glaciaire et de l'évacuation des eaux marines nous est fournie par la présence, dans les vallées, de sédiments fluviaux, situés au-dessus des sédiments glacio-marins.

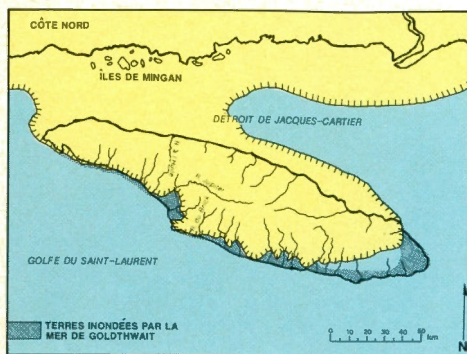


Figure 3c Bordure glaciaire vers 13 000 ans BP: péninsularisation d'une masse de glace sur l'île d'Anticosti

Ice front about 13,000 BP: an ice mass on Anticosti Island forms a peninsula

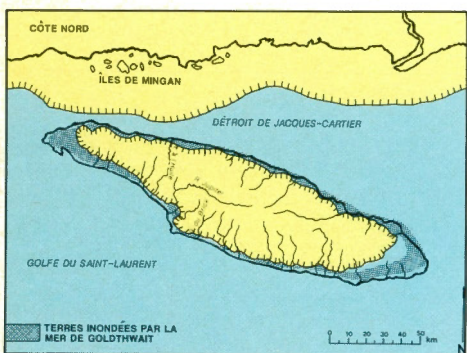


Figure 3d Bordure glaciaire à 12 000 ans BP: individualisation d'une calotte sur l'île et récurrence anticostienne

Ice front, 12,000 BP: formation on an icecap on the Island, and Anticosti advance

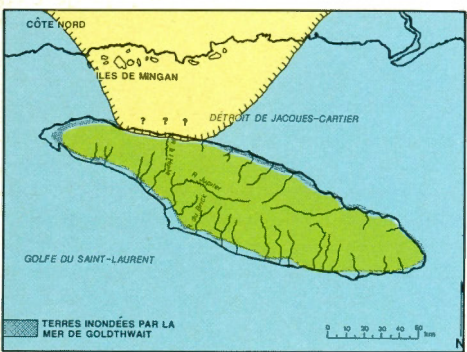


Figure 3e Bordure glaciaire très hypothétique, 9 500-9 000 ans BP: moraine de la rivière à l'Huile

Highly hypothetical ice front, 9,500-9,000 BP: Oil River moraine

À ces événements succèdent des reprises d'activités glaciaires au cours du Wisconsinien supérieur entre 23 000 et 13 500 ans BP (figure 3b). Une première pénétration dans les vallées du Sud de l'île, comme en témoigne l'interstratification de till et de sédiments fluvio-glaciaires, annonce une nouvelle avancée majeure de l'inlandsis laurentidien. L'avancée du front glaciaire coïncide avec les rehaussements du

niveau des mers qui, combinée aux déformations glacio-isostatiques, provoque une seconde transgression marine.

L'invasion des eaux marines sur les aires continentales fait reculer le front glaciaire. De nouveau, des sédiments glacio-marins caillouteux se constituent à l'embouchure des vallées principales, vers 13 500 ans BP; ils ont été déposés lors de l'évacuation des eaux de fonte. Toutefois, on dénote la présence, dans certaines vallées, d'un till d'ablation situé au-dessus des sédiments glacio-marins caillouteux. Ce till indique une réactivation de l'écoulement glaciaire au cours du Wisconsinien supérieur. Ce phénomène est représenté par la pointe la plus avancée de l'inlandsis laurentidien tel qu'illustré à la figure 2.

Par la suite, soit 5 000 ans plus tard, la désagrégation de la bordure glaciaire s'intensifie, laissant apparaître de profondes entailles inondées par la mer, surtout dans le Sud et l'Est de l'île (figure 3c). On peut observer à 75 m d'altitude, dans certaines vallées principales, des sédiments marins d'eau profonde, mis en place directement sur le till. Certains, retrouvés à 20 m d'altitude, datent de 13 000 ans BP. Vers 12 000 ans BP, la glace a pratiquement disparu des vallées. Simultanément se sont opérées la fragmentation de l'inlandsis laurentidien et la formation d'une calotte anticostienne individualisée (figure 3d).

Sur les interfluves, la calotte ne recule que très peu. L'amincissement progressif de la glace provoque un relèvement isostatique corroboré par la présence de sédiments deltaïques, mis en place lors de la régression marine.

À la suite de la variation du niveau marin se produit un réajustement de la calotte glaciaire dans une dynamique d'équilibre gravitationnel. Vers 12 000 ans BP, la nouvelle avancée de glace, que l'on nomme anticostienne, laisse à sa marge un dépôt glacio-marin sur l'ensemble de la côte sud de l'île. Le long de la moitié ouest de l'île, cette poussée glaciaire façonne un bourrelet morainique assez continu attribuable à la plus grande épaisseur de la glace; c'est la moraine de Sainte-Marie.

La limite nord de la calotte a pu être retracée à partir de la position d'épanchages proglaciaires, situés entre 65 et 70 m d'altitude. La limite sud de la calotte a été déterminée à partir d'une moraine formée par l'état sédentaire du glacier, que l'on a appelée moraine de Sainte-Marie.

À la suite de la « pause » de Sainte-Marie, la calotte se désagrège rapidement. Entre l'est et l'ouest de l'île, cette désagrégation s'effectue dans deux environnements sédi-

mentaires différents. À l'est, les sédiments fluviaux d'exondation ont été déposés environ jusqu'au niveau actuel de la mer. Les sédiments deltaïques que l'on retrouve aujourd'hui dans les rivières Jupiter et du Brick, à 20 m d'altitude, datent respectivement de 12 000 et 12 500 ans BP. Par contre, dans l'Ouest, la désagrégation s'opère dans un environnement glacio-marin à moins de 85 m d'altitude comme l'indiquent les moraines côtières ou de De Geer et la présence d'un till fossilifère. Ces observations sont suffisantes pour inférer un relèvement isostatique différentiel entre l'est et l'ouest.

Vers 11 500 ans BP, l'île n'est plus du tout recouverte de glace, ce qui rend possible la transgression de la mer de Goldthwait à l'ouest; des sédiments marins d'eau profonde, datés de 11 000 ans BP, ont été mis en place à 50 m d'altitude.

Un dernier événement marque le littoral nord de l'île: il s'agit de la formation de la moraine de la rivière à l'Huile (figure 3e). Deux datations relevées sur cette moraine laissent entrevoir qu'elle a été formée vers 9 500-9 000 ans BP. Pourtant, à cette époque, le front glaciaire devait se trouver au niveau de la moraine de Manitou-Matamek sur le continent (GEOS, hiver 85), soit vers 9 700-9 500 ans BP. Cependant, très peu de formes morainiques ont été identifiées dans ce secteur de la côte nord vis-à-vis de l'île d'Anticosti. La possibilité demeure donc qu'un lobe de l'inlandsis laurentidien se soit étendu jusqu'à l'île d'Anticosti à travers le détroit de Jacques-Cartier.

Nos travaux sur l'île d'Anticosti démontrent que la bordure ancrée de l'inlandsis laurentidien n'a pas dépassé la côte sud de l'île au moins depuis le Wisconsinien moyen (36 000 ans BP). Nous souscrivons donc à la thèse minimaliste sur la limite d'englacement des bordures glaciaires côtières du golfe du Saint-Laurent. Cependant, contrairement aux idées encore véhiculées sur la carte glaciaire du Canada, l'île a bel et bien été englacée au Wisconsinien supérieur.

Using geomorphological and stratigraphic surveys and carbon 14 dating, the authors have shown that the front of the Laurentide ice sheet did not extend beyond the south coast of Anticosti Island, at least during the last 36 000 years.

The Quaternary history of the Island is as follows: 1) an ice-free period accompanied by a marine transgression before 36,000 BP, 2) fluctuations in the ice front between 36,000 and 11,500 BP, and 3) a marine transgression since that time (11,500 BP).

This article is available in English



Sackville Spur –



A Classic Sedimentary Drift

by Alan C. Grant

Sackville Spur is a 200-km-long submarine ridge that projects northeast from the Grand Banks of Newfoundland to form the western flank of the entrance to Flemish Pass (Fig. 1). Although the Spur has for many years been an obvious feature on nautical charts, its origin as a sedimentary drift was not appreciated until 1969, when a geophysical survey of the area was conducted.

Since the early 1970s, a number of oil companies have explored the area around Sackville Spur to assess the petroleum potential. From their point of view, older sedimentary drifts now deeply buried beneath the continental shelf represent potential traps for deposits of oil and gas.

EMR scientists from the Geological Survey of Canada's arm of the Bedford Institute of Oceanography (BIO) first collected seis-

CNAV Sackville, sole survivor of 122 RCN corvettes commissioned during World War II, has been restored to her wartime configuration and berthed permanently at the Maritime Museum in Halifax. The Sackville Spur was named after the old wartime corvette. She was used as a marine research vessel for three decades, working, among other sites, on the spur. DND Photo.

Le Sackville est la dernière corvette des 122 mises en service par la Marine canadienne pendant la Seconde Guerre mondiale. La saillie sur laquelle elle a vogué en tant que navire de recherche marine pendant 30 ans porte son nom. Le Sackville sous sa version militaire peut être admiré au musée maritime d'Halifax. Photo : Défense nationale.

mic data across the major axis of the Spur. They operated from the old wartime corvette, *Sackville* which was for nearly three decades used as a marine research vessel, and from which the Spur now takes its name. The oceanographers discovered layered sediments to depths of several hundred metres. The Spur was also a contingency drilling site for a Deep Ocean Drilling cruise in Summer 1984. (GEOS Summer 1985).

The age and sequence of development of Sackville Spur are now recognized as questions of considerable scientific significance because this sedimentary drift may contain a unique record of past changes in climate, sea level and ocean circulation. BIO scientists expect to continue their research on the Spur.

The sediments are probably mainly sand and silt deposited as a sedimentary 'drift', formed by the interaction of submarine currents and bottom topography. Just as a snowdrift requires snow and wind to form, a sedimentary drift requires a source of sediment and moving water. The seismic profile of the Spur indicates that it was built up by successive layers of sediment and that its apex shifted as the drift grew. Similar drifts occur south of Greenland (Eirik Drift) and off Cape Hatteras (Hudson Drift).

At present, little sediment seems to be accumulating in the area. In the past, however, during periods of glaciation when the sea level was lower than it is now, sedimentary supply and currents may have accelerated the growth of the Spur.

The most recent substantial drop in sea level occurred about 15 000 years ago, during the last advance of the continental ice sheet. Then the mass of ice that covered much of the northern part of North America trapped large volumes of water so that the sea level was about 110 metres lower than it is today.

Alan Grant is a geophysicist with the Atlantic Geoscience Centre, EMR's arm at the Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth, N.S. He has worked there since 1965. His previous work experience included seven years with Mobil Oil Canada Ltd. Dr. Grant's principal research interest has been the structure and tectonic evolution of the eastern Canadian continental margin.

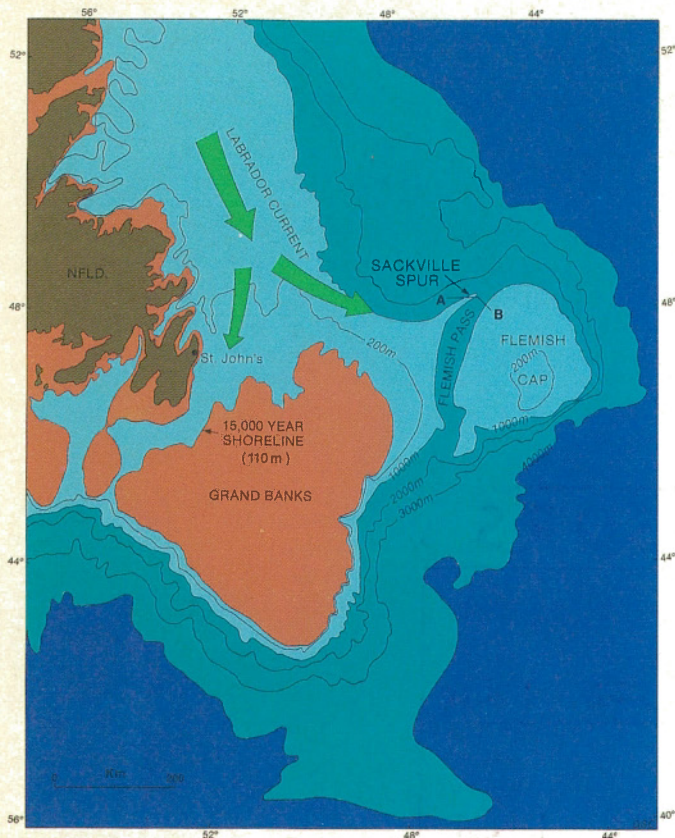


Figure 1 Bathymetric map of Grand Banks region. Line AB indicates location of the seismic profile in Figure 2.

Carte bathymétrique de la région des Grands Bancs. La ligne AB indique l'emplacement du profil sismique de la figure 2.

The ice sheets advanced and retreated several times over the last two million years, and we can assume the sea level dropped during each ice expansion. Geological evidence for sea level lowerings much further back in the earth's history is preserved in rocks beneath continental shelves around the world, in the form of erosional unconformities and signs of waxing and waning deposition. The more recent of these earlier lowerings are estimated to have occurred roughly 4, 7, 11 and 22 million years ago. The reasons for these changes are not entirely clear, but scientists think they relate to changes in the volume of midocean ridges as the seafloor spread.

During the most recent sea level drop, much of the Grand Banks was exposed, with the shore line situated approximately along the present 110-metre depth contour (Fig. 1). This large exposed 'island' probably contributed some of the sediments that formed Sackville Spur as it was eroded by wind, rain and frost. At the same time, if the existence of an ice sheet was responsible for the lowered sea level,

the erosive action of this ice sheet must have created an additional source of sediment. The reduced water depth over the continental shelf probably resulted in more of the sediment being deposited seaward of the present shelf edge.

Sediments were probably transported during this time by the ancestral Labrador Current, which today flows south along the Labrador margin. When the sea level was lower, the current would have been deflected to the east by the northeastern flank of the Grand Banks. Sediments picked up by the current north of the Grand Banks were then dropped in the area of Sackville Spur as the current extended into deeper water and decreased in velocity.

Details of these processes are speculative, but they seem to be a logical consequence of lower sea levels in the past and to account for the origins of the Sackville Spur. The date of the origin, however, is less obvious. Was it formed during one or more of the Pleistocene sea level lowerings? Or does it go back to one of the earlier events, between 4 and 22 million years ago?

With more study, it may be possible to answer this question by sampling the sediments composing Sackville Spur, and analyzing their grain size distribution and microfossil assemblages. The microfossils

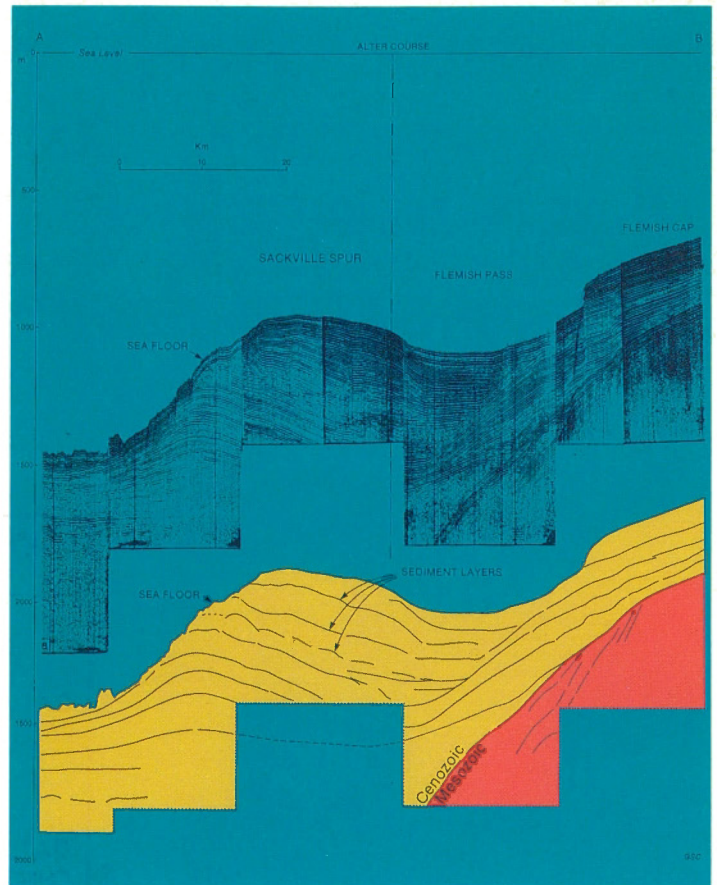


Figure 2 Seismic profile across Sackville Spur (above) with interpretation (below)

Profil sismique à travers la saillie de Sackville (en haut) et interprétation (en bas)

would help paleontologists estimate the time at which the sediments were deposited. They should also be able to deduce the environment of deposition — for example, whether the water was glacially cold, relatively deep or shallow, flowing fast or slowly.

La saillie de Sackville est une crête sous-marine de 200 km de long qui s'étend au nord-est des Grands Bancs de Terre-Neuve et qui constitue le flanc ouest de l'entrée de la Passe flamande. En 1969, un profil sismique a été effectué à travers la saillie. Il a révélé qu'elle a été constituée de sédiments déposés par le courant chaud du Labrador qui aurait, sous l'effet, dévié d'une tendance à une inclinaison continentale, dirigée vers l'Est. Au cours du Pléistocène ou du Tertiaire, le niveau de la mer était alors bien inférieur à ce qu'il est aujourd'hui. On a donné à la saillie le nom du navire *Sackville*, dernière corvette canadienne à avoir survécu à la Seconde Guerre mondiale.

Cet article est disponible en français

RESORS

DATE RECEIVED	APR - 1 1986
DATE CHECKED	APR - 1 1986
DATE INDEXED	

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

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