MC82
8C213
A/R
1970-71
"F"

MINISTÈRE DE

L'ÉNERGIE, DES MINES ET DES RESSOURCES

OTTAWA, CANADA

rapport annuel 1970-1971

LIBRARY
MAY 1 1973
GEOLOGICAL SURVEY

This document was produced
by scanning the original publication.

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

l'hon. Donald S. Macdonald, ministre

Ministère de

L'ÉNERGIE, DES MINES ET DES RESSOURCES

rapport annuel 1970-1971

l'hon. Donald S. Macdonald, ministre

©
Information Canada
Ottawa, 1972

N° de cat.: M1-5/1971F

TABLE DES MATIÈRES

Orientations nouvelles, 1

Secteur de l'énergie, 7
Énergie électrique, 7
Pétrole et gaz, 10
Houille, 11
Uranium et énergie nucléaire, 12
Gestion et conservation des ressources, 13

Secteur de l'exploitation minérale, 17
Direction des ressources minérales, 17
Division des explosifs, 20

Secteur de la science et de la technologie, 21
Direction des levés et de la cartographie, 21
Commission géologique du Canada, 26
Direction des mines, 30
Direction de la physique du Globe, 43
Étude du plateau continental polaire, 48
Centre géoscientifique de l'Atlantique, 50

Administration, 53
Finance et Administration, 53
Personnel et Organisation, 54
Service des relations publiques et de l'information, 55

Barrage Mica, projet d'aménagement du fleuve Columbia (C.-B.).

Orientations nouvelles

A la suite d'importantes décisions politiques à longue portée, le gouvernement du Canada a confié au ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources une mission de sauvegarde et de mise en valeur des ressources minérales et énergétiques du pays. Afin d'accentuer ce nouvel essor et de permettre au Ministère de s'acquitter de ses nouvelles tâches vitales, on a transféré à d'autres organismes certains domaines dont, notamment, la recherche en hydraulique et l'astronomie.

Le pays doit faire face à nombre de problèmes complexes dans l'économie des minéraux et de l'énergie, tels les effets de la réforme fiscale, la nécessité d'amplifier son commerce extérieur tout en encourageant le traitement

plus poussé au pays, les problèmes d'environnement créés par l'extraction et le traitement des minéraux ainsi que par la production de l'énergie, les questions de propriété et de mainmise canadienne sur l'industrie énergétique, les contingents imposés par les États-Unis sur les importations de pétrole canadien et le maintien d'une industrie viable de l'uranium.

La nouvelle orientation donnée au Ministère à la suite des changements survenus en 1970-1971 tient compte non seulement de l'aspect technique et économique, mais aussi de l'aspect social. Quels avantages les Canadiens peuvent-ils retirer de ces ressources géologiques connues et inconnues, et à quel prix? Quelle est la limite de l'expansion industrielle et dans quelle mesure la propriété étrangère est-elle compatible avec le bien-être des Canadiens? Quelles seront les répercussions de cette industrie sur l'environnement et le niveau de vie? Certaines politiques tendent-elles à réduire ou à augmenter les disparités économiques régionales? Autant de questions auxquelles doivent répondre les conseillers politiques du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, tout comme ceux des autres ministères.

L'activité du Ministère s'exerce dans trois secteurs principaux: l'énergétique, qui englobe l'énergie électrique, le pétrole, le charbon et l'uranium; l'exploitation minérale, qui établit des directions dans le domaine des ressources minérales; les sciences et la technique qui englobent les levés et les recherches portant sur la cartographie, la géologie, la métallurgie, les techniques minières, la géophysique et fournissent les données de base sur lesquelles se fondent nécessairement les politiques.

ÉNERGIE

Le rôle du Secteur de l'énergie consiste à favoriser la mise en valeur et l'utilisation efficaces des ressources énergétiques du pays, afin que les Canadiens des générations actuelles et futures puissent en bénéficier au maximum. A ces fins, ces experts réunissent et analysent les données portant sur l'activité gouvernementale et du secteur privé, ainsi que les conditions de l'offre et de la demande dans les domaines du pétrole, du gaz naturel, du charbon, de l'uranium et de l'énergie électrique, et recommandent au gouvernement fédéral des politiques fondées sur ces analyses et prévisions. Ils ont la charge également de la surveillance et de la gestion de l'exploration pétrolière et gazière dans les régions au large des côtes, y compris les règlements d'exploitation, de conservation, de sécurité et de lutte contre la pollution.

Dans le domaine de l'énergie électrique, le fait saillant de l'année a été la signature entre le Canada, le Québec et l'Hydro-Québec d'un contrat d'aide financière fédérale à l'Institut de recherche de l'Hydro-Québec. Aux termes de ce contrat, le Canada s'engage à prêter 17.5 millions de dollars, remboursables en 25 ans, et à octroyer dix subventions annuelles de $325,000 chacune. L'entente stipule que l'Institut sera à la disposition de l'industrie canadienne de l'électricité, spécialement en ce qui concerne les recherches sur le transport à haute tension. Une commission de révision et un comité consultatif technique, chacun ayant des représentants nationaux, ont été formés afin d'assurer la réalisation des objectifs de l'Institut.

L'exploration pétrolière et gazière est concentrée surtout dans les régions frontalières du Grand-Nord et au large de la côte atlantique. En décembre 1968, le gouvernement a formé un groupe de travail chargé d'étudier la mise en valeur du pétrole dans le Nord et d'assurer les consultations et la coordination interministérielles. Sous la présidence du sous-ministre, ce groupe a entrepris l'évaluation des techniques de construction des pipe-lines, de la protection de l'environnement, du transport maritime, de la commercialisation du pétrole et du gaz et des répercussions sur l'économie de la mise en valeur du pétrole et de l'exploitation des pipe-lines du Nord. En août 1970, étaient publiées des recommandations concernant la politique sur les pipe-lines du Nord, afin de fournir à l'industrie une série de principes directeurs dans la planification des programmes de construction et d'exploitation des pipe-lines entre les régions arctiques et les marchés du Sud.

Devant la pression économique liée aux pétroles étrangers, on a poursuivi la révision de la politique nationale sur le pétrole, aux termes de laquelle les produits du pétrole canadien sont réservés à la région située à l'ouest de la vallée de l'Outaouais.

De 1963 à 1970, le gouvernement fédéral a consacré 101 millions de dollars à un programme de stockage d'oxyde d'uranium. A ce jour, les stocks s'élèvent à 19 millions de livres. Un supplément de 39 millions de dollars a été affecté à la mise en marché, entre 1971 et 1974, de 6.3 millions de livres, aux termes d'un programme conjoint avec la société *Denison Mines Limited*, le plus important fournisseur canadien d'uranium. Une nouvelle société de la Couronne, l'Uranium Canada, Limitée, a été constituée en 1971 pour l'achat et la vente des stocks au nom du gouvernement. Ces mesures permettront d'assurer l'existence d'une industrie viable de l'uranium au Canada lors de la multiplication dans le monde, prévue pour la décennie 1970, de l'emploi de réacteurs nucléaires.

La participation étrangère à l'industrie canadienne de l'uranium est un élément important du problème général de cette mainmise sur les ressources. En vertu du principe énoncé en mars 1970 par le gouvernement, toutes les actions émises par toute entreprise productrice d'uranium au Canada doivent être vendues à des résidents canadiens, jusqu'à ce que le maximum de la mainmise étrangère soit réduit à 33 p. 100. Aucun investisseur ou groupe d'investisseurs étrangers ne pourront en outre détenir plus de 10 p. 100 des actions d'une entreprise d'uranium.

Le Secteur de l'énergie englobe la Direction de la gestion et de la conservation des ressources, au rôle de conseiller sur les politiques et programmes relatifs aux ressources minérales au large des côtes, gère et administre les intérêts fédéraux dans les ressources minérales au large des côtes est et ouest et des régions de la baie et du détroit d'Hudson, y compris la surveillance de l'exploration et de la mise en valeur, et gère les intérêts miniers fédéraux enclavés dans les provinces. Durant l'exercice financier 1970-1971, un amendement à la Loi sur la production et la conservation du pétrole et du gaz a été adopté afin d'en étendre l'application à l'exploitation, à la production et à la conservation des ressources au large des côtes. La Loi établit des conditions de protection du milieu marin et de mise en valeur ordonnée et efficace des ressources pétrolières.

En 1970, les sociétés pétrolières ont versé 37 millions de dollars en concessions de pétrole et de gaz sous l'administration de cette Direction, soit un supplément de 15 millions de dollars par rapport à 1969. Cette même année, la Direction a approuvé 80 projets d'exploration au large des côtes et accordé, au 31 mars 1971, un total de 5,909 permis de pétrole et de gaz, couvrant 414 millions d'acres.

EXPLOITATION MINÉRALE

Ce Secteur, lié aux questions minérales dans une optique de gestion des ressources, comprend la Direction des ressources minérales et la Division des explosifs.

La Direction des ressources minérales s'occupe de l'économie des ressources. Dans la solution des problèmes reliés à l'exploitation minérale, elle fournit conseils et analyses sur les perspectives à court et à long terme de l'industrie minérale dans l'économie canadienne, y compris la commercialisation et les conditions de l'offre et de la demande.

Ses travaux s'étendent également à l'essor et à la progression de la mise en valeur au Canada. Dans les régions où les minéraux constituent un moyen de développement approprié, la Direction participe avec d'autres ministères fédéraux et provinciaux à des études et des projets destinés à favoriser la mise en valeur de mines, l'installation de fonderies ou d'usines de traitement et de moyens de transport. La Direction a participé notamment à l'Étude sur le transport des ressources du Nord-Ouest du Canada, à un programme de mise en valeur des ressources minérales au Nouveau-Brunswick et à une évaluation du potentiel économique des minéraux au Manitoba.

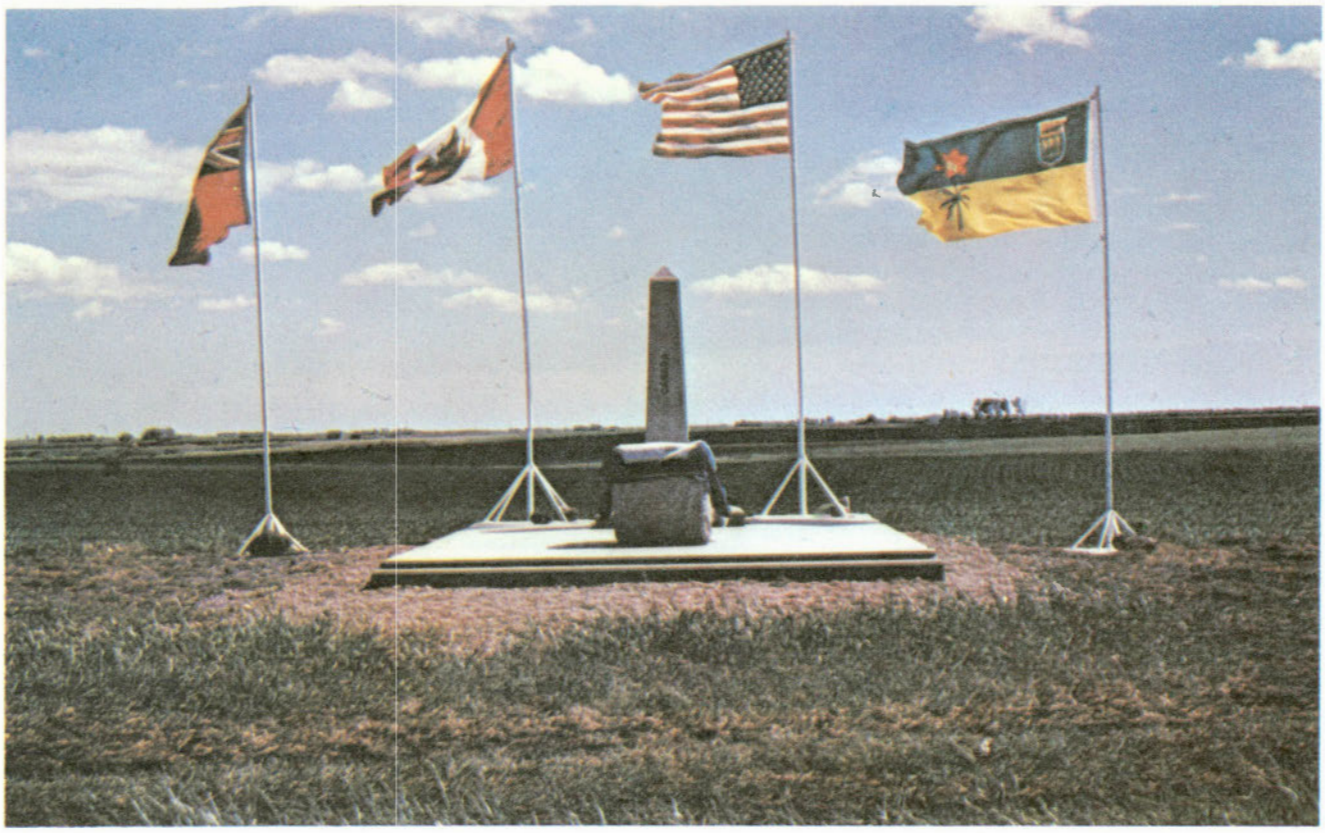
La Direction des ressources minérales assure en outre l'application de la Loi d'urgence sur l'aide à l'exploitation des mines d'or. Adoptée en 1948, la Loi a pour but de prolonger l'exploitation des mines d'or en difficultés et d'assurer le maintien des collectivités de ces mines. Des amendements, sanctionnés en février 1971, ont prolongé l'application de la Loi jusqu'au 30 juin 1973 et ont imposé certaines obligations aux exploitants de mines d'or afin de protéger les employés en cas de fermeture.

La Division des explosifs assure l'application de la Loi fédérale sur les explosifs réglementant la production, le transport, l'entreposage et l'importation. Son travail a pour but de protéger le public et d'accroître sa sécurité.

SCIENCE ET TECHNOLOGIE

Ce Secteur est le plus vaste du Ministère, tant sur le plan du personnel que des services. Au cours du présent exercice, il comprenait la Direction des levés et de la cartographie, la Commission géologique du Canada, la Direction des mines, la Direction de la physique du Globe et l'Étude du plateau continental polaire. En 1971, deux unités autonomes ont été formées à l'intérieur du Secteur: le Centre canadien de télédétection et le Centre géoscientifique de l'Atlantique.

Deux réalisations de la Direction des levés et de la cartographie se sont imposées à l'attention du public du fait de leurs vastes portées et de leurs répercussions. Ce sont, d'une part, la photographie aérienne des Prairies réalisée au cours des deux premières semaines d'août dans le cadre du programme *Lower Inventories for Tomorrow* (*LIFT*) et, d'autre part, le début de l'établissement de cartes détaillées de la vallée du fleuve Mackenzie, appelée corridor des pipe-lines.



Monument commémoratif à l'intersection des limites du Manitoba, de la Saskatchewan et de la frontière internationale.

La photographie aérienne des Prairies avait pour objet de vérifier l'application par les agriculteurs des stipulations de l'opération *LIFT*. Aux termes de cette mesure fédérale, décrétée en février 1970, les agriculteurs, qui ont réduit la superficie de culture du blé et laissé en jachère une superficie correspondante, ont reçu une indemnité compensatoire fédérale de $6 l'acre. L'établissement de cartes de la vallée du Mackenzie était nécessaire pour évaluer les répercussions de la pose d'un pipe-line et autres installations industrielles dans cet important secteur, et apporter des renseignements aux intéressés à l'implantation de ce type de mise en valeur. La Direction a fait dresser 120 cartes à l'échelle au 1:50,000.

L'une des priorités de la Commission géologique du Canada réside dans l'achèvement de la reconnaissance géologique du Canada à des échelles de 4 et de 8 milles au pouce. Au rythme actuel, cette tâche devrait être terminée vers 1976. Au stade final, des analyses régionales multidisciplinaires extensives seront entreprises par des équipes scientifiques afin d'évaluer le potentiel énergétique et minéral.

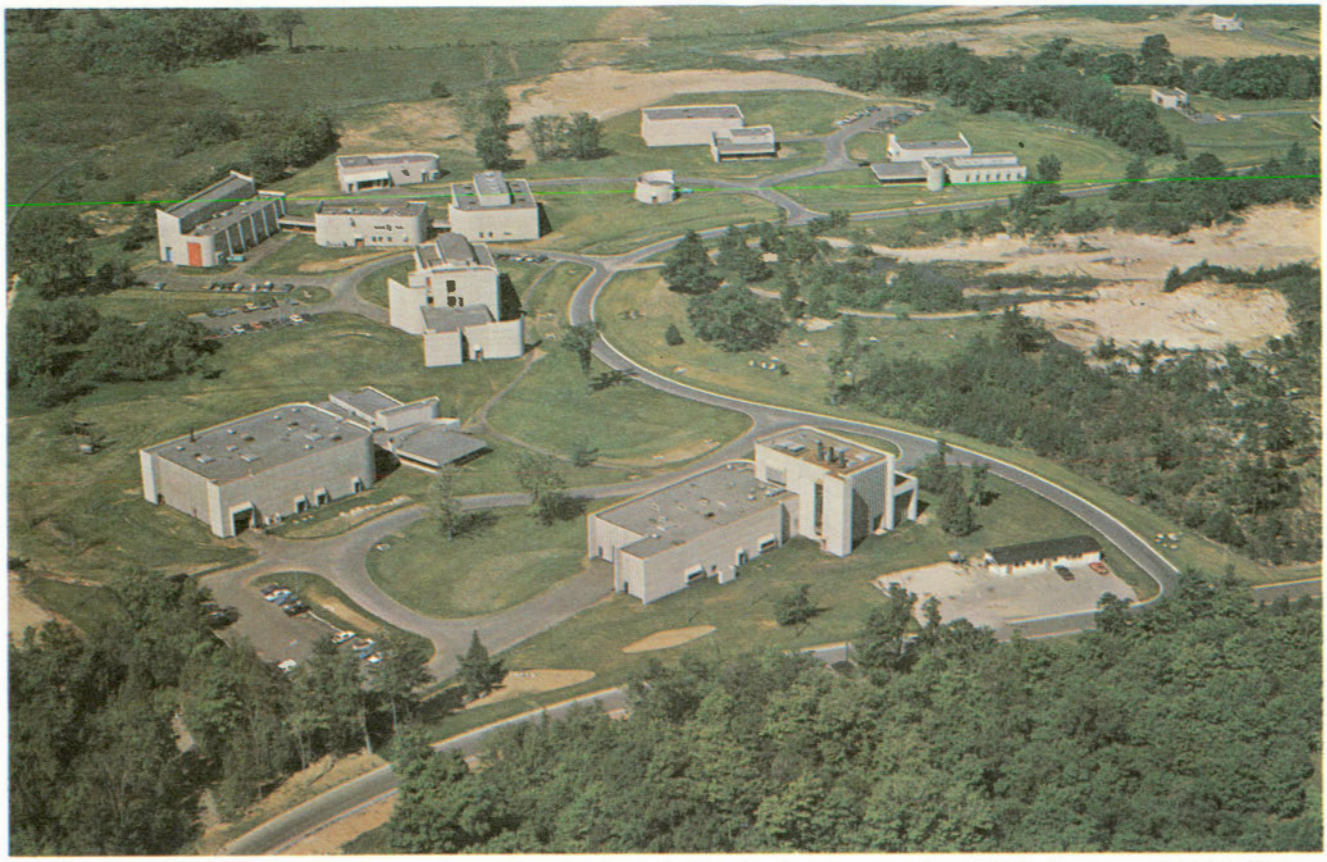
Une nouvelle section a été formée pour entreprendre l'évaluation géologique des ressources en pétrole et en gaz de l'Est du Canada et du plateau continental de l'Atlantique. Cette section opère au Centre géoscientifique de l'Atlantique. Dans le cadre du programme d'exploration pétrolière, la Division des sciences de la Terre a tenu à Ottawa en février 1971, un symposium sur les régions au large de la côte est du Canada. Trois cent soixante-treize personnes y ont assisté, dont 215 représentants de sociétés privées.

En avril 1970, était formée la Division du traitement des données géologiques. Outre le traitement des données des cartes et de rapports préparés pour publication, la Division a conçu et mis en service un système d'information rapide par classement à consultation libre.

La Commission géologique a commencé la compilation des données essentielles sur les conditions géologiques et l'établissement de cartes du corridor de la vallée du Mackenzie aux fins de construction de pipe-lines et de routes dans le cadre du vaste programme d'expansion de cette vallée.

La Division de l'étude des terrains a construit un canal d'expérimentation hydraulique de 18 mètres afin d'étudier les facteurs d'intervention dans la sédimentation, l'érosion, le débit de cours d'eau et les crues. Les résultats de ces observations apporteront des éléments utiles en technique de construction, à la localisation de gîtes minéraux, à l'entretien de canaux et au contrôle de l'érosion.

Pour la Direction des mines, l'année 1970-1971 a marqué l'achèvement des installations du Centre de recherches sur



Centres de recherches de la Direction des mines, complexe de Bells Corners en périphérie d'Ottawa.

les combustibles dans les nouveaux locaux en banlieue ouest d'Ottawa. Les spécialistes en recherche sur les combustibles ont réalisé des progrès appréciables dans leurs travaux sur la réduction de la pollution de l'air, en éliminant les agents polluants des combustibles et en réduisant les effets nocifs par la dispersion dans l'atmosphère des gaz de combustion.

Les efforts consacrés à la conception d'une méthode thermique satisfaisante de destruction du DDT liquide ont permis la construction d'un incinérateur de $150,000 par le Conseil de recherches pour la Défense à Suffield (Alb.), d'après un plan du Laboratoire canadien de recherches sur la combustion, créé par la Direction.

La Direction a également conçu une méthode d'analyse des «empreintes» de pétrole répandu en mer et permettant de découvrir le pétrolier responsable.

Une connaissance précise de la composition du minerai des boues a une grande importance afin d'en contrôler le traitement. Dans cette optique, la Direction des mines a conçu un analyseur de radio-isotopes de minerai de boue. Compact, portatif, cet appareil peut être employé directement sur le cours d'eau et donner immédiatement la composition de la boue. Cette méthode devrait trouver de nombreuses applications dans l'industrie minière.

La découverte et l'exploitation d'importants gisements de sulfate de strontium dans l'île du Cap-Breton ont orienté les experts de la Direction des mines vers la recherche de meilleurs procédés d'extraction et d'utilisation de cet élément rare. Un nouveau procédé de concentration par flottation a été mis au point. En application industrielle, les travaux se poursuivent sur l'utilisation du strontium dans les ferrites, éléments très employés dans la fabrication des récepteurs de télévision et d'ordinateurs. Les recherches effectuées sur le strontium à la Direction des mines, tant dans le domaine de l'extraction que dans l'application industrielle, démontrent l'aide que peut apporter un laboratoire gouvernemental à une industrie naissante et à l'économie d'une région précisément dépourvue d'une telle diversification.

Une des remarquables réalisations des scientifiques de la Direction de la physique du Globe se place dans le domaine de la recherche sur les cratères. Le Bouclier canadien renferme de nombreux anciens cratères identifiables, mais leur origine volcanique ou météorique demeure controversée. La coésite, minéral de silice, première découverte du genre au Canada dans le cratère du lac Wanapitei près de Sudbury, a convaincu les scientifiques que ce cratère résultait de la chute d'une météorite.

Les techniciens en géomagnétisme de la Direction ont étudié la magnétisation des roches de l'île Vancouver et

sont parvenus à une première conclusion qu'il y a 200 millions d'années l'île n'était pas proche du continent nord-américain, mais à des milliers de milles, au centre du Pacifique.

L'événement important en séismologie a été la publication par la Direction d'une évaluation détaillée de la séismicité actuelle dans le monde, sous un volume intitulé *Seismological Detection and Identification of Underground Nuclear Explosions*. Le gouvernement canadien l'a fait diffuser lors de la 26e assemblée générale des Nations Unies.

Le personnel restreint de l'Étude du plateau continental polaire a continué d'apporter son soutien logistique aux divers projets ministériels et non ministériels dans l'Arctique polaire, dont l'un à retenir était l'Étude conjointe sur la dynamique des glaces de l'Arctique (ECDGA) qui vise à élucider l'interaction entre les champs de mouvement de l'atmosphère, les banquises et les eaux libres. La compréhension de ces phénomènes est nécessaire afin de prévoir l'état des glaces et les autres facteurs atmosphériques. Le programme principal doit être entrepris en 1973-1974.

Le Centre géoscientifique de l'Atlantique a été formé autour de certaines unités et fonctions rattachées antérieurement au Laboratoire océanographique de l'Atlantique, à Dartmouth (N.-É.), lequel relève maintenant du ministère de l'Environnement. Les recherches au nouveau Centre portent surtout sur la géologie et la géophysique maritimes. La réalisation la plus remarquable en 1970-1971 a été la partie géophysique du programme HUDSON 70, lors de la circumnavigation des Amériques par le navire scientifique canadien *Hudson*, de novembre 1969 à octobre 1970. Les scientifiques ont prélevé sur une vaste superficie des échantillons des fonds marins lors de la traversée de la mer de Beaufort, et ont effectué un levé de réfraction séismique dans la baie Baffin.

Plus près, au large de la côte de la Nouvelle-Écosse, par suite de l'échouage et du naufrage du pétrolier libérien *Arrow*, en février 1970, 2.5 millions de gallons de fuel lourd ont pollué la baie Chédabouctou et son littoral. Les scientifiques du Centre ont profité de cet accident pour étudier les divers processus d'autonettoyage du milieu océanique.

Les scientifiques canadiens, notamment les géophysiciens du Ministère, suivent depuis un certain temps les progrès réalisés dans le domaine de la télédétection. Cette méthode, telle qu'appliquée dans le monde scientifique, consiste à explorer à distance la surface de la Terre à l'aide de divers types d'instruments. Des détecteurs utilisés jusqu'à maintenant, la préférence était donnée aux appareils photographiques et caméras de télévision, particulièrement ceux permettant l'emploi de la bande infrarouge du spectre lumineux. Les caméras et autres instruments peuvent être installés à bord d'avions volant à haute altitude, de satellites, de ballons ou de fusées.

En juillet 1969, le Comité ministériel sur la politique en matière de science et de technologie a demandé au ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources de créer un Comité interministériel des satellites des ressources et de télédétection aérienne, aidé d'un Bureau de planification des programmes (BPP), lequel a entrepris diverses études préliminaires afin de déterminer le rôle de la science canadienne, notamment des scientifiques gouvernementaux dans ce domaine nouveau orienté vers l'observation de l'environnement et l'évaluation des ressources au Canada.

En août 1970, le gouvernement a versé, aux termes de contrats d'adjudication, $201,360 à 11 sociétés et universités canadiennes pour la mise au point d'appareils de télédétection.

Le Conseil du Trésor a approuvé, en février 1971, la création d'un organisme au sein du Ministère, dénommé Centre canadien de télédétection, et, en mai, le Ministère a signé un accord avec la *National Aeronautics and Space Administration* des États-Unis (*NASA*), aux termes duquel le Centre canadien de télédétection est habilité à recevoir des images transmises du satellite télédétecteur (appelé *Satellite de télédétection des ressources, ERTS*, lancé par la *NASA* en 1972.

Secteur de l'énergie

ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Ce Secteur, chargé des programmes et politiques du gouvernement fédéral concernant la production et le transport de l'énergie électrique au Canada, s'applique à coordonner et à encourager l'utilisation optimale des ressources énergétiques disponibles. Il accorde donc un intérêt spécial à la planification des réseaux électriques, y compris les divers systèmes et l'emplacement des installations de production et de transport. Il tient compte des facteurs de l'économique et de l'environnement associés à la mise en valeur et à la production de l'énergie électrique.

Ses domaines s'étendent au contrôle des réseaux d'énergie, les communications, l'approvisionnement, le transport et le stockage des combustibles, ainsi qu'aux programmes et installations de recherche sur la production et le transport de l'électricité, à la mise au point et à l'amélioration du matériel électrique et des sources d'énergie.

Mise en valeur de l'énergie dans les provinces de l'Atlantique

En qualité de conseiller technique, le Secteur de l'énergie a assisté le ministère de l'Expansion économique régionale dans ses études sur l'aide à accorder aux projets d'aménagements d'énergie considérés d'importance pour les réseaux des provinces de l'Atlantique. Les entretiens se sont poursuivis avec les agents du ministère de l'Expansion et les services d'utilité publique des Maritimes, et le Secteur a parrainé une étude spéciale sur l'organisation et le fonctionnement des réseaux interconnectés de transport de l'électricité.

A la suite des études entreprises par le Bureau des études marémotrices de l'Atlantique et terminées l'année précédente, le Secteur de l'énergie a maintenu l'intérêt que porte le gouvernement fédéral à l'énergie marémotrice. Des entretiens ont eu lieu avec les représentants du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse sur les développements associés à la rentabilité économique de l'énergie marémotrice de la baie de Fundy et, en fin d'année, des pourparlers étaient engagés sur une révision du rapport du BEMA à la lumière des circonstances présentes.

Étude du marché de l'énergie du cours supérieur du Yukon

Le Secteur a publié un rapport intitulé *Upper Yukon River Power Market Potential*. Y sont résumées les conclusions de l'étude entreprise avec le gouvernement de la Colombie-Britannique, la *British Columbia Hydro and Power Authority*, le ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien et l'*Alaska Power Administration* sur le potentiel énergétique obtenu par dérivation partielle des eaux du cours supérieur du Yukon vers une centrale côtière du nord de la Colombie-Britannique ou du sud-est de l'Alaska. Il ressort de cette étude que, malgré les perspectives favorables à la commercialisation de cette énergie, l'ensemble des marchés virtuels de la Colombie-

Britannique septentrionale, du Yukon et de l'Alaska ne parviendrait pas à justifier la réalisation du projet; la création d'un projet viable est donc soumise à l'impératif d'alimenter un plus grand nombre de marchés éloignés, telle la Colombie-Britannique centrale et méridionale, et probablement la région nord-ouest de la côte Pacifique des États-Unis. Le rapport fait état des études complémentaires demandées pour confirmer les divers facteurs de coût. Il précise en outre que toute considération ultérieure du projet devrait être accompagnée d'une étude approfondie des répercussions sur l'écologie et l'environnement de certaines régions importantes du Yukon et de la Colombie-Britannique septentrionale par la dérivation partielle des eaux d'amont du Yukon et par la création de réservoirs sur ce fleuve, les lacs tributaires et les rivières du réseau.

Institut de recherche de l'Hydro-Québec

Le Secteur de l'énergie était chargé de coordonner le travail de plusieurs ministères fédéraux sur l'aide du gouvernement fédéral aux recherches sur l'électricité, notamment l'Institut de recherche en électricité créé par l'Hydro-Québec.

Au cours d'une cérémonie à Montréal en juillet 1970, une convention entre le gouvernement fédéral, le gouvernement du Québec et l'Hydro-Québec, aux termes de laquelle le gouvernement fédéral accorde une aide financière à l'Institut de recherche de l'Hydro-Québec, était signée par le ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources, le ministre des Richesses naturelles du Québec et le directeur général de l'Hydro-Québec.

Cet accord stipule que le gouvernement prêtera à l'Hydro-Québec $17,500,000 comme aide à l'établissement de l'Institut, et une subvention annuelle à l'Institut de $325,000 pendant dix ans, à compter de la date de mise en service, prévue pour 1971, de son laboratoire de recherche en haute tension. Le prêt portera intérêt au taux applicable aux crédits avancés aux sociétés fédérales de la Couronne, et sera remboursable à compter du 31 mars 1975 au plus tard, en 25 versements annuels égaux, principal et intérêts compris.

L'entente précise et établit que l'objectif de l'Institut est de satisfaire au maximum les besoins de l'industrie électrique au Canada, y compris les services d'utilité publique, les fabricants de matériel électrique et secteurs connexes, et les organismes pédagogiques et gouvernementaux. Dans cette réalisation, l'Institut fournira le matériel de recherche et d'essai, un personnel spécialisé sur le rendement du matériel, le matériel et les techniques conformes à des méthodes économiques et éprouvées de production, de transport, de distribution et d'utilisation de l'énergie électrique, et assurera une diffusion efficace du résultat des recherches. Il est stipulé également que l'Institut accordera une priorité absolue aux clients canadiens.

Les installations prévues par l'Institut de recherche de l'Hydro-Québec comprennent des laboratoires d'essai sur l'énergie à haute tension, d'une ampleur et d'une capacité sans rivales dans le monde, et nulle part installés en Amérique du Nord.

Conformément aux stipulations, étaient constitués une commission de révision et un comité consultatif technique. La commission de révision a la charge de veiller à la réalisation des objectifs de l'Institut. Le comité consultatif technique, composé de représentants du gouvernement fédéral, du gouvernement du Québec et de l'Hydro-Québec, outre ceux des services d'utilité publique de l'énergie électrique et des fabricants de matériel électrique, transmet des rapports à la commission de révision et est habilité à conseiller l'Institut sur les programmes de travaux, les méthodes et lignes de conduite jugées souhaitables dans la réalisation des objectifs de l'Institut. Les fonctionnaires supérieurs du Secteur de l'énergie sont membres de la commission de révision et du comité consultatif technique.

En cours d'année, les acomptes versés à l'Hydro-Québec aux termes de l'entente ont totalisé $10,900,000. Les membres de la commission de révision et ceux du comité consultatif technique sont au complet. La commission de révision a tenu sa première réunion.

Aménagement du fleuve Columbia

Le sous-ministre adjoint (Énergie) demeure président de la Commission permanente internationale de génie du fleuve Columbia, et président fédéral du Comité consultatif fédéral-provincial du fleuve Columbia. La Commission permanente internationale a la charge de la réalisation des objectifs du Traité du fleuve Columbia. Aux termes du Traité, trois réservoirs canadiens devaient être aménagés. Le Duncan et le Keenleyside (Arrow) ont été mis en service. La construction du barrage Mica, le plus vaste des trois aménagements canadiens, avance selon le calendrier prévu et doit être achevée en 1973.

Le Comité consultatif fédéral-provincial du fleuve Columbia assiste le Comité fédéral-provincial des ministres dans l'application, par le Canada, des modalités du Traité. Le ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources est le président fédéral du comité ministériel.

Aménagement de la rivière Nelson

Le sous-ministre adjoint (Énergie) assume les fonctions de président du Comité fédéral-provincial de révision de la rivière Nelson institué conformément à l'entente de 1967 entre le Canada et le Manitoba. Cette entente a trait à la mise en valeur du potentiel hydro-électrique de la rivière Nelson.

Des fonctionnaires du Secteur de l'énergie ont, avec des collègues du fédéral, participé à des pourparlers sur la fourniture de matériel de conversion de courant alternatif en courant continu, conformément aux dispositions de l'entente. Ces entretiens visaient à favoriser l'industrie électrique canadienne quant à la conception et à la fabrication du matériel de conversion transistorisé et à la mise au point de ce matériel de transport d'énergie d'un type relativement nouveau, sans s'écarter du premier objectif de l'entente sur le transport de l'énergie de la rivière Nelson vers le sud du Manitoba.

Commission du bassin Saskatchewan-Nelson

Pour aider la Commission du bassin Saskatchewan-Nelson dans ses études portant sur des solutions de rechange d'alimentation en eau et de dérivations, le Secteur de l'énergie a entrepris une étude des coûts de l'énergie nécessaire au pompage d'eau dans les divers projets de rechange. Cette étude était basée sur l'hypothèse, d'une part, de l'établissement d'une station de pompage d'eau seulement et, d'autre part, de l'achat d'énergie électrique aux services d'utilité publique de la province.

Transport de courant continu à haute tension

Le Secteur de l'énergie, avec le concours d'autres ministères et organismes du gouvernement fédéral, a évalué les progrès réalisés dans cet important et nouveau domaine de la technologie du transport d'énergie électrique. Outre les travaux associés au réseau de transport de la rivière Nelson, le Secteur a fait des recommandations visant à soutenir financièrement les sociétés spécialisées dans la conception de matériel et de systèmes techniques.

Effluents thermiques dans les centrales électriques

La nécessité d'un circuit de refroidissement hydraulique dans les centrales thermiques actionnées à partir d'un combustible, pour pallier aux effets dommageables qui résultent de l'écoulement des eaux chaudes dans la masse d'eau normale, pose des problèmes, précisément où les sources en eau sont limitées; cette question donne lieu à une stimulation dans la recherche d'applications utiles de l'énergie thermique à basse puissance. En perspective de l'an 2000, sous les auspices du Secteur de l'énergie du Ministère avec le concours du ministère de l'Environnement, des experts-conseils ont effectué des études sur les deux questions. Ces études avaient pour objet principal de déterminer les recherches à faire, avant que cette situation pose de sérieux problèmes, et d'établir des normes adéquates de conception et de fonctionnement des centrales thermiques.

Installations de communication par micro-ondes

Conscient des avantages des nombreuses installations de micro-ondes, le ministère des Communications a freiné la prolifération des réseaux privés de micro-ondes, en faisant valoir que la majorité des besoins de communication par micro-ondes peuvent être aisément satisfaits par des services publics. D'autre part, les services publics d'électricité ont des exigences spéciales pour une régularité absolue et un contrôle étroit opérationnel des réseaux de communication utilisés dans l'exploitation des réseaux électriques interconnectés. Le Secteur de l'énergie a assisté les services d'utilité publique et l'Association canadienne de l'électricité au cours de longs pourparlers dont l'objectif était d'obtenir l'assurance que les besoins spéciaux des services publics d'électricité seraient suffisamment reconnus lors de l'élaboration de la politique des communications et de l'attribution des permis d'exploitation par micro-ondes.

Énergie électrique au Canada

Le Secteur a préparé et diffusé la publication *L'énergie électrique au Canada en 1969*, et a réuni les éléments de rédaction et les cartes régionales complémentaires de l'édition de 1970. Cette publication annuelle du Ministère récapitule les progrès en production et en transport d'énergie au Canada. Elle inclut un tableau des principaux aménagements hydro-électriques au Canada (de plus de 1,500 kW) et cinq cartes complémentaires régionales où figurent avec documentations d'ordre général les emplacements des principales lignes de transport.

PÉTROLE ET GAZ

Le Secteur de l'énergie procède à des évaluations et recommande des directions dans les domaines du gaz et du pétrole en fonction des développements en ressources, production, traitement, transport et commercialisation. Certaines questions peuvent être envisagées en premier, en relation avec l'économie canadienne, tandis que d'autres relèvent essentiellement des relations entre le Canada et les États-Unis, ou du domaine international, bien qu'en dernière analyse ces questions se trouvent généralement liées. Les évaluations et les recommandations de politique sont effectuées en fonction d'une industrie canadienne qui, bien qu'âgée de plus d'un siècle, n'a acquis une importance nationale qu'au cours des 25 dernières années. Dans la dernière décennie, elle a connu un essor de productivité au coefficient de croissance moyen annuel d'environ 10 p. 100 en pétrole, de facteur quatre en exportation et d'une moyenne annuelle de 5 p. 100 en demande de pétrole au pays. En gaz naturel, la progression était encore plus marquée. Le rôle du gouvernement dans les questions de pétrole et de gaz est généralement reconnu nécessaire vis-à-vis d'une industrie actuellement importante sur le plan national, mais dont le régime demeure la libre entreprise.

Mise en valeur de ressources nouvelles

L'exploration houillière et gazière tend actuellement à se concentrer dans les régions «frontalières» du Grand-Nord et au large de la côte est. En décembre 1968, le gouvernement a formé le Groupe de travail, comme groupe interministériel de coordination et de consultation, pour la mise en valeur du pétrole du Nord. Sous la présidence du sous-ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources, le Groupe étudie les aspects techniques de construction des pipe-lines, du contrôle de l'environnement, du transport maritime, de la commercialisation du pétrole et du gaz, des répercussions économiques de la mise en valeur du pétrole du Nord et de la pose de pipe-lines. A partir de ces expertises, le Groupe rédige des recommandations au gouvernement. Les recommandations, faites vers le milieu de 1970 sur les directives politiques au sujet des pipe-lines du Nord, ont fait l'objet d'une publication en août afin de fournir à l'industrie une série de normes de planification pour la construction et l'exploitation des pipe-lines, des régions arctiques aux marchés du Sud. Le Groupe de travail a connu une suractivité avec la progression des travaux préparatoires de trois groupes concurrents vers le stade de la demande d'obtention d'un permis de construction de gazoduc dans le Nord, tandis qu'un autre groupe de sociétés effectuait des recherches en vue de la pose d'un oléoduc. Simultanément, le Groupe de travail effectuait ses propres recherches sur le milieu, des études techniques et économiques, afin d'apporter au gouvernement les données d'appréciation des demandes futures d'installation de pipe-lines. Ces recherches permettent également d'établir pour l'industrie des critères de principes directeurs dans sa planification des pipe-lines du Nord qui constitueront certains des plus vastes projets de construction entrepris au Canada.

Marché canadien du pétrole et du gaz

Environ la moitié du pétrole brut de l'Ouest est vendu au Canada, tandis que le reste est exporté aux États-Unis. Des importations vers l'est du pays balancent ces exportations. Conformément à la politique nationale, le pétrole brut canadien alimente le pays vers l'est jusqu'à la vallée de l'Outaouais, tandis que les raffineries à l'est de cette ligne reçoivent du brut d'importation. Par suite du décalage des prix, une certaine quantité de pétrole brut et de produits d'importation affluent vers la ligne de la vallée de l'Outaouais et entraînent une révision constante des conséquences rationnelles du coût bénéfice, inhérentes au maintien du plan de commercialisation établi en 1961 conformément à la «politique nationale du pétrole». Outre la question des prix, cette révision de la politique comporte également des évaluations de garantie des approvisionnements de pétrole à l'Est du Canada, compte tenu de la dépendance de cette région des sources d'importation. Les études de commercialisation en général portent sur la disponibilité du pétrole et du gaz de diverses sources, sur les prix et les fluctuations de la demande.

Relations pétrolières canado-américaines

Les États-Unis constituent le seul marché d'exportation de pétrole et de gaz canadiens; il s'ensuit que les modalités et conditions de ce commerce ont une importance considérable en raison du volume des exportations, dont la valeur en pétrole en 1970 a excédé 740 millions de dollars et en gaz, 210 millions. Des consultations entre les deux pays au sujet du pétrole et du gaz, notons les entretiens de novembre 1970 dans le cadre de la réunion du Comité canado-américain sur le commerce et les affaires économiques. Les continuelles analyses en cours sur le contingentement du pétrole et du gaz d'exportation portent non seulement sur les circonstances favorables à l'exportation, mais également sur les prévisions de la demande du marché intérieur.

Environnement

La production et l'emploi du pétrole et du gaz naturel forment plusieurs secteurs d'activité où sont exigées une attention spéciale et des normes élevées afin de minimiser les risques de pollution de l'environnement. De concert avec le ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien et le ministère de l'Environnement, le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources participe sur le terrain à un programme de recherches et d'études sur l'environnement relativement aux pipe-lines du Nord, dont les résultats ont servi à l'élaboration de normes dans le cadre de la politique nationale sur les pipe-lines du Nord. D'autres problèmes liés à la question de l'environnement résident dans le projet d'ouverture des sables bitumineux de l'Athabasca et l'établissement de normes d'émission précises pour le contrôle de la pollution due aux moteurs d'automobiles. Les analyses des répercussions sur l'environnement englobent le calcul des avantages et des frais de son contrôle, les frais étant considérés comme partie du coût de l'énergie.

Intérêts internationaux

Le Secteur de l'énergie a entrepris une étude des aspects propres aux industries internationales du pétrole et du gaz, afin d'obtenir une perspective générale quant aux recommandations de politiques touchant les industries pétrolières et gazières du Canada. L'évolution accélérée internationale peut avoir un effet marqué sur l'industrie canadienne; il importe donc de comprendre les tendances actuelles et futures dans l'économie internationale du pétrole et du gaz. Les événements internationaux sont également suivis par la participation aux travaux d'organismes, tels le Comité du pétrole de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) et le Congrès mondial du pétrole.

Études des politiques dans les domaines du pétrole et du gaz

Vers la fin de la période objet du présent rapport, était achevée la planification d'une importante étude sur la politique énergétique, étude qui doit comprendre l'examen des politiques actuelles dans les domaines du pétrole et du gaz et des recommandations vers de nouvelles orientations.

HOUILLE

Sous le rapport du potentiel houiller au Canada, le Secteur de l'énergie a la charge de la mise au point de principes directeurs et de programmes valables en vue de l'utilisation ordonnée et à long terme de cette source d'énergie.

Ces principes et ces programmes s'appliquent à une industrie disséminée dans l'Ouest et les Maritimes, aux problèmes très divers d'extraction, de traitement, de transport et de commercialisation. Le volume des exportations en croissance accélérée ajoute une dimension internationale à la planification canadienne dans le secteur houiller.

Face à cette situation complexe, le Secteur de l'énergie exerce un rôle extensif de coordination d'importance capitale afin d'assurer l'emploi efficace de tous les moyens dont dispose le gouvernement fédéral à la réalisation d'un programme rationnel dans le secteur houiller.

Comité ministériel du charbon

Le Secteur de l'énergie a formé le Comité consultatif ministériel du charbon afin de coordonner les expertises et les installations du gouvernement fédéral. Le Comité maintient aussi la liaison avec l'industrie.

Aide à la recherche et au développement

En accord avec la politique ministérielle, le Secteur de l'énergie a repris la répartition des subventions, anciennement administrées par l'Office fédéral du charbon; ces subventions, attribuées à des universités et autres centres de recherches, sont accordées aux fins d'études sur les ressources en charbon. En cours d'année, $100,000 ont été affectés à cette fin dont $75,160 ont été répartis entre quatre centres de recherches au Canada.

Conférence canadienne sur le charbon

Le Secteur de l'énergie prend part à l'organisation des conférences annuelles sur le charbon, en collaboration avec la *Coal Association of Canada* et l'Institut canadien des mines et de la métallurgie. La 23e Conférence canadienne du charbon s'est tenue à Ottawa du 19 au 22 septembre 1971.

Société de développement du Cap-Breton

Le Secteur de l'énergie a assisté la Société de développement du Cap-Breton dans la mise au point de certaines

options opérationnelles pour remplacer l'un des principaux charbonnages de la Société. Un comité désigné à cette fin et présidé par un haut fonctionnaire du Secteur de l'énergie a étudié ces diverses options quant à leur réalisation sur le plan technique et économique. Le comité a résumé ses constatations et conclusions dans un rapport transmis au président et au conseil d'administration de la Société.

Mine MacBean de la Nouvelle-Écosse

En coopération avec le ministère des Mines de la Nouvelle-Écosse et la *Thorburn Mining Limited*, le Secteur de l'énergie a participé à la planification de la fermeture progressive de la mine MacBean. Le gouvernement fédéral a apporté son aide financière afin de compenser les pertes d'exploitation jusqu'à la fermeture et faciliter certains travaux de récupération après la clôture. Aux termes de l'accord d'octobre 1971 entre les gouvernements d'Ottawa et d'Halifax et la société *Thorburn*, la responsabilité de la conduite des travaux vers la fermeture de la mine incombe entièrement à la province de la Nouvelle-Écosse et à la *Thorburn*. Le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources a la surveillance de l'aide financière du gouvernement fédéral et donnera au besoin des conseils techniques.

Industrie houillère du Nouveau-Brunswick

Le Secteur de l'énergie a fourni à cette industrie des conseils sur l'amélioration des techniques d'abattage à ciel ouvert, et sur une méthode plus détaillée de gestion et de surveillance des prix de revient.

Industrie houillère de l'Ouest

Le Secteur de l'énergie a continué d'apporter ses conseils aux sociétés d'exploration et d'extraction minières. Les consultations ont pris la forme d'entretien d'ordre général, à l'échelle de la région, avec des utilisateurs de charbon et des sociétés projetant d'inclure le charbon dans leur sphère d'activité, et ont porté sur des évaluations détaillées, de la phase d'exploration à l'extraction, l'enrichissement et la carbonisation.

Le Secteur a participé à une étude sur la possibilité d'établir un centre de recherches à Clover Bar, Edmonton.

Bassins houillers du gouvernement canadien

Le Secteur a poursuivi l'étude des problèmes de création de bassins houillers du gouvernement canadien en Colombie-Britannique, ainsi que l'étude de projets avancés par d'éventuelles sociétés minières.

URANIUM ET ÉNERGIE NUCLÉAIRE

L'industrie de l'uranium et de l'énergie atomique au Canada embrasse de nombreux domaines, depuis l'exploration, l'exploitation, le traitement du minerai, la transformation des produits bruts en produits utilisables, la production de combustible, la conception et la construction de réacteurs atomiques, leur fonctionnement, et, pour fermer le cycle, à l'évacuation du combustible irradié. Du fait de cette multiplicité, il n'est pas surprenant que nombre de ministères et organismes fédéraux coopèrent pour assurer à cette industrie un développement généralement bénéfique pour le pays. Le besoin de politiques nationales et de lignes directrices saines et flexibles se trouve encore accru du fait de l'importance stratégique de l'uranium, des vastes réserves d'uranium au Canada, de l'importance économique à long terme de l'uranium en tant que source nationale d'énergie, et de son avenir potentiel comme produit d'exportation.

Le Secteur de l'énergie prépare et formule des politiques sur l'uranium, l'énergie atomique et les questions connexes, dont certaines d'un intérêt particulier, telles l'évaluation des marchés internationaux de l'uranium, l'étude de la possibilité d'établir au Canada une usine d'enrichissement de l'uranium, la gestion des stocks d'uranium, en augmentation à la suite d'un accord récent avec la *Denison Mines Limited*, et la limitation de la propriété étrangère dans l'industrie canadienne de l'uranium.

Marchés internationaux de l'uranium

Le Canada détient plus de 20 p. 100 des réserves prouvées d'uranium du monde occidental, disponibles à moins de \$10 la livre d'U_3O_8. En 1970, sa production, évaluée à plus de 50 millions de dollars, a atteint environ 20 p. 100 du total mondial. Le niveau de production de cette industrie est bien inférieur à sa capacité et cette situation pourrait se prolonger plusieurs années. Toutefois, le marché international progresse rapidement et la demande d'uranium double tous les quatre ou cinq ans. Il s'ensuit que, pour concevoir des politiques à long terme qui assureront une croissance ordonnée de l'industrie de l'uranium, il est important pour le gouvernement fédéral de connaître

la situation exacte de l'offre et de la demande internationale d'uranium, et la cote officielle du marché. Ces renseignements sont réunis par le personnel du Secteur.

Enrichissement de l'uranium

La possibilité et l'opportunité d'établir au Canada une usine d'enrichissement d'uranium ont fait l'objet d'études approfondies et d'entretiens au cours du séjour d'une mission conduite par le ministre au Japon. Ces entretiens ont permis aux dirigeants de l'industrie privée et du gouvernement de connaître les besoins du Japon en uranium, et la position du gouvernement et de l'industrie de ce pays sur une coopération avec le Canada dans le domaine de l'enrichissement de l'uranium.

Stocks d'uranium

De 1963 à 1970, le gouvernement fédéral a investi 101 millions de dollars dans le stockage de 19 millions de livres d'U_3O_8. Trente-neuf millions seront affectés, de 1971 à 1974, à l'achat d'un complément de 6.3 millions de livres, aux termes d'un programme conjoint avec la *Denison Mines Limited*, le plus important producteur d'uranium au Canada. Les parties ont établi en 1971 un programme de stockage conjoint pour assurer une base de sécurité économique à la ville d'Elliot Lake, où la *Denison* est le principal employeur. L'Uranium Canada, Limitée, nouvelle société de la Couronne constituée en 1971, agira au nom du gouvernement dans l'achat et la vente futurs du stock d'uranium.

Propriété étrangère dans l'industrie canadienne de l'uranium

La question de propriété étrangère des mines d'uranium au Canada est un chapitre important des études sur la participation étrangère dans les industries canadiennes en général. La politique du gouvernement du Canada limite la propriété étrangère dans la production d'uranium et stipule que les propriétaires de sociétés engagées le 2 mars 1970 dans l'exploration autorisée de l'uranium et les propriétaires de sociétés de production d'uranium pourront conserver leurs avoirs. Toutefois, les ventes de ces avoirs devront être faites à des résidents canadiens jusqu'à ce que la participation étrangère totale soit réduite à 33 p. 100. D'autre part, aucun investisseur ou groupe d'investisseurs étrangers ne sera autorisé à conserver une participation supérieure à 10 p. 100 dans une propriété. Le Ministère a la charge de la coordination des travaux d'établissement des règlements nécessaires à l'application de cette politique.

GESTION ET CONSERVATION DES RESSOURCES

La Direction de la gestion et de la conservation des ressources a été créée en cours d'année pour remplacer la Division de l'administration des ressources à la suite des responsabilités accrues du Ministère dans la gestion des ressources minérales du Canada.

La nouvelle Direction formule des recommandations et conseille le gouvernement et les organismes privés au sujet des ressources minérales au large des côtes. Elle administre les intérêts du gouvernement fédéral dans les ressources minérales au large des côtes est et ouest, et dans la baie et le détroit d'Hudson, ainsi que les droits miniers fédéraux enclavés dans les provinces et susceptibles d'être mis en valeur. Dans cette charge, elle planifie, émet et administre les divers types de permis résiliables, en tenant compte des conditions spéciales de l'environnement au large des côtes. Elle établit les règlements applicables à l'exploitation, à la production, à la conservation, au contrôle de la pollution, et s'assure de leur application par les sociétés d'exploration. Elle évalue le potentiel minéral des régions sous-marines, élément fondamental à sa politique de gestion. La Direction établit également des lignes politiques et des règlements au sujet des droits miniers du gouvernement fédéral à l'intérieur des provinces, et les administre.

La marge continentale submergée du Canada, plateau continental et talus, est la deuxième au monde en superficie après celle de l'Union soviétique. D'environ deux millions de milles carrés, elle correspond à plus de la moitié de la superficie des terres émergées au Canada. Sa plus grande partie s'étend au large de la côte est, environ 400,000 milles carrés reposent dans la baie et le détroit d'Hudson, 50,000 milles carrés au large de la côte ouest, et le reste s'étend dans le Grand-Nord, dans les régions de la mer de Beaufort et de l'archipel Arctique.

Bien que toutes les régions sous-marines du Canada n'offrent pas de perspectives de ressources minérales, il ressort des estimations que la moitié des réserves exploitables de pétrole et de gaz du Canada gisent sous les marges continentales submergées, notamment au large de

la côte est et dans le Nord. L'industrie pétrolière, concentrée pendant nombre d'années à l'exploration dans les provinces des Prairies, oriente ses travaux vers les régions sous-marines et l'Arctique, dont les régions frontalières font l'objet d'une vague d'exploration sans précédent. Le potentiel des ressources minérales sous-marines autres que le pétrole et le gaz est également prometteur. Cependant, comme en d'autres pays, l'exploitation minière sous-marine au Canada n'est pas aussi développée que celle du pétrole et du gaz.

En fin d'année, les permis d'exploitation de pétrole et de gaz couvraient une superficie d'environ la moitié de la marge continentale. Ces permis sont délivrés et administrés en vertu du Règlement sur les terres pétrolifères et gazifères du Canada, actuellement en refonte.

Contrôle de l'exploitation

En cours d'année, un amendement à la Loi sur la production et la conservation du pétrole et du gaz étend aux régions au large des côtes l'autorité statutaire générale sur les questions d'exploitation, de production et de conservation. La nouvelle Loi étend l'autorité statutaire à toutes les étapes d'exploitation du pétrole et du gaz au large des côtes, depuis l'exploration, le forage, la production, la conservation, le stockage, le transport, la distribution, l'évaluation, le traitement, à toutes autres phases industrielles. Bien que le principal objectif de la Loi soit la protection humaine, la prévention de la pollution du milieu marin et la conservation des ressources de pétrole et de gaz, les aspects de la production de ces combustibles sont également des questions primordiales. Sont également importantes les questions de groupement et d'exploitation en commun de régions productives permettant, avec les meilleures techniques, un coût de production minimum concurrentiel sur les marchés mondiaux.

En vertu de la Loi sur la production et la conservation du pétrole et du gaz, le Ministère a l'autorité pour mettre fin aux opérations dans un intérêt de sécurité ou de prévention de la pollution, et à en maintenir l'arrêt, le temps nécessaire à l'application de mesures conformes. Le Ministère, par l'intermédiaire de sa Direction de la gestion et de la conservation des ressources, a également l'autorité de prendre la direction et le contrôle des opérations aux frais du titulaire du permis si, de l'avis du personnel de la Direction, la carence de mesures satisfaisantes demeure. La Loi prévoit des pénalités aux contrevenants.

Les titulaires de permis doivent donc, en résumé, soumettre leurs programmes, communiquer périodiquement les renseignements et les types de matériaux, faciliter les inspections, fournir des rapports techniques complets, et produire des états certifiés de leurs dépenses à l'appui de leurs demandes de remboursement de dépôts de garantie. Ainsi, les entreprises d'exploration ou d'exploitation au large des côtes doivent non seulement obtenir des autorisations préalables à l'exécution de chaque programme de travaux, mais fournir périodiquement des rapports sur leurs opérations, et communiquer les renseignements et les types de matériaux obtenus. Les matériaux et les renseignements techniques recueillis au large des côtes, incluant les coupes géologiques des puits, les carottes et les débris de forage, transmis conformément aux règlements canadiens, sont traités, conservés et stockés pour assurer leurs conservations. A l'expiration des délais confidentiels conformes, les matériaux et les renseignements passent au domaine public dans une forme appropriée.

Les autorités fédérales contrôlent les entreprises au large des côtes au moyen d'un système qui assure un certain nombre de garanties. Avant l'exécution d'un programme d'exploration au large des côtes, toute société doit d'abord soumettre à l'approbation de la Direction un Avis d'exécution de programme d'exploration au large des côtes, avec détail, par exemple, de chaque levé séismique projeté. Le forage des puits sous-marins exige des mesures spéciales. Aucune société ne peut entreprendre un forage sans que les autorités aient approuvé un Avis de forage sous-marin au large des côtes avec des plans détaillés. Les travaux font l'objet d'une surveillance de la part de la Direction. Des agents inspectent chaque forage afin de s'assurer du respect des exigences du gouvernement fédéral. A la profondeur prévue, la Direction doit approuver la manière de compléter, de suspendre ou d'abandonner le forage.

Du fait de la nature spéciale et de la vulnérabilité de l'environnement sous-marin, la Direction a établi un système de coordination entre l'industrie et les organismes gouvernementaux chargés des régions au large des côtes. Son objectif est de porter à la connaissance de l'industrie les exigences spéciales des organismes gouvernementaux responsables et de veiller à leur application. Outre le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, plusieurs organismes ont des responsabilités pratiques relatives aux régions au large des côtes; chacun reçoit un préavis des travaux projetés lui permettant d'organiser un programme d'action. Le ministère de l'Environnement reçoit un préavis de 90 jours, celui des Transports atteint 60 jours, et celui du ministère de la Défense nationale est de 45 jours.

Bureau régional de l'Est

En cours d'année, la surveillance et le contrôle des entreprises pétrolières et gazières au large de la côte est, notamment le forage d'exploration, ont été assurés conformément à la Loi sur la production et la conservation du pétrole et du gaz, par le nouveau Bureau régional de la Direction à Dartmouth (N.-É.). La Direction a installé en 1970 un laboratoire attaché à ce Bureau pour l'examen des carottes, des coupes et autres matériaux extraits des puits forés au large de la côte est du Canada et dans les régions de la baie et du détroit d'Hudson. Ces matériaux sont maintenant traités et conservés à ce laboratoire où, à l'expiration de la période confidentielle, ils demeurent à la disposition des scientifiques. En fin d'année, étaient achevés les plans d'une construction additionnelle, au coût de $100,000, aux bâtiments actuels afin de loger un groupe d'experts en travaux sous-marins, relevant de la Commission géologique du Canada et chargés des analyses micropaléontologiques, polliniques, sédimentologiques et stratigraphiques des carottes et coupes extraites de puits au large de la côte est. Les résultats de ces études aideront la Direction dans l'accomplissement de ses obligations. Dans les régions au large des côtes du Canada, il est important que les matériaux extraits des puits soient précautionneusement manipulés, traités, conservés et analysés, du fait de leur coût d'extraction élevé et qu'ils demeurent souvent le seul élément tangible d'un forage infructueux. Leur précieuse teneur, notamment en microfossiles et en spores, vitaux en datation, corrélation stratigraphique et interprétation de l'environnement sédimentaire, disparaîtrait rapidement et serait à jamais perdue si ces éléments n'étaient extraits et conservés avec précaution.

Le Canada est un des rares pays où l'industrie doit remettre au gouvernement les carnets de forage mécanique et des séries complètes des roches et fossiles extraits des forages pétroliers et gaziers. Ces matériaux fournissent un important dossier sur les bassins sédimentaires, et constituent un fichier de références pour la recherche permanente de combustibles fossiles stratégiques et des autres minéraux. Les résultats des études entreprises au nouveau laboratoire aideront la Direction de la gestion et de la conservation des ressources à assumer ses responsabilités dans la mise en valeur et la conservation des ressources minérales sous-marines et fourniront un cadre biostratigraphique et sédimentologique régional de la marge atlantique du Canada; ces renseignements constitueront des éléments fondamentaux de stimulation dans la mise en valeur optimale du potentiel de ressources minérales sous-marines du Canada.

Activité au large des côtes en 1970

En 1970, les sociétés pétrolières ont investi 37 millions de dollars en permis d'exploration de pétrole et de gaz au large des côtes administrées par la Direction, soit un accroissement de 15 millions par rapport à 1969. Treize millions de cette somme étaient affectés aux levés géologiques et géophysiques, et 24 millions aux forages d'exploration. Fin 1970, les dépenses cumulées de l'industrie au large des côtes du Canada, le Grand-Nord excepté, atteignaient 117 millions, dont 58 millions en travaux géologiques et géophysiques, et 59 millions en forages. En 1970, la Direction a approuvé 80 programmes d'exploration sous-marine dont le personnel de la Direction en a surveillé l'exécution conformément aux prescriptions du gouvernement.

Les faits saillants de l'industrie en 1970 comprennent:

1) La poursuite de la réalisation du programme de forage d'exploration sur le plateau Scotian. A la plate-forme de forage semi-submersible SEDNETH 1, mise en place en septembre 1969 aux fins d'exécution de ce programme, a été jointe en mai 1970 la SEDCO H, plate-forme semi-submersible plus grande, construite aux chantiers maritimes d'Halifax par la *Hawker Siddeley Canada Ltd.* pour la *Southeastern Commonwealth Drilling Limited*, au coût de 13 millions de dollars. Douze puits ont été forés, comblés et abandonnés, et, fin de 1970, le forage de deux puits additionnels était en cours. Aucune découverte commercialement exploitable n'a été faite en cours d'année, bien que dans certains puits du pétrole et du gaz étaient rencontrés.

2) L'achèvement par les chantiers maritimes d'Halifax en décembre 1970, de la construction de la SEDCO 1, plate-forme semi-submersible de forage identique à la plate-forme SEDCO H et louée à l'*Amoco* et à l'*Imperial* pour l'exécution d'un programme de forage sur les Grands bancs, prévu pour avril 1971.

3) La mise en chantier à Halifax de la SEDCO J, troisième plate-forme de forage identique à H et I; cette plate-forme doit être terminée vers la fin de 1972 et sera louée à la *Mobil Oil Canada* pour l'exécution d'un programme de forage sur ses concessions au large de la côte est.

4) Le forage de deux puits d'exploration dans le golfe Saint-Laurent, à l'est de l'Île-du-Prince-Édouard, par la *Hudson's Bay Oil and Gas Company* et la *Petrofina*

Canada, à l'aide du ponton de forage WODECO II, beaucoup plus petit que les plates-formes SEDNETH et SEDCO.

5) Le forage de deux puits sur les îles d'Anticosti et de Brion dans le golfe Saint-Laurent. Ces puits, immédiatement adjacents aux régions sous permis dans le golfe, ont facilité l'évaluation de ces régions.

Permis d'exploration de pétrole et de gaz

La Direction a délivré, en 1970-1971, 489 permis d'exploration de pétrole et de gaz au large de la côte est, couvrant 28.3 millions d'acres. Au total, 5,909 permis délivrés au 31 mars 1971 et administrés par la Direction couvrent une superficie de 413.7 millions d'acres et sont répartis ainsi:

Côte est
- 3,906 permis – 287,359,292 acres

Côte ouest
- 207 permis – 13,844,284 acres

Baie d'Hudson – détroit d'Hudson
- 1,796 permis – 112,547,345 acres

Le total des revenus de l'année 1970-1971 de permis d'exploration sous-marine, y compris les droits d'émission et de transfert, les retraits, les cartes et les licences d'exploration, a atteint $269,488.99, dont la majeure partie provenait de droits d'émission.

Concessions minières

Des concessions minières sous-marines sont accordées pour l'exploitation de minéraux autres que le pétrole et le gaz en vertu des Règlements miniers du Canada. Aucune concession minière sous-marine n'a été enregistrée cette année. Les concessions minières sous-marines en vigueur étaient de 206, dont 82 pour la côte est, 42 pour la côte ouest et 82 pour la baie d'Hudson. Les revenus de licences de prospection en 1970-1971 ont atteint $281.62.

Droits miniers du gouvernement fédéral à l'intérieur des provinces

En 1970-1971, l'octroi de 15 concessions de pétrole et de gaz (10 en Alberta, 5 au Manitoba) porte à 216 le total de ces concessions fédérales à l'intérieur des provinces, dont 113 en Alberta, 62 en Saskatchewan, 37 au Manitoba et 4 en Ontario. Deux concessions étaient en outre accordées en Ontario pour l'exploration de minéraux autres que le pétrole et le gaz. Au 31 mars 1971, 69 concessions de pétrole et de gaz étaient en exploitation, dont 37 en Alberta, 22 en Saskatchewan, 9 au Manitoba et une en Ontario. Les revenus en 1970-1971, y compris les redevances, dédits, loyers, droits de prolongation, d'émission et de cession, ont atteint $285,430.22, dont la majeure partie provenait de redevances.

Secteur de l'exploitation minérale

DIRECTION DES RESSOURCES MINÉRALES

La Direction des ressources minérales s'applique à l'étude continuelle du rôle des minéraux dans l'économie. Elle conseille les planificateurs et les pouvoirs décisionnaires du gouvernement sur les voies et moyens d'utiliser les minéraux de façon à contribuer au bien-être économique et social tout en soutenant l'essor de l'industrie.

Les travaux de la Direction peuvent être d'ordre régional, national ou international. Vu leurs effets sur la situation de l'industrie minérale dans son contexte mondial, les rapports entre l'exploration, le traitement, l'expansion, le transport et la commercialisation font l'objet d'une attention constante. Les études d'ensemble portent notamment sur les répercussions dans les régions, les réalisations de l'industrie minérale, l'analyse des politiques gouvernementales relatives à l'industrie minérale, y compris la fiscalité et les mesures législatives, l'harmonisation de la mise en valeur de ressources multiples et les progrès de l'industrie minérale étrangère.

La Direction comprend quatre divisions: Minéraux et métaux, Mise en valeur des ressources, Recherches sur l'économie des minéraux et Administration.

Revue des politiques minérales gouvernementales

Le public prend de plus en plus conscience de la contribution des ressources minérales au bien-être de la population. La demande croissante, tant domestique qu'étrangère, exerce en outre une plus grande pression sur les ressources non renouvelables du Canada. La Direction a donc entrepris une étude précise des politiques sur les minéraux afin de déterminer leur degré de contribution ou de complément à d'autres politiques économiques et sociales. L'objectif, en général, est d'accroître les avantages économiques et sociaux qu'apporte déjà l'industrie aux Canadiens. Plus précisément, cet examen porte sur les moyens d'assurer les approvisionnements nécessaires aux besoins du pays, de dresser l'inventaire du potentiel canadien en ressources minérales, d'améliorer les mesures de conservation des minéraux et leur utilisation, d'accroître les revenus provenant des surplus exportables et de concevoir des techniques pour une utilisation efficace des multiples ressources.

Le personnel de la Direction arrête les objectifs d'une politique minérale et précise les besoins d'une collaboration interorganisme. A cette fin, des projets sont en préparation en vue d'augmenter le personnel attaché aux prévisions. Cette initiative permettra à la Direction de mieux évaluer les conséquences découlant des options.

Fiscalité et mainmise étrangère

Le gouvernement consulte en permanence la Direction sur le régime fiscal de l'industrie minière.

Le Groupe d'étude gouvernemental sur la propriété étrangère a prié la Direction de bien vouloir participer à une analyse fiscale ayant trait aux industries d'exploitation des ressources. La Direction a fait l'analyse des politiques sur la mainmise étrangère au Canada et de stratégies d'exploitation économique de pays acheteurs et vendeurs de minéraux. La Direction observe en outre attentivement, les sources et la disponibilité de capitaux pour l'industrie minière au Canada, et la capacité du pays dans l'approvisionnement de minéraux à divers stades de traitement. Elle a également fait une étude des lois sur les règlements de divulgation imposés aux sociétés minières en opération au Canada sous des compétences juridiques différentes. Ces études contribueront à la révision de la politique minérale canadienne et permettront d'approfondir la question de la mainmise étrangère.

Qualité de l'environnement

Les effets sur l'environnement de l'exploitation et du traitement des minéraux ont amené le gouvernement à envisager certaines mesures correctives. La question fondamentale est de concilier le développement et les objectifs qui concourent à la qualité de l'environnement. Les enquêtes effectuées à ce sujet ont comporté des études préliminaires sur le bassin houiller des Foothills et sur la sécurité et la salubrité dans les exploitations minières. A titre contributif à l'étude de la politique de l'énergie, la Direction a dressé un inventaire des effets sur l'environnement, de l'exploration et de la production énergétique.

Progrès social

S'il est certain que l'exploitation des ressources minérales contribue au progrès social par la création d'emplois et fréquemment par l'établissement de collectivités dans des régions isolées du pays, il reste que la fermeture d'une mine entraîne parfois des problèmes sociaux. La Direction assume l'administration de la Loi d'urgence sur l'aide à l'exploitation des mines d'or, établie afin de pallier aux difficultés économiques et sociales rencontrées par un nombre de collectivités, en régression, dépendantes de l'exploitation aurifère.

En 1963, un amendement à la Loi, touchant les mines d'or filonien mises en production après le 30 juin 1965, a limité le droit à l'assistance aux mines qui pourvoient directement au soutien économique d'une collectivité minière. Aux termes de la Loi, une mine d'or pourvoit à un tel soutien si plus de 50 p. 100 des personnes employées par la mine résident effectivement dans les collectivités minières établies, inscrites au répertoire de la Loi.

Des amendements subséquents à cette Loi ont reçu la sanction royale le 11 février 1971 et ont apporté les changements suivants:

1. L'application de la Loi a été prorogée au 30 juin 1973.

2. Un gisement aurifère, autre qu'un gisement alluvial, devait être dans un état d'exploitation commerciale raisonnable au cours du mois qui précédait immédiatement le 7 août 1970.

3. Les exploitants d'un gisement aurifère, autre qu'un gisement alluvial, étaient tenus d'accepter par écrit les conditions ci-après:

   a) embaucher dorénavant toute personne par l'entremise des Centres de main-d'oeuvre du Canada;

   b) donner l'avis de fermeture de la mine au moins quatre mois avant l'arrêt des opérations;

   c) immédiatement après l'avis de fermeture, retenir le Service consultatif de la main-d'oeuvre du ministère de la Main-d'oeuvre et de l'Immigration afin de faciliter le placement des employés au fur et à mesure de leur mise à pied.

Les mines d'or filonien assistés aux termes de la Loi sont passées de 87 en 1948, à 30 en 1970.

Le montant de l'aide payable à un exploitant dépend du coût moyen de production excédant $26.50 l'once. Suivant les calculs appliqués au total des onces produites et admissibles à la subvention, la valeur maximale de l'aide payable atteint $10.27 l'once.

Au 31 mars 1971, pour les années de 1948 à 1970 inclus, l'aide versée aux exploitants a totalisé $288,592,320.47 pour 60,240,260.105 onces d'or fin.

Les chiffres se rapportant à l'année civile 1970 sont encore incomplets, mais le total prévu atteindrait 14 millions de dollars environ.

Expansion régionale et activité minière

L'activité dans le domaine des ressources minérales est bien de nature à favoriser l'aplanissement des disparités économiques régionales, tant pour le revenu que pour l'emploi. Il reste évident en effet qu'une saine gestion des ressources minérales peut servir d'assise à une large part de la croissance économique autonome d'une région. La

diversification de la base économique régionale engendrée par le développement et le traitement secondaire des minéraux constitue l'un des principaux aspects du progrès.

La Direction coopère dans ce domaine avec plusieurs organismes fédéraux et provinciaux. Les projets englobent l'analyse des cas possibles de traitement secondaire par l'industrie métallurgique du Canada, y compris des prévisions pour une période de cinq ans; une Étude du transport des ressources du Nord-Ouest du Canada, en collaboration avec le ministère des Transports, portant sur le prolongement des réseaux de transport dans le nord de la Colombie-Britannique, au Yukon et les Territoires du Nord-Ouest; une Étude sur les perspectives du potentiel des mouvements des produits en vrac par divers ports canadiens, en collaboration avec le Conseil des ports nationaux; un programme de mise en valeur des ressources minérales du Nouveau-Brunswick en collaboration avec cette province et le ministère de l'Expansion économique régionale — programme dont l'exécution a permis la découverte de gîtes de sel et de potasse; un programme similaire avec Terre-Neuve est en cours de négociation; l'évaluation du potentiel économique des minéraux du Manitoba en collaboration avec cette province; et la préparation d'une étude sur la législation minière et les règlements sur l'utilisation du territoire dans le Nord.

Aide internationale et bourses de recherche

Sous l'autorité du Ministère, la Direction participe aux programmes d'aide à l'étranger de l'Agence canadienne de développement international. Elle assure la coordination ministérielle par ses conseils et des évaluations de projets d'investissement en d'autres pays, et par la sélection de spécialistes pour l'étude de projets à l'étranger, par exemple, l'évaluation du potentiel économique de gisements à l'étranger.

Par l'entremise de la Direction, son coordonnateur, le Ministère a fait ses recommandations sur les demandes adressées à l'Agence canadienne de développement international pour la formation technique d'étudiants étrangers. Ces programmes sont cautionnés en vertu des divers projets régionaux de l'Agence et par les Nations Unies. Le programme de formation pratique a été réalisé partiellement au ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, et partiellement au sein de l'industrie privée, des ministères provinciaux et des écoles post-universitaires.

La Direction a créé un programme de bourses modestes afin d'encourager et soutenir la recherche sur l'économie minérale au Canada. Les recherches englobent l'exploration, l'exploitation, le traitement et la distribution des produits minéraux. La Direction invite également à faire des demandes de bourses, les personnes de toutes disciplines liées aux sciences sociales (sociologie, droit, science politique, géographie humaine) et susceptibles de contribuer à une meilleure compréhension des principes de la gestion des ressources minérales, de la demande et des approvisionnements. Bien que ces études théoriques et pratiques soient profitables, une attention spéciale doit être donnée aux disciplines en rapport avec les problèmes de politique de gestion et de développement des ressources minérales au Canada. Les études peuvent être axées soit sur un produit, soit sur une région.

Étude de l'industrie minérale

Ce secteur constitue l'assise d'une large part des recherches analytiques et pratiques effectuées au bénéfice de nombreuses autres fonctions au sein de la Direction et de conseils et recommandations sur la production économique et la gestion de l'industrie minérale. L'analyse économique en général porte sur la suffisance des ressources et des approvisionnements, l'exploration, l'exploitation, la fusion, l'affinage, l'utilisation, le commerce, les prix, les tarifs, les développements à l'étranger et autres aspects caractéristiques des produits minéraux. Les prévisions ont un rôle vital en raison des influences multiples de l'industrie et des produits minéraux sur nombre de problèmes nationaux qui intéressent la Direction. Fréquemment, ce travail amène la Direction à participer à des réunions internationales. La Direction, par exemple, représente le Ministère à l'OCDE, aux réunions du Groupe international d'études du plomb et du zinc, à l'Agence européenne de l'énergie nucléaire (AEEN), au comité ad hoc du groupe conjoint sur l'énergie (OCDE), au Comité industriel sur le coke, et à l'Accord international sur l'étain.

Les sujets ci-après sont caractéristiques des nombreux aspects étudiés de l'industrie minérale: les prévisions à court terme de la production au Canada des principaux métaux et minéraux industriels; une revue des problèmes reliés aux surplus mondiaux de soufre et leur rapport avec la production canadienne et les mesures futures de lutte contre la pollution; les techniques de prévision des produits (demande et exportation) en prenant le zinc comme exemple; l'étude, en collaboration avec le ministère de l'Industrie et du Commerce, d'un certain nombre de problèmes sur les approvisionnements et la demande mondiale de produits tels que le cuivre, le charbon, le nickel et la potasse; une étude de l'industrie du ciment au Canada; et le dressage d'une carte commerciale de la potasse illustrant la production mondiale et les marchés de ce fertilisant vital.

DIVISION DES EXPLOSIFS

A la suite du nombre alarmant d'accidents graves survenus au début des années 1900, l'évidence s'imposait qu'un contrôle devait être exercé sur l'industrie des explosifs afin de protéger les ouvriers et le public. A cette fin, une Loi sur les explosifs était présentée à la Chambre des communes en 1911 et adoptée en 1914 mais, du fait de la Première Guerre mondiale, sa promulgation n'eut lieu qu'en 1920. Toutefois, dès 1919, le ministère des Mines du temps formait la Division des explosifs en vue d'appliquer la Loi.

Immédiatement et depuis, par son acceptation des contrôles, l'industrie des explosifs est devenue l'une des plus sûres au Canada. La réduction substantielle des accidents mortels au cours des années le démontre. Dans les quatre années antérieures à la Loi, en production seulement, 42 accidents eurent lieu au cours d'une production estimative d'environ 20,000 tonnes d'explosifs. Par contre, les quatre dernières années n'ont connu qu'un accident mortel pour une production de plus de 655,000 tonnes.

La Division a comme premier objectif la protection des employés de fabriques d'explosifs et de toute personne, employée régulièrement ou occasionnellement, à la manutention, au stockage, au transport ou à l'emploi d'explosifs et, en général, du grand public. Un explosif est tout corps préparé, fabriqué ou utilisé pour produire par explosion un choc violent ou un effet pyrotechnique. Ainsi donc, la compétence de la Division s'étend à toutes les usines de production d'explosifs commerciaux détonants, militaires, d'accessoires de dynamitage, de poudre d'armes, de poudre sans fumée et d'amorces, de munitions, de pièces pyrotechniques et autres pièces d'artifice. Sa responsabilité s'étend également à la qualité et à la sécurité de ces produits, à leur transport terrestre, au stockage et à leur importation.

Le contrôle est exercé par un ensemble de licences, de permis, de registres de vente, soumis à l'inspection d'agents de la Division et de la Gendarmerie royale. Tous permis et licences sont délivrés par le bureau de la Division des explosifs d'Ottawa.

En construction et dans les mines, l'accroissement des travaux en cours d'année a exigé, tant au bureau qu'en inspection, le maximum des moyens dont dispose la Division. Tel que prévu, des licences de production supplémentaire ont été délivrées et ont atteint 55 en fin d'année, en général, pour une fabrication sur place, dans de nouvelles mines à ciel ouvert, d'explosifs préparés sous forme de boue ou de gélatine. Deux fabriques de munitions pour le sport ont néanmoins fermé en cours d'année. Toutefois, les licences délivrées en vue du stockage d'explosifs détonants employés en construction, en travaux de voirie, explorations séismiques, installations de pipe-lines, érection de pylônes de transport, travaux forestiers et autres, ont atteint plus de 1,200. Les licences délivrées aux marchands sont demeurées aux environs de 400. Plus de 400 permis étaient en outre délivrés à des distributeurs et à des transporteurs commerciaux.

Un nouveau sport, les fusées modèle réduit, a pris rapidement de la popularité auprès des jeunes. En fin d'année, 39 licences étaient délivrées au Canada à des commerçants d'articles de sport pour leur permettre la vente de fusées modèle réduit à des personnes autorisées par la *Canadian Association of Rocketry*, division de la *Youth Science Foundation of Canada*. Ces engins réduits renferment un explosif qui, bien qu'innofensif, même en cas de feu, propulse la fusée par réaction après combustion de la poudre, à la vitesse d'une balle et à une flèche de trajectoire de plus de 2,000 pieds. Cette puissance peut rendre cet engin dangereux pour les avions et pour le public.

Sauf le cas mortel dans une usine d'explosifs militaires, l'année a été exceptionnellement exempte d'accidents. Dans les quelques incidents survenus en cours de fabrication, de manutention, de stockage et du transport, les blessures étaient légères et les dommages à la propriété étaient minimes.

L'usage pratique des explosifs n'étant pas du ressort de la Loi sur les explosifs, les données sur les accidents dans ce domaine n'apparaissent pas dans le présent rapport. La Division publie périodiquement un rapport détaillé de son activité.

Les agents de la Division des explosifs encouragent la conception de programmes de sécurité et rencontrent régulièrement des représentants de l'industrie, d'organismes gouvernementaux fédéraux et provinciaux, de municipalités et de groupes en rapport avec la question d'explosifs. La Division diffuse aux fins de sécurité des prospectus d'information sur le stockage, la manutention et le transport des explosifs.

Secteur de la science et de la technologie

DIRECTION DES LEVÉS ET DE LA CARTOGRAPHIE

La Direction des levés et de la cartographie a réalisé en cours d'année un progrès satisfaisant dans la production de cartes et de levés aux fins de la protection, de la mise en valeur et de la gestion des ressources nationales. Deux réalisations notamment ont retenu l'attention du public en raison de leur vaste portée et de leurs répercussions. Ce sont: a) la photographie aérienne des prairies réalisée au cours des deux premières semaines d'août dans le cadre du programme *LIFT* (*Lower Inventories for Tomorrow*), et b) le début de l'établissement de cartes détaillées de la vallée du fleuve Mackenzie, appelée corridor des pipelines. Des détails sur ces entreprises et autres programmes courants paraissent dans les divers rapports suivants.

LEVÉS GÉODÉSIQUES DU CANADA

Vingt-deux équipes itinérantes ont établi des canevas planimétriques et altimétriques en vue de prolonger et de resserrer le canevas national et de fournir une base au programme de cartographie. Le personnel a également poursuivi ses travaux de recherches.

Le Service a entrepris l'extension et la consolidation du canevas planimétrique de premier ordre au Yukon, dans les Territoires du Nord-Ouest et dans quatre provinces. Dans les Territoires, les levés par *Aerodist* ont permis d'étendre le réseau vers l'ouest, de la limite du Yukon et des Territoires du Nord-Ouest, entre la rivière Porcupine et la côte arctique, et vers l'est, entre le Grand lac de l'Ours et la côte arctique, et de le rattacher au réseau de la région de Coppermine—Yellowknife. L'entreprise a couvert une superficie de 91,200 milles carrés et a fourni une base pour l'établissement d'un réseau planimétrique de 318 coupures de cartes au 1:50,000. En Alberta, des équipes ont établi un réseau de points directeurs pour coordonner les levés municipaux à Fairview, Grimshaw et Peace River. Le réseau du sud-ouest ontarien, le long de la rive nord du lac Érié, est réalisé jusqu'à Dunnville et un réseau plus restreint couvre Sault-Sainte-Marie. Au Québec, le programme de consolidation du canevas, entrepris en collaboration avec le ministère provincial des Terres et Forêts, a été poursuivi entre Québec et Trois-Rivières. En Nouvelle-Écosse, la boucle centrale du canevas a été fermée entre Annapolis Royal et Liverpool et les levés d'un nouveau réseau, d'Halifax au détroit de Canso, étaient entrepris.

Cinq provinces ont bénéficié de travaux de nivellement de premier ordre. En Colombie-Britannique, des équipes ont prolongé une ligne, de Mica Creek, en bordure du fleuve Columbia, à Needles sur les lacs Arrow; l'exécution a exigé du Service des levés géodésiques le passage aller et retour d'une nappe d'eau de 1.6 mille entre la baie Shelter et Galena, le plus long nivellement de précision effectué sur eau. La ligne de nivellement transcanadienne, prolongée vers l'est de Sault-Sainte-Marie à Arnprior, était la poursuite du projet principal entrepris en 1966 et dont l'achèvement était prévu pour 1971. Au Québec, le nivelle-

ment de haute précision, à l'aide du système métrique, a été poursuivi dans le cadre du programme de réévaluation du niveau de référence international des Grands lacs. La ligne, prolongée vers l'est, de Québec à la Pointe-au-Père, est un tronçon de la ligne de nivellement transcanadienne. Dans les Maritimes, des équipes ont exécuté de nouveaux cheminements entre Glenholme (N.-É.) et Dorchester (N.-B.) et entre Truro et Waverly (N.-É.). D'autres ont effectué des quadrillages altimétriques de premier ordre à Halifax-Dartmouth et Montréal, et au sud-est de la région de la Capitale nationale. Une équipe a vérifié la stabilité de 81 stations fluviométriques du Service hydrographique entre Pointe-au-Père (Québec) et Thunder Bay (Ont.). Dix-huit repères en profondeur ont été établis près des stations où la stabilité des repères normaux devait être vérifiée.

Trois groupes d'astronomes ont établi 11 stations azimutales Laplace, 2 séries de stations azimutales Laplace réciproquement visibles et 12 stations de déflexion en divers endroits au pays. Était également déterminé la position astronomique précise de la station de triangulation par satellite à Cambridge Bay (T. N.-O.). L'exécution du programme conjoint Canada—États-Unis de triangulation par satellite était reprise en octobre. Une équipe de Canadiens et d'Américains était affectée à la station de Whitehorse et une autre, comprenant des arpenteurs des Forces armées canadiennes, l'était à la station de Cambridge Bay.

L'aide aux autorités provinciales et municipales dans l'établissement de systèmes de coordonnées de levés rectangulaires est maintenue, mais plus réduite. A Hay River, on a effectué des levés par intersections aux fins de contrôle des levés officiels et de planimétrie urbaine. Dans le sud de l'Ontario, le programme conjoint de levés planimétriques avec le ministère provincial de la voirie était achevé avec l'établissement de levés de second ordre par intersections dans la région de Windsor—Leamington—Ridgetown. Des équipes ont établi à Sault-Sainte-Marie un quadrillage municipal de second ordre et ont étendu et consolidé celui d'Halifax.

Une équipe à l'aide d'un hélicoptère a établi un canevas planimétrique en vue de dresser la carte au 1:50,000 d'une vaste région du district de Keewatin entre le 60e parallèle et Baker Lake. Un canevas planimétrique et altimétrique de la région du nouvel aéroport de Sainte-Scholastique (Québec) servira au dressage de cartes au 1:25,000.

Des recherches sur des méthodes d'intégration de levés planimétriques et altimétriques d'ordre secondaire dans les réseaux nationaux ont été entreprises, ainsi que sur l'emploi de gyrothéodolites. Cette étude revêt un intérêt particulier car elle a permis de découvrir qu'avec un système de lecture électronique spécial, conçu et construit à la Direction, il était possible d'obtenir des données azimutales virtuellement aussi précises que celles résultant d'observations astronomiques de premier ordre.

LEVÉS OFFICIELS

La Division des levés officiels a poursuivi, dans le cadre de ses attributions, la gestion générale et le contrôle technique de levés officiels dans les réserves indiennes, parcs nationaux et territoires fédéraux.

Outre ses 18 équipes itinérantes, la Division a accordé des contrats à 25 sociétés d'arpenteurs afin de réaliser le maximum de projets requis par le gouvernement fédéral. Quatre-vingt-quatorze projets étaient entrepris dans des réserves indiennes de toutes les provinces, à l'exception de Terre-Neuve et de l'Île-du-Prince-Édouard, et 23 projets dans des parcs nationaux. Simultanément, des instructions techniques étaient fournies à 151 arpenteurs d'organismes provinciaux et privés chargés de travaux sur les terres de la Couronne.

Dans les Territoires, des équipes ont effectué le contrôle de coordonnées à Whitehorse et Yellowknife et réalisé 30 levés officiels en divers endroits dans le Nord.

Deux commissions fédérales, présidées par l'arpenteur général des terres du Canada, ont supervisé les travaux d'arpentage et d'entretien des frontières provinciales. La Commission de la frontière entre le Manitoba et la Saskatchewan a poursuivi le réarpentage des 240 milles de frontière sud; les équipes ont exécuté les levés de 43.6 milles et défriché 18 milles de cette frontière en terrain boisé. La Commission de la frontière entre la Colombie-Britannique, le Yukon et les Territoires du Nord-Ouest a inspecté le défrichage par pulvérisation d'un défeuillant et a décidé que la poursuite de travaux d'entretien en 1971-1972 n'était pas nécessaire.

SERVICE DES LEVÉS TOPOGRAPHIQUES DU CANADA

Division de la photogrammétrie

La Division a fait reproduire en cours d'année 513 cartes du Système national de référence topographique, dont 263 nouvelles cartes et 250 révisions. Vingt-huit équipes itinérantes avaient la charge de la révision de cartes sur le terrain. Deux équipes itinérantes de techniciens ont en

outre effectué la vérification de la précision des données planimétriques et altimétriques d'un certain nombre de cartes au 1:50,000.

La compilation de 120 cartes au 1:50,000 de la région du fleuve Mackenzie, appelée corridor des pipe-lines, a constitué le record de l'année en cartographie. La diligence dans les travaux au cours du semestre commencé le 1er décembre 1970 a permis de placer ces cartes au stade de reproduction monochrome et de distribution.

La production de photocartes a atteint un niveau suffisant pour répondre aux besoins du développement du Nord, de l'exploration géologique et de la cartographie provinciale. La Division a réalisé 425 coupures de cartes, aux échelles de 1:5,000 à 1:250,000. La mise au point en cours d'année à Vancouver du système *Gestalt Orthophoto*, a rendu possible la photocartographie de régions beaucoup plus accidentées que celles atteintes jusqu'ici.

Des services consultatifs en cartographie par photogrammétrie ont été rapidement mis à la disposition d'organismes fédéraux. Ces services comprennent les conseils techniques, la détermination des besoins, la rédaction de spécifications techniques, l'inspection et la surveillance de l'exécution des contrats accordés aux entreprises privées de levés aériens.

La Section de la recherche et du développement a lancé deux projets importants qui auront certainement une profonde répercussion sur la production de cartes au pays. Le premier, entrepris en collaboration avec l'Institut de photogrammétrie de l'Université de Stuttgart (Allemagne occidentale), concernait la conception et l'essai d'une méthode d'aérotriangulation et de compensation analytique de blocs de cartes photogrammétriques de dimensions illimitées. Ce procédé réduira le besoin de points de levés au sol. Le deuxième projet est l'automatisation partielle du procédé de compilation des cartes. Les techniques de photocartographie ont en outre été améliorées, la recherche sur l'emploi de photographies prises à haute altitude pour la production de cartes topographiques était poursuivie et un centre d'essais photogrammétriques était créé près d'Ottawa.

Division de la photographie aérienne

Le Service de production des photos aériennes a reçu 8,295 demandes de travaux photographiques. Le bureau d'Ottawa a émis 7,283 demandes, celui de Calgary, 894 et le Centre de télédétection (établi le 1er juillet), 118. Les demandes concernaient des travaux d'impression, d'agrandissements, des diapositives (verre et pellicule), des pellicules transparentes, des cartes-index, de développement de pellicules et autres travaux photographiques spécialisés et ont totalisé 788,298, dont 764,683 en noir et blanc et 23,615 en couleur.

La Photothèque d'Ottawa compte 3,491,400 documents et celle de Calgary, 594,926. A Ottawa, le bureau a commencé le classement de pellicules négatives et positives émanant du Centre canadien de télédétection.

La Photothèque nationale de l'air sert de centre de référence aux divers fonctionnaires du Ministère, aux membres de l'industrie, d'institutions d'enseignement et au public en général. Dans un objectif progressif, la Photothèque projette d'étendre ses moyens de consultation visuelle et d'augmenter son matériel de photo-interprétation.

SERVICE DE LA PRODUCTION DES CARTES

Division des cartes aéronautiques

En 1971, la Division des cartes aéronautiques a produit 50 séries de cartes et publications d'informations.

Son principal travail a été la conversion, en un nouveau format, des cartes aéronautiques mondiales au 1:1,000,000 du Système national de référence cartographique, qui comprend pour le Canada 68 coupures. A ce format, 19 coupures seulement, imprimées recto et verso, couvriront le Canada. Sept de ces nouvelles cartes ont déjà paru et l'ensemble devrait être achevé en 1972.

Un autre projet était la production de 60 cartes militaires au 1:250,000, à relief ombré, en collaboration avec le Service de la cartographie du ministère de la Défense nationale.

En 1971, la Division a prêté son concours lors de l'épreuve de vitesse aérienne, Londres-Victoria, en révisant, dans un court délai, 49 cartes aéronautiques au 1:500,000 couvrant le trajet au-dessus du territoire canadien.

La Division a collaboré à l'adaptation d'un nouveau système d'affichage digital par radar mis au point par le ministère des Transports pour le contrôle du trafic aérien. Elle a préparé 245 cartes vidéo en couleur pour ce système actuellement au stade expérimental à Moncton depuis le début de 1972. Ces cartes entrent dans le cycle de révision de 28 jours établit pour toutes publications de radio-navi-

gation. Afin de réaliser cet immense travail créé par ce projet, la Division a organisé des programmes en vue d'utiliser le système de graphiques par ordinateur en cours de mise au point.

Une carte aéronautique a été précisément conçue pour déterminer et évaluer la possibilité de vols à décollage et atterrissage courts (STOL) entre Ottawa et Montréal.

La production, en 1971, de 16 cartes de contrôle de trafic aérien porte cette catégorie à 64, et 25 nouvelles cartes vidéo en noir et blanc ont porté cette série à 91.

Une nouvelle publication, à l'appui des cartes de navigation visuelle, dénommée *VFR (Visual Flying Rules) Supplement*, a été préparée et son prototype achevé. Sa production était prévue pour le début de 1972.

Cartographie automatique

L'emploi d'ordinateurs en cartographie se poursuit. Au début de l'année, la Direction a reçu et accepté après essais, un pointeur automatique Kingmatic. Elle a conçu et éprouvé des procédés de périgramme et de cartographie en vue de leur application à la production en 1972. Deux projets pilotes, réalisés en cours d'année, ont confirmé le bon fonctionnement du matériel et des éléments périphériques. L'un d'eux comportait l'exécution de la carte au 1:50,000 de la Série topographique nationale présentée en août à la Conférence du Commonwealth à Cambridge, Angleterre. Cette carte a suscité un réel intérêt et a renforcé l'autorité du Canada dans ce domaine. Le nouveau matériel acheté en fin d'année comprenait deux stations à codification numérique et un terminal de visualisation de données mémorisées. Les stations à codification numérique serviront à la production et le terminal de visualisation sera d'abord utilisé aux travaux expérimentaux en collaboration avec l'Université de Waterloo.

Division de la cartographie

Cette division s'occupe surtout du dessin et de la réalisation des cartes manuscrites établies par le Service des levés topographiques. Elle a achevé en cours d'année le dessin de 45 cartes au 1:25,000, 316 au 1:50,000 et 10 au 1:250,000.

Elle produit également des cartes géographiques à échelle réduite. Des séries de la *Carte internationale du monde* (CIM), 19 cartes étaient achevées et 12 autres en cours de production. Était aussi achevée la révision de la *Carte du Canada* à 100 milles au pouce et publiée en cours d'année.

La Division a assuré à d'autres ministères des services cartographiques, dont une révision de la carte des routes à grande communication du Canada et du nord des États-Unis, une carte électorale des Territoires du Nord-Ouest, cinq cartes intégrées à la brochure sur la visite royale en Colombie-Britannique et une carte du monde situant le Canada dans la production de la potasse.

Division de la géographie

En fin d'année, 40 p. 100 des feuilles amovibles de *L'Atlas National du Canada* et de *The National Atlas of Canada* étaient imprimées ou au stade de l'épreuve de la couleur ou de la mise sur plaque; l'achèvement prendra environ un an. Une carte de densité de la population canadienne en 1961, partie intégrante de *L'Atlas national*, a été publiée en français et en anglais.

Était également dressée une série de 91 cartes au 1:500,000 du Canada indiquant la densité de la population et les limites des régions recensées en 1966. Ces cartes, dressées spécialement pour la Direction, sont aussi tirées sur plastique et sur papier ozalid à l'intention du public.

Division de la reproduction des cartes

Les impressions en cours d'année ont totalisé 39,472,679 cartes, dont 979 topographiques, 518 aéronautiques, 36 générales, 648 spéciales pour le Ministère, et 277 géographiques et spéciales pour divers ministères, d'un total de 2,458.

BUREAU D'INFORMATION TECHNIQUE ET DE VENTE

Division de la toponymie et des bibliothèques

Dans le cadre de sa collaboration avec le Comité permanent canadien des noms géographiques, la Division a étudié 34,768 noms dont 7,281 noms nouveaux. Elle a vérifié et contrôlé la nomenclature géographique de 572 nouvelles cartes et 494 articles et examiné diverses cartes géologiques et touristiques dont les erreurs ont été mentionnées aux intéressés. Le personnel a répondu à 730 demandes de renseignements qui ont demandé de longues recherches. La Division a publié en 1971 des éditions provisoires des répertoires des Territoires du Nord-Ouest et du Yukon. Le programme de recherches sur le terrain à l'Île-du-Prince-Édouard est achevé et, à la suite d'une révision des caractéristiques des glaces, 223 additions et corrections étaient apportées au *Special Supplement No. 1-A List of Glacialogical Features in Canada*.

La bibliothèque et la cartothèque ont assuré à la Direction, aux autres organismes gouvernementaux et au public leurs services de renseignements sur les levés et la cartographie.

Unité des publications de la Direction

L'Unité a préparé et émis des publications sur la topographie, la photogrammétrie, la géodésie, la cartographie et la géographie.

Les rapports publiés comprenaient 10 rapports techniques, 10 reproductions d'articles de revues professionnelles, d'auteurs membres de la Direction, 9 numéros de la publication mensuelle *The Surveys and Mapping News,* 4 rapports spéciaux de conseillers près de la Direction, 1 rapport de séminaire tenu à l'Université du Nouveau-Brunswick, 3 rapports de groupes d'étude préparés par les membres des groupes d'études techniques de la Direction et 3 études techniques de la Direction présentées à ses séminaires.

Bureau de distribution des cartes

Le Bureau de distribution des cartes a poursuivi la diffusion de cartes géographiques et spéciales et de documents d'information aéronautiques aux ministères et au public. Le tableau ci-après permet une intéressante comparaison des chiffres de l'année à ceux de 1965-1966.

	1965-1966	1970-1971
Distribution totale des cartes	3,200,000	3,344,000
Ventes au public	820,000	1,828,000
Produit	$260,000	$539,000
Commandes exécutées	54,000	84,000
Coupures de cartes imprimées	14,500,000	18,700,000
Abonnements à *Canada Air Pilot*	6,800	9,600
Abonnements à *Enroute Charts*	4,100	5,800
Représentants actifs		
de cartes géographiques	175	345
de cartes aéronautiques	150	246

FONCTIONS SPÉCIALES DE LA DIRECTION

Aide à l'étranger

L'Agence canadienne de développement international (ACDI) fait appel aux services de la Direction des levés et de la cartographie dans l'évaluation des travaux réalisés dans le cadre d'importants projets à l'étranger, et en matière de conseils et d'assistance dans les problèmes de formation.

Deux importants projets dans ce cadre étaient réalisés en cours d'année, un programme d'études d'utilisation des sols, *Land Valuation Index*, à la Barbade, et des assemblages de photographies aériennes semi-redressées d'une partie de la côte du Kenya. A progressé également l'établissement de cartes topographiques en Tanzanie, au Kenya, en Guyane, à Trinidad et à Tobago. L'étude de rentabilité d'un projet concernant le Ghana est terminée.

Des tournées d'information pratique et des cours de formation technique ont été organisés pour les équipes d'arpentage en Guyane, au Maroc, à Ceylan, au Kenya, à la Jamaïque et en Inde. Un cours d'été de 12 semaines, sous l'égide de l'ACDI, a bénéficié à 24 étudiants de 8 pays, élèves d'écoles techniques et d'universités canadiennes, et 5 autres ont bénéficié à la Direction d'emplois d'été, afin d'accroître leurs connaissances.

Commission de la frontière internationale

La Commission de la frontière internationale a poursuivi les travaux d'entretien annuels qu'exige la délimitation et le bornage des 5,525 milles de frontière entre le Canada et les États-Unis. La section canadienne de la Commission a inspecté divers tronçons de la frontière et a entrepris des travaux d'entretien dans trois secteurs.

Les commissaires canadien et américain ont procédé à des inspections de la frontière et vérifié les travaux entre le Manitoba et le Dakota-Nord, le Québec et l'État de New York, et entre le Québec et le Vermont. Les commissaires et des représentants des gouvernements fédéral et provinciaux ont assisté, au cours de l'année du centenaire du Manitoba, au dévoilement d'une plaque commémorative de la pose d'une borne sur la frontière internationale marquant la fin des levés de démarcation entre le Manitoba et la Saskatchewan.

Une équipe canadienne chargée de la section manitobaine de la frontière internationale a élevé cette borne commémorative, en a inspecté 92 autres, dont 17 ont dû être réparées, et a traité à l'herbicide 89 milles d'éclaircie-frontière de 20 pieds de large.

Une autre équipe sur la frontière entre l'Ontario et le Minnesota a poursuivi le réarpentage le long de la rivière à la Pluie, pour rétablir les bornes-repères détruites ou déplacées par l'érosion et améliorer la précision des levés frontaliers originaux de la région. Ultérieurement, cette équipe, transférée sur la frontière entre le Québec et le Vermont, a exécuté des travaux similaires afin de

remplacer et réparer les bornes endommagées, et parfaire les données géographiques sur les bornes frontalières, datant de levés exécutés en 1907.

D'autre part, des fonctionnaires de la Commission canadienne ont exécuté la vérification annuelle de la position des bouées de la frontière internationale à travers les zones de pêche à l'extrémité ouest du lac Érié.

COMITÉ INTERMINISTÉRIEL DES LEVÉS AÉRIENS

Pour la première fois le CILA a utilisé un avion à réaction dans la réalisation des programmes de cartographie par photo aérienne. Environ 34,500 milles linéaires, entre le nord de l'Ontario et la Colombie-Britannique, ont été photographiés d'un réacté Lear modèle 24 à haute altitude. Simultanément, étaient photographiées d'avions de type classique équipés d'appareils à lentilles superangulaires les régions à blé des Prairies, en collaboration avec les gouvernements provinciaux, dans le cadre du programme *LIFT*.

L'année 1970 constitue pour le CILA une période record dans la réalisation de ses travaux avec la prise de 492 rouleaux de pellicule en noir et blanc (64,323 négatifs) et 30 rouleaux de pellicule couleur (3,500 négatifs).

COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA

La Commission géologique du Canada effectue des travaux de cartographie, de détection, d'interprétation et de recherche, agit à titre consultatif dans le domaine des sciences de la Terre et coordonne l'ensemble afin d'établir un inventaire national et régional des formations et matériaux géologiques, de leurs structures et de leur potentiel minéral, du relief et de la stabilité des sols. Elle conçoit des principes et des techniques au maintien des normes de cet inventaire tout en augmentant son utilité.

Les travaux de la Commission sont répartis entre six divisions, dont l'Institut de géologie sédimentaire et pétrolière, à Calgary, et des services centraux de soutien. Au cours de l'exercice, la Commission a entrepris l'exécution de 489 projets dont 174 comportaient des études sur place. Bien que les travaux sur le terrain étaient en majorité sous la direction de fonctionnaires, certains étaient dirigés par des professeurs d'université ou des chargés de cours. Certaines études, spécialement les levés aéromagnétiques du programme fédéral-provincial, étaient sous contrats.

RESSOURCES MINÉRALES ET ÉNERGÉTIQUES

Nombre de travaux de la Direction sont centrés sur l'évaluation du potentiel canadien minéralogique et pétrolier et sa répartition tant sur le plan régional que national. L'exécution suppose un inventaire précis de la géologie du pays afin d'en saisir l'évolution et les processus de formation et de transformation des sols et du potentiel minier et pétrolier.

A cette fin:

a) définir les structures géologiques systématiques à l'obtention de normes fondamentales à l'estimation des ressources, à partir de levés géophysiques terrestres, aériens et marins et de données géologiques du sous-sol;

b) déterminer les formations géologiques favorables à la présence de divers types de minerais et de combustibles par l'étude des ressources minérales et de la géologie pétrolière;

c) identifier ces formations et délimiter les zones à potentiel minéral, pétrolifère et gazier par levés géophysiques, évaluations métallogénétiques et calculs de probabilités potentielles et de répartition;

d) étudier les paramètres régionaux pour obtenir une meilleure compatibilité de la nomenclature et de la corrélation, et une définition plus exacte de la structure géologique que par les levés systématiques;

e) compléter ces travaux par des études paléontologiques, radiométriques, chronologiques paléomagnétiques et de corrélation, et par un étalonnage d'unités lithostratigraphiques; définir des normes et des éléments de référence se rapportant aux analyses, à la composition des roches et des minéraux et aux fossiles; déterminer des méthodes géologiques spécifiques et des relations d'équivalence pour la cartographie systématique et les études de ressources; établir des projets pilotes probatoires des hypothèses et des méthodes avant leur application systématique.

La Commission réalise actuellement l'un de ses projets avec l'établissement de la cartographie au 1:250,000 de la roche en place au Canada; les travaux devraient être terminés vers 1976. L'«Opération Penny Highlands», entreprise au centre de l'île Baffin, dernière zone importante non encore cartographiée, a couvert 54,000 milles carrés de roches du Précambrien. Deux hélicoptères Bell ont servi aux cheminements et un avion de type Otter à large empattement a été utilisé par les services de soutien. Les observations sur le terrain ont été enregistrées sur des formules spéciales aux fins de traitement des données par ordinateur.

Dans le cadre de l'inventaire national et en réponse à l'intérêt manifesté par l'industrie pétrolière, un projet, soutenu par services aériens, a été entrepris afin d'étudier la stratigraphie de l'île Prince-de-Galles dans le centre de l'Arctique. Un hélicoptère Bell et un avion Piper Super Cub à larges pneus ont servi aux travaux de cheminements et environ 570 atterrissages ont été effectués où des données précises étaient exigées.

Une étude géologique régionale en aval du fleuve Mackenzie, commencée en 1968, était terminée en 1970. Le projet comportait la reconnaissance de la roche en place, des études stratigraphiques et des recherches sur les sédiments de surface. La région couvre 145,000 milles carrés et les travaux ont été réalisés en majorité les deux premières années. En 1970-1971, huit cartes préliminaires de la géologie de la roche en place ont été publiées. En 1970, les recherches étaient restreintes aux monts Mackenzie, mais elles ont apporté les éléments favorables à l'exploration du pétrole entreprise au Nord-Est.

L'exécution de plusieurs projets de cartographie reliés à l'inventaire s'est poursuivie dans la région de la Cordillère afin de parfaire les études de reconnaissance antérieure. L'«Opération Stewart», à la limite du Yukon et du district de Mackenzie a été réussie, ainsi que l'«Opération Finlay» dans le centre-nord de la Colombie-Britannique. Des travaux similaires dans la région de Snag, au Yukon, ont nécessité l'emploi de canots pneumatiques à moteurs de 33 ch. Cette étude devrait être terminée en 1971 et demandera l'emploi d'hélicoptères pour atteindre certaines zones inaccessibles.

Dans le district de Keewatin, à l'ouest de la baie d'Hudson, des études de reconnaissance au 1:1,000,000, effectuées dans les années de 1950, ont été suivies depuis quelques années de travaux de cartographie détaillée, en général au 1:250,000, et de recherches spécialisées. L'été dernier, une étude précise du complexe d'anorthosite de la baie Daly était entreprise afin de définir l'origine, l'âge et la stratigraphie de ce massif. Au sud-est, a débuté une étude de la stratigraphie volcanique et de la métallogénétique du groupe de Kaminak du Précambrien. Ces roches sont identiques aux successions volcaniques et sédimentaires de la province du lac Supérieur, dans la partie en croissant du Bouclier canadien autour de la baie d'Hudson, des environs de Churchill à la baie d'Ungava. Les analogies portent sur les immenses épaisseurs, la grande variété et l'extrême différence des laves, la présence de formations ferrifères, les nombreux affleurements de métaux communs et précieux et la complexité des structures géologiques. De ces études, il ressort que la région, comme les zones similaires de la province du lac Supérieur, renferme un potentiel minéral économique élevé.

Afin de préciser l'efficacité des méthodes géochimiques régionales, notamment en hydrogéochimie, une étude était entreprise de la région du lac Kaminak, cartographiée au 1:1,000,000 et récemment au 1:250,000. Étaient également entreprises des études géochimiques des halos de dispersion à proximité des gîtes métalliques connus. Les résultats, positifs ou négatifs, seront néanmoins bénéfiques et permettront à la Commission d'améliorer ses méthodes de prospection et d'exploration.

Ces travaux ne constituent qu'un aperçu de l'activité de la Commission vers les objectifs du Ministère dans la réalisation des programmes miniers et énergétiques. Également, des travaux de cartographie pour l'inventaire ont été effectués dans des régions du détroit de Belle-Isle, au Nouveau-Brunswick, du lac Supérieur au Manitoba et aux plaines Intérieures.

Divers secteurs à travers le pays ont fait l'objet de levés géophysiques et géochimiques. En majorité, ces travaux viennent à l'appui des études fondamentales, aident à la définition de théories, de principes, de méthodes, à la conception d'instruments et de systèmes applicables en géologie, géochimie et géophysique et englobent le programme fédéral-provincial de levés aéromagnétiques. Mis à exécution en 1962, ce programme a été conçu pour compléter la cartographie du Bouclier. Les travaux ont couvert plus de 1.3 million de milles carrés, dont 140,000 en 1970. Dressées en général à l'échelle d'un mille au pouce, ces cartes atteignent actuellement plusieurs milliers.

SCIENCES DE LA TERRE

A ce titre, la Commission géologique du Canada s'occupe d'établir des cartes type de la géomorphologie superficielle

de l'ensemble du pays. Dans le domaine des ressources minérales et énergétiques, elle recueille des données pour la préparation de cartes au 1:250,000. De certaines régions choisies, des cartes plus détaillées sont établies (1:50,000), tandis que dans les régions éloignées comme l'Arctique, où les données doivent être publiées rapidement, des levés de reconnaissance préliminaire sont effectués avant de procéder à l'étude systématique.

La Commission géologique fournit aussi des renseignements sur l'utilisation et les risques des matériaux affleurants et sous-jacents, et sur la dynamique et la stabilité du terrain suivant son utilisation. Des recherches en cours s'étendent aux domaines suivants:

1) Obtention de données pertinentes sur la géologie superficielle de régions précises, c'est-à-dire la géologie du milieu dans les régions urbaines, ou la répartition des matériaux géologiques d'importance spéciale pour les travaux sur le terrain.

2) Études sélectives sur les propriétés physiques et chimiques de la roche et des matériaux du sol, en tant que matériaux de fondation, sources de produits utilitaires, indicateurs, sources de contamination, sources d'eau, transmetteurs ou de captage des liquides, et dépotoirs.

3) Études dans des régions choisies des rapports de stabilité entre la roche et les matériaux du sol, la sédimentation et l'érosion, la stabilité ou le mouvement des pentes, le pergélisol et les terrains glaciaires.

4) Études de l'évolution des aspects géologiques-géomorphologiques du comportement ou de la «dégradation» du terrain à la suite de l'utilisation des terres ou de la mise en valeur des ressources.

Ces études permettent:

5) De prévoir et d'évaluer les risques naturels et artificiels ou la pollution.

6) De préparer des inventaires des ressources et du comportement du terrain dans certaines régions choisies.

Ces enquêtes se fondent sur des études spéciales destinées à fournir des données de base sur l'évolution du terrain, la mécanique à l'origine, la stabilité et la dynamique des divers types de terrains et à concevoir des méthodes d'analyse sur le terrain et en laboratoire.

En novembre 1970, la Commission géologique du Canada a installé un canal d'expérimentation conçu pour l'étude d'un large éventail d'environnements sédimentaires. De 18.3 mètres de long, ce canal est inclinable et du type à circulation d'eau continue. Bien que conçu pour l'étude de la sédimentation et de l'érosion des cours d'eau, il peut être facilement adapté à l'étude de certains problèmes de sédimentation et d'érosion des plages et des lacs. Le contrôle du débit, du degré de pente et de l'analyse des caractéristiques des sédiments assure une grande commodité d'emploi du canal dans l'étude des problèmes d'environnements résultant de l'érosion et de la sédimentation.

En 1970, étaient réalisés, dans plusieurs régions du Canada, des travaux cartographiques d'inventaire de gîtes affleurants. Dans l'Arctique, une étude de la glaciologie et de la géomorphologie était poursuivie au sud de l'île Ellesmere et sur l'île Devon, et des études similaires étaient entreprises sur l'île Herschel, au Yukon, dans le delta du Mackenzie et dans la plaine côtière de l'Arctique. L'étude de ces dernières régions sera intensifiée en 1971 afin d'appuyer les travaux du corridor des pipe-lines de la vallée du Mackenzie. Ce type d'études était également effectué dans des zones à population plus dense, notamment au sud du Labrador, au sud-ouest de l'île du Cap-Breton, à Kingston et à Arnprior (Ont.), dans la zone de Winnipeg, objet de travaux cartographiques, dans la vallée de la rivière Assiniboine au Manitoba, dans la région de la rivière Saskatchewan-Sud, et dans plusieurs régions en cours de levés cartographiques du sud et du centre de la Colombie-Britannique.

Parallèlement aux études orientées vers l'exploration minérale, des prélèvements d'échantillon de matériaux affleurants étaient effectués dans la région du lac Kaminak, district de Keewatin. Des échantillons de till glaciaire, de sédiments marins et d'esker ont été prélevés sur un quadrillé prédéterminé, aux fins d'analyses à partir de leur source d'origine, du processus de dispersion par les glaciers, des minéraux et fragments de roches et des oligo-éléments. Des hélicoptères ont servi au transport et les équipes ont creusé à chaque endroit des fosses de 20 à 30 pieds et ont prélevé jusqu'à 45 échantillons par jour.

L'expansion des villes au Canada a fait ressortir la nécessité d'une planification de l'utilisation du terrain vers un développement ordonné et efficace des centres urbains. Les données géoscientifiques constituent un élément important d'information pour les urbanistes, les entrepreneurs et les administrateurs. Ces études peuvent être classées dans la catégorie de la «géologie du milieu» et comprennent la gestion des ressources terrestres, des eaux

et des liquides souterrains, la destruction des déchets et l'utilisation de la roche et des matériaux (comme le sable et le gravier). La demande élevée d'information a amené la Commission géologique à entreprendre une étude prototype d'une région de 3,000 milles carrés afin de définir des méthodes de collecte, d'évaluation et de présentation de ces données. Au cours des travaux sur le terrain en 1970, des données sur 3,100 forages ont été recueillies, codées et intégrées à un programme de traitement par ordinateur pour une production de cartes à partir de ces données. Certaines zones de la région ont fait l'objet de levés cartographiques au 1:50,000. Les études ont englobé l'examen des caractéristiques mécaniques et géologiques de la roche en place afin d'en évaluer l'influence topographique sur l'utilisation future des terres, ses effets sur les fondations et les caractéristiques d'excavation des divers types de roches.

TRAVAUX DE DÉVELOPPEMENT

Afin de réaliser ses principaux objectifs dans les domaines des ressources minérales et énergétiques et des sciences de la Terre, la Commission géologique voit à l'amélioration des méthodes d'obtention des données, à la conception de nouvelles techniques et d'instruments, et à l'établissement de normes chimiques, paléontologiques et physiques.

En géophysique, les progrès en spectrométrie aérienne par rayons gamma continuent et deux levés expérimentaux ont été réalisés. Les résultats, publiés dans le *GSC Paper 71-1, Part A*, indiquent un succès technique et ont révélé plusieurs anomalies radiométriques importantes semblables à celles des régions uranifères connues d'Elliot Lake, Bancroft, Uranium City ou Wollaston Lake. Il semble que ces régions détiennent un potentiel de minéraux radio-actifs supérieur à la moyenne.

Des techniques de levés séismiques ont été employées à l'appui de plusieurs travaux d'exploration de l'épaisseur des strates. Ces études étaient centrées à l'est de l'Ontario, le long du rivage à Toronto, le long de la route du nouveau canal Welland, et dans la mer de Beaufort au nord de l'estuaire du Mackenzie, où les géologues ont employé des techniques de réflexion et de réfraction pour tenter de définir la base du pergélisol.

La Commission géologique, à l'avant-garde dans la mise au point de méthodes de prospection géochimique, a contribué à une importante application de ces techniques dans les régions à pergélisol avec l'emploi de matériaux de surface comme échantillon. Une étude dans la région de Coppermine a démontré que ces techniques ont une réelle valeur comme moyens de prospection et les données recueillies se prêtent à la représentation sur cartes par ordinateur.

La normalisation de la chronologie et des successions stratigraphiques est nécessaire pour saisir la corrélation des phénomènes et de l'évolution géologiques. La datation des roches est réalisée par méthodes physiques et paléontologiques. En cours d'année, 182 datations au K-Ar ont été obtenues et un certain nombre au Rb-Sr et à l'U-Th-Pb. Un spectromètre de masse à source solide, de 15 pouces, conçu en cours d'année, servira à des analyses précises isotopiques au plomb et à l'uranium. Le radiocarbone est employé à la datation des matières organiques à établir en milliers d'années plutôt qu'en millions. Les services ont réalisé 224 datations, la plupart à l'appui des études de la Commission, mais certaines étaient de sites archéologiques pour le Musée national de l'Homme. Ils ont identifié des milliers de fossiles recueillis tant sur le terrain qu'extraits de carottes de forage. Ces «services de datation» ont appuyé efficacement les travaux de la Commission.

GÉNÉRALITÉS

Afin de mettre les résultats de ces recherches scientifiques à la disposition du gouvernement, de l'industrie et du public en général, la Direction publie de nombreux documents en collaboration avec le Service des relations publiques et de l'information. En cours d'année, elle a publié 1 mémoire, 7 bulletins, 3 rapports de géologie économique et 60 études préliminaires, outre 30 manuscrits mis à la disposition du public par système de consultation libre. Sa publication la plus importante en 1970-1971 a été la 5e édition de *Geology and Economic Minerals of Canada*, de 838 pages, un hors-texte de 8 cartes polychromes, et des graphiques de corrélation illustrant les aspects de la géologie canadienne. Outre la publication de 354 nouvelles cartes aéromagnétiques, elle a fait réimprimer 24 publications et 205 cartes aéromagnétiques afin de disposer des informations antérieures. D'autre part, des membres du personnel de la Commission ont publié 166 communications dans des revues extérieures, présenté 108 travaux scientifiques à des réunions de scientifiques et donné 85 cours universitaires.

Afin de stimuler la recherche dans les sciences de la Terre dans les universités canadiennes, la Commission géologique, sur le conseil du Comité consultatif national sur la recherche en sciences géologiques, a versé en cours d'année $228,000 en subventions.

La science de la Terre est sans conteste une discipline indispensable au bien-être national. Du fait que les sociétés commerciales au siège social à l'étranger recherchent constamment de multiples renseignements sur les ressources non renouvelables, renseignements d'ordre confidentiels du fait de la situation concurrentielle de ces sociétés, il importe que le gouvernement du Canada ait ses propres experts pour assurer une gestion efficace des ressources. La Commission géologique a son rôle dans ces questions. Les résultats obtenus en démontrent la réussite.

DIRECTION DES MINES

MÉTALLURGIE PHYSIQUE

En cours d'année, la Division de la métallurgie physique a exécuté un travail de recherche et de perfectionnement à l'appui des travaux de la Direction des mines sur la technologie minérale et des métaux et sur un assainissement de l'environnement. En majorité, les travaux portent sur la conservation, le traitement, les propriétés et l'utilisation des métaux et sur la fabrication de produits à partir de ces métaux. Elle a d'autre part exécuté des travaux pour les ministères de la Défense nationale, des Travaux publics et des Transports.

Les travaux de recherches portent sur l'estimation des exigences présentes et futures pour un progrès technique et s'étendent spécialement à la recherche appliquée et au développement technique qui demandent des installations métallurgiques à l'échelle de l'usine pilote.

La recherche appliquée englobe la réduction de la pollution, le traitement des métaux et des alliages, leur évaluation et leur amélioration. La Division a également exécuté certains travaux spéciaux pour d'autres ministères.

Lutte contre la pollution

La pollution atmosphérique créée par l'industrie sidérurgique est un problème vital. Le rapport *A Canadian View of Steelmaking Air Pollution* a pour objet d'apporter une base d'évaluation de la praticabilité d'études sur la réduction de la pollution dans l'industrie sidérurgique que la Division pourrait entreprendre.

Traitement des métaux et des alliages

Dans ce secteur, les travaux sont orientés vers la recherche de techniques évolutives dans la conversion des ressources minérales en produits métalliques afin de répondre à l'évolution des besoins de l'industrie et de l'économie canadienne. Les opérations telles que la fusion, le coulage, le formage, le laminage, le soudage et la métallurgie des poudres font l'objet de ce chapitre.

Le détecteur d'oxygène Leigh, *Leigh Oxygen Probe System,* mis au point aux laboratoires, sert à l'étude de la teneur en oxygène soluble de l'acier électrique basique, à rattacher la teneur en oxygène soluble de l'acier non calmé à une structure en lingot et à l'étude des réactions de désoxydation, dans des conditions équivalentes à celles de l'industrie sidérurgique.

Des recherches sur des techniques de fonderie ont porté sur le coulage des métaux, sur les matériaux de moulage et sur les techniques de moulage et de coulée.

La fluoroscopie permet l'étude de la pénétration du métal en fusion dans les cavités du moule. Ces études ont démontré qu'il n'y a pas remplissage complet à moins que les dimensions soient inférieures à celles prévues par les théories en cours.

Les études sur la fusion et la solidification traitent des phénomènes nés au cours de la fusion et de la solidification des métaux qui influent sur la qualité et les caractéristiques des produits solides.

La forme et la répartition du graphite dans la fonte ont une influence majeure sur les propriétés. L'étude sur le procédé de malléabilisation de la fonte blanche a révélé que le noyau des particules de graphite se forme pendant la solidification et non au cours d'un chauffage ultérieur. La formation du graphite dans la fonte à graphite sphéroïdal est défavorablement affectée par la présence de faibles quantités de plomb, d'antimoine et de bismuth. Une étude sur ce problème est en cours.

Les caractéristiques des particules de poudre métallique varient en fonction du procédé de production. Le type de poudre a son rôle dans la fabrication et sur la qualité des produits de la métallurgie des poudres. Une étude est en cours sur les poudres de fer et de nickel produites par divers fabricants canadiens afin de déterminer les caractéristiques des particules et leur rôle dans les procédés de fabrication.

Des recherches en cours ont pour but d'étudier les tendances à la fissuration des zones altérées par la chaleur du soudage des aciers de construction. Est également à l'étude, la valeur d'emploi des assemblages soudés en cordon pour déterminer la fissuration des zones altérées par la chaleur du soudage en about. La ductilité de l'encoche des joints soudés, éprouvée à un chantier naval par cinq procédés de soudage sur de l'acier ACN G40-8 Type B, fait l'objet d'une étude afin de fournir aux Forces armées canadiennes des données pratiques dans le choix d'un procédé de soudure en construction navale. Les travaux ont démontré que les propriétés des soudures diffèrent énormément selon le procédé employé.

Les recherches en cours, en collaboration avec le sous-comité de recherches sur la galvanisation du Comité canadien de recherches sur le zinc et le plomb, ont pour objet d'étudier la réaction cinétique du système fer-zinc afin de recueillir des renseignements de base sur les lois de la vitesse de réaction électrolytique et de concevoir des méthodes d'amélioration et de contrôle de la formation d'un revêtement galvanisé et de ses propriétés. Un assortiment d'aciers à teneur de silicium a fait l'objet d'études à divers degrés de température de galvanisation et conditions de prétraitement. Les aciers à teneur de silicium se prêtent difficilement à la galvanisation.

Évaluation et amélioration des métaux et des alliages

Les travaux dans ce domaine sont orientés vers une compréhension des relations entre les propriétés et la composition des métaux et des alliages afin d'établir leur utilité. Ces travaux ont pour but de répondre aux besoins futurs de l'économie canadienne et de la défense en matière d'alliages nouveaux et améliorés conçus pour un emploi dans l'environnement, et une utilisation maximum des ressources minérales.

Une étude en cours traite du rapport entre les mécanismes des ruptures de fragilité et de ductilité des alliages à haute résistance. Un examen fractographique détaillé de la fissuration environnementale de l'acier maraging à 18 p. 100 de nickel dans une solution de NaCl à 3.5 p. 100 est terminée. Les importantes variations notées dans l'apparence fractographique peuvent être reliées à la contrainte-corrosion ou à la fissuration par fragilité due à l'hydrogène.

La connaissance de la résistance à la rupture dynamique des aciers de construction et l'influence de l'épaisseur sur cette propriété est importante dans certaines applications, spécialement dans l'Arctique. A ce jour, la recherche a porté sur la conception et le perfectionnement de techniques expérimentales.

L'effet des variations de conditions de laminage sur la résistance, la ténacité et la microstructure de l'acier 640.8 Type B a été établi. Étaient également étudiées les répercussions de la température de laminage et de la réduction des passes sur les charges imposées au laminoir.

Une étude de l'influence de l'aluminium, de l'azote, du soufre et du silicium, dans des séries de composition normale, sur la susceptibilité à la fissuration à chaud et à froid des soudures au carbone-manganèse des aciers de construction, a démontré qu'il existe une teneur critique en aluminium à laquelle la ductilité à une température supérieure à 1,090°C (2,000°F) est considérablement réduite, augmentant de ce fait la susceptibilité à la fissuration à chaud de la soudure.

Un projet entrepris avec *l'Endako Mines, Ltd.*, Vancouver (C.-B.), a pour objet de réaliser un acier inoxydable au chrome, nickel et molybdène. Trois des alliages expérimentaux, sous forme de tamis à mailles serrées, sont à l'épreuve dans une fabrique de papier.

Une étude sur des aciers inoxydables maraging a démontré que le béryllium peut être substitué au titane comme élément durcissant de vieillissement, et que la teneur maximum des alliages de cette catégorie semble être de 12 p. 100 en Cr et de 8 p. 100 en Ni.

Les alliages au titane sont des matériaux de construction de qualité du fait de leur faible densité et de leur résistance élevée; les plus résistants ont néanmoins une faible ductilité. Les alliages recommandés en construction font l'objet d'une étude afin de déterminer leur degré de susceptibilité à la fissuration environnementale et au soudage. Des études sont en cours sur le problème de la faible ductilité des alliages à haute résistance, à teneur en aluminium supérieure à 13 en pourcentage atomique, et sur les mécanismes de durcissement d'un alliage Ti- 45 p. 100 V- 2 p. 100 Si.

Une étude en cours du mécanisme de durcissement des alliages commerciaux au magnésium Mg-9Al-Zn et Mg-Nd-Ag-Zr a pour objet de déterminer les propriétés optimum de ces alliages.

Projets spéciaux

Les pages suivantes donnent des exemples d'études entreprises à la Division en réponse à des demandes précises.

Aux termes de leurs études, les scientifiques de la Division ont pu reconstituer les faits sur la puissante explosion à bord du *Kootenay* et ont pu en identifier la cause.

La Division de la métallurgie physique, au nom de l'Office des normes du gouvernement canadien, a l'autorité en matière d'examen et de délivrance de certificat d'aptitude au personnel employé aux essais non destructifs. Depuis dix ans, date du début de ce programme, 1,797 candidats ont subi des examens en radiographie et en ultra-son, dont 86 p. 100 avec succès.

Les parois internes des réservoirs en acier de carburant du navire de recherche *Quest,* du Conseil de recherches pour la Défense, sont recouvertes partiellement de carreaux acoustiques à haute teneur en graphite. Le reste est peint au zinc inorganique. Les réservoirs renferment généralement une nappe d'eau de mer où surnage une nappe de carburant. Le Centre a demandé d'étudier la possibilité de corrosion. Les essais en laboratoire ont démontré qu'une telle corrosion était improbable.

Rapports, enquêtes et demandes de renseignements

La Division a publié en cours d'année 177 comptes rendus, notamment des rapports et des publications sur les recherches, les visites d'intérêt technique, les travaux des commissions et rapports d'enquêtes.

Outre ces services, la Division a répondu à 245 demandes de renseignements et donné des conseils, en général par correspondance, en réponse à 117 demandes de 87 sociétés canadiennes, et 128 posées par 25 organismes gouvernementaux.

RECHERCHES SUR LES COMBUSTIBLES

La baisse de production de gaz naturel et de pétrole aux États-Unis, face à une demande croissante, suscite une grande inquiétude et a amené les gouvernements du monde entier à prendre conscience du rôle de l'énergie dans le maintien d'un niveau de vie raisonnable. Le Canada ne fait pas exception à la règle, et le Centre de recherches sur les combustibles, organisme du gouvernement fédéral chargé de l'évaluation de la qualité des combustibles fossiles et de la création de méthodes techniques et scientifiques afin d'encourager leur utilisation, a dû accélérer ses travaux.

Afin de concentrer l'activité du Centre sur les nécessités nationales et de permettre une aide financière pertinente et un meilleur contrôle de l'exécution du programme du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, les travaux de recherche portent sur deux secteurs: 1) l'énergie, et 2) l'amélioration de l'environnement.

Le déplacement et l'aménagement des installations du Centre de recherches sur les combustibles près de Bells Corners (Ont.), à 12 milles d'Ottawa, se sont achevés avec le montage des bancs d'essai de moteurs diesels du Laboratoire canadien de recherches sur les atmosphères explosives. Le déplacement, bien que coûteux en temps et en argent, a permis une amélioration des travaux.

Dans le cadre du programme énergétique, le Ministère a conçu au printemps 1971 le projet d'appuyer un programme de forage conjoint avec la province de la Saskatchewan afin d'évaluer le potentiel disponible de lignite comme combustible dans la production d'énergie thermique. La différenciation de la léonardite du lignite au moyen des méthodes géophysiques classiques reste un problème partiel. Du fait de l'extrême différence de leur valeur calorifique, le Centre a établi un programme d'exploration par forage et carottage dans des régions à dépôts de ces deux minéraux. Les résultats d'analyse des carottes et les données enregistrées serviront de base à la planification d'un programme de forage à grande échelle prévu pour le 1er mai 1972.

Les mesures d'amélioration de la qualité de l'environnement peuvent être divisées en projets en rapport avec 1) le perfectionnement des systèmes de combustion et l'élimination des agents de pollution par dispersion dans l'atmosphère, et 2) l'élimination du soufre des combustibles et l'amélioration de leur qualité.

Les levés aériens de Boundary Dam (Sask.) et de McMurray (Alb.) sont à l'origine d'un important progrès dans la mise au point de techniques améliorées pour l'examen du panache de fumée chaude évacuée par les hautes cheminées. Ils ont permis de mieux saisir le mécanisme de dispersion et de la capacité d'absorption de l'atmosphère d'agents de pollution. Ces travaux ont permis d'obtenir des données plus précises sur la conception de cheminées pour une protection de l'air ambiant, et sur les niveaux d'industrialisation qui peuvent être atteints avec la technologie actuelle.

L'effort dans la conception d'une méthode thermique satisfaisante de destruction du DDT liquide a conduit à la construction à Suffield (Alb.), par le Conseil de recherches pour la Défense, d'un incinérateur au coût de $150,000, sur les plans du Laboratoire canadien de recherches sur la

combustion. D'autres études ont permis la mise au point d'un matériel de destruction du DDT en poudre. Des bulletins techniques publiés décrivent les recherches effectuées sur le DDT liquide et en poudre.

Le besoin de documentation sur l'incinération des déchets au niveau municipal a conduit à la publication d'un bulletin dont les articles décrivent divers appareils commerciaux et analysent les facteurs techniques à prendre en considération dans le choix d'un appareil.

Un procédé efficace de production d'énergie thermo-électrique exempt de pollution atmosphérique, à partir de combustibles fossiles, dont l'exploitation n'exige qu'un minimum de capitaux et de traitement du charbon, et au rendement excellent, réside dans la gazéification suivie de la combustion et de la conversion de la chaleur en énergie électrique par turbines à vapeur et à gaz. Une étude est en cours des régions du Canada où cette technique de pointe pourrait être appliquée.

La désulfurisation des gaz de combustion des appareils de chauffage domestiques, des moteurs à essence et diesels reste inefficace. Le soufre doit être éliminé du combustible. Du fait que les réserves en pétrole de qualité à faible teneur en soufre s'épuisent graduellement, des procédés économiques de raffinage des huiles pauvres à forte teneur en soufre s'imposent. La Direction des mines a donc étudié l'hydrogénation thermique et catalytique en phase liquide pour connaître l'économie à réaliser, comparativement au procédé de cokéfaction classique. Les résultats ont démontré que de substantielles économies peuvent être obtenues du fait d'une production supérieure.

Dans une optique de documentation pour faciliter les études sur la pollution au Canada, le Centre a établi une liste des pétroles canadiens, en ordre ascendant suivant leur teneur en soufre. Cet ouvrage facilite la consultation et l'utilisation des données du répertoire canadien des résultats d'analyse des pétroles.

Des instruments précis d'analyse ont un rôle important dans la recherche sur le pétrole et permettent la solution de nombre de problèmes, depuis l'évaluation de la qualité des pétroles à l'identification du pétrole répandu par fuites en mer. Sous ces rapports, de nouvelles colonnes chromatographiques au chlorure de lithium, sur support de terre à diatomées et à haute résolution à basse température, permettent de séparer les composés à teneur en soufre. Les résultats ont fait l'objet d'études précises par mesurages des temps de retention des composés organiques purs à teneur de diverses formes de soufre. Ces études confirment la valeur de ce système comme un excellent procédé d'identification du pétrole. Le ministère de l'Environnement est sincèrement remercié pour l'intérêt et l'appui financier qu'il a accordé à ces études et à l'exécution de ce programme.

La perte de propriétés de cokéfaction par oxydation constitue un sujet de préoccupation pour l'industrie de la houille cokéfiable de l'Ouest canadien. Cette perte résulte de l'action oxydante de l'eau souterraine sur la houille et de l'exposition à l'air au cours de l'extraction, du traitement, du transport et du stockage. Une étude du processus d'oxydation est en cours afin de découvrir un procédé chimique de prévention ou de neutralisation. Les données d'une étude effectuée l'année dernière précisent que les houilles ont une réaction différente à l'oxydation et que dans certaines se forment des groupes fonctionnels à réactions de condensation à la chaleur. Les liaisons formées au cours de cette réaction s'opposent à la distillation de la houille et à la formation d'un coke résistant.

Une étude était également en cours pour la conception d'une méthode d'analyse de la composition macérale des fines de houilles. Les résultats permettront l'étude des houilles pulvérisées pour le transport par pipe-lines et pour l'élimination de la pyrite par traitement électrostatique.

Le Laboratoire canadien de recherches sur les atmosphères explosives, organisme chargé de l'homologation du matériel électrique destiné aux mines où peuvent se dégager des gaz inflammables, a construit en cours d'année un laboratoire d'étude des diesels pour la recherche de dispositifs de réduction des gaz d'échappement de ces moteurs dans les mines et de systèmes de sécurité contre les explosions. La construction devait être achevée en novembre 1971 et le matériel installé au début de 1972.

Les recherches au Laboratoire ont porté sur les effets des impulsions courtes de haute pression sur les murs d'enceinte, et sur la relation entre la densité du plasma et la propension à l'arc entre électrodes. La multiplicité des demandes d'homologation de l'industrie entraîne des difficultés pour la recherche à satisfaire les besoins en renseignements fondamentaux indispensables à l'homologation du matériel.

RECHERCHES SUR LES TECHNIQUES MINIÈRES

Le Centre de recherches sur les techniques minières a des installations et du personnel en poste à Ottawa, à Elliot

Lake et à Calgary. Le personnel en poste hors d'Ottawa, au Laboratoire d'Elliot Lake et au Bureau de l'Ouest, est actuellement plus nombreux que celui du Laboratoire canadien de recherches sur les explosifs et du Laboratoire de la mécanique des roches, à Ottawa. Cependant, les travaux, réalisés en majorité en coopération avec les sociétés minières, sont exécutés dans l'ensemble du pays. La création du Bureau de l'Ouest facilitera les contacts avec les exploitants des mines de charbon, de métaux communs et de potasse de cette région.

Le Centre fonctionne suivant le système de projets, dont certains sont intégrés aux travaux de diverses sociétés et universités. En général, la perspective d'un produit rentable est prise comme critère de sélection des projets. Les projets, au rapport coût-bénéfice éventuel particulièrement élevé, reçoivent un appui maximum budgétaire.

Rupture des roches

La rupture des roches, tant au front de taille que dans les opérations de réduction des gros blocs de minerai à une dimension adéquate au traitement, est importante dans l'extraction. Des travaux ont eu pour objet l'étude de la mécanique de rupture, en utilisant des formes d'énergie autres que des explosifs qui peuvent conduire à des méthodes d'abattage absolument nouvelles. Cette expérience est une technique de pointe entreprise à la demande de l'Association Minière du Canada, à la suite d'une enquête révélant que ses membres considèrent la rupture des roches comme l'un des domaines les plus importants où la recherche devrait conduire à des économies certaines.

Outre l'amélioration des pratiques courantes par la recherche de nouvelles méthodes de forage, de sautage, de concassage et de broyage, une combinaison des méthodes classiques en un procédé différent des pratiques en cours était à l'étude. Des techniques de simulation par ordinateur sont à l'essai pour l'analyse et le contrôle des circuits de broyage. Était également entreprise une étude technique et économique sur l'emploi d'outils de picotage modifiés d'abattage de la roche, intégrés à une perforatrice de tunnel.

La recherche se poursuit sur l'amélioration de la sécurité et la réduction du coût de forage et du sautage, dont les dépenses représentent pour l'industrie canadienne environ 130 millions de dollars par an. L'emploi de techniques analytiques devrait permettre de réaliser, sous un laps de temps raisonnable, de substantielles économies. A ces recherches s'y emploient le Laboratoire canadien de recherches sur les explosifs, le Laboratoire de la mécanique des roches et le Laboratoire d'Elliot Lake, outre certains laboratoires de sociétés.

Contrôle des terrains

L'exploitation souterraine et à ciel ouvert s'exécutera à des profondeurs de plus en plus considérables et les problèmes du contrôle des sols augmenteront en complexité. La technique actuelle et les procédés par tâtonnement peuvent demeurer insuffisants. Des recherches s'imposent donc en prévision de ces problèmes. La science de la mécanique des roches n'est pas au stade où son emploi permet une planification entière de l'extraction et, du fait de la nature complexe des conditions du sol, une planification prévisionnelle absolue demeure irréalisable. Les travaux de recherche apportent aux exploitants de mines des renseignements d'assistance technique pour la prise de décisions de méthodes de traçage, d'extraction et de systèmes d'étayage.

Avec les progrès de la science de la mécanique des roches au Canada, le rôle du gouvernement dans la recherche minière se trouve transformé. Il conçoit des théories d'ensemble sur la déformation et la rupture des roches, étudie le matériel propre aux mines canadiennes et des projets multidisciplinaires. Ces études sont présentement hors de portée de la majorité des sociétés minières. Les ingénieurs attachés à une seule mine connaissent surtout les conditions de leur mine, tandis que les scientifiques du gouvernement visitent des mines et dirigent l'exécution de projets dans l'ensemble du Canada et acquièrent ainsi une vaste expérience leur permettant de conseiller les sociétés minières sur leurs problèmes de contrôle des sols.

Les recherches sur le contrôle des sols comprennent des études théoriques et pratiques, et un juste équilibre est recherché entre les deux. Les études théoriques englobent la simulation de conditions géologiques et d'extraction, l'évaluation d'instruments d'étude de la mécanique des roches, et fournissent des renseignements de base sur les roches des mines. Les travaux pratiques recherchent la solution de problèmes spéciaux aux mines, précisément sur la stabilité du toit dans les strates de sel et de houille, sur la stabilité des murs et des piliers dans les mines de roches dures, sur la stabilité et l'étayage des pentes des mines à ciel ouvert et des problèmes d'explosions dans les mines de houille.

Trois laboratoires participent aux recherches: le Laboratoire de la mécanique des roches à Ottawa, où s'effectuent surtout les études théoriques, le Laboratoire d'Elliot Lake,

où la recherche appliquée est effectuée dans les mines de roches dures et d'évaporites, et le Bureau de l'Ouest, à Calgary, concerné présentement avec les problèmes des mines de houille.

Contrôle de l'environnement

La poussière est depuis longtemps reconnue comme la cause d'une maladie professionnelle appelée pneumoconiose. Au Canada, l'emploi de méthodes modernes d'exploitation minière a entraîné un accroissement de poussière. Un meilleur aérage a permis d'éviter de sérieux dommages, mais une coordination des travaux des gouvernements, des universités et de l'industrie demeure nécessaire afin d'améliorer le milieu minier et d'apporter une solution au problème de la poussière.

Les travaux ont donc été orientés vers certains aspects négligés des lois de la physique régissant les mesures de la poussière comme: 1) la conception de méthodes normalisées de mesure des dangers de la poussière et des radiations, 2) la classification des environnements miniers en fonction des risques de poussière et des rapports roche-poussière et, 3) un meilleur aérage.

Le besoin d'un tel programme et ses avantages ont été confirmés par l'industrie. La recherche en cours sur l'uniformisation de méthodes de mesure des dangers de la poussière et des radiations est effectuée en collaboration avec les associations pour la prévention des accidents miniers de l'Ontario et du Québec et diverses sociétés placées devant de sérieux problèmes. L'efficacité de ce programme sera démontrée si, comme résultat, les connaissances acquises permettent une diminution du nombre d'indemnités, et d'établir des codes de sécurité pour la protection de la santé des mineurs sans entraver le progrès technologique en production. Ce travail s'effectue surtout au Laboratoire d'Elliot Lake.

Technique des systèmes miniers

Les systèmes de diverses opérations minières ont fait l'objet d'analyses. Les progrès réalisés par la recherche physique à différentes étapes de l'exploitation (forage et sautage, étayage, transport, etc.) ont été étudiés afin de déterminer leur influence sur l'économie minière. Des programmes pour ordinateur sont en cours de préparation pour le personnel des exploitations minières.

La complexité des techniques modernes fait qu'au Canada aucune organisation n'a le personnel et les installations qui lui permettraient de prêter son assistance dans les difficultés de nombreux domaines spécialisés. Cette carence a amené les services d'étalonnage, d'essai et de consultation à fournir leurs services à la demande des sociétés et organismes de l'industrie minérale et industries connexes. Cette assistance est en accord avec la politique de la Direction des mines, dont la ligne est d'orienter ses travaux de recherche en vue de combler les lacunes technologiques d'un intérêt spécial pour le pays. Le Laboratoire canadien de recherches sur les explosifs a la charge de la plupart de ces travaux.

La fonction générale des communications s'étend avec la création d'un Centre d'information, auquel participent la bibliothèque de la Direction des mines et le Laboratoire d'Elliot Lake; par l'entremise d'agents d'information et de liaisons télex, le programme prévoit fournir à l'industrie et aux universités l'aide nécessaire pour obtenir l'information de recherches la plus récente sur n'importe quel sujet. L'intégration avec la recherche privée est réalisée actuellement par projets conjoints ou d'échanges sur des sujets d'intérêt commun. Les sociétés minières qui coopèrent aux recherches de la Direction des mines totalisent environ 75 p. 100 de la production du Canada. Outre la diffusion classique de données importantes dans diverses publications, des rapports intérimaires sont rédigés, dont certains sont distribués exclusivement par l'Association Minière du Canada, à des sociétés intéressées, tandis que d'autres servent de notes de recherches et sont échangés avec des laboratoires canadiens et étrangers.

Comité consultatif canadien de la mécanique des roches

Le Comité consultatif canadien de la mécanique des roches a été constitué en 1963 en vue de stimuler l'intérêt et de coordonner la recherche dans cette science essentielle à l'exploitation minière. Il est formé en majorité de représentants de l'industrie et d'universités, et le personnel de la Direction des mines assure le secrétariat.

Une des commissions spécialisées du Comité a terminé l'année dernière une étude des conditions requises pour les fondations sur le roc. De nouvelles normes de construction au Canada devraient résulter de cette étude.

Un des principaux stimulants employés par la Direction, avec l'avis du Comité, pour encourager la recherche a été son progamme de subventions qui, de $10,000 au début de 1962, a atteint $363,000. Le Comité étudie et évalue en outre périodiquement les travaux de recherche du Centre sur la mécanique des roches.

SCIENCES MINÉRALES

En cours d'année, plus particulièrement dans la dernière partie, la Division des sciences minérales a sensiblement modifié l'orientation de ses recherches. En vue de faire coïncider les travaux de la Division et les objectifs actuels du Ministère, les recherches sur les matériaux ont été considérablement diminuées et remplacées par des travaux sur l'amélioration de l'environnement des industries minière et métallurgique, en faisant appel au matériel de la Division et à l'expérience de son personnel. Dans le domaine des normes de divers types, les recherches ont été également amplifiées. Certaines des réalisations les plus marquantes sont décrites en détails ci-après.

Sulfures

Sur la caractérisation des minéraux sulfurés, dont dépend une grande partie de l'industrie canadienne des métaux communs, la Division a effectué des études de la cristallographie de différents types de pyrrhotine, de chalcopyrite, de cubanite et de minéraux connexes. On pense que de très faibles variations de composition et de structure de ces minéraux ont une influence sur la facilité ou la difficulté de les enrichir. La Division a isolé plusieurs variantes inconnues et en a caractérisé la composition et la cristallographie.

Les travaux sur la production de sulfures synthétiques et composés connexes, effectués pour reproduire en laboratoire des types de minéraux naturels et destinés à différentes études cristallographiques ou physiques, se sont poursuivis suivant diverses techniques.

Des études de zones minéralogiques importantes ont été poursuivies dans différentes régions. La Division a terminé avec succès les études entreprises depuis plusieurs années des dépôts d'argent de la région de Cobalt—Gowganda, au nord de l'Ontario, et les résultats ont fait l'objet d'une publication complète. Des études en cours portent sur la minéralogie des dépôts porphyriques de cuivre-molybdène de la région de la vallée Highland (C.-B.), sur des dépôts de métaux communs de la région de Red Lake, dans le nord-ouest de l'Ontario, et sur des dépôts de tungstène-étain du sud-ouest du Nouveau-Brunswick.

Recherches sur les matériaux

Comme déjà mentionné, certains travaux de ce domaine ont été écourtés vers la fin de l'année, notamment la série d'études sur l'équilibre des phases à haute température des systèmes d'oxyde, entreprises depuis plusieurs années, ainsi que les travaux sur les matériaux magnétiques synthétiques (ferrites). La publication des résultats clôturera ces études. Sur l'équilibre des phases, l'étude des systèmes $CaO\text{-}Nb_2O_5\text{-}TiO_2\text{-}SiO_2$, $ZnO\text{-}Nb_2O_5\text{-}SiO_2$ et $CaO\text{-}Fe_2O_3\text{-}Al_2O_3\text{-}SiO_2$ a éclairé les scientifiques sur ces systèmes de grande importance minéralogique et technologique.

Les études sur les ferrites «dures» du type aimant permanent ont fait l'objet d'une série de rapports sur les propriétés céramiques et magnétiques du strontium, du baryum et des hexaferrites de plomb. L'étude des ferrites «douces», ou spinelles, très utilisées en application aux ordinateurs et aux rubans magnétiques, s'est poursuivie par des expériences d'après des schémas statistiques. Dans la production de ces matériaux, la technique de lyophilisation est considérée parfaitement applicable à ces matériaux.

Recherches et services analytiques

Ce programme a permis plusieurs réalisations de première importance pour les industries minière et métallurgique. La plus marquante réside dans la participation accrue de la Division à la conception de divers types de normes, notamment celles de méthodes d'analyse et de matériaux témoins.

Un projet a pour objet de constituer un groupe témoin de divers minerais normalisés, typiques des gîtes du Canada. Les résultats d'une série d'analyses de ces minerais, exécutées en coopération avec des laboratoires gouvernementaux et privés, ont fait l'objet d'une évaluation statistique. Dans une certaine limite, les divers éléments de ces minerais peuvent être précisés, ce qui permet de fournir des matériaux témoins utilisables au contrôle des processus analytiques de ces éléments. Les matériaux soumis à ces procédés comprennent des échantillons à teneur de platine, comme les sables alluviaux de la Colombie-Britannique, une matte de cuivre-nickel et un concentré de Sudbury. Aux mêmes fins, étaient analysés un minerai de molybdène du Québec, un mélange de W-Sn-Zn-Cu du Nouveau-Brunswick et un minerai de Cu-Mo de la Colombie-Britannique.

La Division a la lourde responsabilité de la conception de méthodes normalisées d'analyse de constituants métalliques acceptables sur le plan national et international, pour l'Association canadienne de normalisation, l'*American Society for Testing and Materials* et l'Organisation internationale de normalisation (OIN). La Division prépare

des normes standards métalliques pour des travaux d'analyse des spectres d'émission. Les méthodes statistiques d'estimation des résultats de ces travaux de normalisation prennent de l'ampleur et s'étendent jusqu'à l'évaluation des techniques d'échantillonnage et de traitement des minerais.

Les analyses des boues de minerai prennent de l'importance dans l'enrichissement et le traitement des minéraux. La Division étudie l'emploi dans ces travaux, de la fluorescence par rayons X qui, dans certains cas, provient de radio-isotopes comme le Cd-109. La spectroscopie à résonance magnétique nucléaire, appliquée à l'évaluation de la teneur en eau des boues, constitue une technique d'analyse complémentaire.

Assainissement de l'environnement

Dans le cadre du programme d'amélioration de l'environnement de la Direction des mines, la Division des sciences minérales a récemment préparé un groupe de projets en vue de l'amélioration des conditions d'exploitation minières et métallurgiques. Ces projets comprennent:

i) une étude des divers facteurs d'altération de la composition, en termes d'éléments de pollution, des effluents des amas de scories, des haldes et des bassins dépotoirs;

ii) une étude de couches de minéraux silicatés (comme la bentonite), qui pourraient être utilisées comme milieu possible échangeur d'ions pour le retrait des éléments de pollution de ces effluents;

iii) une étude de l'équilibre des phases des systèmes (Fe, Co, Ni) -S-Cl, pour obtenir des données applicables à la conception de procédés de traitement des minerais sulfurés, pour supprimer la phase d'oxydation au grillage par attaque au gaz d'acide chlorhydrique à des températures élevées;

iv) une étude complète des méthodes possibles de réduction du SO_2 des gaz de combustion des charbons à teneur de soufre, ou des minerais sulfurés lors du grillage.

MÉTALLURGIE EXTRACTIVE

La recherche et la mise au point à cette Division ont porté sur les procédés hydrométallurgiques, la réduction de la pollution et le contrôle de la corrosion des métaux. Également, étaient effectuées des études sur la cinétique et la thermodynamique de plusieurs réactions métallurgiques importantes dans ces domaines. Les résultats ont été mis à la disposition de l'industrie minière et métallurgique canadienne, sous forme de rapports de la Direction des mines et d'études publiées, et par l'intermédiaire d'organismes coopératifs comme le *Canadian Mineral Processors,* le *Canadian Mineral Analysts* et le *Canadian Uranium Producers' Metallurgical Committee,* et par des contacts directs.

Extraction et récupération des métaux

La Division a étudié, ces deux dernières années, la lixiviation des minerais grossiers d'uranium, afin de réaliser un procédé de lixiviation statistique par lessivage bactérien des chantiers d'abattage ou des haldes, pour réduire les coûts d'exploitation et de l'usine de lixiviation. Des essais à une usine pilote sur des minerais d'Elliot Lake, calibrés à moins de huit pouces, ont indiqué qu'une extraction à 85 p. 100 de l'uranium peut être obtenue sur une période de deux ans. Récemment, une étude conjointe, effectuée dans les mêmes conditions par une société canadienne d'exploitation d'uranium et la Direction des mines, a donné des résultats similaires sur une période de 30 semaines. Cette recherche a dû prendre fin par suite de l'arrêt de l'exploitation, mais il est évident que la lixiviation souterraine du minerai grossier d'uranium reste une méthode praticable et efficace pour traiter certains minerais d'uranium.

Un des problèmes d'extraction de l'uranium des minerais par action bactérienne réside dans la haute teneur en fer des solutions traitées. Une étude a donc été entreprise sur un procédé de récupération par échanges ioniques de l'uranium contenu. Des travaux ont démontré qu'une résine anionique faiblement basique, d'affinité beaucoup plus grande pour l'uranium que pour le fer, constituait un élément potentiel de récupération de l'uranium d'une liqueur contenant jusqu'à 10 g/1 de fer. Cette technique apporte la solution aux problèmes d'extraction de l'uranium par action bactérienne.

Également, le procédé d'extraction par solvants peut être employé à la séparation de l'uranium des solutions ferriques; cette technique rend possible la séparation à partir d'un minerai lessivé, supprime donc la phase de filtrage et réduit le coût du traitement. Des essais à l'aide d'une colonne de filtration sous pression ont prouvé une extraction possible de l'uranium à 99 p. 100 avec une perte de 0.13 livre de solvant d'extraction organique par tonne de matière sèche traitée. Bien qu'acceptable, la recherche tente d'abaisser cette perte.

La recherche a également appliqué la méthode d'extraction par solvants au procédé classique de lixiviation

ammoniacale sous pression pour les minerais de cuivre-nickel-cobalt, mais la séparation classique du nickel et du cobalt reste une opération plutôt complexe. La technique par solvants permet de réaliser, par procédés plutôt simples, une séparation nette du cuivre, du nickel et du cobalt. Deux sociétés en ont confirmé les résultats par leurs propres essais.

Assainissement de l'environnement

La résolution de l'anhydride sulfureux, produit au cours du traitement par procédés classiques de fusion des minerais sulfurés, fait l'objet de recherches de procédés hydrométallurgiques économiquement acceptables. Dans le traitement mixte des concentrés sulfurés de cuivre-nickel-cobalt, un procédé de lixiviation sous pression utilisant l'air ou l'oxygène comme oxydant est intéressant, du fait que l'action chimique convertit la majorité du sulfure en soufre élémentaire, corps non polluant. Les problèmes majeurs résident dans la lente dissolution du cuivre lorsque le minerai est de la chalcopyrite, et que l'extraction du cuivre dissous doit être opérée des résidus d'oxyde de fer. Des résultats de travaux, il ressort que ces deux problèmes peuvent être surmontés et qu'il y a tout lieu de croire que ce procédé peut recevoir une application commerciale.

Les métallurgistes canadiens s'intéressent en permanence à la pyrrhotine, du fait de son abondance, de son association fréquente avec les métaux de valeur, cuivre, nickel et cobalt, et de son importante production d'anhydride sulfureux à la fusion. Le lessivage à l'acide chlorhydrique est un des procédés étudiés pour le traitement de la pyrrhotine par voie hydrométallurgique. Ce procédé permet de récupérer le soufre élémentaire et d'isoler les métaux sous forme de concentrés à haute teneur, tandis que le fer apparaît sous forme de chlorure de fer concentré duquel l'acide chlorhydrique peut être extrait.

En théorie, ce procédé apparaît séduisant, mais la récupération de l'acide chlorhydrique est probablement trop coûteuse pour que le projet soit commercialement réalisable. Néanmoins, une observation récente permet de croire que la substitution de l'acide sulfurique à l'acide chlorhydrique peut simplifier la récupération de l'acide, tout en conservant les éléments intéressants du lessivage à l'acide chlorhydrique.

Tandis que le contrôle des émissions d'anhydride sulfureux des usines de traitement de minerais et de concentrés sulfurés est en principe certainement réalisable techniquement, celui de l'anhydride sulfureux dégagé au cours du grillage de la houille et du pétrole présente plus de difficulté, du fait, en partie, d'une plus grande dilution des gaz. Des recherches prolongées sur le calcaire comme capteur de l'anhydride sulfureux n'ont donné aucun résultat satisfaisant, mais, en outre, ce procédé entraîne le problème de l'évacuation des résidus solides. Les travaux ont démontré qu'en présence d'oxyde de fer agissant comme catalyseur, l'oxyde de magnésium peut absorber quantitativement l'anhydride sulfureux des courants de gaz dilués, et que l'anhydride sulfureux ainsi absorbé peut être récupéré soit sous forme de gaz concentré convertissable en acide sulfurique, soit pour être transformé en soufre élémentaire, avec du charbon par exemple. L'anhydride sulfureux récupéré, l'oxyde de magnésium peut l'être également, ce qui supprime le problème de l'évacuation des déchets solides.

Bien que nombre d'opérations métallurgiques ne comportent pas les problèmes associés à la production d'anhydride sulfureux, elles entraînent toutes la pollution de l'eau. A nombre de ces problèmes, les chercheurs ont apporté des solutions au cours des ans, mais de nouveaux et sévères règlements sont imposés aux métallurgistes, comme le contrôle des sels de cuivre, de zinc et de fer dans les effluents de certains traitements. Ce problème se trouve compliqué du fait de l'extrême dilution de ces éléments. Il est cependant démontré que des résines ioniques du type de l'acide sulfonique peuvent traiter des solutions du type de celles rencontrées dans les régions minières de Noranda et de Sudbury, dont les effluents peuvent être déversés en toute sécurité dans des cours d'eau.

Prévention de la corrosion

La corrosion demeure un facteur coût important pour l'industrie minière et métallurgique. Une étude sur les mines canadiennes de métaux communs, récemment publiée, a démontré que la machinerie et l'outillage en sous-sol étaient en général insuffisamment protégés. De nombreux programmes d'analyse ont été entrepris en vue de tenter une réduction des effets des gaz d'anhydride sulfureux et des sels acides formés par l'oxydation des poussières sulfurées. La réalisation de simulateurs d'atmosphères d'usine et d'atelier permet d'accélérer l'analyse de revêtements conçus pour résister à l'anhydride sulfureux humide.

La formule de revêtement classique de conversion chimique a été modifiée avec succès pour y inclure un nouvel accélérateur, l'hexamine, et de l'acétate manganeux au lieu du sulfate manganeux, pour obtenir un revêtement résistant à l'anhydride sulfureux saturé. Des études étaient

également effectuées sur les revêtements classiques de conversion en oxalate et en phosphate afin d'améliorer leur résistance aux atmosphères de la mine et de l'usine. Des expériences étaient en outre pratiquées dans un circuit de broyage pour réaliser une méthode économique de contrôle de la corrosion vers une réduction de l'usure des boulets et des chemisages. Les résultats ont démontré que 20 p. 100 de l'usure des boulets et des chemisages étaient dus à la corrosion.

Les études sur la galvanoplastie des métaux se sont poursuivies en vue de concevoir des revêtements de protection plus efficaces et plus économiques contre les atmosphères salines. Était également entreprise la mise au point de revêtements galvanoplastiques non poreux avec l'analyse du rendement de chromages minces obtenus dans des bains de faible densité à teneur de soude caustique. Une augmentation de la soude caustique améliore les propriétés protectrices des revêtements minces par réduction des fissures et des piqûres, courantes dans les bains classiques de chromage.

Analyses chimiques

En soutien des travaux de recherche de la Division, les chimistes ont analysé de nombreux échantillons composés de multiples éléments. Les théories avancées en hydrométallurgie et sur l'application de contrôles plus rigoureux sur la pollution ont exigé des études analytiques pour une transformation des méthodes en cours et en créer de nouvelles.

D'autres recherches avaient pour objet de perfectionner les méthodes utilisées dans le procédé à émission de flammes et à absorption atomique conçu pour déterminer le mercure dans les boues acides. Une des modifications a comporté la suppression de la phase de séchage au four utilisée dans le procédé classique analytique, laquelle donnait des résultats erronés.

Des mesures plus précises sur les xanthates et les dithiophosphates dans les liqueurs de flottation des usines sont nécessaires pour assurer un meilleur contrôle de la consommation de réactif et améliorer la qualité et la récupération des concentrés sulfurés. En ce sens, était entreprise une étude sur l'application de l'électrode à revêtement d'argyrose, au contrôle permanent des réactifs employés dans le procédé de flottation. Il résulte des expériences que les xanthates et les dithiophosphates dans les liqueurs de flottation peuvent être décelés parmi les divers éléments.

L'arsine, gaz extrêmement toxique formé lors de la récupération de l'or des solutions de cyanure arsénié, est la cause des accidents quasi mortels dans deux usines de production d'or au Canada. Dans la solution de ce problème, une étude était entreprise sur l'évolution de l'arsine et la conception de méthodes de prévention de sa formation. Le volume d'arsine peut être réduit, soit par oxydation au permanganate de potassium de l'arsenic présent dans la solution, vers sa conversion en arséniate, ou par l'addition de sels de cuivre pour neutraliser l'effet du zinc métallique sur l'arsenic en dissolution. Les études se poursuivent.

En prévision de l'accroissement futur du commerce de l'uranium et de ses produits entre le Canada et les États-Unis, l'*Atomic Energy Commission* des États-Unis a approuvé la désignation de scientifiques du laboratoire d'analyses de cette Division comme représentants officiels des intérêts du Canada.

RÉDUCTION DES MÉTAUX ET ÉNERGIE

Le Centre de réduction des métaux et de l'énergie a terminé sa première année de travaux avec l'année financière 1970-1971. Sa fonction est de coordonner les recherches en métallurgie ignée de diverses industries canadiennes dans les travaux sur la houille métallurgique et de cokéfaction. Les laboratoires opérant à l'échelle de l'usine pilote se trouvent dans la région d'Ottawa (rue Booth et Bells Corners), et un à Edmonton, dans un local gracieusement fourni par le Conseil de recherches de l'Alberta à Clover Bar. Les objectifs du Centre demeurent les mêmes:

a) étudier les besoins en énergie des industries canadiennes des métaux et des minéraux;

b) étudier les problèmes de transports conformes à ces besoins en énergie et la création de marchés pour les combustibles métallurgiques et leurs dérivés;

c) effectuer des travaux de recherches et de développement jusqu'au stade de l'usine pilote et portant sur:

   i) la production de minerais métalliques «surtraités» (notamment des minerais de fer réduits), de ferroalliages et autres produits métalliques;

   ii) l'application de l'énergie aux procédés métallurgiques, y compris la cokéfaction ou la conversion des

combustibles fossiles et la réduction des minerais métalliques; et

iii) la réduction de la pollution atmosphérique résultant de certains procédés métallurgiques, spécialement des ferro-alliages;

d) appliquer les résultats de ces études par:

i) l'organisation de groupements coopératifs officiels gouvernement-industrie, comme la *Canadian Carbonization Research Association*;

ii) l'organisation de comités techniques spécialisés, comme le comité d'études des problèmes spéciaux du transport hydraulique des houilles à cokéfier;

iii) la consultation avec des représentants de l'industrie, des universités et du gouvernement; et

iv) la rédaction de rapports et de mémoires.

Études pyrométallurgiques

Les travaux de cette section étaient centrés sur la production par four électrique de ferro-alliages et de produits connexes. L'industrie des métaux se trouve face à un sérieux problème de réduction de pollution atmosphérique par poussière très fine produite par la volatilisation des matières de charge soumises à la température élevée de l'arc électrique. Le coût raisonnable de production de l'énergie électrique favorise au Canada le développement de l'industrie métallurgique. Il est donc important d'apporter une solution à ces problèmes afin d'élever la situation économique de cette industrie. Les chercheurs ont orienté leurs travaux sur les fours à silicium et, vers la fin de l'année, la conception de méthodes de réduction assez sensible de la formation de poussières était réalisée tout en augmentant le rendement des fours. Ces techniques doivent être évaluées en usine pilote.

Dans une autre étude expérimentale de la pollution atmosphérique dans l'industrie pyrométallurgique, entreprise avec un important producteur de métaux non ferreux, un ensemble de travaux en usine pilote étaient exécutés sur la volatilisation du plomb et divers métaux en suspension dans les poussières de cheminée. Cette recherche, menée 24 heures sur 24, avait pour but de concevoir un procédé de recyclage de ces déchets de fusion. L'application industrielle de ce procédé demeure subordonnée à l'examen de méthodes similaires.

Parallèlement aux études de divers organismes industriels et instituts de recherches, des études étaient entreprises sur des procédés de bouletage des superconcentrés d'un minerai de fer de l'Est canadien, comme première étape vers leur utilisation dans un procédé de réduction directe dans un four rotatif. Les résultats obtenus par mélange et une sélection d'éléments de dimensions appropriées sont prometteurs. Les études du bouletage ont porté sur divers minéraux et rebuts, et étaient orientées vers leur utilisation dans un traitement ultérieur.

Un domaine important de cette recherche réside dans la mise au point d'appareillage. Un perfectionnement progressif du matériel de groupement électronique des données a été réalisé afin de parfaire le contrôle des fours de fusion et de réduire le temps d'interprétation des données obtenues.

Recherches sur la houille cokéfiante et études connexes

De graves perturbations ont entravé en cours d'année l'approvisionnement en houille cokéfiante. A la suite de cette carence, la Direction des mines a reçu de nombreuses demandes sur une étude des possibilités d'emploi, par l'industrie sidérurgique du Canada central, de charbons nouveaux, notamment les houilles cokéfiantes de l'Ouest du Canada. En coopération avec le ministère de l'Industrie et du Commerce, le Groupe canadien de recherche et de développement des producteurs, transporteurs et consommateurs de charbon a accepté d'entreprendre l'étude des besoins essentiels spécifiques des industries de l'acier et du charbon et d'adresser les demandes officielles de recherches au Programme d'avancement de la technologie industrielle (PATI). L'organisme a tenu deux réunions plénières en décembre 1970, et ses travaux ont été coordonnés avec les recherches en cours de la *Canadian Carbonization Research Association.* Le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources collabore avec ce dernier organisme sur les aspects technologiques de ses recherches en cokéfaction et recherches connexes, pour répondre aux besoins de l'industrie et assurer un usage optimum des installations de recherche très limitées dont dispose le Canada.

Ces sujets ont entraîné en cours d'année un volume record de recherches en cokéfaction avec un total de 156 essais. La réinstallation au nouvel emplacement de Bells Corners s'est poursuivie et il ne restait rue Booth, en fin d'année, que le four de 12 pouces à parois mobiles. Il sera réinstallé à Bells Corners et servira avec les deux nouveaux fours (le nouveau four de 12 pouces sera en service au début de l'année prochaine), jusqu'à la décroissance des demandes d'essais d'évaluation, ou de la mise en service de nouvelles installations, vraisemblablement à proximité des

nouveaux charbonnages de l'Ouest. Néanmoins, les techniciens ont poursuivi l'expérimentation de méthodes en vue d'accroître le rendement des fours à coke, par des études sur le préchauffage, l'emploi d'additifs, le contrôle de densité de la masse, etc., outre la recherche de meilleurs procédés d'évaluation, orientée sur la pétrographie.

Au Laboratoire régional de l'Ouest, la recherche était centrée vers la mise au point d'une méthode pour la «reconstitution» de houille cokéfiante sous forme de boue pour un transport hydraulique. Un procédé technique réalisable a été conçu à l'usine pilote. Cette découverte ouvre la voie à la construction de pipe-lines pour le transport de la houille cokéfiante, considéré jusqu'ici irréalisable. Le nombre incalculable d'analyses dans cette recherche a rendu nécessaire le concours des laboratoires d'Ottawa.

Outre cet important projet, les travaux étaient poursuivis sur la mise au point par étapes de circuits intégrés de lessivage de la houille, applicables à la houille friable de l'Ouest. Était également entrepris un autre important projet sur l'enrichissement maximum du lignite pour rendre son transport plus économique et éliminer certains éléments délétères.

TRAITEMENT DES MINÉRAUX

La Division du traitement des minéraux est chargée de la recherche sur le traitement et l'utilisation maximums des minéraux. Les travaux englobent la recherche appliquée dans les domaines de la séparation des minéraux, de la céramique, des matériaux de construction et des minéraux non métalliques, outre la diffusion de conseils techniques à l'industrie et aux autres ministères du gouvernement.

La Sous-division des minéraux industriels a fait des recherches sur l'enrichissement des minéraux, la céramique, les matériaux de construction, les minéraux non métalliques et de rebut, en coopération avec la Section de la minéralogie des minerais. Les travaux ont porté sur l'évaluation des gisements de minéraux, l'enrichissement et le traitement des minéraux industriels, jusqu'à la création de produits utiles comme les céramiques, les matériaux de construction, les produits chimiques, les produits de remplissage et les composés. Certains travaux ont porté sur l'étude des matériaux, où les propriétés sont déterminées et mises en valeur afin d'assurer une meilleure utilisation des matériaux non métalliques.

La Section de l'usinage des minéraux industriels a poursuivi l'étude sur la flottabilité des minéraux non métalliques, et a dû répondre à de nombreuses demandes pour un complément d'information sur ce sujet. Les scientifiques ont appliqué le triage photométrique à la préconcentration du béryl, des terres rares et de l'uranium. Les travaux ont commencé par un projet de recherche sur la séparation de la sylvite de l'halite au moyen de cette méthode, et sur l'étude d'un procédé comparatif de l'aptitude au broyage des minerais non métalliques. Les recherches à la Direction des mines sur la flottation de la célestine, minéral de strontium, ont aidé au démarrage des travaux à l'usine de la *Kaiser Celestite Company* en Nouvelle-Écosse. Des recherches ont été entreprises sur l'enrichissement des minerais canadiens de magnésite, de béryl, de feldspath, de quartz, de barytine, de spodumène, de scheelite et de marne.

La Section des matériaux de construction et l'Université d'Ottawa ont entrepris un projet commun en vue de déterminer l'effet des températures au-dessous du point de congélation sur la durée de résistance du béton. La durabilité du béton sous les conditions climatiques du Canada a fait l'objet de vérifications dans plusieurs projets. Le laboratoire des agrégats a effectué des recherches sur la durabilité des gros et petits agrégats des panneaux à parement muraux. Les principaux facteurs étudiés étaient l'effet de la dimension, la forme et la composition granulométrique des agrégats sur la stabilité de l'appareillage lié avec du ciment. La Section a collaboré avec l'*ASTM* dans l'étude de méthodes de probation de la résistance, et a également participé à une série d'essais sur le degré d'hydratation de divers types de cendres volantes de ciments mixtes.

La Section de la céramique a étudié les propriétés de nouveaux matériaux et produits de céramique. Ses techniciens ont préparé par procédé cryochimique une alumine d'un haut degré de pureté et ont étudié son comportement thermique pour obtenir des données vers la solution du problème d'une alumine canadienne utilisable à la fabrication de supports d'appareils électroniques. Ils ont également conçu une méthode pour accroître la résistance aux chocs thermiques, de la porcelaine canadienne, de la poterie de grès, des tuyaux d'égouts et des revêtements de cheminées. Des composés de lithium ont servi aux recherches.

La Section a mis au point l'appareillage préliminaire nécessaire au mesurage du degré de diffusion thermique des solides à partir de modèles théoriques. Les mesures pratiquées sur des échantillons d'alumine et de pyrocéramique se sont revélées très proche des valeurs reconnues, justifiant le concept théorique. Des études sont en cours afin de perfectionner cette méthode de mesure.

Les propriétés de minéraux de divers gîtes canadiens ont fait l'objet d'études. Des gîtes de schiste argileux et

d'argile ont été évalués en tant que sources possibles de matière brute pour la fabrication de produits d'argile et d'agrégats légers. Ont également fait l'objet d'études, les gîtes de matériaux comme la magnésite de la Colombie-Britannique, le talc de l'Ontario, de la Colombie-Britannique et du Manitoba, le calcaire de Terre-Neuve, la diatomite du Nouveau-Brunswick, l'amiante du Québec, la bentonite de la Saskatchewan, le gypse, le calcaire et la silice de l'Alberta. En collaboration avec l'Association des mines d'amiante du Québec, le personnel a poursuivi les recherches sur la fibre d'amiante. Les travaux ont comporté des études sur l'utilisation de la fibre d'amiante dans les matières plastiques et des mesures de la constante diélectrique à titre d'indication de la teneur en amiante, sur le comportement des fibres d'amiante dans un champ magnétique, et sur la relation entre la susceptibilité magnétique de l'amiante et son degré.

Des recherches étaient effectuées sur deux aspects généraux de la concentration métal-minerai. Les recherches sur l'amélioration des procédés ont englobé des études sur la flottation et la filtration.

Principes fondamentaux de la flottation

Les travaux sur la conception d'une méthode, fondée sur la photospectrométrie, ont été poursuivis afin de déterminer et de régler la concentration des ions métalliques dans des solutions de pulpe en flottation. Ce procédé constitue le principal moyen de créer la sélectivité requise pour séparer les minéraux de différents métaux, comme la pyrite de la chalcopyrite, la sphalérite de la pyrrhotine, le carbonate de plomb de la dolomie. La concentration cuivre-ion étant un facteur déterminant dans les deux premières séparations mentionnées, les travaux ont été centrés sur la répartition complexe dans l'eau du cuivre-ion.

Une partie d'un programme d'étude sur la flottation, entrepris pour modifier la structure des collecteurs d'amines pour obtenir des collecteurs spécifiquement sélectifs des minéraux du type «oxydes», a fait réaliser la synthèse de collecteurs d'amines aptes à faire flotter la scheelite et le carbonate de plomb, avec séparation absolue des minéraux de la gangue. Un rapport sur ce sujet est en cours de rédaction et sera présenté à Londres en 1973 au Congrès international sur le traitement des minéraux.

Les recherches se poursuivent à l'appui d'une étude des charges électriques sur les bulles d'air au cours de la flottation. La charge électrique peut être mesurée et, si une méthode de contrôle de sa polarité et sa grandeur peut être conçue, il deviendra possible d'accroître le taux de flottation des minéraux très fins, libérés par un broyage fin obligatoire des minerais, comme dans le cas de ceux du Nouveau-Brunswick.

Principes de filtration et de déshydratation

Deux programmes de recherches en usine, en collaboration avec l'*Iron Ore Company* et l'*Hilton Iron Mines,* sont en cours d'exécution afin de concevoir des toiles filtrantes de qualité et d'accroître le taux de filtration. Les méthodes des mises au point pour l'évaluation des variables dans le procédé de filtration incluent l'analyse au microscope électronique et la méthode du potentiel d'électrofiltration.

Dans un secteur secondaire de recherches générales, l'objectif était la mise au point de meilleurs procédés de concentration de certains types de minerais. Ces minerais étaient ceux de molybdène, de fer mélangés, oxydés et sulfurés, de nickel à faible teneur, de tungstène, et un minerai complexe bismuth-tungstène-molybdène.

L'étude d'une méthode de flottation des minerais de molybdénite de la région de Cadillac, au Québec, a été terminée. La teneur élevée en talc de ces minerais a entraîné au cours de l'exploitation un accroissement des coûts. Un procédé simple permet d'abaisser la teneur en talc et de réaliser une haute production de molybdénite d'excellente qualité, mais le ralentissement du marché du molybdène a amené l'arrêt de l'exploitation aux deux mines, avant les essais en production de ce procédé. Son application devra donc attendre une situation économique plus favorable.

L'étude de plusieurs minerais à sulfure de nickel à basse teneur a fait ressortir que le principal inconvénient à leur concentration réside dans leur haute teneur en nickel sous forme de minéraux silicatés. Les sulfures de nickel finement disséminés peuvent être libérés par broyage fin et flottation mais, jusqu'à présent, la concentration par procédés physiques des silicates à teneur de nickel demeure impossible.

Afin d'encourager l'exploration, plusieurs études de minerais ont été entreprises sur leur valeur de concentration afin d'évaluer leur potentiel économique et déterminer la rentabilité de leur exploitation.

DIRECTION DE LA PHYSIQUE DU GLOBE

DIVISION DE LA GRAVITÉ

Un objectif majeur de la Division est de compléter les levés gravimétriques régionaux de la masse continentale canadienne, des plateaux continentaux et des eaux intérieures. La *Carte gravimétrique des anomalies de Bouguer,* publiée en 1968, illustre la progression des travaux jusqu'à la fin de 1966. En 1971, comme au cours des années précédentes, les efforts étaient orientés vers l'achèvement de ce programme. Sur le terrain, les travaux de levés d'environ 7,000 nouvelles stations gravimétriques étaient réalisés ainsi:

1. Une équipe, appuyée de deux hélicoptères et d'un avion à ailes fixes, a établi 3,700 nouvelles stations gravimétriques à intervalles de 8 milles dans une vaste région des districts de Mackenzie et de Keewatin, y compris les îles Roi-Guillaume et Southampton et la partie sud de la péninsule de Boothia.

2. Plus au nord, sur l'île Banks, un petit groupe avec un hélicoptère, a établi à travers l'île 910 nouvelles stations à intervalles de 8 milles.

3. Sur les glaces de la mer de Beaufort, des équipes ont observé environ 1,500 nouvelles stations à intervalles de 4 milles, outre 88 stations à intervalles de 7 milles sur la glace immédiatement à l'ouest de l'île Banks. Les équipes ont réalisé une grande partie de ces travaux en coopération avec les hydrographes de l'Étude du plateau continental polaire.

4. En Colombie-Britannique, d'autres ont observé 167 nouvelles stations dans un quadrillage de 4 milles adjacent au site d'une expérience séismique prévue pour 1973 dans la région de Quesnel.

5. Au large de la côte est du Canada, 450 nouvelles stations sous-marines ont été observées dans un quadrillage de 7 milles sur le plateau Scotian. L'observation de la gravité dans cette région s'étend maintenant sur 130 milles environ au large de la côte et vers l'ouest à un point aussi éloigné que 65°35'W.

6. Un levé de la gravité locale du batholite de Guichon a été effectué en collaboration avec le ministère des Mines et des Ressources pétrolières et l'Université de la Colombie-Britannique, et environ 200 stations à intervalles d'un mille ont été observées le long de trois profils. Les résultats suggèrent un rapport étroit entre les valeurs minimums de la gravité et les gîtes de porphyre-cuivre.

Tous ces levés ont été rattachés au Réseau gravimétrique primaire du Canada. Les autorités ont retardé la publication du nouveau réseau jusqu'à l'adoption du Réseau international de standardisation de la gravité de 1971 (RISG71) afin que le système de référence du Canada corresponde aux normes mondiales. Les ajustements sont en cours de réalisation. L'adoption des nouvelles valeurs absolues du Réseau international, en remplacement des normes actuelles de Potsdam, associé à l'adoption du nouvel ellipsoïde de référence de la gravité (1967), oblige à reprendre le calcul de tous les réseaux de contrôle secondaires et de toutes les données sur les anomalies gravimétriques du dossier de la Division. Ce travail de conversion prendra de deux à trois ans.

La Division a apporté en cours d'année sa coopération à un groupe d'étude de l'Association internationale de géodésie chargé de l'établissement du RISG71. Les ajustements préliminaires apportés par divers organismes participants concordaient étroitement, et l'état définitif, qui touche 2,000 stations gravimétriques mondiales, a été calculé à Ottawa par ordinateur à la Division. La nouvelle norme de référence gravimétrique a été adoptée en principe à Moscou en août 1971, lors de la réunion de l'Union internationale de géodésie et de géophysique.

En mars 1970, le Centre des données de la Division a installé un restituteur horizontal EAI 430. Sa précision et son rendement sont sensiblement supérieurs à ceux du restituteur précédemment employé. Les techniciens ont conçu un système général de périgrammes pour servir avec les programmes FORTRAN IV de l'IBM 360; la mise au point d'un système d'analyse automatisée des isohypses se poursuit. En août 1971, le Ministère a annoncé l'achat d'un système d'ordinateur CDC 6400 et, dès septembre, était entreprise la conversion à ce système de tous les programmes IBM 360. Ce travail devrait être terminé en janvier 1972. Le Centre des données a traité en cours d'année environ 80 demandes relatives à des données gravimétriques et connexes provenant d'agences de l'extérieur.

Les études qui comportent l'emploi de données de levés gravimétriques ont progressé favorablement au cours de

l'année. Ont également avancé, à l'aide de modèles simplifiés du globe, les études sur les mouvements verticaux de la surface de la Terre, reliés au rebond postglaciaire, sur la montée eustatique du niveau de la mer et la déformation élastique de la Terre due à la fonte de glaciers tardifs. Les mouvements du sol sont vastes et significatifs et ont exigé une réévaluation du sens de variation eustatique du niveau de la mer. En conclusion, il n'existe aucune preuve d'une variation eustatique importante du niveau de la mer au cours des 6,000 dernières années et les renseignements sur les niveaux antérieurs de la mer, lorsqu'ils sont suffisamment diffusés, peuvent être utiles à l'étude de la structure mécanique profonde de la Terre.

La connaissance des variations de la densité des roches est importante dans l'interprétation de la gravité. Du bassin occidental canadien de l'Alberta et de la Saskatchewan, les physiciens ont collecté des carnets de forage (densité gamma-gamma) d'entreprises pétrolières, aux fins d'une étude statistique de la densité des roches sédimentaires. Ils ont subdivisé ces carnets en 34,000 intervalles sur une distance de 814,000 pieds et ont classé les données (densité, lithologie, toits des formations et détails des puits) dans quatre fichiers à disques. Les résultats de cette étude ont permis de dresser une nouvelle carte des anomalies de Bouguer, qui reflète la répartition anormale de la masse sous les sédiments, et ont éclairé sur les variations de la densité des sédiments.

Les anomalies de Bouguer et isostatiques d'une section transversale de la partie sud de la Cordillère, des plaines Intérieures au banc de Juan de Fuca au large de l'île Vancouver, ont été récemment interprétées en termes de structure géologique et corticale. Les anomalies de Bouguer se rapportent aux variations de densité près de la surface, mais sont déformées par les effets de l'élévation. Les physiciens ont annulé ces effets par calcul des anomalies isostatiques pour une écorce Airy (épaisseur de 30 km) d'un contraste de densité de $0.4 g/cm^3$. Ils ont interprété les variations régionales de l'amplitude de ces anomalies en termes d'un certain nombre de blocs schisteux de diverses épaisseurs, et des variations régionales de la densité corticale et du manteau supérieur. Les variations de l'épaisseur corticale sont corroborées par les estimations d'expériences séismiques antérieures, et une étude était effectuée sur l'importance des modèles dérivés, en termes de l'évolution tectonique horizontale de la Colombie-Britannique.

Les physiciens ont également tenté d'interpréter la macrostructure du Bouclier canadien en fonction de la tectonique des plateaux. Une hypothèse énoncée émet l'opinion d'une séparation, par les mers aux temps géologiques, des provinces du lac Supérieur et de Churchill et qu'actuellement elles seraient soudées le long d'une géosuture de la périphérie de la province du lac Supérieur, depuis le Manitoba, par la baie d'Hudson jusqu'au géosynclinal du Labrador.

La Division a récemment entrepris un nouveau programme d'études gravimétriques détaillées dans des régions à importance économique connue ou à potentiel. Le bassin de Sudbury a constitué la première région à l'étude. Une étude précise des anciennes et nouvelles données a permis de dresser une série de nouvelles cartes gravimétriques (anomalies de Bouguer, première dérivation verticale, deuxième dérivation verticale, etc.) et un nouveau modèle tridimensionnel de la structure de Sudbury. En 1972, les études porteront sur une section transversale du géosynclinal du Labrador formé de certaines roches géosynclinales les mieux conservées du Bouclier. Les physiciens considèrent la gravité comme un support fondamental pour en élucider le processus évolutif. Les mesures gravimétriques régionales ont déjà révélé de fortes anomalies dans la fosse et ses marges.

Un important programme de recherche s'est poursuivi sur les marées terrestres avec comme objectif la correction des effets d'attraction et de pression des marées océaniques. Une telle correction est nécessaire afin de pouvoir déterminer la marée terrestre, et la connaissance des effets de la marée océanique est elle-même utile en raison de sa subordination à la structure mécanique de l'écorce et du manteau supérieur. Des méthodes sont maintenant au point pour calculer l'effet des marées océaniques sur la gravité des marées terrestres à l'intérieur des terres et mesurer les inclinaisons partout dans le monde. Les résultats sont compatibles avec les observations faites en Amérique du Nord et en Europe de l'Ouest, mais non avec celles effectuées en Europe de l'Est et en Asie. Cette disparité peut indiquer une différence systématique dans les paramètres élastiques utilisés en Asie ou une erreur dans la répartition présumée des marées océaniques.

Une méthode comportant un nombre défini d'éléments pour la détermination de la formule de Green applicable à une terre dont la structure corticale et du manteau supérieur serait arbitraire, a été mise au point en collaboration avec l'Université Dalhousie. Cette méthode a été appliquée avec succès sur la côte de la baie de Fundy où l'épaisseur de l'écorce semble de 35 km, le manteau supérieur normal, et dont la structure corticale diffère de celle des Appalaches, sous-jacente au golfe Saint-Laurent.

Les physiciens ont centré la recherche en instrumentation sur la conception d'un enregistreur étalonné des marées terrestres. Ils ont conçu un prototype permettant l'application d'une accélération sinusoïdale verticale connue sur une période de 100 secondes, et ont obtenu un étalonnage précis à 1 ou 2 p. 100 près. Les modifications en cours devraient améliorer la précision à 0.1 p. 100 près à 1,000 secondes. Deux gravimètres nord-américains ont été convertis en enregistreurs étalonnés de marées terrestres du type TRG-1.

Un inclinomètre à colonne d'eau est aussi à l'essai et on a obtenu des résolutions à 0.1 p. 100 près, de l'amplitude de la marée sans effet de «striction» ou d'hystérèse. Cet instrument devrait recevoir une grande application dans l'avenir.

Était également en progrès, la recherche d'éléments à la mise au point d'appareils de mesure de l'inclinaison systématique de l'océan Arctique. Ce projet entre dans le cadre d'une entreprise internationale dénommée Étude conjointe sur la dynamique des glaces de l'Arctique (ECDGA), prévue pour 1974, bien que les études pilotes remontent à 1969. Des mesures d'essai de l'inclinaison de l'océan ont déjà été prises dans l'océan Arctique et le golfe Saint-Laurent; la mer de Beaufort sera le prochain objectif en 1972.

En géodésie physique, la Section a effectué les calculs des données gravimétriques de la déviation dans quelques stations astrogéodésiques. Les premières analyses ont montré que la précision requise nécessitait des levés complémentaires gravimétriques autour du point de supputation. La planification de ces levés est en cours. Une étude de méthodes de calcul de l'intégrale de la formule de Stokes sur un massif de degré et de dimensions donnés est en cours, et la Division étudie son application au calcul de l'erreur standard de la hauteur géoïdique à partir de données des erreurs standards des valeurs gravimétriques moyennes sur des massifs distincts. Une autre étude est en cours sur une méthode de calcul des formules Legendre entièrement normalisées pour l'analyse harmonique sphérique des données gravimétriques de l'univers.

La Section de la physique des roches a continué son étude sur les cratères anciens de météorites et son étude connexe sur les chocs supersoniques. Contrairement aux années passées, le personnel a consacré peu de temps à l'exploration, à la cartographie, à la pétrographie et aux divers aspects nécessaires à la démonstration des théories sur l'origine de l'impact des accidents topographiques circulaires. Une exception notable est l'identification comme cratère météorique du lac Wanapitei, à l'extrémité nord-est du bassin de Sudbury. Une anomalie circulaire négative de Bouguer, de 14 mgals dans le lac, et la découverte, dans les brèches de la rive du lac, des déformations typiques dues au choc météorique confirment cette origine. La coésite, silice polymorphe à haute pression, présente en général uniquement dans les cratères météoriques et peut-être dans certaines météorites, a été identifiée par rayons X dans un fragment très vitreux des brèches du lac Wanapitei. Bien que signalée dans quelques cratères, son identification dans un cratère canadien est la première absolument incontestable. Le lac Skeleton, en Ontario, est considéré depuis quelques années comme un cratère météorique probable et l'existence d'une anomalie circulaire négative de Bouguer dans ce lac est maintenant confirmée. Des divers cratères signalés comme d'origine météorique possible, certains ont été rejetés après l'étude de cartes spéciales et de photos aériennes, mais la plupart feront l'objet d'études complémentaires. Des géologues et certaines personnes ont soumis, aux fins d'identification, huit échantillons présumés météorites. L'un, reconnu comme météorite, a été déposé à la Collection nationale.

Des études pétrographiques récentes étaient destinées à l'analyse de la composition des coulées à l'impact et à l'effet de choc dans les feldspaths potassiques. Dans l'établissement d'un parallèle entre les métamorphismes naturels de choc et les conditions de formation, des essais de choc ont été effectués sur des feldspaths potassiques au *California Institute of Technology* où des pressions ont pu être obtenues jusqu'à 413 kilobarns.

La Division, dans son programme conjoint avec la Commission géologique du Canada, a étudié des échantillons lunaires, prélevés au cours des missions d'Apollo 12 et 14, spécialement sur l'aspect des effets de choc sur les brèches et les «fines». La Section de la physique des roches a également apporté une assistance scientifique aux astronautes d'Apollo 16 dans leurs études géologiques, pratiquées en Ontario dans le bassin de Sudbury.

DIVISION DE LA SÉISMOLOGIE

Aux observatoires séismologiques, équipés de séismographes à courte et à longue périodes, le personnel a poursuivi les travaux classiques, sauf à la station d'Halifax, passée d'une station de premier ordre à une de second ordre, et équipée d'un seul séismographe vertical à courte période. Afin de mieux déceler les phénomènes de l'Est du Canada, la Division a installé à Fredericton (N.-B.) une station de second ordre semblable à celle d'Halifax.

La Division a également installé à Suffield (Alb.) un séismographe spécial à secteur étroit, à haute amplification, à courte et longue période, afin de compléter les séismogrammes transmis d'un séismographe similaire opérant à Alert (T. N.-O.). Des installations de ce type, mais plus complexes, étaient prévues pour Penticton et Mould Bay en 1971. Ces appareils devaient subir des essais et des modifications à Ottawa avant leur livraison.

Un emploi conforme des ordinateurs a permis une vérification plus rapide et plus complète d'environ 30,000 phases P transmises annuellement par les stations du réseau. Cette amélioration a accéléré le service avec les centres internationaux d'informatique à Rockville, Maryland (NOA) et Édimbourg (Écosse) (ISC).

Le personnel a inspecté régulièrement les lieux afin d'assurer le contrôle de la qualité et l'étalonnage des instruments des stations du réseau canadien.

Les études sur la séismicité au Canada ont été poursuivies et la Division, de concert avec l'Université Laval, a entrepris au cours de l'été une étude sur la séismicité de la vallée du Saint-Laurent, près de La Malbaie (Québec). Le réseau de forte intensité déployé le long de la côte ouest a obtenu les premiers spectres d'importance de forte intensité de tremblements de terre au Canada. Les résultats analysés seront diffusés aux séismologues.

Nombre d'études publiées portent principalement sur la structure de l'écorce et du noyau terrestre. Ces travaux ont permis de calculer des phases séismiques non identifiables antérieurement. Définies théoriquement, les fonctions de réaction corticale pour les foyers et le lieu des stations ont permis le calcul de séismogrammes théoriques pour les explosions nucléaires et les accidents téléséismiques. Les ondes de surface, enregistrées par le réseau canadien de stations à longue période, ont servi à une étude de reconnaissance de l'épaisseur de la lithosphère au Canada.

Les résultats d'un levé de la réfraction corticale dans la région de Yellowknife, Territoires du Nord-Ouest, ont été publiés. Ils indiquent que la structure générale de la région a une conformité aussi simple que toute autre découverte au Canada. Un point d'intérêt éclairé est que la discontinuité M, sous-jacente à l'East Arm du Grand lac des Esclaves, considérée par les géologues comme un graben majeur, est une profonde dépression. Le traitement est en cours de la masse de données enregistrées l'an dernier le long d'une ligne de 100 km près de Yellowknife. Les résultats semblent indiquer la présence dans l'écorce supérieure d'un chenal bien défini de faible vitesse.

Un profil exécuté sur la réfraction corticale, au nord-ouest des îles Reine-Élisabeth jusqu'au-delà de l'océan Arctique, indique un amincissement de l'écorce à partir d'une épaisseur continentale normale sur le littoral, à une écorce océanique normale sous le bassin canadien.

L'emploi de séismogrammes synthétiques dans l'interprétation des données sur la réfraction corticale, obtenues antérieurement dans la province de Québec, constitue un réel progrès théorique. Cette méthode a permis d'affirmer l'existence d'une couche corticale de faible vitesse le long du front de Grenville, ce qui explique l'une des plus vastes anomalies gravimétriques de l'Est du Canada.

Les géologues ont réalisé et publié une synthèse des observations géophysiques de la Cordillère canadienne. Cette étude apportera des éléments d'orientation à la recherche géophysique dans l'Ouest.

Le groupe des études géothermiques a poursuivi ses travaux de mesurage, spécialement dans le Bouclier, la Cordillère et les îles de l'Arctique. Un spectromètre à rayons gamma a servi à mesurer la production de chaleur des échantillons de roches, afin d'établir une relation entre le flux thermique et la production de chaleur intérieure corticale. Les études publiées portent sur la mesure et l'analyse du flux thermique dans la région de Kapuskasing et sur le degré de perturbation du flux thermique due aux variations climatiques.

Le pergélisol a fait l'objet de longues études. Les techniques de mesure de la température et des propriétés thermiques de la roche, mises au point pour l'étude du flux thermique, ont une grande importance en recherches sur le pergélisol. Divers puits stériles d'exploration pétrolière dans l'Arctique ont été préservés pour obtenir des données précises de la température, et des projets étaient établis pour la prise, au cours de l'été de 1971, de mesures des propriétés thermiques de sédiments gelés de la vallée du Mackenzie.

Un réseau tripartite d'appareils séismiques à longue période a été affecté à la réception des signaux du réseau à courte période de Yellowknife (T. N.-O.). Les signaux des stations éloignées sont transmis à la station de base par liaisons radio-télémétriques et, similairement, les cycles d'amplitude et de contrôle sont réglés à partir de la station de base. En 1970-1971, était achevée la planification des opérations de remplacement du réseau à courte période par la radio-télémétrie à deux voies.

Une évaluation détaillée des installations d'études séismiques en usage dans le monde et intitulée *Seismological Detection and Identification of Underground Nuclear Explosions* a été préparée pour être diffusée par le gouvernement du Canada lors de la 26e Assemblée générale des Nations Unies.

Une étude expérimentale en séismologie à l'aide d'un extensomètre laser a été réalisée dans les voûtes séismiques à Ottawa. Des observations, il ressort que pour ces travaux la technique mécanique demeure préférable à celle au laser. Un appareil pour un séismographe à bande double et à enregistrement facultatif a été conçu et construit.

Le groupe de la géodynamique a poursuivi près d'Ottawa et de Calgary ses observations sur la rotation de la Terre et le déplacement polaire à l'aide de lunettes zénithales à chambre noire (PZT). Depuis le milieu de 1968, cet appareillage fonctionne sur le même parallèle avec le *Royal Observatory* de Greenwich (Herstmonceux), aux fins d'exécution d'un programme commun d'observations pour la détection des déplacements longitudinaux et latitudinaux dus à la dérive des continents. Ces travaux apportent une importante contribution aux services internationaux d'observations de la rotation et du déplacement polaire, Bureau international de l'heure (B.I.H.) et l'*International Polar Motion Service* (I.P.M.S.). Depuis 1956, les observations à Ottawa ont été réduites à une base homogène et ont fait l'objet d'analyses en termes de périodes et de siècles; un catalogue est à jour. Les résultats détaillés des observations effectuées à Ottawa et à Calgary, jusqu'en décembre 1970, sont sous presse. L'appareillage comporte des instruments de premier ordre et permet des observations du déplacement polaire d'une précision jamais atteinte.

DIVISION DU GÉOMAGNÉTISME

Les données sur la direction et l'intensité du champ magnétique indiquées sur les cartes magnétiques, topographiques, aéronautiques et marines du Canada résultent en majorité des levés aériens réalisés par la Division du géomagnétisme. Les levés de 1970 couvrent les îles canadiennes de l'Arctique et environ le tiers de l'océan Arctique, territoire entre le pôle nord géographique et le continent canadien, le Groenland et Spitsbergen. Les données magnétiques obtenues résultent de levés par avion DC-6B nolisé, le long de 22 lignes de vol parallèles, espacées de 40 milles, soit un survol de 50,000 milles.

Outre des renseignements vitaux pour la navigation aérienne transpolaire, les levés ont permis la cartographie de vastes tracés d'anomalies magnétiques reliées aux dorsales océaniques. Ces anomalies révèlent l'évolution de la formation du bassin de l'Arctique, et leur étude permettra l'analyse du processus de formation des gîtes de pétrole et de gaz dans l'Arctique canadien.

Le déplacement constant du champ magnétique entraîne la révision des cartes magnétiques tous les cinq ans. La mise à jour des données des levés aériens antérieurs nécessite, à intervalles de quelques années, des mesures au sol à 100 stations de contrôle définies avec exactitude et bien réparties géographiquement. Vingt-cinq stations, en majorité dans l'ouest de l'Arctique, ont fait l'objet de ces levés.

Des cartes publiées au 1:10,000,000 indiquent pour 1970 la direction et le degré de déplacement du champ magnétique au Canada et océans limitrophes.

Les variations du champ géomagnétique sont enregistrées en permanence aux observatoires d'Alert, Resolute, Baker Lake et Mould Bay (T. N.-O.); St-Jean (T.-N.); Poste-de-la-Baleine (Québec); Ottawa (Ont.); Churchill (Man.); Meanook (Alb.); et Victoria (C.-B.). Outre ces observatoires, des postes enregistreurs automatiques fonctionnent à Lynn Lake, à Thompson, à Le Pas et à Winnipeg (Man.), dans un programme de recherches communs avec la *National Aeronautical and Space Administration* des États-Unis et le satellite synchrome ATS-5. Les recherches englobaient l'étude de plusieurs tornades d'intensité magnétique, centrées dans l'ouest de l'Arctique, et l'analyse des variations rapides (micropulsations) enregistrées simultanément à quatre observatoires couvrant plusieurs latitudes.

Les études en cours dans les îles de l'Arctique ont révélé que les roches sous-jacentes à haute conductivité électrique, dans les îles Prince-Patrick et Melville, s'étendent à l'île Banks et au nord de l'île Victoria. L'explication rationnelle de ce phénomène demeure en suspend. Sur la conductivité en profondeur, des études étaient effectuées au centre de la Colombie-Britannique, dans l'île Baffin et au sud-est du Québec. Le groupe du paléomagnétisme a étudié les propriétés magnétiques de roches prélevées au centre des Territoires du Nord-Ouest et de l'île Vancouver. Les premiers résultats indiquent qu'il y a 200 millions d'années l'île Vancouver n'était pas proche du continent nord-américain mais à des milliers de milles au centre du Pacifique.

Le perfectionnement des instruments géomagnétiques a progressé. Vers la fin de 1970, quatre des dix observatoires

magnétiques étaient dotés d'instruments conçus aux laboratoires de la Division. Ces appareils enregistrent les données numériques sur un ruban magnétique soumis ultérieurement au traitement par ordinateur numérique. Ce perfectionnement permet non seulement l'établissement d'observatoires magnétiques automatiques, mais aussi l'emploi d'ordinateurs au traitement complexe des données, antérieurement irréalisable.

ÉTUDE DU PLATEAU CONTINENTAL POLAIRE

L'Étude du plateau continental polaire poursuit des recherches sur le plateau continental de la côte Arctique du Canada, les parties adjacentes du bassin de l'Arctique, les îles et les eaux intermédiaires de l'archipel Arctique et autres régions d'intérêt. L'Étude facilite les recherches et les levés entrepris dans l'Arctique par d'autres services du Ministère et réalise, avec son personnel, des travaux spéciaux pour le Ministère. L'Étude a également la charge de recherches pour d'autres organismes gouvernementaux, dans l'archipel et l'océan Arctique, et elle apporte aide et soutien aux équipes universitaires dans leurs recherches autorisées dans ces régions.

Sur le terrain, les levés couvriront éventuellement tout le secteur canadien du plateau continental de l'Arctique de l'Amérique du Nord, les parties de l'océan Arctique d'intérêt pour le Canada et susceptibles d'être atteintes par la logistique, et les parties de l'archipel et du continent non encore étudiées par d'autres services du Ministère.

En 1971, les travaux sur le terrain se sont échelonnés de la mi-février au début d'octobre. Un programme restreint d'étude des glaces de mer a été entrepris en janvier, février et décembre. Les principales bases d'opération étaient Tuktoyaktuk, la baie Resolute et Alert.

Outre le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, 42 organismes, dont 24 universités, ont participé aux travaux de l'Étude ou ont reçu son aide. Vingt organismes ont participé à l'Étude conjointe sur la dynamique des glaces de l'Arctique (ECDGA) et à l'Étude de l'écosystème de la toundra, du Programme biologique international.

Le programme de 1971, en majorité la poursuite de celui de 1970, a porté spécialement sur la mer de Beaufort.

Résumé des travaux réalisés en 1971 dans les principaux domaines scientifiques:

Climatologie

Un scientifique de l'Université McGill, chargé par l'Étude, a poursuivi l'étude du comportement d'une petite calotte glaciaire de l'extrême Arctique, d'une calotte de l'île Meighen, de leurs influences sur le climat et de leurs réactions à ce climat. Un point portait spécialement sur l'échange d'énergie, entre l'atmosphère et la surface terrestre, de propriétés physiques connues.

Hydrographie

La Section hydrographique de l'Étude, aidée du Service hydrographique du Canada, a exécuté un levé (sondages océaniques) de la mer de Beaufort en vue d'en dresser la carte au 1:500,000. Des sondages pour la cartographie au 1:1,000,000 ont aussi été effectués dans le détroit de Robeson et près de l'île Hans dans le chenal Kennedy et des environs de la baie de Wrangel au 1:10,000.

Étude des glaces de mer

La dixième année consécutive, des glaciologues ont procédé au levé aérien systématique de la répartition, de la nature et du mouvement des glaces de mer dans les principaux chenaux de l'archipel Arctique.

Détermination de position

Les positions de contrôle au Groenland et sur les côtes canadiennes ont servi en 1971 au cours des levés hydrographiques du détroit de Robeson. L'estimation des systèmes de navigation Omega et Decca Lambda, a révélé la supériorité de précision du système Decca Lambda dans la navigation aux latitudes extrêmes.

Géologie marine

Dans les secteurs de la baie de Mackenzie et de la mer de Beaufort, au nord de Tuktoyaktuk, les études du profil séismique par réflexion et par sonar à exploration latérale ont révélé l'existence antérieure dans la baie de Mackenzie d'un profond cañon, partiellement comblé, creusé par les glaciers. Ce cañon indiqué sur les cartes bathymétriques est la section la moins comblée de sédiments par les glaciers en régression. Des scientifiques de la Commission géologique, appuyés par l'Étude, ont réalisé ces études.

Géologie terrestre

L'étude des roches du Crétacé dans la plaine côtière du Yukon, entreprise par la Commission géologique, appuyée par l'Étude, se poursuit afin d'établir la configuration des successions stratigraphiques, les variations latérales et les milieux anciens de dépôts pour déterminer le potentiel houiller et les milieux favorables aux réserves pétrolières. Une étude expérimentale des techniques de «levés séismiques à faible profondeur» est en cours pour définir la présence, la profondeur et l'épaisseur du pergélisol dans différentes formations géologiques. Des cartes provisoires au 1:125,000 du terrain et dépôts de surface de la plaine Côtière, de la frontière de l'Alaska au cap Bathurst, ont été dressées et placées en fichier à consultation libre (Commission géologique).

La Commission géologique a poursuivi l'étude de la stratigraphie du Pléistocène le long des lacs des Esquimaux. Les cartographes ont achevé les cartes détaillées des îles Herschel et commencé la cartographie au 1:25,000 des environs de Tuktoyaktuk pour localiser les sources d'agrégats et délimiter les zones à complexité géologiques. L'étude sur la présence de glaces de fond et l'épaisseur du pergélisol se poursuit à l'aide des méthodes de résistivité et séismiques. La Commission géologique a effectué en outre des études sur l'origine et l'évolution de la glaciation et de la température dans le pergélisol en divers secteurs du delta et de la vallée du Mackenzie.

Géomagnétisme

Les études de la Direction de la physique du Globe, avec l'appui de l'Étude, sur l'anomalie de l'induction géomagnétique sur l'île Ellesmere ont été étendues au Nord avec l'établissement de quatre stations temporaires sur la glace de la mer de Lincoln au nord-est d'Alert. L'analyse des données fait ressortir que les principales caractéristiques de l'anomalie s'étendent au plateau continental.

Gravité

La Direction de la physique du Globe et l'Étude ont poursuivi la cartographie gravimétrique régionale, et ont pris environ 1,600 mesures de gravité sur les glaces de la mer de Beaufort, aux intervalles de stations d'environ 4 milles, et près de 900 mesures sur l'île Banks, aux intervalles de stations d'environ 8 milles. Une carte gravimétrique au 1:1,000,000 de la mer de Beaufort et de l'île Banks est en préparation. Dans la péninsule de Tuktoyaktuk et l'île Richards, les équipes ont effectué une étude expérimentale sur l'emploi de la gravimétrie dans la localisation et l'étude de l'épaisseur des glaces de fond.

Études géothermiques

Les scientifiques de la Direction de la physique du Globe ont mesuré la température à intervalles annuels dans 11 sondages pour déterminer les variations de température dans les trous de forage et le gradient géothermique d'équilibre. Les températures d'équilibre révèlent l'épaisseur du pergélisol au point donné. La Direction a entrepris un programme d'étude du régime thermique sous-jacent et de mesure des paramètres thermiques des terrains de recouvrement du pergélisol. Les premiers résultats transmis étaient des environs de Fort Good Hope (T. N.-O.). L'Étude appuyait ces études.

Glaciologie

La Section de glaciologie de l'Étude a poursuivi les études du bilan massique et de l'évolution des calottes glaciaires de l'Arctique. A la suite d'études de la calotte Meighen, l'étude de la cristallographie et des structures internes de la calotte de l'île Devon était entreprise afin d'en déterminer l'évolution et le climat de temps géologiques récents. Les équipes ont extrait une carotte contenant un échantillon de 2,000 années de précipitations, de retombées de particules et autres impuretés.

Études des glaces de mer

Dans cette recherche, l'objectif est d'obtenir un relevé complet des variations saisonnières de la structure de l'eau associées à la formation et la décroissance des glaces de mer. Les glaciologues espèrent obtenir par des mesures précises de la salinité, de la température, des courants et des conditions océaniques, l'explication du mélange vertical relié au rejet de la salinité par les glaces durant leur formation. La mise au point est en cours d'une sonde à grande puissance de perforation des glaces pour enregistrer les variations horizontales de température et de salinité sous les glaces de mer en formation. Les travaux se poursuivent sur la mesure du changement du point de congélation de l'eau de mer soumis à pression. Les études entreprises sur le ruissellement dans les zones arctiques, afin de saisir le processus des variations saisonnières des eaux de surface, sont achevées. Le Secteur de l'eau, du ministère de l'Environnement, avec un appui important de l'Étude, effectue ces recherches.

ECDGA

L'Étude conjointe sur la dynamique des glaces de l'Arctique est une entreprise commune et une étude en coopération pour comprendre quantitativement l'interaction des zones de mouvements de l'atmosphère, de la banquise et de l'eau de mer. Ces connaissances forment la base pour des prévisions sur l'état des glaces et des variations de la circulation entre la surface et l'atmosphère. La préparation des programmes à l'ECDGA, dont le principal est prévu pour 1973-1974, se poursuit et une importante étude pilote dans la mer de Beaufort a été achevée en 1971. Elle avait pour objet l'essai d'instruments et de techniques de mesure des profils absolus et différentiels de la vitesse de l'eau sous la banquise en dérive, de déterminer la tension et la déformation de la glace, d'observer et d'établir la cartographie de la partie sous-jacente de la banquise et de déterminer la translation différentielle de points distincts de la banquise en dérive sous l'effet de diverses influences éoliennes. Dans une partie de cette expérience pilote, étaient mises à l'essai des méthodes pour déterminer l'inclinaison de la surface de l'océan.

Autres travaux

L'Étude du plateau continental polaire a fourni son appui dans divers travaux, dont une étude micrométéorologique des vents et de la température, effectuée par le Laboratoire océanographique de l'Atlantique, pour établir le coefficient de résistance de l'air sur la nappe de glace; une étude des caractéristiques des plages de la zone de la baie de Radstock, effectuée par l'Université McMaster; dans le cadre d'une étude de l'Office des recherches sur les pêcheries, la capture de phoques vivants, bagués, leur marquage et leur classification; la réalisation, par le ministère fédéral de l'Agriculture, d'une collection d'environ 700 espèces d'insectes pour étudier leur réelle répartition dans le Nord; une étude de la population et du déplacement des ours blancs, effectuée par le Service canadien de la faune; une étude de la teneur en chlorophylle et en carbone organique dissous de la base des banquises, effectuée par le *Department of Sea and Shore Fisheries* de l'État du Maine aux États-Unis.

CENTRE GÉOSCIENTIFIQUE DE L'ATLANTIQUE

D'avril 1970 à mars 1971, les groupes qui forment actuellement le Centre géoscientifique de l'Atlantique relevaient du Secteur des ressources en eau. Ce Secteur a été ultérieurement transféré au ministère de l'Environnement, à l'exception des groupes susmentionnés.

HUDSON 70

La circumnavigation des deux Amériques, «HUDSON 70», de novembre 1969 à octobre 1970, a constitué l'activité dominante des sections de la Géologie et de la Géophysique marines. Le retour a clôturé les travaux de l'expédition et la récolte des données du programme. Toutefois, la condensation et l'interprétation des résultats occuperont un certain temps ces deux sections.

Dans le domaine des sciences de la Terre, les travaux et les découvertes ci-dessous constituent les points saillants de l'expédition.

a) L'achèvement du mesurage de la plus longue ligne de gravité le long d'un méridien (150°W), du glacier de l'Antarctique au plateau de l'Alaska. Dans le cadre de travaux prévus pour 1973, cette ligne constituera une référence au sol (forme exacte du géoïde) pour définir par un satellite américain l'altitude de la surface de la mer.

b) Un levé géophysique au large de la côte ouest a apporté des données sur l'interaction et le mouvement de larges sections de l'écorce terrestre et a permis de définir la configuration de la dérive des continents (étalement du fond de la mer). Les expériences séismiques réalisées par les scientifiques de l'*Hudson* et de l'*Endeavour* ont démontré que la propagation du son sous l'écorce terrestre varie en direction, contiguë à la direction de l'étalement du fond de la mer.

c) Un vaste échantillonnage du fond de la mer a permis de mesurer la répartition des sédiments dans la mer de Beaufort, d'y découvrir des collines sous-marines à noyau de glace ou pingos et de profondes dégradations dues au mouvement des glaces de fond. Ces deux accidents constituent des éléments de risques. Le premier résulte de la dilatation au cours de la congélation de l'eau prise dans les sables aquifères, et forme des hauts-fonds dangereux pour la navigation. La dégradation provoquée par les glaces pourrait détruire des installations de fond, comme des oléoducs et des têtes de puits.

d) Des explosions séismiques par réfraction ont permis d'établir l'existence d'une écorce océanique sous-jacente dans la baie Baffin, ce qui apporte un indice majeur sur l'évolution géologique du Nord-Est de l'Amérique et du Groenland.

Naufrage de l'Arrow

L'échouage et le naufrage du pétrolier libérien *Arrow,* en février 1970, avec 2.5 millions de gallons de fuel lourd de type C, a entraîné la pollution du rivage et de la baie de Chédabouctou. Les nombreuses recherches entreprises cette année résultent de ce désastre. La Section de la géologie poursuit ses observations du processus naturel d'épuration à l'île Crichton et a constaté que certaines plages sablonneuses étaient épurées après quelques mois. Par contre, les conditions sur les rivages rocheux et accidentés, bien que meilleures après quelques mois, demanderont un certain temps pour une épuration complète par érosion.

Recherches générales

Les résultats de diverses recherches de l'année peuvent être résumés ainsi:

Les essais en laboratoire indiquent que les composés humiques joints aux sédiments marins exercent un effet puissant sur la solubilisation des micro-éléments. Un gramme d'acide humique permet d'extraire jusqu'à 0.7 gramme de métal des sels insolubles.

Le mercure en suspension dans une rivière et son estuaire est concentré à un taux 20 fois supérieur aux sédiments du fond. Dans le cas de l'estuaire de La Hève, la quantité de métal déversé dans l'océan peut atteindre de 1 à 2 kilos.

Le tracé du déplacement des sédiments dans la baie de Fundy et le bassin des Mines a été dressé à l'aide d'un submersible pour observations directes. Ces études ont éclairci certains problèmes reliés à la planification, la construction et l'exploitation d'une centrale marémotrice.

Les résultats d'études séismiques par réflection font supposer la présence de moraines frontales parallèles à la côte ouest de Terre-Neuve.

La compilation est en cours des données géologiques et géophysiques de la marge continentale au large du Labrador et de l'est de Terre-Neuve, recherchées afin de définir l'élargissement de cette marge.

Le Groupe de géologie régionale a compilé et analysé les données géologiques et géophysiques obtenues des divers aspects des roches de fond et des sédiments superficiels sous-jacents au plateau Scotian et aux zones contiguës. La première carte publiée au 1:1,000,000 indique la position des sédiments mouvants. Le dressage de cartes isohypses des roches de fond est en cours.

Les micropaléontologistes ont contrôlé le milieu en étudiant les variations saisonnières et la répartition géographique des micro-organismes (foraminifères benthiques) vivant près des décharges des égouts ou des déversoirs d'effluents industriels.

Grâce au balayage au microscope électronique, étaient découvertes des microstructures foraminifères inconnues jusqu'ici. Ces structures permettront de saisir la taxonomie et l'écologie foraminifères et mèneront indirectement à une meilleure biostratigraphie et une paléo-écologie foraminifère.

Dans les projets spéciaux, mérite d'être mentionnée, la construction d'une foreuse électrique pour le prélèvement d'échantillons de rochers, et qui permet d'obtenir des carottes plus longues, importantes pour les analyses pétrographiques et stratigraphiques de la roche en place, afin de dresser des cartes géologiques du sous-sol.

Les scientifiques ont achevé l'analyse des données sur la gravité de la dorsale de l'Atlantique. Cette analyse fait partie de l'étude du cheminement géologique du 45°N au 46°N. La découverte de faibles tendances structurales, insoupçonnées jusqu'ici, résulte de l'analyse des tendances de la gravité, du magnétisme et de la bathymétrie.

Un travail important des sections de la Géologie et de la Géophysique concerne la modernisation et l'amélioration des techniques de prospection séismique. Ces travaux progressent et ont donné des résultats positifs, comme des enregistrements séismiques plus exacts en termes de pénétration et de résolution. Un perfectionnement marqué concerne un treuil à embrayage glissant qui permet à l'échomètre de demeurer immobile dans l'eau pendant l'enregistrement des signaux réfléchis. Cette réalisation a réduit en majorité le spectre des bruits. Se trouvent aussi,

à une étape avancée, les programmes de traitement des données, pour améliorer le rapport impulsion bruit (réverbération, empilage, corrélation transversale).

Une nouvelle bouée sonore facilitera le levé de sections complètes du fond de l'océan. Ces profils corticaux sont essentiels à la compréhension des transformations profondes de la Terre et fourniront également les données nécessaires à l'interprétation exacte des profils de réflection séismique. Lors des travaux sur le plateau continental, où l'écorce est plus épaisse, des enregistreurs seront incorporés aux bouées.

La classification des données géographiques est en cours; conçue par ordre géographique, elle permettra d'utiliser rationnellement les renseignements et en augmenter ainsi la valeur. Des plans sont en cours pour présenter les données par catégories: numérique, profilée, par diagramme, cartes isohypses, etc., selon les besoins individuels.

Administration

L'Administration du Ministère comprend les Cabinets ministériels du ministre, les hauts fonctionnaires et les directions au service de l'ensemble du Ministère: Finance et administration, Personnel et organisation, Relations publiques et information, Centre d'informatique.

Au cours de l'année, un comité ministériel a été constitué au plus haut niveau, pour coordonner la politique et la planification du Ministère, à la lumière des politiques gouvernementales actuelles et de l'activité des autres ministères fédéraux. Le comité est constitué du sous-ministre, qui en est le président, des sous-ministres adjoints, des conseillers principaux en finance, administration et personnel, et du directeur de la planification du Ministère.

Un comité ministériel de gestion a été également formé pour traiter des questions relatives à l'ensemble des politiques et de la gestion du Ministère et pour coordonner les principaux projets. Le comité, présidé par le sous-ministre, comprend tous les membres du comité ministériel et des fonctionnaires supérieurs.

Le Centre d'informatique, au service de l'ensemble du Ministère, a constamment accru son rendement.

FINANCE ET ADMINISTRATION

La Direction de la finance et de l'administration fournit au Ministère les services de comptabilité, de finance, de coordination de l'état provisionnel des programmes, des affaires parlementaires, de rédaction et de coordination des rapports soumis au Conseil du Trésor et au gouverneur en conseil, de coordination de mémoires présentés au Cabinet, de gestion du matériel, de planification et de gestion des immeubles, de télécommunications, de la poste, des archives centrales, du service de soutien technique sur le terrain (matériel et équipement), et autres domaines connexes. Des mesures ont été prises en cours d'année pour constituer un service ministériel de consultation en gestion. Cette unité étudiera les problèmes de gestion des différents services du Ministère et aidera à les résoudre.

La préparation du projet de constructions additionnelles au laboratoire et à la bibliothèque de l'Institut de géologie sédimentaire et pétrolière de Calgary a été terminée. Des plans ont été également dressés pour la construction, par le ministère des Travaux publics, d'un édifice à bureaux pour fins générales, à l'intérieur du complexe du Ministère, sur la rue Booth à Ottawa.

Depuis le 1er octobre 1970, le service des achats du Ministère a été rattaché, sauf quelques rares exceptions, au ministère des Approvisionnements et Services.

PERSONNEL ET ORGANISATION

Le Ministère, dans ses rapports avec son personnel, s'est occupé des problèmes communs à l'ensemble de la Fonction publique, domaines de la classification des emplois, des relations avec le personnel, de l'appréciation et de la planification de ce personnel. Outre cette activité normale, et par suite d'une vaste réorganisation interministérielle, il a conçu et réalisé, au cours du dernier trimestre de 1970-1971, le transfert méthodique de l'ensemble du Secteur des ressources en eau et d'une partie du personnel administratif de soutien. Ce transfert a entraîné la mutation de 2,214 années-hommes du Secteur des ressources en eau et de 81 postes administratifs du bureau principal au soutien de ce groupe.

L'effectif maximum du Ministère a atteint en cours d'année 6,200 employés inscrits, dont environ 60 p. 100 dans les catégories techniques, scientifiques et professionnelles. Cet effectif comprenait plus de 1,200 étudiants d'écoles secondaires supérieures engagés pour l'été et affectés aux levés topographiques, aux laboratoires et aux bureaux. Dans le second semestre, un programme spécial était arrêté pour l'emploi d'un nombre exceptionnel d'étudiants durant l'été 1971. Ces projets, approuvés par le gouvernement, ont ouvert la voie aux emplois d'été de 1971 à environ 1,650 étudiants supplémentaires non prévus au budget prévisionnel.

En cours d'année, le Ministère a entériné 1,690 nominations y compris celles de nouveaux postes, les promotions et reclassifications. En cours de probation, 25 employés ont été refusés et remerciés.

Le Ministère a établi un nouveau programme de sécurité et de prévention des accidents applicable dans l'année. Malgré un effectif sans précédent, le nombre d'accidents a régressé.

Vers la réalisation d'une planification efficace de la main-d'oeuvre, des systèmes d'appréciation ont été prévus et préparés au profit des groupes des catégories scientifique et professionnelle, administrative et du service extérieur, et technique. Étaient également poursuivies certaines études analytiques de prévision et d'utilisation de la main-d'oeuvre. Ces études ont permis de concevoir une nouvelle méthode de planification, applicable à l'ensemble du Ministère.

Au chapitre de la formation et du perfectionnement, environ 537 employés ont participé à 28 cours sur place, surtout en techniques d'amélioration de la gestion et de surveillance. Dans l'étude des langues, 326 employés ont suivi des cours, la plupart de français. Au total, 64 employés ont bénéficié à divers degrés de cours d'universités et d'instituts.

Une étude entreprise sur l'organisation du Secteur des ressources en eau a pour objet de lui donner la faculté d'assumer son rôle dans l'application de la Loi sur les ressources en eau du Canada. Des études et des révisions de structures étaient poursuivies à la Direction des ressources minérales en rapport avec le Centre de télédétection projeté. Une autre était entreprise sur la structure du Ministère aux échelons supérieurs à la suite de la décision du transfert du Secteur des ressources en eau au ministère de l'Environnement.

Le Programme des primes à l'encouragement du Ministère est toujours en vigueur. Le prix de 1970 pour services éminents rendus à la Fonction publique a été décerné à un haut fonctionnaire du cadre supérieur du Ministère, M. J.M. Harrison, sous-ministre adjoint, Mines et sciences de la Terre. Le Ministère a recommandé six fonctionnaires supérieurs pour les primes au mérite et demeure l'un des promoteurs de ce stimulant au sein de la Fonction publique. Des suggestions émises dans le cadre du Programme des primes à l'initiative résulte une croissance progressive des économies réalisées.

Le Programme de santé au Ministère, spécialement en toxicomanie et santé mentale, conserve son efficacité. Plusieurs ministères ont sollicité en cours d'année des conseils et directives sur la réalisation de programmes analogues.

La conversion des postes au nouveau système de classification est pratiquement terminée et le règlement des griefs suscités par la classification est à jour. La classification accélérée a permis la révision de 2,755 postes en cours d'année. Par des séminaires et des séances d'études, les employés du cadre ont reçu un enseignement pour la description écrite des fonctions et la classification de postes.

L'administration de 35 conventions collectives a constitué une tâche importante à la Direction du personnel. Le régime des conventions collectives n'étant pas familier à la

plupart des cadres, un temps considérable leur a été consacré pour l'élaboration de directives, de conseils et d'enseignement. Certains, au nom du Conseil du Trésor, ont participé aux négociations de huit groupes professionnels.

Les répercussions des conventions collectives sur les travaux de levés sur le terrain ont nécessité une étude spéciale, beaucoup de souplesse et de négociation pour obvier aux difficultés créées par la formation diversifiée des équipes.

SERVICE DES RELATIONS PUBLIQUES ET DE L'INFORMATION

Le Service des relations publiques et de l'information renseigne le public sur les travaux des diverses directions du Ministère et sur les politiques ministérielles.

L'événement publicitaire de l'année a été l'expédition océanographique «HUDSON 70», réalisée en 11 mois par le navire scientifique canadien *Hudson*, sur 41,000 milles autour des deux Amériques. Des conférences de presse au niveau ministériel ont eu lieu en avril, à Valparaiso (Chili), en juin, à Vancouver, avant le départ du navire pour l'Arctique où devait être exécuté un vaste programme de travaux dans la mer de Beaufort; puis, au retour du navire en octobre à Halifax, terme de l'expédition, par le passage du Nord-Ouest. L'expédition a fait l'objet d'un reportage excellent. Des médailles commémoratives ont été remises aux personnes ayant participé à sa conception et à sa réalisation, au Gouverneur général, aux membres du Sénat et de la Chambre des communes et aux journalistes qui ont suivi jusqu'au Chili.

La brochure *Water Pollution and You* a fait l'objet d'une diffusion de plus de 800,000 exemplaires aux étudiants et aux professeurs des écoles secondaires et des collèges, outre la publication de quatre brochures sur la pollution et la gestion de l'eau.

Des conférences de presse ont eu lieu au sujet des amendements à la Loi sur les ressources en eau du Canada, des accords sur le bassin de la rivière Qu'appelle et sur celui de la rivière Saint-Jean, lors de l'inauguration de l'Immeuble de la recherche et du développement du Centre canadien des eaux intérieures, de la cérémonie de signature de l'accord financier pour l'Institut de recherches de l'Hydro-Québec, et de l'approbation par le gouvernement des demandes d'exportation de gaz naturel.

Le Ministère a organisé la diffusion des informations lors de la Conférence canadienne sur le charbon, à Vancouver, du Symposium sur l'exploitation au large de la côte est, à Ottawa, et de la *Conference on Achieving Environmental Awareness* de la Commission canadienne pour l'UNESCO, à Hamilton.

Il a commandité deux séries en anglais et en français de diapositives, pour usage scolaire, *l'Aluminium* et *le Fer et l'acier*, outre la réalisation et diffusion de 12 petits métrages d'une minute sur la pollution et la gestion de l'eau, la géophysique, la géologie et la cartographie.

En coopération avec d'autres ministères, un court métrage était réalisé sur le voyage du *Manhattan* dans l'Arctique et un documentaire d'une demi-heure sur la pollution de la côte est à la suite du naufrage du pétrolier *Arrow*. Le film *Chaque pouce carré* et un documentaire sur les levés hydrographiques réservé au Ministère ont été tournés.

En correspondance, le Service des relations publiques et de l'information a trié environ 23,000 pièces, y compris les demandes de brochures et de documentation générale.

La Division des publications a réalisé un programme extrêmement chargé avec la publication de cinq importants volumes, outre les brochures courantes scientifiques et techniques de toutes les directions. La Division a d'autre part assumé les travaux d'un certain nombre de publications de l'ancienne Direction des politiques et de la planification, transférée au ministère de l'Environnement.

Dans la présentation des publications est apparu un plus grand nombre de dessins modernes sur les couvertures et dans la disposition typographique, et les séries de la Commission géologique du Canada ont fait l'objet d'une nouvelle conception de dessins.

Le Ministère a désigné la Section des publications françaises comme unité francophone.

Le directeur du Service des relations publiques et de l'information, détaché au Conseil du Trésor pour une période de six mois, avait la charge de la préparation d'un plan de perfectionnement professionnel à l'intention des agents d'information du gouvernement fédéral. Quatre de ces agents ont participé à trois des six groupes d'étude.