



# CONSEIL GÉOSCIENTIFIQUE CANADIEN

Publié pour le compte du Conseil  
par la Commission géologique du  
Canada en tant que l'Étude 87-24

This document was produced  
by scanning the original publication.

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

## RAPPORT DU COMITÉ D'EXAMEN DE LA DIRECTION DE LA PHYSIQUE DU GLOBE

préparé par  
LE COMITÉ D'EXAMEN

Président: G.D. Garland

Membres: G. Lachapelle, O. Nuttli, R.D. Russell,  
J.H. Sass, P.J. Savage et K.K. Wing



**COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA  
ÉTUDE 87-24**

**RAPPORT DU COMITÉ D'EXAMEN DE  
LA DIRECTION DE LA PHYSIQUE DU GLOBE**

préparé par

**LE COMITÉ D'EXAMEN**

Président: G.D. Garland

Membres: G. Lachapelle, O. Nuttli, R.D. Russell,  
J.H. Sass, P.J. Savage et K.K. Wing

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1987

En vente au Canada par l'entremise de nos

agents libraires agréés et autres librairies

ou par la poste au

Centre d'édition du gouvernement du Canada  
Approvisionnement et Services Canada  
Ottawa, Canada K1A 0S9

et aussi aux:

Bureaux de la Commission géologique du Canada,

601, rue Booth,  
Ottawa, K1A 0E8

3303-33rd Street N.W.,  
Calgary (Alberta) T2L 2A7

100 West Pender Street  
Vancouver (Colombie-Britannique) V6B 1R8

Un exemplaire en consignation de la présente publication  
est également disponible dans les bibliothèques publiques  
à travers le Canada.

N° de catalogue M44-87/24F  
ISBN-0-660-53888-1

Canada:	\$5.00
Hors Canada:	\$6.00

Prix sujet à changement sans avis préalable

## TABLE DES MATIÈRES

### Page

1	Réponse au rapport du Conseil des sciences de la Terre sur la Direction de la physique du globe
1	Introduction
1	Recommandations
7	Rapport du comité d'examen de la Direction de la physique du globe
7	Sommaire et recommandations
10	I Le comité : nomination, composition, mandat
11	II Les sept taches du comité
14	III Historique de la Direction de la physique du globe
18	IV Sondage auprès des utilisateurs
21	V Rapports entre la DPG et les organismes gouvernementaux, l'industrie et les universités
25	VI Analyse de domaines particuliers
33	VII Conclusion
37	Annexe 1. Questionnaire et préambule
48	Annexe 2. Liste des participants à l'enquête



---

# RÉPONSE AU RAPPORT DU CONSEIL CANADIEN DES SCIENCES DE LA TERRE SUR LA DIRECTION DE LA PHYSIQUE DU GLOBE

---

## INTRODUCTION

Le concept de la fusion de la Direction de la physique du globe (DPG) et de la Commission géologique du Canada (CGC) a fait l'objet de discussions tant officielles qu'officieuses ces dernières années. Tout particulièrement, lors de l'examen des services votés de la CGC, en 1982, on a recommandé que la haute direction examine cette question. En 1985, le Groupe de travail ministériel sur l'examen des programmes est revenu sur le sujet. Se fondant sur les recommandations de ce Groupe, le gouvernement a décidé à la fin de 1985 que le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources devrait éliminer le programme de géothermie de la DPG, réduire les ressources de cette Direction de 10 % par rapport aux niveaux de 1985-1986 et fusionner la DPG et la CGC. Il a également demandé à la direction d'envisager une restructuration de la « nouvelle » Commission géologique en quatre organismes pluridisciplinaires. La haute direction a donc décidé de planifier et de mettre en oeuvre ces changements le plus tôt possible, afin d'en réduire les répercussions sur le personnel. L'essentiel des changements a été apporté le 1<sup>er</sup> avril 1986.

Il en résulte donc que la Direction de la physique du globe, telle qu'elle a été examinée par le comité d'examen du Conseil canadien des sciences de la Terre, n'existe plus. Toutefois, toutes ses composantes ont été intégrées à la Commission géologique du Canada. Les réponses aux recommandations du comité d'examen du Conseil canadien des sciences de la Terre portent donc principalement sur le rôle de la géophysique et des programmes connexes au sein de cette nouvelle structure.

## RECOMMANDATIONS

1. **Que la Direction de la physique du globe soit reconnue comme le centre d'élaboration des services gouvernementaux dans le domaine de la géophysique;**

La Commission géologique du Canada joue maintenant ce rôle. Comme il est extrêmement important de tenir à jour les bases de données géoscientifiques nationales et les programmes géophysiques nationaux, une Division de la géophysique a été créée. Cette division se charge de l'entretien des bases de données et des réseaux d'observatoires nationaux dans les domaines de la sismologie, du géomagnétisme, de la gravité et de la géodynamique, de la réalisation de recherches sur la croûte terrestre et la géophysique globale et de la fourniture de laboratoires géophysiques aux fins d'entretien et de mise au point d'instruments. Un poste de géophysicien en chef a été créé dans le but de promouvoir et d'améliorer le secteur de la géophysique à la Commission géologique. Le titulaire du poste est précisément chargé entre autres d'élaborer des politiques et des procédures visant à favoriser l'excellence des recherches géophysiques au sein de la Commission géologique du Canada et de conseiller le directeur général sur tous les aspects des activités géophysiques entreprises par l'organisme.

2. **Que soient établis des mécanismes pertinents d'échange et de collaboration mutuelle entre les groupes qui travaillent dans les domaines de la géophysique et de la géodésie.**

Le comité d'examen s'est penché sur de nombreux aspects des relations entre la DPG et d'autres organismes. La fusion de cette Direction et de la CGC, de même que la réorganisation en quatre unités pluridisciplinaires, a considérablement renforcé les anciens liens, principalement en rapprochant les géophysiciens et les géologues, leur permettant ainsi d'orienter leur action vers des problèmes et des objectifs géoscientifiques communs. En même temps, comme le rendement scientifique, en géophysique, dépend beaucoup des communications et des interactions, la vaste majorité des anciens groupes et activités de la Direction, à Ottawa, demeurera dans le complexe de l'Observatoire. On envisage également d'autres possibilités, comme le regroupement des services de levés aéromagnétiques dans le complexe de l'Observatoire.

Les relations avec les organismes de l'extérieur sont excellentes et seront améliorées dans la mesure du possible (par exemple, USGS — Great Lakes Seismic Experiment; Université de Toronto — méthode d'étude électromagnétique MOSES, LITHOPROBE; industrie —

instruments de sismique-réfraction, véhicules télécommandés (ROV), SeaBed II). Pour ce qui est du lien précis que le comité d'examen recommandait d'établir entre la géophysique et la géodésie, la direction estime qu'à cause de l'utilisation de matériel commun et de la réalisation de programmes conjoints, la fusion ne nuira pas vraiment aux relations de travail étroites qu'entretenaient le Service de la géodynamique de la Division de la géophysique et la Division des levés géodésiques. À titre d'exemple, en 1986, une grande étude conjointe sera effectuée sur l'île de Vancouver, afin de déterminer les contraintes dans les régions où les risques de séismes sont élevés.

3. **Que l'on envisage de donner à l'organisme le nom « Observatoire géophysique du Canada », qui décrirait adéquatement son rôle et son mandat.**

Diverses variantes de ce nom ont fait l'objet de longues discussions au cours de la réorganisation, mais il en est ressorti que l'appellation « Division de la géophysique » correspond exactement au rôle de ce nouveau service de la Commission. Toutes les autres activités qui ont trait à la géophysique sont sous-entendues dans le nom « Commission géologique du Canada ».

4. **Que l'article suivant soit ajouté à la Loi sur les ressources et les relevés techniques : le Ministre contrôle, gère et administre tous les observatoires géophysiques entretenus par le gouvernement du Canada.**

On examinera l'utilité d'un tel changement et des sources possibles de conflit avec le Conseil national de recherches au sujet de la définition « d'observatoire géophysique », lorsque d'autres modifications à la Loi seront envisagées.

5. **Que la Direction de la physique du globe cherche à mieux se faire connaître, par des publications dans des revues spécialisées non techniques et des conférences régionales sur des sujets de géophysique très prisés.**

Il est évident qu'étant donné les changements résultant de la réorganisation, il faudra accroître les efforts dans le domaine des relations publiques, afin de ne pas laisser croire à une réduction de la qualité des activités et des recherches en géophysique au sein du gouvernement fédéral. Deux nouvelles activités ont été entreprises dans ce domaine : la production d'un Atlas géophysique du Canada (séries de cartes géophysiques à petite échelle compilées à partir de données numériques) et un volume intitulé « The Geophysical Framework of Canada ». Le géophysicien en chef coordonnera ces deux activités de la Commission géologique. Une nouvelle édition de la brochure très prisée « Looking Inside the Earth » sera bientôt publiée, de même qu'une série de fiches techniques sur les tremblements de terre. La Commission prépare également deux vidéos sur la dorsale Juan de Fuca et les risques de tremblements de terre.

6. **Que le mandat de la DPG soit élargi de manière à inclure les domaines de recherche fondamentale qui, sans toucher directement à la géophysique de la croûte de la masse continentale du Canada, n'en sont pas moins essentiels à la bonne compréhension des processus géophysiques.**

La Commission géologique du Canada (particulièrement la nouvelle Division de la géophysique) continuera d'utiliser les ressources disponibles pour entreprendre de vastes études étayant les recherches géophysiques sur la croûte terrestre et ses processus.

7. **Que des années-personnes supplémentaires soient affectées à la Direction de la physique du globe lorsqu'on lui demande de participer à des missions d'importance nationale.**

Dans la mesure du possible, la CGC tentera d'éviter d'affecter trop de ressources à des missions à court terme au détriment de programmes d'acquisition de connaissances de base, à long terme. Elle cherchera à établir un équilibre entre les demandes conflictuelles de service, dans la mesure du possible, et d'exiger des années-personnes supplémentaires lorsqu'elle estime que ses activités fondamentales sont menacées.

8. **Qu'on cherche davantage à recruter des détenteurs de bourses de perfectionnement postdoctoral au Canada et à l'étranger, en faisant des représentations pertinentes auprès de la Commission de la Fonction publique du Canada pour qu'elle élimine certaines restrictions à l'embauche des chercheurs.**

La CGC continuera de faire l'impossible, par l'entremise de contacts directs et de promotion internationale, pour attirer des chercheurs. Des représentations effectuées récemment auprès d'organismes intéressés, relativement aux contingents par nationalité, n'ont donné que peu de résultats.

9. **Que la DPG, à titre de principal organisme chargé de l'étude géophysique de la croûte terrestre au sein du gouvernement fédéral, participe activement à la promotion professionnelle dans le domaine de la géophysique et améliore son programme d'emplois d'été pour étudiants.**

Étant donné la situation actuelle de l'industrie de l'exploration, les perspectives de carrière dans le domaine de la géophysique sont plutôt sombres. Toutefois, la CGC cherche activement à promouvoir cette science : maintien de contacts étroits, supervision d'étudiants diplômés par le personnel de la Commission et participation aux grands projets géoscientifiques tels que LITHOPROBE. Le nombre d'étudiants embauchés pour l'été dépend des programmes gouvernementaux en vigueur et des possibilités de supervision, des espaces et des ressources. La Commission a tiré un maximum des programmes PEEAC, COOP, Défi 86 et y a affecté des fonds de fonctionnement. Au milieu de 1986, la Commission géologique avait donné des emplois d'été à 298 étudiants, dont 20 avaient participé directement à des activités géoscientifiques. Compte tenu des programmes de restriction et de la réduction des effectifs au gouvernement, il est peu probable que ces programmes soient élargis.

10. **Que le programme de financement des études supérieures se poursuive et soit étendu aux domaines où il y a une grave pénurie de personnel spécialisé possédant des diplômes d'études supérieures.**

À l'heure actuelle, deux personnes participent au programme. L'une d'elle travaille à la Division de la géophysique d'Ottawa et l'autre, au Centre géoscientifique du Pacifique. Compte tenu des restrictions de ressources, la Commission ne prévoit pas de poursuivre le programme dans un avenir rapproché.

11. **Que la Division du géomagnétisme soit rétablie, au sein de la DPG, à Ottawa.**

Le programme de réduction des effectifs au gouvernement, de même que de fortes contraintes organisationnelles, limitent le nombre des divisions que peut comprendre la Commission. Toutefois, les gestionnaires de la Division de la géophysique conviennent qu'il faut continuer à mettre l'accent sur le rôle de chef de file dans le domaine des études géomagnétiques.

12. **Que la Direction mette davantage l'accent sur les échanges temporaires de personnel scientifique.**

La Direction poursuivra cette activité, mais devra respecter les restrictions en matière de congés de perfectionnement dans la fonction publique. La Commission continuera d'accueillir, lorsque l'espace et les ressources le lui permettent, des chercheurs universitaires et d'autres scientifiques en congé sabbatique. L'intégration de la DPG à un organisme plus important devrait donner un cadre plus global à cette activité et offrir davantage de possibilités de mutation interne.

13. **Que la DPG envisage de collaborer avec l'industrie à la réalisation d'entreprises conjointes, comme moyens de transfert technologique, en plus des relations contractuelles habituelles.**

C'est ce que la CGC cherche à faire dans plusieurs domaines (par exemple, mise au point d'un gravimètre — Scintrex; levés gravimétriques aériens — Nortech; instruments de sismique-réfraction — EDA). Bien que cette activité rapporte beaucoup, la Direction demeure consciente des risques de traitement privilégié à l'égard du secteur privé.

14. **Qu'un comité, structuré comme l'actuel comité d'examen, où siègeraient des représentants du secteur de la géophysique des mines soit créé dans le but d'aider la Direction à élaborer des programmes et à en évaluer les progrès.**

La Commission géologique du Canada approuve en principe la création d'un comité consultatif externe de la géophysique. Dès la fin de 1986, la CGC invitera l'industrie, les universités et les organismes internationaux à participer à ce comité. Étant donné les difficultés que connaît actuellement l'industrie de l'exploration, la Commission suggérera de créer immédiatement un sous-comité des levés géophysiques aériens.



**15. Que, pour ce qui est du recrutement, on accorde la priorité aux:**

- Chercheurs scientifiques
- géomagnétisme (vastes perspectives et rôle de chef de file)
  - techniques modernes de géodynamique
  - interprétation de sismique-réflexion
  - géodynamique d'interprétation

- Physiciens (par ordre de priorité)
- analyse des sismogrammes de routine
  - séismologie des fortes secousses
  - laboratoire d'études géothermiques

En général, ces recommandations correspondaient aux priorités de la Direction, avant son intégration à la CGC. Toutefois, il s'est avéré très difficile de recruter des chercheurs dans plusieurs domaines. Un scientifique du domaine de l'interprétation de la sismique-réflexion s'est récemment joint au personnel, et la Commission tente actuellement d'augmenter le nombre de physiciens et de fournir des assistants aux fins de l'analyse des sismogrammes de routine.

**16. Que soit accéléré le processus de transition de l'enregistrement analogique à l'enregistrement numérique dans le réseau de sismographes, que les stations dans l'Arctique reviennent à leur état initial et que les sismologues supérieurs n'aient plus à réaliser d'analyses d'enregistrements de routine, laissant plutôt cela aux étudiants embauchés pour l'été, dans la mesure du possible :**

L'implantation du sismographe numérique canadien (Canadian Digital Seismograph : CANDIS) est en cours de réalisation le plus rapidement possible, compte tenu des ressources actuelles et des demandes de mise au point d'instruments dans le cadre d'autres programmes. En attendant que de nouveaux fonds soient accordés, un réseau CANDIS sera établi d'ici 1989.

Compte tenu de la restriction actuelle des ressources et des améliorations apportées à la technologie de communication et à la technologie numérique, il ne serait pas réaliste de remettre en état les stations de l'Arctique.

Pour assurer la pertinence et la qualité des données, la direction estime que, même s'il leur faut de l'aide, les scientifiques supérieurs devraient continuer à participer à l'acquisition de données de routine.

**17. Que le réseau de stations d'enregistrement de fortes secousses (y compris les instruments de mesure en champ libre) soit intégré aux activités de la DPG, avec les ressources pertinentes en instruments et en personnel.**

Cette recommandation a été mise en application.

**18. Que soit planifié le mode de diffusion des renseignements sismiques provenant des sismographes numériques au public et au World Data Center, et qu'on envisage d'inclure les lectures analogiques qui ressemblent aux séismogrammes actuels à longue et à courte période.**

Cette recommandation sera bientôt mise en application, et l'on entend continuer à faire une sélection représentative des renseignements disponibles sous forme analogique. Des enregistrements analogiques de tout événement précis seront produits sur demande.

**19. Que soient tenues des conférences régionales destinées à des auditoires généraux sur des sujets très prisés dans le domaine de la géophysique (par exemple les tremblements de terre et leurs effets).**

Une conférence sur les tremblements de terre tenue il y a quelques années au musée provincial de Victoria a obtenu beaucoup de succès. La Commission négociera avec les musées et les sociétés universitaires d'Ottawa, afin de déterminer si d'autres événements semblables pourraient être organisés au cours de l'hiver 1986-1987.

**20. Que la Direction profite des possibilités d'étudier le flux thermique, dans le cadre de recherches comprenant des mesures de température.**

À la suite de la décision prise par le gouvernement en décembre 1985, le service des recherches géothermiques a été démantelé. Toutefois, les scientifiques de la Commission continueront de profiter de toutes les occasions (dans la limite des ressources disponibles) lorsqu'elles peuvent être entièrement documentées. Bien qu'il soit possible de se procurer des mesures

de température auprès de nombreuses sources, la détermination du flux thermique exige la mesure d'un certain nombre d'autres paramètres qu'il n'est pas toujours possible d'obtenir directement ou facilement.

**21. Que les études sur le flux thermique dans la Cordillère soient intégrées au programme du CGP.**

Le programme d'étude du flux thermique du CGP est maintenant intégré aux études pluridisciplinaires du CGP. Les programmes d'énergie géothermique sont terminés, mais les programmes d'étude du pergélisol sont considérés comme plus utiles en étant situés à Ottawa où ils sont maintenant intégrés à la Division de la science des terrains. Dans la mesure du possible, toutes les activités concernant le flux thermique dans la Cordillère sont coordonnées avec le CGP.

**22. Que le programme d'études gravimétriques régionales soit perfectionné et accéléré, de façon à répondre aux besoins en matière de détermination du géoïde, la résolution étant suffisante pour permettre l'utilisation des renseignements provenant du Système de positionnement global, aux fins de l'établissement de points de canevas altimétrique plus précis.**

Le programme de recherches gravimétriques (gravimétrie aérienne et par satellite et gravité absolue) sont précisément axés sur la nouvelle technologie de positionnement. Il existe une meilleure collaboration entre le programme de géodynamique (qui permet d'effectuer l'étalement et la mise à l'essai des deux systèmes de positionnement global, sur le terrain, et de comparer les données aux positions déterminées en fonction des astres) et la Direction des levés géodésiques. Des chercheurs utiliseront pour la première fois le Système de positionnement global pour effectuer le positionnement d'une station, lors de levés gravimétriques à contrat au Yukon en 1986. La Commission cherche à obtenir des fonds supplémentaires aux fins du programme de gravité et de géodynamique.

**23. Que la Direction envisage de coordonner le travail d'instrumentation géophysique au sein d'une section interdivisionnaire.**

Lorsque l'intérêt commun est évident (instruments pour l'étude du fond marin, télémétrie) des projets conjoints ont été entrepris. Toutefois, il semble que la manière la plus efficace de procéder consiste à créer des groupes techniques spéciaux qui travaillent en étroite collaboration avec les scientifiques utilisant les données. Au sein du nouvel organisme, la majorité des travaux de mise au point et d'entretien des instruments géophysiques sera effectuée aux laboratoires Blackburn de la Division de la géophysique. On envisage également d'établir des mécanismes et des liens organisationnels qui permettront de coordonner la mise au point et l'entretien de tous les instruments géophysiques au sein de la Commission.

**24. Que des comités conjoints de travailleurs actifs dans les domaines d'intérêt mutuel soient créés au sein de la Commission, particulièrement dans le domaine du paléomagnétisme, des études de la croûte et d'autres domaines, au besoin. Ces comités ne devraient pas être astreints à des contraintes bureaucratiques pour pouvoir se concentrer sur leur discipline et les moyens d'optimiser les programmes complémentaires ou conjoints.**

Un certain nombre de comités et de groupes de travail officiels et officieux ont été créés dans le cadre de programmes conjoints tels que Lithoprobe, LOREX, les études relatives aux frontières et le Programme de gestion des résidus de combustible nucléaire, ont été créés au besoin. L'intégration des études de la croûte et du paléomagnétisme à la nouvelle Division de la lithosphère et du Bouclier canadien et des études sur le pergélisol à la Division de la science des terrains a permis d'améliorer grandement la liaison avec les anciens groupes de la Commission. Une série d'ateliers régionaux internes (études sur les Appalaches et la région est) devrait être organisée dans le but d'accroître et de promouvoir l'interaction entre la géologie et la géophysique.

**25. Que la somme affectée à la DPG en vertu du plan d'acquisition et de remplacement des biens d'équipement soit portée à 4 millions de dollars par année.**

Une somme de 0,525 million de dollars en 1986-1987, de 1,68 million de dollars en 1987-1988 et de 0,265 million de dollars en 1988-1989 a été affectée à l'amélioration du réseau et de la station sismologique de Yellowknife. Ces sommes s'ajoutent aux fonds prévus en vertu du plan, soit 2,346 millions de dollars, 2,466 millions de dollars et 2,562 millions de dollars déjà approuvés pour les années 1986 à 1989 respectivement. C'est le quadruple des budgets en capital d'avant 1984-1985.

- 26. Que le programme des accords de recherche d'ÉMR soit refinancé de façon à revenir à l'équivalent du pouvoir d'achat du programme en 1970, en tenant compte de l'inflation future.**

Il est actuellement impossible d'appliquer cette recommandation au niveau de la Direction, sans nuire aux niveaux de fonctionnement actuels. C'est actuellement le Secteur des sciences de la Terre qui s'occupe de l'administration de ce programme; toutes les demandes de fonds supplémentaires présentées au Conseil du Trésor ont été refusées jusqu'à maintenant.

---

## RAPPORT DU COMITÉ D'EXAMEN DE LA DIRECTION DE LA PHYSIQUE DU GLOBE

---

### SOMMAIRE-RECOMMANDATION

#### (a) Généralités

- (i) Nos deux principales conclusions, qui forment le contexte de tout le détail de notre évaluation, sont les suivantes :
- le Canada ne saurait se passer d'un organisme gouvernemental se consacrant spécifiquement à la recherche dans le domaine de la géophysique et de ses applications
  - la Direction de la physique du globe, au ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, est le seul organisme qui joue ce rôle.

Les arguments qui nous amènent à ces conclusions — et que nous développons dans notre rapport — procèdent de l'examen tant du rôle global d'organisations scientifiques gouvernementales et de leurs rapports avec l'industrie et les universités que de la structure organisationnelle optimale dans les domaines particuliers — encore que très vastes et de toute façon interreliés — de ce qu'on appelle les sciences de la Terre. Nous ne reprenons pas toute l'argumentation ici, mais nous exprimons notre opinion. Premièrement, les établissements gouvernementaux sont d'une importance cruciale quand les éléments irremplaçables du patrimoine national comme les bases de données géoscientifiques sont en jeu. Deuxièmement, pour rester dans le peloton de tête dans le domaine en progression rapide de la géophysique, l'établissement doit avoir l'autonomie et le mandat nécessaires pour maintenir l'équilibre entre la recherche fondamentale et les applications.

- (ii) Pour des raisons qui s'expliquent par l'évolution des situations, les activités relevant de la géophysique et de la géodésie se sont développées au sein d'un certain nombre d'organismes gouvernementaux, pour lesquels les applications ont une importance particulière. Il est à craindre que certains groupes ne parviennent pas à se maintenir à la hauteur des techniques et des concepts modernes qui se développent dans ces sciences. Le Comité est d'avis qu'il aurait été plus efficace sur le plan scientifique, y compris sur le plan de l'utilisation du personnel et de l'appareillage scientifiques, que toutes les activités que poursuit le gouvernement fédéral dans les domaines de la géophysique pure et appliquée (sismologie, géomagnétisme, gravimétrie, géothermie et géodynamique) et de la géodésie aient relevé de la Direction de la physique du globe.

Pour faire en sorte que les connaissances du domaine de la géophysique soient exploitées de façon efficace dans l'exécution des tâches d'ÉMR, nous recommandons :

1. que la Direction de la physique du globe soit reconnue comme étant le centre du développement de la science géophysique au sein du service gouvernemental;
2. que des mécanismes permettant de relier les groupes évoluant dans les domaines de la géophysique et de la géodésie et de favoriser leur coopération mutuelle soient mis en place et conservés.

(iii) Nos propres études et les résultats du sondage nous amènent à la conclusion que la Direction de la physique du globe s'acquitte très bien de son rôle de service auprès des scientifiques canadiens du gouvernement, de l'industrie et des universités et auprès des scientifiques étrangers. Nous sommes toutefois fort préoccupés par le manque de visibilité de la Direction et par le fait qu'on ne la perçoit guère comme organisme distinct. Cet état de chose était particulièrement remarquable dans les questionnaires qui nous ont été retournés par l'industrie pétrolière. Le Comité en vient par conséquent à la conclusion qu'un changement de nom s'impose. Pour beaucoup, l'expression « physique du globe » a un sens bien différent de celui de géophysique. En outre, pour les gens de l'extérieur du gouvernement, le mot « direction » n'est pas clair. Pendant des dizaines d'années, ce qu'on connaît maintenant sous le nom de Direction de la physique du globe a conservé sur les plans national et international une réputation enviable sous le nom d'Observatoire fédéral. Nous recommandons :

3. l'adoption du nom « Observatoire géophysique du Canada », qui exprimerait convenablement la mission de ce service.

Il conviendrait de modifier, en temps opportun, la loi qui régit le Ministère. Nous recommandons :

4. l'addition de la clause suivante : **Le Ministre assure le contrôle, la gestion et l'administration des observatoires géophysiques du gouvernement du Canada.**

Mais le service ne gagnera pas en visibilité par le seul changement de nom. Il faudra une offensive positive de la part du Directeur général et des membres du personnel dans un certain nombre de directions énumérées plus loin dans le rapport. Par conséquent, nous recommandons :

5. que la DPG prenne des mesures pour gagner en visibilité, comme la publication d'articles dans des journaux professionnels non techniques et la tenue de conférences régionales sur des sujets du domaine de la géophysique susceptibles d'intéresser un public nombreux.

- (iv) Au sein du secteur des sciences de la terre d'ÉMR, le mandat de la DPG est d'obtenir l'information nécessaire, en géophysique de la croûte terrestre, à la compréhension et à la gestion de la masse continentale du Canada, y compris la zone extracôtière, du point de vue des ressources naturelles et des dangers d'origine naturelle. Bien que ce mandat paraisse convenir si on l'interprète dans un sens large, nous estimons qu'il existe toujours un danger de l'interpréter de façon trop étroite. Comme nous l'indiquons dans la première conclusion ci-dessus, il est de la plus haute importance, en géophysique, de rester dans le peloton de tête et cela ne peut se faire que si l'on consacre une part importante du programme à la recherche fondamentale. Dans un pays où les sciences de la Terre jouent un rôle si important, il est tout à fait illogique que les organismes gouvernementaux qui s'y consacrent ne soient pas encouragés à effectuer des études de type fondamental dans la même mesure que le Conseil national de recherches (CNR) poursuit des travaux dans les domaines de la physique et de l'astronomie. Deuxièmement, considérant l'unité de l'étude géophysique de la Terre et de son environnement et la prise de conscience croissante des interrelations complexes qui se nouent à l'intérieur du système soleil-terre, il est de la plus haute importance de ne pas laisser l'expression « croûte terrestre » susciter une restriction de la portée de la recherche. Cela est particulièrement vrai dans les domaines du géomagnétisme et de la géodynamique. Troisièmement, l'interprétation du mandat doit tenir compte du caractère international des sciences de la Terre et la responsabilité de tous les pays de contribuer, où le leur permet leur capacité scientifique, à un bassin mondial de connaissances. La communication de données sismologiques, gravimétriques et géomagnétiques à des centres mondiaux de collecte de données constitue l'un des aspects de cette responsabilité dont nous concluons que la DPG s'acquitte bien. L'encouragement des scientifiques de la Direction à participer aux travaux de commissions internationales et à des forums de toutes sortes ne devrait pas avoir à subir le contre-coup d'une interprétation étroite du mandat. Par conséquent, nous recommandons :
- 6. que le mandat de la DPG soit interprétée de manière à englober les domaines de la recherche fondamentale qui, sans porter strictement sur la géophysique de la masse continentale du Canada, sont indispensables à la compréhension des processus géophysiques qu'elle recèle.**
- (v) La DPG est toujours parvenue à maintenir l'équilibre entre la recherche et le rôle de service qui est le sien, en offrant par exemple le service de sismographie et de l'information sur la sismicité. Vu le rôle central que joue la géophysique dans certaines missions nationales spéciales, comme l'étude de la répartition du pergélisol et l'élimination des déchets

radio-actifs, il était normal que la DPG, compte tenu de sa compétence particulière, joue un rôle de premier plan dans leur exécution. La Direction s'y est de plus en plus associée, souvent en remplissant un important rôle de surveillance des marchés. C'est de science de qualité qu'il est question et les liens nouveaux qui se nouent avec l'industrie et les universités contribuent à l'opération d'un transfert de technologie important et significatif. Toutefois, l'efficacité des scientifiques considérés individuellement et celle de la Direction dans son ensemble ne sauront être préservées que dans la mesure où les ressources nécessaires, en main-d'oeuvre scientifique, seront consacrées à ces missions nationales. Sans elles, la Direction compromettra la totalité de son programme s'il entreprend quelque autre initiative particulière. Nous recommandons :

- 7. que la DPG, lorsqu'elle est appelée à prendre part à des missions d'importance et d'intérêt nationaux, se voie attribuer des années-personnes supplémentaires.**
- (vi) Nous avons été impressionnés de l'apport au travail de la DPG des boursiers d'études post-doctorales, ces dernières années. Il est particulièrement remarquable dans la liste des publications, que nombre d'entre eux peuvent revendiquer en totalité ou en partie. Relativement intouchés par la routine administrative et frais émouls des milieux universitaires, les boursiers d'études post-doctorales peuvent faire beaucoup pour stimuler les milieux de la recherche. Il est malheureux qu'ils ne soient pas plus nombreux. Nous distinguons deux raisons expliquant cet état de choses. La première réside dans la règle inutilement stricte de la Commission de la Fonction publique concernant l'attribution de bourses à des non-Canadiens (1 pour 2 à des Canadiens), alors qu'il y a très peu de finissants canadiens au doctorat en géophysique. Mais ce phénomène se trouve intensifié par la deuxième raison, qui est le manque de visibilité du programme de recherche de la DPG dans les universités canadiennes. Nous recommandons :
- 8. la poursuite d'une démarche beaucoup plus positive de recrutement de boursiers d'études post-doctorales au Canada et à l'étranger, en réclamant comme il se doit de la Commission de la Fonction publique qu'elle atténue les restrictions relatives au recrutement de non-Canadiens.**
- (vii) Le Comité sait bien que les finissants canadiens en géophysique sont peu nombreux, situation qui entretient la pénurie de personnel qualifié dans l'industrie et les universités. Nous recommandons :
- 9. que la DPG, en sa qualité d'organisme responsable des travaux en géophysique au gouvernement fédéral, prenne une part active dans la promotion de l'étude de la géophysique en vue de faire carrière en ce domaine et qu'elle élargisse son programme d'embauche estivale de stagiaires.**

Le Comité appuie la décision de la DPG annoncée en 1984 d'employer un nombre limité de bacheliers et de financer leurs études de deuxième cycle et recommande :

**10. la poursuite et l'expansion de ce programme dans les domaines qui accusent de graves pénuries de personnes qualifiées et titulaires de diplômes de hautes études.**

- (viii) Nous constatons que le géomagnétisme accuse une baisse particulière de visibilité et une dose notable de fragmentation au sein de la DPG, état de chose que nous jugeons regrettable. Comme nous le soulignons dans notre rapport, l'organisme dans lequel on retrouve les racines de ce qui devait devenir plus tard la DPG est un observatoire du magnétisme terrestre. D'importantes raisons qui tiennent à l'objet même de la géophysique militent en faveur de la préservation d'un groupe intégré d'étude du magnétisme terrestre.

Il n'est pas possible de découper arbitrairement le champ géomagnétique à la surface du globe, car des perturbations d'origine externe interagissent avec le champ interne et induisent des courants électriques dans la terre. La structure actuelle de la DPG tend à séparer les domaines des observatoires, des cartes du magnétisme, des études de l'induction et du paléomagnétisme, avec la probabilité élevée que certains aspects de la science se recourent. Nous remarquons qu'une recommandation faite naguère par un comité spécial et voulant que la recherche sur la morphologie des perturbations magnétiques soit intensifiée, a été manifestement négligée. Cela s'est produit à une époque où l'on commence à prendre conscience de l'importance des effets géomagnétiques dans des domaines aussi différents que le changement du climat (programme national) et le passage de pipelines dans la zone aurorale.

Nous sommes conscients des contraintes immédiates, au moment de la restructuration du Centre géoscientifique du Pacifique, qui ont abouti à la réorganisation, mais nous en venons à la conclusion que la DPG serait plus à même de poursuivre des activités en géophysique et pourrait le faire avec plus de force si le géomagnétisme relevait d'un service de niveau de division. Par conséquent, nous recommandons :

**11. le rétablissement de la Division du géomagnétisme au sein de la DPG à Ottawa.**

- (ix) Nous avons mentionné plus haut les liens avec les universités et avec l'industrie. Encore que nous notions l'existence d'un nombre encourageant de travaux de recherche conjoints avec les universités canadiennes, nous recommandons :

**12. de mettre l'accent davantage sur les échanges temporaires bilatéraux de personnel scientifique.**

Il convient de saluer le bon travail de la DPG sur un aspect des relations avec l'industrie canadienne : celui du transfert de technologie pour la fabrication d'instruments, comme dans le cas des magnétomètres et des stations automatiques d'observation du magnétisme. Le système simplifié d'acquisition de données de sismique-réfraction offre maintenant une excellente occasion à cet égard, surtout si le financement de LITHOPROBE assure une importante première commande. Des développements pourraient dans l'avenir survenir en gravimétrie absolue et relative. Nous recommandons :

**13. que l'on étudie la possibilité de recourir à la coopération de type initiative conjointe entre la DPG et l'industrie pour favoriser le transfert de technologie, en sus des rapports contractuels habituels.**

- (x) Pour faire en sorte qu'il y ait apport suffisant de l'extérieur au programme de la Direction, nous recommandons :

**14. qu'un comité, dont la structure serait semblable à celle du Comité d'examen, mais au sein duquel serait en outre représenté le secteur de la géophysique des mines, soit mis sur pied avec mission d'aider la Direction à élaborer des programmes et à suivre les progrès réalisés.**

- (x) La composition de ce comité devrait changer aux trois ans. Il conviendrait que le comité se réunisse une fois par année en temps normal, bien qu'il puisse être appelé à se réunir plus fréquemment si des problèmes particuliers se posent. Le comité, comme le Comité d'examen, aura besoin de services de secrétariat appropriés.

**b) Recommandations particulières**

**Priorités en matière de personnel**

Nous partons du principe qu'il serait déraisonnable de préconiser un accroissement notable de l'effectif en ces temps de restrictions dans l'appareil de l'État. Mais les gens qui prennent leur retraite libèrent des places et les nouveaux programmes, comme le Programme géoscientifique des régions pionnières, offrent des possibilités d'expansion; aussi est-il important que la DPG ait un ordre de priorités. Nous recommandons :

**15. que, en matière de recrutement, la priorité soit donnée aux spécialités suivantes :**

- chercheurs scientifiques;
  - géomagnétisme (avec l'esprit ouvert et des qualités de chef)
  - techniques géodynamiques modernes
  - interprétation des données de sismique-réflexion
  - géodynamique d'interprétation.

Il convient de faire preuve de souplesse dans la répartition de ces quatre spécialités suivant un ordre de priorités, parce qu'il faut des scientifiques aux antécédents

et aux intérêts différents qu'il ne sera en aucun cas facile d'embaucher à bref délai. La recommandation relative à l'embauche d'un scientifique de haut niveau dans le domaine du géomagnétisme va de pair avec la recommandation n° 10, au sujet du rétablissement de la Division. La mise au point de nouvelles technologies pour mesurer les tensions et les contraintes de la croûte terrestre accentue l'urgence de renforcer à la DPG les compétences en ces domaines afin de ne pas manquer l'occasion d'en tirer parti; c'est là une étape qui devrait précéder toute autre recherche interprétative en géodynamique. On observe actuellement une demande pressante d'accentuer les compétences du Ministère en matière d'interprétation des données de sismique-réflexion, dans le contexte du Programme géoscientifique des régions pionnières et le LITHOPROBE; et ces compétences seront fort utiles et souhaitables pour le resserrement de la coopération et l'échange de technologie avec l'industrie de l'exploration pétrolière.

- Scientifiques spécialisés en sciences physiques (par ordre de priorité) :
  - analyse courante de sismogrammes
  - étude sismologique des secousses fortes
  - laboratoire d'études géothermiques.

En outre, nous recommandons ce qui suit :

16. que soit accéléré le passage de l'enregistrement analogique à l'enregistrement numérique dans le réseau de sismographes, que les stations de l'Arctique soient rétablies dans leur statut antérieur, que les sismologues soient libérés de l'analyse courante des enregistrements grâce au recours à l'embauche estivale d'étudiants, si possible, pour cette tâche;
17. que le réseau sismographique de mesure des secousses fortes (y compris les instruments en champ libre) soit totalement incorporé à l'activité de la DPG, en le dotant des ressources nécessaires en instruments et en personnel;
18. que l'on planifie la formule de transmission de l'information à caractère sismique recueillie à l'aide des sismographes numériques au public et aux Centres mondiaux de données, en envisageant l'emploi d'un dispositif analogique de rejeu ressemblant aux actuelles sismologies de courte et de longue périodes;
19. que soient tenues des conférences régionales s'adressant à des auditoires composés de non-scientifiques et portant sur des sujets d'intérêt pour un public nombreux (les tremblements de terre et leurs effets, par exemple);
20. que l'on profite davantage des occasions de déterminer le flux de chaleur que procurent les études où l'on mesure les températures.
21. que les études sur le flux de chaleur dans la Cordillère soient intégrées au programme du Centre géoscientifique du Pacifique;
22. que le programme régional sur la gravité soit modernisé et accéléré pour satisfaire aux besoins relatifs à la détermination d'un géoïde de résolution suffisante pour permettre l'emploi de l'information que l'on peut obtenir du système de positionnement global (système GPS) pour réaliser un contrôle vertical plus précis;
23. que l'on envisage la possibilité de coordonner le travail sur les instruments de géophysique au sein d'une section inter-divisionnaire;
24. que des comités conjoints de personnes actives dans des domaines d'intérêt mutuel, notamment en paléomagnétisme, en études de la croûte terrestre et dans d'autres domaines, au besoin, soient mis sur pied avec la Commission géologique du Canada. Ces comités devraient être libres de toute contrainte bureaucratique et se consacrer essentiellement à leur discipline particulière et aux moyens d'optimiser les programmes complémentaires ou conjoints;
25. que le montant prévu pour la DPG dans le Plan d'achat et de remplacement de biens d'équipement du Ministère soit porté à 4 000 000 \$ par année;
26. que le programme des conventions de recherche d'EMR soit refinancé de manière à lui rendre un pouvoir d'achat au moins équivalent à celui qui était le sien au moment de son introduction en 1970, en prévoyant des rallonges pour compenser l'inflation future;

## I LE COMITÉ : NOMINATION, COMPOSITION, MANDAT

Le Comité d'examen a été constitué en 1984 par M. W.W. Hutchison, sous-ministre adjoint, secteur des sciences de la terre, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, à partir d'une liste de noms qui lui avait été soumise par le Conseil canadien des sciences de la Terre, qui lui-même agissait sur les conseils de l'Union géophysique canadienne.

Le Comité se compose des personnes suivantes :

- le professeur George D. Garland, département de physique, Université de Toronto, Toronto, Ontario (président).
- M. Gérard Lachapelle, vice-président, Recherche et développement, Nortech Surveys Inc., Calgary, Alb.
- Le professeur Otto Nuttli, département de géophysique, St. Louis University, St. Louis, Missouri.
- Le professeur R. Doncaster Russell, département de géophysique et d'astronomie, Université de la Colombie-Britannique, Vancouver, C.-B.
- M. John H. Sass, U.S. Geological Survey, Flagstaff, Arizona.
- M. Peter J. Savage, PanCanadian Petroleum Ltd., Calgary, Alb.



À la première réunion du Comité, M. Kenneth Wing, de la Direction de l'évaluation des programmes, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, a été nommé secrétaire.

Tous les membres du Comité avaient une bonne idée du travail de la Direction de la physique du globe (DPG) et cinq avaient été membres (ou substituts de membres) des comités spéciaux qui étudiaient des secteurs d'activité particuliers : Lachapelle (programme de la carte gravimétrique du Canada), Garland (Observatoires géomagnétiques et stations de mesure des variations géomagnétiques), Nuttli (Réseaux sismographiques canadiens, sismicité et risques sismiques), Russell (cartes géomagnétiques et interprétation) et Sass (études géothermiques). Nous reviendrons sur le travail des comités spéciaux à la section II.

Le mandat du Comité avait été exposé dans le Rapport d'évaluation d'ÉMR et se présentait en substance comme suit :

#### **a) *Objet***

Passer en revue les activités de la DPG afin de :

- i) évaluer la pertinence et le caractère approprié de ses activités, la conception des activités, l'efficacité et l'efficience du service à atteindre ses buts, les répercussions voulues et non voulues du programme et les moyens autres d'assurer la réalisation du programme;
- ii) préconiser les changements qui peuvent être nécessaires pour satisfaire aux besoins du gouvernement du Canada et des usagers de la Direction.

#### **b) *Rapport***

Le Comité présentera son rapport assorti de ses recommandations à la direction du Ministère par l'intermédiaire du sous-ministre adjoint responsable des sciences de la Terre. Nul compte rendu oral ou écrit des recommandations et des constatations ne doit être rendu public tant qu'il n'y aura pas eu entente à cet égard entre le Conseil canadien des sciences de la Terre et le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources.

#### **c) *Points à évaluer***

Les objectifs particuliers de la révision sont les suivants :

- i) déterminer s'il existe un lien légitime entre les objectifs et les activités de la DPG et le mandat que la loi confère au Ministère et si l'absence de mandat officiel explicitement énoncé empêche la DPG de faire de la recherche géophysique fondamentale;
- ii) examiner les activités de la DPG afin de déterminer si les objectifs de programme sont atteints et si ces activités sont dans l'ensemble appropriées et propres à répondre aux besoins;

- iii) déterminer la capacité de rendement de la Direction à satisfaire aux besoins des usagers et effectuer un sondage auprès des ceux-ci, avec l'aide de la Direction de l'évaluation des programmes;
- iv) examiner les ressources financières et humaines de la DPG afin de déterminer si elles conviennent eu égard aux programmes que la Direction poursuit ou devrait poursuivre;
- v) examiner les relations entre la DPG et ses usagers, la Commission géologique du Canada, la Direction des levés et de la cartographie, le Conseil national de recherches, les autres ministères, les provinces, les sociétés minières et pétrolières, les autres industries, les experts-conseils, les universités et les organismes internationaux;
- vi) déterminer s'il y a suffisamment d'apport de l'extérieur dans la prise de décision relative au programme de travail de la DPG et comment cette influence extérieure pourrait être incorporée de façon profitable;
- vii) déterminer s'il y a de meilleures façons d'obtenir certains des résultats auxquels donnent lieu les activités de la Direction de la physique du globe;

#### **d) *Choix des membres***

Le comité sera constitué à partir d'une liste de personnes ayant accepté d'agir et nommées par le président et l'exécutif de l'Union géophysique canadienne et approuvées par le président du Conseil canadien des sciences de la Terre. Le Comité doit être représentatif des disciplines géophysiques et de la diversité des organismes. La nomination des cinq ou six membres du Comité sera faite par le sous-ministre adjoint responsable du secteur des sciences de la Terre, après consultation du président du Conseil canadien des sciences de la Terre, du directeur général de la Direction de la physique du globe et du directeur de la Direction de l'évaluation des programmes.

#### **e) *Liaison avec le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources***

La Direction de l'évaluation des programmes offrira des services de secrétariat; un représentant de cette Direction sera membre d'office du Comité. La DPG désignera une personne qui sera chargée d'aider le Comité à obtenir l'information dont il a besoin auprès de la DPG.

## **II LES SEPT TÂCHES DU COMITÉ**

Aux termes de son mandat (p. 00), le Comité devait se pencher sur sept questions précises. Nos conclusions et nos recommandations (voir ci-dessus) en découlent, mais il convient de les rappeler et d'examiner leurs rapports avec les tâches particulières :

- i) **déterminer s'il existe un lien légitime entre les objectifs et les activités de la DPG et le mandat que la loi**



**confère au Ministère et si l'absence de mandat officiel explicitement énoncé empêche la DPG de faire de la recherche géophysique fondamentale.**

Nous avons exprimé la conclusion (voir le sommaire-recommandation, Généralités, n<sup>os</sup> (i), (iii) et (iv)) que le lien entre les objectifs et les activités de la DPG et le mandat du Ministère est non seulement légitime, mais qu'il est indispensable à l'accomplissement de ses responsabilités. Nous soutenons toutefois (Généralités, n<sup>o</sup> 5) qu'il convient d'interpréter le mandat au sens large pour définir une approche scientifique appropriée et unifiée, parce qu'une interprétation trop étroite pourrait effectivement faire obstacle à la recherche fondamentale.

Nous recommandons (n<sup>o</sup> 3) que le nom de la Direction soit changé de manière que le public comprenne mieux sa raison d'être et nous recommandons que (n<sup>o</sup> 4) la loi régissant le Ministère soit modifiée en conséquence :

- ii) examiner les activités de la DPG afin de déterminer si les objectifs de programme sont atteints et si ces activités sont dans l'ensemble appropriées et propres à répondre aux besoins.**

Notre examen nous a amenés à la conclusion que les objectifs sont atteints et que le programme est propre à répondre aux besoins. Par ailleurs, nous observons que la Direction et les scientifiques qui en font partie sont très sollicités pour les missions nationales spéciales et nous recommandons (n<sup>o</sup> 7) que les années-personnes nécessaires lui soient attribuées lorsque de nouvelles missions requièrent sa participation :

- iii) déterminer la capacité de rendement de la Direction à satisfaire aux besoins des usagers et effectuer un sondage auprès de ceux-ci avec l'aide de la Direction de l'évaluation des programmes.**

Le sondage a été effectué. Nous y revenons en détail au chapitre IV. Nous concluons par ailleurs que la qualité du rendement est très élevée. Pratiquement tous les usagers, au Canada et à l'étranger, sont d'accord à ce sujet. Les scientifiques rattachés aux Centres mondiaux de données trouvent que les données provenant de la DPG sont à propos et qu'elles sont de très haute qualité. Encore une fois, le manque de visibilité de la Direction était flagrant dans les réponses, certains utilisateurs ignorant quelle était l'organisation à l'origine du matériel qu'ils utilisaient :

- iv) examiner les ressources financières et humaines de la DPG afin de déterminer si elles conviennent eu égard aux programmes que la Direction poursuit ou devrait poursuivre.**

Plusieurs de nos recommandations, notamment certaines de nos recommandations particulières, supposent des déboursés plus ou moins importants. La recommandation n<sup>o</sup> 16, par exemple, préconise une accélération du passage de l'enregistrement analogique à l'enregistrement numérique dans le réseau sismographique. Cette démarche entraînera des dépenses mais, à long terme, elle permettra de faire des économies sur le plan des coûts de

fonctionnement des stations et du temps que consacre le personnel à la lecture des enregistrements. Les conséquences sur le plan financier ne sont donc pas simples. De même, la recommandation particulière n<sup>o</sup> 17 préconise l'incorporation du réseau de mesure des secousses fortes au programme de la DPG. La chose ne saurait se faire sans déboursés, mais l'activité était précédemment le fait du CNR, qui réalisera une économie.

Le Comité a été impressionné par l'ampleur de l'investissement en capital de la DPG dans les instruments, ceux des observatoires, des activités sur le terrain, de la recherche, etc., à une époque où la technologie s'améliore rapidement. Il sera indispensable de tenir compte, dans l'établissement du budget, de l'amortissement et du remplacement. C'est ce à quoi devrait servir le Plan d'achat et de remplacement de biens d'équipement, mais les montants prévus semblent nettement insuffisants si l'on considère ce qui se fait normalement en matière de provisions pour amortissement.

Nous savons que la valeur de remplacement actuelle des biens immobilisés de la DPG (à l'exclusion des bâtiments) est de 20 750 000 \$. Si ces biens devaient être radiés en cinq ans, il faudrait prévoir 4 000 000 \$ par année pour leur remplacement. Or, actuellement, le Plan d'achat et de remplacement de biens d'équipements ne prévoit que 2 200 000 \$. Nous recommandons (n<sup>o</sup> 25) que ce montant soit porté à 4 000 000 \$ par année.

En ce qui concerne le personnel, nous avons déjà mentionné l'incidence des missions spéciales sur les activités de la DPG et la nécessité de prévoir le nombre requis d'années-personnes. À la recommandation n<sup>o</sup> 15, nous accordons la priorité à l'embauche de personnel nouveau au fur et à mesure que des postes se libéreront. Nous recommandons également (n<sup>o</sup> 8) la poursuite d'une démarche beaucoup plus positive de recrutement de boursiers d'études post-doctorales :

- v) examiner les relations entre la DPG et ses clients, la Commission géologique du Canada, la Direction des levés et de la cartographie, le Conseil national de recherches, les autres ministères, les provinces, les sociétés minières et pétrolières, les autres industries, les experts-conseils, les universités et les organismes internationaux.**

Les rapports sont évidemment variés et présentent des caractéristiques différentes, mais le Comité les a examinés plus ou moins en fonction de chacune des entités ci-dessus. Nous y revenons au chapitre V.

En ce qui concerne les rapports avec les autres organismes du gouvernement fédéral, nous avons cherché à relever d'éventuels cas de double emploi et, à l'inverse, cherché à déterminer si la coopération au niveau des scientifiques praticiens, était suffisante. Nous avons relevé un domaine restreint où il pourrait y avoir double emploi (les études sur le géoïde, avec la Direction des levés et de la cartographie). Nous recommandons (n<sup>o</sup> 24) de resserrer la coopération entre la DPG et la Commission géologique du Canada dans un certain nombre de domaines

où l'échange des points de vue et perceptions sur différents aspects de l'ordre de la géophysique et de la géologie est indispensable et nous préconisons la mise sur pied de groupes de travail spécialisés dans ces domaines.

Avec l'industrie, les rapports sont peut-être quelque peu restreints, en raison, encore une fois, du manque de visibilité et, dans le cas de l'industrie pétrolière, du manque d'insistance de la DPG sur l'interprétation des données de sismique-réflexion. Dans ce dernier cas, la situation évolue et elle figure parmi nos priorités de nominations. Nous relevons que la DPG est coutumière du transfert de technologie à l'industrie mais nous recommandons de tendre vers la coopération de type initiative conjointe.

Avec les universités, nous recommandons (n° 12) de mettre l'accent davantage sur les échanges temporaires de personnel scientifique.

Sur le plan des relations internationales, nous relevons la haute estime dans laquelle les Centres mondiaux de données tiennent le travail de la Direction, de même que le rôle important que jouent nombre de scientifiques de la DPG au sein d'organismes internationaux de géophysique. Nous en venons à la conclusion (Sommaire-recommandation, Généralités, n° iv) que cet état de choses est bénéfique au développement de la science au Canada :

**vi) déterminer s'il y a suffisamment d'apport de l'extérieur dans la prise de décision relative au programme de travail de la DPG et comment cette influence extérieure pourrait être incorporée de façon profitable.**

Entre 1978 et 1981, la DPG a été visitée par un certain nombre de comités itinérants spéciaux spécialisés dans certains domaines particuliers (p. 00). Nous croyons que l'apport extérieur dont ces comités ont été à l'origine bénéfique tout comme l'a été la démarche de la Direction lorsqu'elle y a donné suite. Il ne semble pas y avoir eu, entre 1981 et le moment de la mise sur pied du présent Comité d'examen, un apport optimal de la part de la communauté géophysique canadienne dans son ensemble, bien que la DPG ait participé aux missions nationales prioritaires.

Nous recommandons (n° 14) qu'un comité permanent, dont la structure serait semblable à celle du Comité d'examen, soit mis sur pied pour assurer l'apport extérieur :

**vii) déterminer s'il y a de meilleures façons d'obtenir certains des résultats auxquels donnent lieu les activités de la Direction de la physique du globe.**

Nombre de nos recommandations ont un rapport plus ou moins étroit avec cette tâche. Par ailleurs, nous reconnaissons que, dans de nombreux cas (celui de l'enregistrement sismographique numérique, par exemple), la Direction elle-même a pris promptement des initiatives qui allaient dans la bonne direction. Aucune de nos recommandations ne préconise un changement de fond en comble du mode opératoire, bien que nous recomman-

dions le rétablissement d'une Division du géomagnétisme. Les recommandations qui portaient sur des domaines scientifiques particuliers étaient les suivantes : n°s 16, 17 et 18 pour la sismologie, n°s 20 et 21 pour les études géothermiques et n° 21 pour le programme relatif à la gravité. La recommandation n° 8, qui traite de l'embauche accrue de boursiers d'études post-doctorales, et la recommandation n° 13, qui porte sur la coopération de type initiative conjointe avec l'industrie, visent toutes deux à conduire à des méthodes améliorées pour atteindre les objectifs.

### *Fonctionnement du comité*

Le Comité s'est réuni pour la première fois le 10 février 1984 à Ottawa. À cette occasion, M. Hutchison a résumé le mandat et demandé au Comité d'examiner la performance de la Direction de la physique du globe sous quatre angles différents :

- qualité du produit
- effectif et direction de la Direction
- coût-efficacité des opérations
- effectif et moral du personnel.

M. W.D. Bennett, directeur, Évaluation des programmes (ÉMR), a expliqué comment s'étaient passées les évaluations d'autres directions du Ministère et fait état du double rôle du Comité, qui doit répondre de ses activités et à la Direction de l'évaluation des programmes, et au Conseil canadien des sciences de la terre. M. J.G. Tanner, directeur général de la DPG, a fait état de quelques-unes des tendances qui se dessinent à la Direction, et notamment le passage de la recherche fondamentale aux applications pratiques. Il a également abordé la question des liens complexes qui rattachent la DPG à d'autres organismes, nationaux et internationaux.

Le premier jet d'un questionnaire destiné à être distribué à un échantillonnage d'utilisateurs et portant sur le rendement de la Direction avait été établi par le personnel. Après y avoir apporté un certain nombre de modifications, le Comité l'a approuvé. Le secrétaire a pris les dispositions relatives à la traduction, à la nécessaire révision technique et à l'approbation officielle par Statistique Canada (le questionnaire figure à l'annexe 1).

Au cours de la même réunion, le Comité s'est étendu sur la constitution d'une liste de personnes auxquelles poster le questionnaire. Nous reviendrons sur la question plus loin.

La fois suivante, soit les 12 et 13 avril, le Comité s'est réuni au Centre géoscientifique du Pacifique, à Sydney (C.-B.). Grâce à l'intervention efficace du directeur, M. R.D. Hyndman, le Comité a pu visiter tous les laboratoires du Centre et interroger personnellement presque tous les géophysiciens qui y travaillent.

D'autres réunions se sont tenues à Ottawa du 20 au 22 juin. Un nombre considérable de questionnaires avaient alors été reçus et M. K. Wing en avait fait une analyse préliminaire. Le Comité allait, lui, les étudier en

détail. La majeure partie du temps a été consacrée à la discussion avec des membres du personnel dirigeant de la Direction, tant à l'administration centrale d'Ottawa qu'au Laboratoire de géomagnétisme Blackburn. En outre, le Comité dans son entier a rencontré le directeur général de la Commission géologique du Canada (CGC), M. Ray Price, et les membres de la haute direction. Certains membres du Comité se sont en outre entretenus avec des scientifiques de la Division des levées géodésiques et du Conseil national de recherches sur les rapports avec la DPG tels qu'ils les percevaient.

Le Comité s'est réuni de nouveau les 1<sup>er</sup> et 2 octobre pour examiner les questionnaires supplémentaires qui étaient arrivés entretemps et pour discuter, avec les membres du personnel dirigeant de la DPG, de questions particulières qui avaient été soulevées soit dans les réponses au questionnaire, soit au cours des débats mêmes du Comité. Il s'est ensuite réuni les 8 et 9 novembre à Calgary pour tracer les grandes lignes du présent rapport.

Le Comité n'aurait pu s'acquitter de sa tâche sans la coopération et sans l'aide des plus efficaces des agents du Ministère et de la Direction. Nous souhaitons notamment souligner les services rendus à M. Wing et l'aide qui lui a été apportée pour la mise à la poste des questionnaires et l'analyse des réponses. Nous tenons également à souligner l'aide indéfectible apportée par le bureau de M. Tanner pour les déplacements et les réunions.

### **III HISTORIQUE DE LA DIRECTION DE LA PHYSIQUE DU GLOBE**

Le présent chapitre a pour but de donner une rétrospective sur laquelle se détache notre évaluation du programme de la DPG. Nous donnons un bref résumé historique, faisons une analyse du mandat de la Direction et de la suite que cette dernière a donnée à la visite des comités spéciaux.

#### **a) Historique de la Direction de la physique du globe/Observatoire fédéral**

La Direction de la physique du globe est la descendante directe de l'Observatoire fédéral, dont les premiers jours ont été narrés par M. Don W. Thompson (*Men and Meridians*, vol. 2, pp. 223-224 et 262-268). L'Observatoire avait son origine dans la réponse du gouvernement aux mémoires, dont plusieurs de la Société royale du Canada, qui lui avaient été envoyés dans les années 1890 et qui réclamaient que soient aménagées les installations de mesure astronomique et géodésique qu'exigeaient les importants travaux de levés d'arpentage et de cartographie alors en cours. Cette réponse, qui est venue en 1900, avait pris la forme d'un vote de crédits pour le démarrage de la construction du bâtiment originel et pour l'achat d'un télescope équatorial de 15 pouces. Le nom de l'installation, Observatoire fédéral, date de 1905, année où le nouveau bâtiment fut occupé pour la première fois. La vocation première de l'observatoire était, certes, l'astronomie appliquée — détermination du temps

et de la longitude — mais la géophysique de la croûte terrestre faisait partie de son programme d'activité dès le début. En effet, un groupe chapeauté par M. Otto Klotz s'occupait de sismologie, de magnétisme terrestre et de gravité, trois domaines de la connaissance qui sont toujours au coeur du programme de la DPG. M. Klotz s'est taillé une réputation internationale dans le domaine de la géophysique et ses ouvrages, notamment ceux qui traitent de sismologie, sont toujours cités.

L'orientation de l'Observatoire fédéral fut modifiée en 1917, lorsque le service des Levés géodésiques du Canada en fut séparé; la même année, l'Observatoire d'astrophysique de Victoria fut ouvert à titre de constituante de l'Observatoire fédéral. Ces changements entraînèrent une réorientation vers l'astronomie fondamentale, mais le programme de géophysique de la croûte terrestre continua de prendre de l'expansion. En sismologie, on assista à la naissance du réseau de stations sismographiques; dans le domaine du magnétisme terrestre, on traça la carte du vecteur absolu du champ magnétique sur le pays; en matière de gravité, on dépassa les mesures pendulaires pour se lancer dans des études d'avant-garde de l'écorce terrestre et de son isostasie.

Dans ses premières années, l'Observatoire fédéral ne se porta pas acquéreur de l'établissement qui était le descendant de la plus ancienne organisation gouvernementale d'étude des sciences de la terre au Canada, l'Observatoire magnétique de Toronto. Ce dernier était en activité depuis la fin de 1839 et il avait tenu un registre virtuellement ininterrompu des changements survenant avec le temps dans le champ magnétique de la terre, là où il avait été aménagé au départ puis à Agincourt, en Ontario. L'Observatoire se développa et donna naissance au Service météorologique du Canada; la nouvelle organisation conserva la responsabilité des observatoires magnétiques jusqu'à un moment relativement avancé du XX<sup>e</sup> siècle. Avec l'incorporation ultime et fort appropriée de la fonction d'observatoire magnétique au programme géomagnétique de l'Observatoire fédéral, de dernier peut légitimement faire remonter ses origines à 1839.

Outre les études fondamentales dans les domaines de la gravimétrie, de la sismologie et du magnétisme terrestre, avec ce que cela suppose de conséquences pour la compréhension de la structure de l'écorce terrestre considérée sur une grande échelle, l'Observatoire fédéral participa, de concert avec la Commission géologique du Canada et des universités canadiennes, à une étude ressortissant à la géophysique appliquée et qui était en soi une nouveauté. On soupçonnait de plus en plus, en 1928 déjà!, que des compagnies sans scrupules faisaient faussement croire à la possibilité de localiser des gisements de minerai à l'aide d'« instruments ». Aussi invita-t-on les organisations précitées à procéder à des essais impartiaux des méthodes de détection magnétique, électrique et gravimétrique sur des structures connues. Les principaux scientifiques mobilisés pour cette mission étaient J.B. Mawdsley, de la CGC, A.H. Miller, de l'Observatoire fédéral, L. Gilchrist, de l'Université de Toronto, et A.S. Eve et D.A. Keys, de l'Université McGill. Les expé-

riences de Miller avec la balance de torsion et sur la mesure du magnétisme sont devenus des classiques du genre et elles figurent encore dans les manuels. Mais ce qu'il faut surtout retenir, c'est que ces travaux permirent de saisir avec plus de force encore que les travaux de nature géophysique de l'Observatoire fédéral avaient des échos dans l'étude détaillée de l'écorce terrestre et les gisements à valeur économique qu'elle recèle, comme dans les études de plus grande envergure.

En 1970, la responsabilité de l'astronomie, y compris le service de l'heure et l'astrophysique, fut confiée au Conseil national de recherches. Ce changement eut une incidence importante sur le domaine d'activité et même sur le nom de l'Observatoire fédéral. La géophysique de l'écorce terrestre devint alors la composante principale de son programme d'activité, alors qu'il lui restait deux observatoires dotés d'un télescope zénithal à chambre noire. Comme on considérait les observations faites à l'aide de cet appareil comme essentiellement terrestres plutôt qu'astronomiques, la Direction était du coup dotée des premiers moyens qui allaient lui permettre d'évoluer dans le domaine de plus en plus important de la géodynamique.

Le nom « Direction de la physique du globe » fut choisi pour remplacer « Observatoire fédéral » après la réorganisation de 1970. Les graphiques ci-après montrent l'effectif (moins les secteurs de l'astronomie et du service de l'heure avant 1970) et le budget de la DPG de 1959 à 1984. Pour comparaison, nous joignons également des graphiques semblables qui montrent la situation de la CGC. Et l'effectif et le budget en dollars constants de la DPG accusent de légères baisses certaines années postérieures à 1971. Les graphiques présentent des échelles proportionnelles (ou logarithmiques), de sorte que toute variation disproportionnée entre la CGC et la DPG se traduit par une divergence de courbes par ailleurs parallèles. En 1964, les activités ressortissant à la limnologie passèrent de la CGC au ministère de l'Environnement. En 1964, le service de l'heure et les activités de nature astronomique passèrent de la DPG au Conseil national de recherches.

### **b) Le mandat**

L'énoncé de l'objectif global de la Direction peut être trouvé à différents endroits avec quelques variantes. On peut lire ce qui suit dans le rapport 1983-1984 du Secteur des sciences de la Terre : « La Direction de la physique du globe a pour mandat d'assurer un service de données et d'information; ce service est d'envergure nationale, mais il comporte d'importantes ramifications internationales. » La description de programme qui figure dans le libellé du programme du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources pour 1984-1985 dit plutôt ce qui suit :

Physique du globe : fournir une base de données géophysiques complète sur la structure, le dynamisme et les dangers naturels de la masse continentale canadienne ainsi que des régions situées au large des côtes;

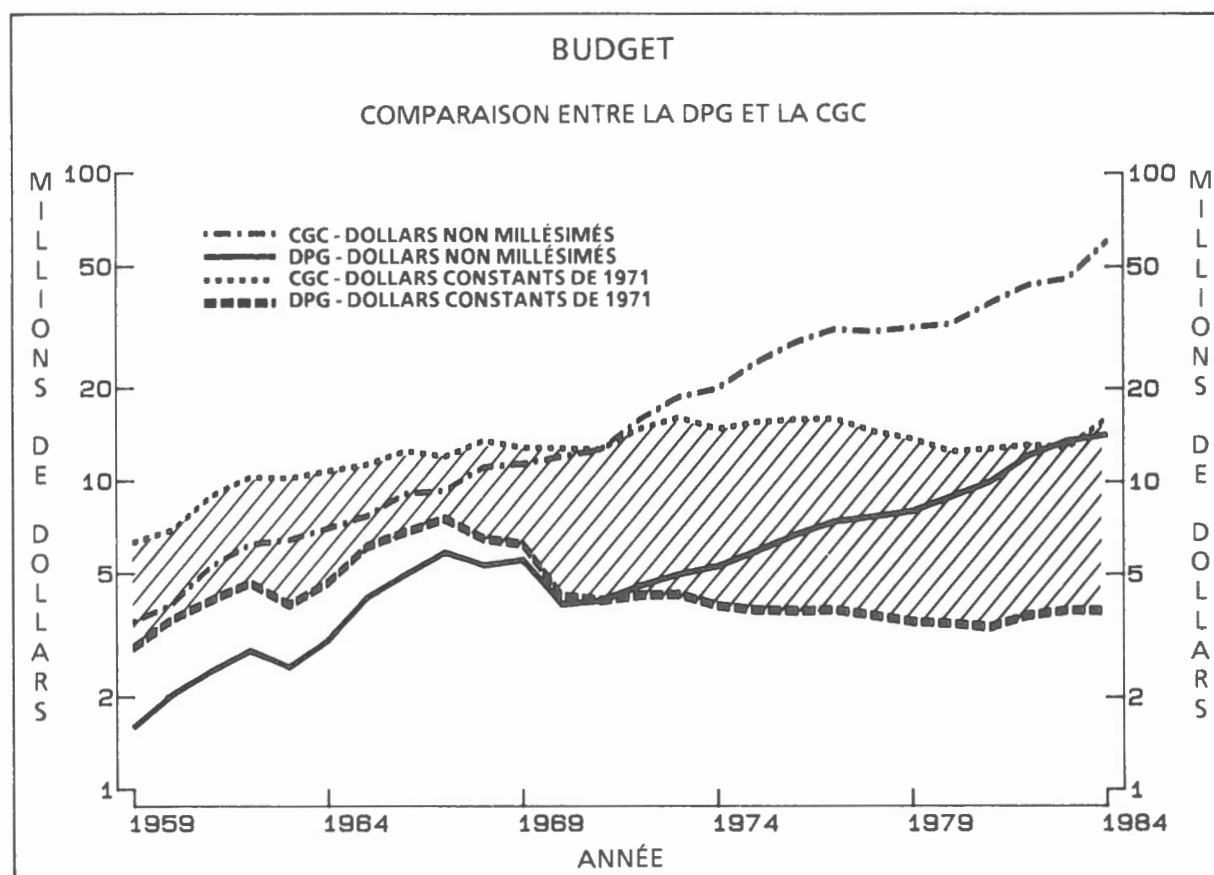
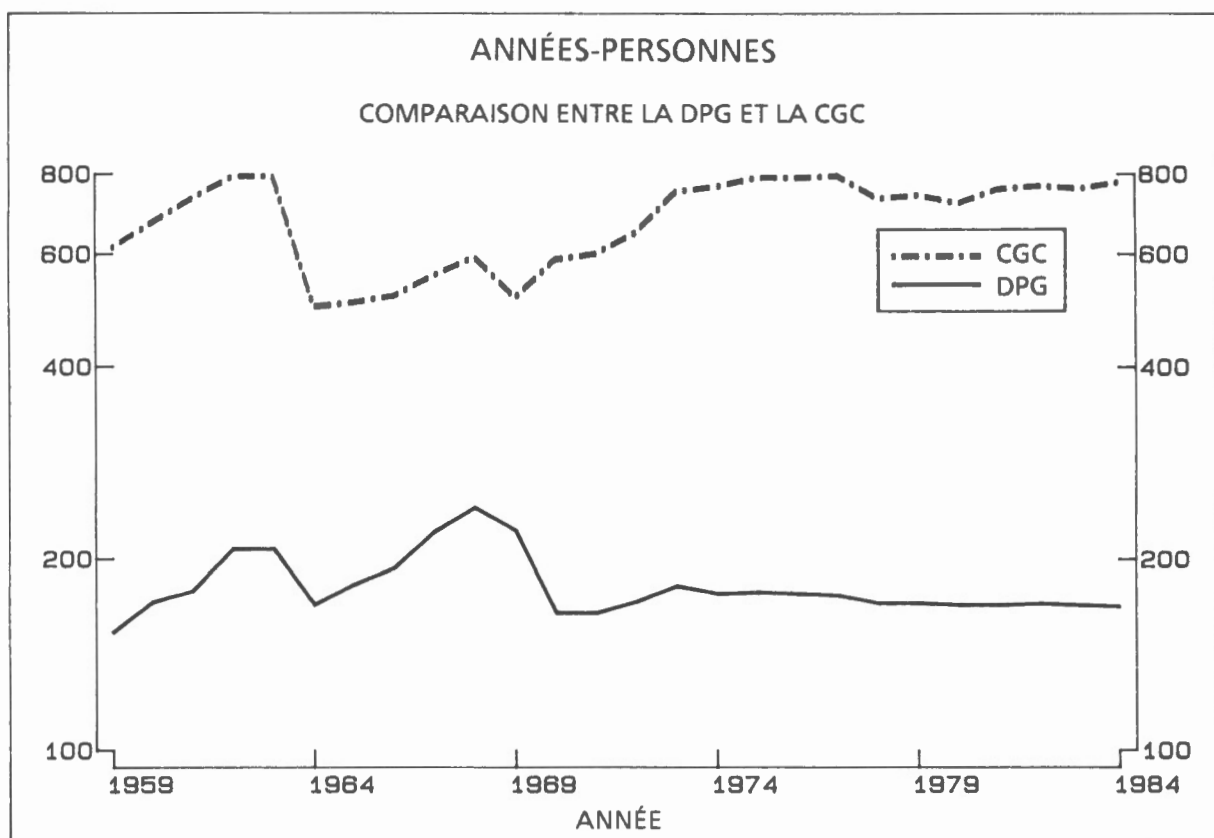
exploiter des réseaux nationaux d'observatoires géophysiques et contribuer à la définition de normes géophysiques.

Des énoncés semblables ont fait leur apparition depuis 1970-1971, lorsque la mention de l'astronomie a été supprimée.

Nous croyons que la description de programme présente un mandat réalisable pourvu qu'on n'en fasse pas une interprétation trop étroite. Nous insistons sur ce point pour plusieurs raisons. Premièrement, pour que la base de données soit utile, il faut que des décisions intelligentes soient prises quant aux données à collecter et aux méthodes à employer pour les collecter. Il s'ensuit immédiatement que le personnel de l'organisation doit avoir une très grande compétence en géophysique, si bien que l'organisation doit obligatoirement présenter quelques-uns des caractères d'un institut de recherche. Deuxièmement, la géophysique a, par nature, une portée globale et la « géophysique de l'écorce terrestre » n'est aucunement limitée, dans le plan « vertical », dirons-nous, par la surface du globe. Le caractère global a des ramifications à la fois scientifiques et institutionnelles. Ainsi, un scientifique spécialiste des sciences de la Terre devra à l'occasion se livrer à l'étude d'un problème dont certaines manifestations sont ailleurs pour comprendre certaines manifestations constatées au Canada. Si, par exemple, l'étude de processus tectoniques ailleurs dans le monde aboutit à des conclusions d'ordre géodynamique pouvant être utilisées pour comprendre des processus semblables au Canada, il convient de ne pas décourager le scientifique de poursuivre la recherche. Quant à la ramification institutionnelle, il faut la voir dans le fait que la géophysique progresse grâce à l'apport ininterrompu de nombreux pays qui contribuent aux programmes globaux d'observation dans les domaines de la géodynamique, de la gravimétrie, de la sismologie et du géomagnétisme. La compatibilité des observations et de la réduction des données et la régularité de l'alimentation en données des Centres mondiaux de données sont de la plus haute importance. Cela suppose le maintien de liens permanents entre les instituts nationaux de différents pays et avec les organisations internationales.

Le fait que la géophysique « de l'écorce terrestre » ne s'arrête pas à la surface du globe trouve son illustration la plus éloquente dans le géomagnétisme, qui étudie notamment les champs générés à l'extérieur qui font sentir leur influence à l'intérieur de la terre, et la géodynamique moderne, science dans laquelle les techniques comme l'observation par satellite et la radio-interférométrie à grande base ont tant à apporter.

Les mandats du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources sont également énoncés dans diverses lois. Le Comité a relevé que, avant 1970, la Loi sur les ressources et les relevés techniques renfermait la disposition suivante :



Le Ministre doit :

- e) exercer le contrôle, la gestion et l'administration de tout observatoire astronomique maintenu par le gouvernement du Canada.

Consécutivement au transfert de l'astronomie au CNR, cette disposition a été supprimée. Nous croyons qu'il conviendrait, le moment venu de réviser la Loi, de reformuler la clause :

Le Ministre doit :

- assure le contrôle, la gestion et l'administration des observatoires géophysiques du gouvernement du Canada.

### c) *Les comités spéciaux*

Entre 1978 et 1981, la majeure partie du programme de la DPG a été examinée par sept comités spéciaux. Comme chacun des comités se penchait sur un secteur d'activités précis et était composé de personnes qui y avaient un intérêt particulier, l'examen a été dans tous les cas approfondi. Même si, après trois à six ans, la situation a pu changer dans certains cas (comme suite à la restructuration à Ottawa et au Centre géoscientifique du Pacifique, par exemple), nous avons trouvé les rapports de ces comités et les mesures prises consécutivement par la Direction extrêmement utiles. Nous reviendrons plus loin sur les recommandations des comités, lorsque nous aborderons les activités particulières, mais il convient de résumer ici leurs conclusions et les recommandations qui traitent des grands principes.

Tous les rapports s'entendaient sur un point : la DPG s'acquitte avec compétence et efficacité de l'une de ses tâches principales, l'exploitation d'observatoires (sismographiques et magnétiques) aux fins de l'acquisition et de la communication de données géophysiques fondamentales. Certains rapports réclament la densification de la couverture ou une intensification de l'interprétation des observations par les scientifiques de la DPG. Il est déplorable que, dans certains cas, non seulement la Direction a été incapable de dégager les ressources qui lui auraient permis de donner suite aux propositions, mais encore la situation a changé pour le pire. C'est ce qui s'est produit notamment avec une recommandation du comité chargé des réseaux sismographiques canadiens, recommandation qui voulait que les stations de l'Arctique canadien soient plus prioritaires. Une autre recommandation du même comité traitait des sismographes de mesure des secousses fortes (en champ libre); nous y reviendrons plus tard.

Le comité chargé du programme de la carte gravimétrique du Canada, tout en soulignant l'efficacité du programme, recommandait, sans autre précision, de consacrer aux travaux une somme supplémentaire de 200 000 \$ par année et trois années-personnes. Comme la Direction, nous sommes perplexes quant aux raisons ayant motivé cette recommandation que n'accompagnait nulle proposition de programme détaillée; cela dit, toute la question de l'avenir du programme de carte gravimétrique a gagné en complexité pour des raisons de besoin

et de technologie. Mais nous y reviendrons. L'une des principales recommandations du comité chargé du service de géodynamique voulait que soit nommé un géophysicien ayant de l'intérêt pour la dynamique globale et la technique régionale. Nous relevons qu'il n'a pas été possible de donner suite à cette recommandation et en réitérons le caractère hautement prioritaire. L'accaparement total du personnel actuel par le travail opérationnel et par la planification que requièrent les nouvelles technologies a donné lieu à une interruption de la recherche d'intérêt global qui caractérisait le groupe au début des années 1970. Le même comité recommandait un resserrement des rapports avec Levés géodésiques, point sur lequel nous reviendrons.

Le comité spécial chargé des études géothermiques a traité en détail des programmes comportant de la recherche faite à contrat et des modalités d'examen externe des projets qu'il y aurait lieu d'appuyer. Le rôle de la recherche faite à contrat reste un important problème qu'il faudra régler.

Trois comités spéciaux se sont penchés sur le travail de l'ancienne Division de géomagnétisme : observatoires géomagnétiques et stations de mesure des variations géomagnétiques, cartes géomagnétiques et interprétation et études des phénomènes d'induction paléomagnétique et électromagnétique. La situation a changé de façon appréciable dans ces domaines; ainsi, avec la disparition de la Division, un groupe distinct s'est constitué à la DPG pour s'occuper de paléomagnétisme. Ce développement nous a amenés à regarder de près les relations et la coordination entre tous les groupes évoluant sur le terrain, ce qui constituait un point soulevé par l'un des comités spéciaux. À certains égards, des progrès notables ont été accomplis, notamment sur le plan de l'automatisation et de la supervision faite à contrat des observatoires magnétiques, ce qui a permis de laisser intact le réseau d'observations magnétiques. Mais les deux premiers comités mentionnés ci-dessus, tout en faisant fortement l'éloge des produits (registres des variations magnétiques et cartes du magnétisme), ont recommandé fortement que la capacité de la Direction en recherche fondamentale connexe soit accrue. Nous regrettons de constater que la tendance a plutôt pris la direction opposée.

Nombre des comités spéciaux ont formulé des commentaires sur les rapports avec les universités, l'industrie et d'autres organismes, comme la Commission géologique du Canada. Nous avons examiné ces rapports et nous les analysons à la section V.

Dans des commentaires sur les comités spéciaux, le Rapport d'évaluation du Ministère notait que leurs membres mêmes n'étaient dans certains cas pas impartiaux face à l'activité de la DPG. Il est difficile de concevoir ce qui aurait pu être fait de plus pour ne pas donner prise à cette critique tout en faisant appel à des personnes qui connaissaient bien les divers domaines. La plupart des comités comptaient des membres provenant de l'extérieur du Canada et leur composition : universitaires, personnes provenant d'autres organismes gouvernementaux



et de l'industrie, n'était pas sans similitudes avec celle du présent comité d'examen.

#### IV SONDAGE AUPRÈS DES UTILISATEURS

##### a) *Objet*

Le sondage a été effectué au sein de la communauté des géophysiciens. Les questions visaient essentiellement à déterminer ce qui suit :

1. comment on utilise les produits de la DPG;
2. comment on perçoit la qualité du travail et du service de la DPG;
3. ce qu'on pense du mandat et du programme de la DPG.

La mise au point du questionnaire est le fruit des efforts de nombreux collaborateurs. La DPG et la Direction de l'évaluation des programmes d'ÉMR a établi le premier jet qui a été examiné, modifié et finalement approuvé par le Comité. Statistique Canada a mis la touche finale en intervenant au niveau des détails techniques propres à faire du questionnaire un véritable instrument de sondage.

##### b) *L'échantillonnage*

Le sondage s'est fait par la poste; le questionnaire a été envoyé à un échantillon stratifié d'utilisateurs. La constitution de l'échantillon s'est faite en trois étapes :

1. compilation de la liste principale des clients;
2. stratification de la liste par catégories d'utilisateurs;
3. tirage au hasard de sujets dans chaque strate à proportion de sa population.

La liste principale était elle-même composée d'autres listes :

1. plusieurs listes d'utilisateurs préparées par la DPG;
2. une liste des membres de la *Canadian Society of Exploration Geophysicists* (CSEG) fournie par M. Pater Savage, du Comité d'examen;
3. une liste des membres de la Société canadienne d'exploration géophysique (KEGS) fournie par G.D. Garland;
4. une liste des membres de l'Union géophysique canadienne (UGC) fournie par M. Adrian Camfield, de la DPG.

La liste principale a été épurée des doublons et des non-utilisateurs comme les bibliothèques et les écoles secondaires. Cette liste comptait 1 732 utilisateurs, dont les noms ont été répartis selon les catégories suivantes :

1. catégorie générale de génie, compagnies d'assurances, catégorie générale d'exploration;
2. universités;
3. services du gouvernement fédéral, Petro Canada et sociétés de la Couronne;
4. instrumentation géophysique;
5. experts-conseils et entrepreneurs miniers;
6. sociétés minières;
7. organisations internationales (par ex. : centres mondiaux de données);

8. experts-conseils — Pétrole et gaz;
9. sociétés pétrolières et gazières;
10. organismes ou gouvernements provinciaux;
11. services généraux (par ex. : compagnies d'électricité ou de téléphone).

La population visée a d'abord été stratifiée en fonction des catégories ci-dessus. Les sujets de chaque strate ont ensuite été choisis au hasard à l'aide d'un générateur de nombres aléatoires. Prévoyant un certain nombre de non-réponses, le Comité d'examen a décidé de considérer un échantillon de l'ordre de 1 000 répondants. Le nombre de sujets retenus dans chaque strate était proportionnel à la population de la strate. Tout cela a donné un échantillon de 1 013 noms, chiffre qui reflète l'effet de l'arrondi. La taille de l'échantillon convient à toutes les fins.

Si nulle réponse ne venait de l'un des sujets, on choisissait une autre personne au hasard dans la même strate, conformément aux principes élémentaires de la statistique.

Le questionnaire a dans une certaine mesure été pré-testé. Huit utilisateurs de Vancouver ont été interrogés afin de savoir s'ils avaient eu de la difficulté à remplir le questionnaire et si les questions étaient comprises comme on le souhaitait. Les huit utilisateurs représentaient, ensemble, les secteurs suivants : les universités, les services généraux, experts-conseils miniers et géoscientifiques. Le pré-test a montré que le questionnaire était bien conçu — toutes les personnes interrogées en ont dit beaucoup de bien.

##### c) *Résultats et constatations*

###### i) *Profil des répondants*

Trois cent quatre-vingt-dix personnes (38 p. 100 de l'échantillon) ont répondu; de ce nombre, 33 se sont excusées de ne pouvoir remplir le questionnaire. Conformément à la théorie de l'échantillonnage et considérant les données collectées, ce taux de réponse est suffisant pour tirer des conclusions.

Au sein de l'échantillon, trois groupes dominant : l'industrie pétrolière et gazière (43 p. 100), les universités (21 p. 100) et l'industrie minière (14 p. 100). Ils représentent ensemble près de 80 p. 100 des répondants. La figure 4 C-1 donne le détail.

Géographiquement, les clients de la DPG se répartissent dans le monde entier. Trois cent trois Canadiens (85 p. 100) ont répondu, 36 Américains (10 p. 100) et 17 personnes d'autres pays (5 p. 100). Chez les répondants canadiens, 153 (50 p. 100) étaient en Alberta, 45 (15 p. 100) à Toronto, 24 (8 p. 100) en Colombie-Britannique, 21 (7 p. 100) à Ottawa et 18 (6 p. 100) au Québec. Considérant la répartition de la population visée par l'enquête en fonction du secteur industriel et du lieu géographique, l'échantillonnage de répondants est fort représentatif.

**Tableau 4 C-1** Catégories de répondants

Catégorie	Nombre	%
Industrie pétrolière et gazière	155	43
Universités	75	21
Industrie minière (y compris l'instrumentation géophysique)	50	14
Gouvernement fédéral (les pays étrangers sont inclus)	30	8
Experts-conseils géoscientifiques	19	5
Gouvernements provinciaux (les pays étrangers sont inclus)	15	4
Services généraux	6	2
Autres industries	4	1
Organismes internationaux	3	1
<b>TOTAL</b>	<b>357</b>	<b>98</b>
		(2 % d'erreur d'arrondi)

## ii) Service aux clients

Les résultats du sondage révèlent que la DPG sert bien ses clients. Quelque 85 p. 100 des répondants utilisent les services de la DPG d'une façon ou d'une autre. Si l'on exclut le secteur du pétrole et du gaz, la proportion des utilisateurs passe à plus de 90 p. 100 des répondants. Les gens lisent les rapports et les publications de la DPG pour se tenir à jour. La communauté universitaire profite bien de toute la gamme des extraits de la DPG et les utilise à des fins d'enseignement également. Dans les domaines de la sismicité, du champ géomagnétique et de la gravimétrie, la DPG collecte et compile des données d'observation de base et elle est certainement considérée par les utilisateurs comme une source de donnée qui fait auto-

rité en la matière. Le tableau 4 C-2.1 montre la répartition des répondants par type d'extrait et par secteur industriel. Globalement, les résultats des travaux de gravimétrie sont les plus largement utilisés; les deux tiers environ des sujets interrogés les utilisent.

Au sujet de l'importance que les répondants accordent aux divers produits de la DPG, seulement 150 personnes environ, soit 40 p. 100, ont exprimé leur opinion. Certains, entre 5 et 15 personnes, pensent que les extraits de la DPG ne sont pas importants. Par conséquent, la plupart des répondants considèrent les extraits importants.

Cinq personnes ont mentionné que la DPG ne produisait pas certaines choses dans les délais et qu'elles ne trouvaient pas non plus les produits dignes de confiance. Cela dit, la majorité des répondants tient en haute estime la DPG pour son respect des échéances et la fiabilité de ses produits.

## iii) Connaissance personnelle de la DPG dans la communauté géoscientifique

Cent vingt répondants ont fait état des raisons pour lesquelles ils n'utilisent pas les extraits de la DPG; 56 ont affirmé qu'ils n'avaient nulle notion de ce que la DPG produit et 48 ont dit estimer que les extraits n'avaient rien à voir avec leur travail. Le fait que ces deux groupes soient composés essentiellement de personnes évoluant dans le secteur minier ou pétrolier et gazier dénote une ignorance notable, chez le secteur privé, de ce que fait le gouvernement fédéral en géophysique.

## iv) Point de vue des utilisateurs sur le programme de physique du globe d'ÉMR

Une quarantaine de répondants n'ont pas exprimé leur opinion sur ce que devrait être le mandat de la DPG.

**Tableau 4 C-2.1** Utilisation des extraits de la DPG par les répondants

Type d'extraits	Secteurs					Total	
	Pétrole et gaz	Universités	Mines	Gouvernement <sup>1</sup>	Autres industries <sup>2</sup>	Nombre	Pourcentage
Gravimétrie	94	50	39	30	9	222	62
Structure du globe	55	57	28	30	10	180	50
Sismologie	58	46	11	28	13	156	44
Géophysique marine	72	37	17	20	6	152	43
Champ magnétique	45	36	39	21	7	148	41
Sismicité	32	49	14	30	21	146	41
Pergélisol	47	14	14	15	7	97	27
Géodynamique	20	46	7	18	5	96	27
Études géothermiques	23	31	15	14	6	89	23
Normes géophysiques	27	15	27	10	2	81	23
<b>TOTAL<sup>3</sup></b>	<b>112</b>	<b>71</b>	<b>46</b>	<b>46</b>	<b>27</b>	<b>302</b>	<b>85</b>

1. Fédéral, provincial et organismes internationaux.  
2. Services généraux, experts-conseils en sciences de la Terre et « autres » industries.  
3. Le total de chaque colonne n'égale pas la somme des chiffres de la colonne parce que les rangées ne s'excluent pas. Ainsi, si un répondant du secteur pétrolier et gazier utilise des extraits en gravimétrie et en sismicité, il est compté une fois, pas deux.



Parmi ceux qui l'ont fait, 90 p. 100 ou plus approuvent l'inclusion des activités suivantes dans le mandat :

- exploitation d'observatoires;
- établissement de cartes nationales de données géophysiques;
- exploitation d'installations d'étalonnage;
- tenue de bases de données nationales;
- diffusion d'avertissements de risques de nature géophysique;
- publication de données et d'information sur les extrants de la DPG.

En ce qui concerne les autres activités, les pourcentages des personnes qui approuvent leur inclusion sont les suivants :

- recherche fondamentale : 84 p. 100;
- établissement de normes pour les travaux sur le terrain : 80 p. 100;
- exécution de levés sur le terrain : 65 p. 100;
- réduction et interprétation de données de terrain : 62 p. 100.

Pour les détails, voir le tableau 4 C-4.1.

Généralement parlant, la communauté géophysique est d'accord pour que la DPG poursuive des activités de recherche fondamentale. Toutefois, ceux qui ont exprimé leur désaccord estimaient que la recherche fondamentale devait se faire de concert avec les universités.

L'opposition à la poursuite par la DPG d'activités d'établissement de normes pour les travaux sur le terrain est aberrante. Les gens de l'industrie et des universités aimeraient travailler avec la DPG à l'établissement de ces normes.

Les deux dernières activités ont fait l'objet d'une vive opposition, près du tiers des répondants ne se disant

pas d'accord pour que la DPG s'acquitte de ces tâches. Le Comité d'examen en est resté perplexe. C'est dans le secteur privé, et notamment dans les industries minière et pétrolière et gazière, que l'opposition est la plus vive. En fait, tout le travail de levés sur le terrain accompli sous la direction de la DPG est confié par contrat à des compagnies d'études géophysiques. En outre, la plupart des levés sur le terrain de la DPG servent à alimenter un quelconque réseau national de données. Il ne s'agit pas de levés de prospection. Le Comité a supposé que les opposants croient — à tort — que les levés sur le terrain effectués par la DPG sont des levés de prospection. Si c'est bien ce qui se passe, l'opposition apparente à cet aspect du mandat de la DPG repose sur une méprise.

En résumé, les utilisateurs approuvent les activités prévues au mandat de la DPG, à l'exception possible de l'exécution de levés sur le terrain et de la réduction et de l'interprétation des données ainsi collectées.

#### v) Suggestions

Les deux tiers des répondants n'ont avancé aucune suggestion. Parmi les suggestions qui ont été formulées, celles qui avaient trait à la nécessité des relations publiques dominaient. L'un des répondants a préconisé de mettre sur pied un programme d'information du public qui comprendrait l'ouverture de kiosques d'information dans le cadre d'assemblées à caractère géologique et géophysique, et la remise d'une liste de conférenciers aux organisations à caractère technique et non technique ainsi qu'aux universités, conférenciers aptes à traiter de « sujets d'intérêt populaire ». Une autre suggestion fréquente voudrait que l'on publie chaque année, dans des revues populaires ou dans des magazines (Oil Week, The Northern Miner, etc.), un bref résumé des projets. Quatre autres suggestions ont été formulées qui émanent d'environ 5 p. 100 des répondants :

**Tableau 4 C-4.1** Opinion des utilisateurs sur le mandat de la DPG

Activité	Secteur					Total	
	Pétrole et gaz	Universités	Mines	Gouvernement	Autres industries	Nombre	Pourcentage
I Recherche fondamentale							
D'accord	112	62	39	37	17	267	84
Pas d'accord	26	9	6	8	3	52	16
II Établissement de normes pour les travaux sur le terrain							
D'accord	102	55	36	42	18	253	82
Pas d'accord	30	11	11	3	2	57	18
III Exécution de levés sur le terrain							
D'accord	78	57	24	36	10	205	66
Pas d'accord	54	13	23	8	8	106	34
IV Réduction et interprétation de données de terrain							
D'accord	74	55	24	36	9	198	64
Pas d'accord	58	15	22	7	10	112	36

1. fusionner la CGC et la DPG;
2. redonner vie aux travaux sur les instruments et les améliorer;
3. redonner de la vitalité à la DPG pour en faire la fer de lance des développements modernes en recherche géophysique fondamentale (en géodynamique, par exemple);
4. mettre sur pied des comités consultatifs qui seront chargés de coordonner les travaux de géophysique que poursuivent la DPG, l'industrie et les universités

## V RAPPORTS ENTRE LA DPG ET LES ORGANISMES GOUVERNEMENTAUX, L'INDUSTRIE ET LES UNIVERSITÉS

Aux termes de son mandat, le Comité devait se pencher sur les rapports entre la Direction, d'une part, et les autres organismes gouvernementaux, les gouvernements provinciaux, le secteur privé et les universités, d'autre part. Dans notre esprit, cette analyse devait porter sur un certain nombre d'aspects. Premièrement, elle doit viser à déterminer comment les autres organisations perçoivent la DPG et ses extrants. Deuxièmement, elle suppose l'examen de la mécanique de la coordination dans chaque cas, pour voir si c'est ce qui peut se faire de mieux, ou pour déterminer s'il y a risque de double emploi ou carence au niveau des rapports. Nos constatations procèdent de l'étude des réponses au questionnaire et de discussions avec des personnes faisant partie des organisations concernées.

### a) *Autres organismes fédéraux*

Notre examen a porté essentiellement sur trois organismes : le Conseil national de recherches, la Commission géologique du Canada et la Division des levés géodésiques, celle-ci relevant de la Direction des levés et de la cartographie d'ÉMR.

### i) **Conseil national de recherches**

Les échanges avec le CNR se font principalement avec la Division des recherches en bâtiment, dans le domaine de la recherche sur la sismicité et sur le pergélisol, avec la Division de l'énergie, pour les études géothermiques, et avec l'Institut Herzberg d'astrophysique pour les projets du domaine de la géodynamique, notamment les travaux de planification dans le cadre du projet relatif au réseau interférométrique canadien.

Dans le domaine de la sismicité, les échanges portent surtout sur le réseau des sismographes de mesure des secousses fortes. Ces appareils ont pour raison d'être, essentiellement, de déterminer l'intensité des secousses sismiques durant les tremblements de terre de magnitude majeure. Cette information sert ensuite à établir des modèles pour la conception de structures capables de résister aux effets des tremblements de terre. Les instruments de mesure des secousses fortes se déclenchent lors-

que l'accélération est d'environ 1 p. 100 de « g » et ils effectuent de brefs enregistrements des secousses.

Actuellement, la Direction de la physique du globe assume la responsabilité des stations de l'ouest du Canada, tandis que le Conseil national de recherches assume la responsabilité des stations de l'est. Il existe une entente de principe voulant que la Direction de la physique du globe assume l'entière responsabilité du réseau. Au mois de juin 1984, cette entente ne s'était pas concrétisée.

Le groupe qui coordonne ces travaux est le Comité national canadien de génie sismique, qui se compose de représentants de plusieurs ministères. Le Comité est perçu comme étant efficace et la Direction de la physique du globe est considérée par les représentants du CNR comme un membre important qui connaît bien ses domaines de travail. Il existe des liens officiels avec la DPG dans le domaine de la mesure des tensions et dans celui de la sismicité. Comme nous le verrons plus loin, dans la section sur la sismologie, il serait souhaitable d'apporter un certain nombre de modifications d'ordre technique au réseau de mesure des secousses fortes et nous recommandons de le faire quand la DPG assumera l'entière responsabilité du réseau. Nous croyons que la coopération de la DPG et de la Division des recherches en bâtiment du CNR se poursuivra, compte tenu de l'intérêt de cette dernière pour les effets des secousses fortes sur les structures.

Dans un domaine non sans rapports avec le précédent, il faut mentionner l'activité du Comité sur le code nucléaire, mis sur pied en 1975 par L'Énergie atomique du Canada, Limitée. Il s'agit d'un organisme technique qui fournit la documentation indispensable à l'établissement des normes de l'Association canadienne de normalisation (Acnor) qui concernent les installations nucléaires. C'est là une question importante, par exemple, pour ce qui est des relations avec les autres pays. De toute évidence, la technologie est semblable et, d'ailleurs, les mêmes noms reviennent dans les conversations. Enfin, il a été souligné que ces activités ne représentaient qu'une petite partie des activités du CNR, deux sur une trentaine de secteurs de projets, à la Division des recherches en bâtiment.

Dans le domaine de la recherche sur le pergélisol, les rapports sont continus avec les années. Les endroits où s'effectue la recherche en collaboration sont le delta du Mackenzie, la mer de Beaufort et Alert. Les données de base sont constituées de mesures de la température du sol. Le personnel de la Direction de la physique du globe possède l'équipement et les qualités requis pour les collecter. Les employés du CNR qui ont été interrogés ont souligné le fait que la Direction de la physique du globe possédait des laboratoires indispensables, sans lesquels les programmes de recherche en collaboration ne pourraient exister. La recherche sur le pergélisol est un domaine qui présente un intérêt tout à fait naturel pour le Canada, puisque plus de la moitié de sa superficie en recèle sur des épaisseurs variant entre un et 1 000 mètres. La liaison n'a habituellement aucun caractère officiel,

mais elle est efficace. Elle se fait en partie par l'intermédiaire du sous-comité du pergélisol du Comité associé de recherches géotechniques (du CNR).

C'est dans le domaine de l'énergie renouvelable, notamment de l'énergie géothermique, que se nouent les rapports les plus étroits avec la Division de l'énergie du CNR. Selon toute apparence, l'intérêt serait né au ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, et, il y a trois ans environ, un élément d'ingénierie s'est ajouté, élément qui comprend la technologie du captage de la chaleur (CNR) et la conception de systèmes (DPG). De l'avis de certaines des personnes interrogées, l'élément d'ingénierie est encore trop réduit.

Disons brièvement que les efforts du CNR portent sur les échangeurs thermiques, les pompes de chaleur et l'utilisation de la chaleur, tandis que la Direction de la physique du globe consacre plutôt les siens aux ressources géothermiques. Au total, cette activité, au sein du Conseil national de recherches, est modeste, mais des examens récents ont donné lieu à des suggestions voulant qu'on l'augmente. Le rôle de la Direction de la physique du globe est perçu comme ayant la place requise. Une bonne part des dépenses de la Direction de la physique du globe passe en contrats confiés à l'extérieur et on estime que ces dépenses sont de l'ordre du million de dollars par année. Le Conseil national de recherches entretient un concept suivant lequel le programme géothermique conserverait globalement la même taille, mais la part du travail assumée par la Direction de la physique du globe pourrait diminuer. Selon notre interprétation, ce point de vue signifie que c'est le CNR, plutôt que la DPG, qui devrait être concernée quand l'énergie géothermique « a quitté le sol ». Le Comité partage ce point de vue. (La dissolution de la Division de l'énergie a été annoncée très récemment. Nous ne connaissons pas les conséquences de cette mesure pour le programme de l'énergie géothermique.)

Les scientifiques de la Division de la gravité et de la géodynamique (DPG) ont travaillé de façon continue avec ceux de l'Institut Herzberg d'astrophysique à la mise au point d'un réseau interférométrique canadien pour la radio-astronomie et à la préparation d'une présentation à ce sujet. Comme on le sait, l'avenir de ce projet s'annonce plutôt sombre. Quoi qu'il en soit, l'apport de la DPG a été important. Le fait que le réseau servirait à faire de la recherche géodynamique présentant un intérêt particulier pour le Canada a donné lieu à certaines modifications au niveau de la conception et ajoute du poids aux arguments qui militent en faveur de son financement. Si le projet est réactivé, ces arguments garderont toute leur validité. Entretemps, l'apport des scientifiques de la DPG a abouti à la possibilité très réelle d'obtenir des unités mobiles de réception, ce qui permettrait à la Direction de pratiquer cette technique fort avancée de mesure de la tension de l'écorce terrestre.

## ii) Commission géologique du Canada

Les rapports entre la Direction de la physique du globe et la Commission géologique du Canada sont complexes. Ils se caractérisent non seulement par des études en collaboration, mais également par une division du travail. Les mesures géophysiques sont le fait des divisions de la CGC dont le siège est à Ottawa et du Centre géoscientifique de l'Atlantique. Bien que la Division de la géophysique et de la géochimie, ressources soit dotée du plus vaste programme de mesure, le paléomagnétisme relève de la Division de la géologie du précambrien. Dans le domaine des géosciences marines, le Centre géoscientifique de l'Atlantique forme une division de la CGC, tandis que le Centre géoscientifique du Pacifique est exploité conjointement par la CGC et la DPG. Cet état de choses crée une asymétrie fondamentale entre la côte est et la côte ouest (avec un élément d'incertitude supplémentaire dans l'Arctique). Toutes les autres divisions de la CGC tâtent de la géophysique jusqu'à un certain point, que ce soit dans le cadre de leurs propres travaux ou à travers leur participation à des missions prioritaires nationales comme RADWASTE<sup>1</sup>, l'étude du pergélisol, ou au Programme géoscientifique des régions pionnières et au LITHOPROBE<sup>2</sup>. Cela n'est pas contre nature si l'on considère le caractère interdisciplinaire croissant des sciences de la Terre. Le moindre levé géologique doit faire appel aux outils de la géophysique (et de la géochimie) pour rester à la hauteur du progrès.

Le Comité relève des différences entre la description du programme de la CGC de 1970-1971, par exemple, qui disait approximativement :

« identification de ressources minérales potentielles, fourniture de données propres à favoriser la découverte et l'exploration de gisements de minéraux et de données pour les projets d'ingénierie, l'utilisation des terres, etc., recherche fondamentale sur la formation du globe terrestre, mise au point de nouveaux instruments et de nouvelles méthodes géologiques, »

et celle de 1984-1985 :

« l'exécution de travaux de recherche et de levés géologiques, géophysiques et géochimiques; estimation des ressources minérales et énergétiques non renouvelables; étude des phénomènes géologiques qui ont une incidence sur les travaux d'ingénierie et sur l'environnement; mise au point de technologies géophysiques et autres; élaboration de normes géoscientifiques nationales; promotion des géosciences canadiennes et des activités géoscientifiques internationales du Canada; coopération avec les provinces, conseils au gouvernement et production et diffusion de cartes et de rapports. »

<sup>1</sup> Radioactive Water Disposal Program : programme d'évacuation des déchets radioactifs.

<sup>2</sup> Projet d'étude des relations entre les structures profondes de la terre (lithosphère) et les caractéristiques géologiques en surface.

Bien que notre mandat ne nous autorise pas spécifiquement à formuler des commentaires sur l'énoncé de programme d'une autre Direction, nous soulignons tout de même que les deux allusions à la géophysique et l'emploi du terme général « géosciences » sème la confusion dans l'appréciation de la division du travail entre la CGC et la DPG.

Considérant la division actuelle de l'activité géophysique proprement dite, l'intérêt de toutes les divisions de la CGC pour la géophysique et le besoin d'intrants géologiques dans nombre de travaux de la DPG, nous n'avons franchement pas trouvé que l'esprit de collaboration qui régnait entre les deux directions à Ottawa avait la qualité voulue. Des agents de la CGC ont affirmé que la coopération entre les deux directions s'était améliorée ces dernières années, en partie en raison de leur participation commune à certains projets mandatés. Si tel est le cas, c'est là une tendance à encourager, mais pas au détriment de l'identité de l'une ni de l'autre organisation.

Il a déjà été suggéré (par l'un des comités spéciaux) qu'un comité mixte de travailleurs en paléomagnétisme (provenant de la DPG et de la CGC) soit mis sur pied. Nous reprenons cette suggestion à notre compte et percevons la nécessité de groupes de travail sans caractère officiel dans d'autres domaines (la structure de l'écorce terrestre, par exemple). Les gestionnaires des deux directions devraient faire tout leur possible pour favoriser la confiance mutuelle et la coopération scientifique entre les membres de ces groupes, de même, naturellement, qu'entre les membres des organisations officielles qui s'occupent de RADWASTE, de pergélisol, du Programme géoscientifique des régions pionnières, etc.

La dichotomie entre l'est et l'ouest qui caractérise l'organisation de la géophysique marine a certainement causé des problèmes dans le passé. Ce n'est que récemment, par exemple, que les mesures gravimétriques prises en mer par le Centre géoscientifique de l'Atlantique ont été incluses dans le jeu de données gravimétriques nationales. Nous croyons comprendre que tout est maintenant rentré dans l'ordre à cet égard et que la coopération est maintenant totale entre le Centre géoscientifique de l'Atlantique et le Centre géoscientifique du Pacifique pour ce qui est de l'utilisation optimale des deux seuls gravimètres marins du Canada, dont chaque organisation possède un exemplaire. Il restera certainement souhaitable pour les scientifiques de la DPG de travailler au Centre géoscientifique de l'Atlantique, par exemple sur les problèmes de sismicité sur la côte est. Encore là, nous préconisons une attitude de respect et de considération mutuels tant chez les visiteurs que chez l'organisation hôte. Dans les laboratoires du Centre géoscientifique du Pacifique, nous avons observé une ambiance d'interaction entièrement satisfaisante entre les scientifiques de la CGC et ceux de la DPG. Sans aucun doute, le fait que les deux groupes étaient davantage préoccupés par l'étude des vrais problèmes de technique des fonds marins et de la côte ouest que par les procédures bureaucratiques contribuait à cet état de choses, mais le directeur l'a lui-même grandement encouragé. Depuis notre passage chez eux,

nous avons appris qu'il y a eu des problèmes d'ordre administratif qui ont découlé du processus conjoint d'établissement du budget. Encore là, nous pressons les administrations de la DPG et de la CGC de faire tout ce qui peut être fait pour aider le directeur du Centre géoscientifique du Pacifique à réduire ces problèmes.

### iii) Division des levés géodésiques

Les relations avec la Division des levés géodésiques ont changé de façon marquée avec les années. Comme nous l'avons mentionné plus haut, l'Observatoire fédéral, à l'origine, jouait surtout un rôle de soutien de la géodésie pratique et la Division des levés géodésiques procède de l'Observatoire. Pendant des années, la Division, quoique constituant une organisation distincte du Ministère, était située tout près de l'Observatoire, jusqu'à ce que des locaux lui soient attribués dans le bâtiment qui abritait la Direction des levés et de la cartographie. S'il est donné suite au projet de transfert de la Direction des levés et de la cartographie à Sherbrooke (Québec), la séparation physique de la Division des levés géodésiques et de la Direction de la physique du globe s'accroîtra encore. Sur le plan scientifique, les buts et les technologies de la Division des levés géodésiques et de la Division de la gravité et de la géodynamique de la DPG n'ont dans bien des cas jamais été aussi proches qu'à l'heure actuelle. Les étonnants progrès réalisés récemment en géodésie moderne, notamment ceux qui concernent les techniques spatiales, sont riches de promesses pour les études géodynamiques et pour la précision de la détermination de la position. En même temps, nombre de ces techniques nouvelles exigent une connaissance de plus en plus grande du champ gravitationnel. Ainsi, les deux Divisions font appel aux compétences l'une de l'autre et se rendent mutuellement service, pour leurs programmes respectifs.

Nous considérons que la coopération entre les deux organisations est efficace et efficiente, et ce, grâce surtout au comité mixte de scientifiques qui est fort actif sur ce plan. Il semble toutefois y avoir un certain chevauchement ou un certain doublement des activités dans le domaine particulier de l'évaluation du géoïde. Il s'agit là d'un problème d'ordre pratique des plus importants et le Comité presse les deux organisations de l'examiner avec le plus grand soin, pour déterminer s'il ne serait pas possible d'accroître l'efficacité par rapport au coût.

### b) Industrie

Les rapports entre la DPG et le secteur privé prennent des formes très différentes. La Direction est d'abord un pourvoyeur de services et de données fondamentales (valeurs gravimétriques, magnétogrammes) aux industries pétrolière et minière, qui s'exécute soit directement, soit par l'intermédiaire d'entrepreneurs en géophysique. La Direction fournit aussi de l'information capitale sur la sismicité aux ingénieurs-conseils. Elle supervise les contrats du gouvernement avec l'industrie pour ce qui est de ses programmes de base (par exemple : les levés sur le terrain) et des programmes relatifs au pergélisol, à l'éner-

gie et de RADWASTE. Il existe par ailleurs un domaine où les échanges sont limités actuellement mais qui pourrait se développer bien davantage : celui du transfert de la technologie des instruments au secteur canadien de fabrication d'instruments de géophysique.

Nos renseignements sur le premier domaine, celui des données et des services, proviennent principalement des réponses au questionnaire et, dans une certaine mesure, des études des comités spéciaux. Il semble y avoir consensus quant à la grande qualité des produits de la DPG. Auprès de l'industrie pétrolière, il se pose un problème qui prend la forme d'un besoin de visibilité accrue et que nous traitons ailleurs. La communauté géophysique minière, qui se dit par ailleurs contente des services obtenus, a formulé des suggestions voulant que l'on aille plus loin dans l'interprétation fondée sur le jugement de certaines données et auxquelles la Direction n'a pas encore répondu. (Par exemple, une demande — qui d'ailleurs avait l'appui du comité spécial qui s'occupait du domaine — revenait fréquemment : que l'on publie une carte du Canada sur laquelle seraient indiquées les régions dont les magnétogrammes de chaque observatoire magnétique seraient jugés représentatifs.) Mais, en règle générale, les relations dans ce domaine sont bonnes. Dans celui de la sismicité, il est généralement admis que le rôle de la DPG réside dans le zonage sismique du Canada, y compris de ce que cela peut avoir de conséquences pour les codes, mais que les études et les recommandations propres à un lieu particulier reviennent à bon endroit aux consultants privés.

L'affermage des études sur le terrain et autres à l'industrie a sans aucun doute été bénéfique pour l'industrie canadienne et a libéré une partie du personnel des affaires courantes, du moins dans le cas des programmes de base. Le Comité s'interroge, comme nous le soulignons ailleurs, sur l'incidence sur la carrière des scientifiques considérés individuellement de la très grande place que prend la supervision des contrats.

Pour le bien des scientifiques de la DPG et de l'industrie, nous préconisons le développement d'un autre type de rapports, notamment dans le domaine de la haute technologie : l'initiative conjointe. Autrement dit, aux rapports superviseur-entrepreneur se substitueraient des rapports à travers lesquels des scientifiques créatifs de la DPG et de l'industrie travailleraient ensemble à faire de la recherche, tout comme certains projets de la DPG avec les universités sont entièrement mixtes. Ce type de rapports crée un cadre optimal pour le transfert de technologie et contribue à effacer l'impression (que le Comité a entendu exprimer) que les tâches les plus répétitives sont celles qui sont confiées à contrat. Nous sommes conscients du fait que, puisque, dans les initiatives conjointes, les risques sont partagés, les problèmes d'ordre administratif sont probablement plus difficiles à surmonter que ceux qui se posent dans le cas des contrats, mais nous croyons néanmoins que le jeu en vaut la chandelle.

Le transfert de technologie dans la mise au point de systèmes de mesure s'est à ce jour largement concentré

dans le domaine des capteurs magnétiques et du dispositif d'observation magnétique automatique. Actuellement, l'enregistreur simplifié utilisable en sismique-réfraction et mis au point à la DPG est très prometteur, comme le sont, pour l'avenir, les dispositifs de mesure de la gravité absolue et de la gravité relative et d'autres appareils du domaine de la géodynamique. Les relations entre les scientifiques de la DPG et les compagnies canadiennes d'appareils géophysiques semblent bonnes et la Direction n'est pas réticente à venir en aide à ces dernières. Les problèmes qui malgré tout se posent ne sont, dans une large mesure, pas du ressort du Ministère et ce sont, en fait, ceux qui semblent souvent être mal compris par ceux qui décident des politiques gouvernementales. Ce n'est pas le financement de la construction d'un prototype d'instrument qui règle les problèmes de l'industrie canadienne, ce sont les premières commandes multiples qui en sont faites. La politique gouvernementale peut aider en donnant l'exemple, en achetant le produit et en favorisant le développement des marchés à l'étranger. Mais chaque minute compte et tout retard est nuisible aux fabricants canadiens. Nous croyons, par exemple, qu'il existe aujourd'hui un excellent marché d'exportation pour l'enregistreur utilisable en sismique-réfraction conçu par la DPG pour LITHOPROBE. Nous croyons également que d'ici un an environ, d'autres pays auront mis au point le leur.

### *c) Universités*

Les groupes universitaires canadiens de géophysique et la DPG ont en commun l'objectif de faire avancer l'étude de la physique du globe et de favoriser dans le public une meilleure compréhension du sujet. Les relations entre les universités et la Direction s'établissent à plusieurs niveaux : étudiants de premier et de deuxième cycle employés temporairement; diplômés de troisième cycle susceptibles de devenir boursiers d'études post-doctorales; membres de la faculté susceptibles de jouer divers rôles, y compris ceux d'entrepreneurs ou de signataires de conventions de recherche ou de collaborateurs à des travaux de recherche entièrement mixtes.

La DPG a hérité de son prédécesseur, l'Observatoire fédéral, d'une longue tradition d'embauche d'étudiants l'été, tradition qu'il a perpétuée. En effet, dans tous les domaines des sciences de la Terre au Canada, il est des scientifiques aujourd'hui de haut niveau qui ont fait leurs premières armes dans un service du Ministère. Il est extrêmement préoccupant de songer que le programme d'emplois d'été pour étudiants puisse être considérablement réduit (comme l'indiquait une déclaration budgétaire du gouvernement fédéral à l'automne 1984). Il s'agit de toute évidence d'un problème, mais d'un problème dont la solution n'est pas à la portée de la seule DPG. Les conséquences, pour la DPG et pour les étudiants de premier cycle qui s'intéressent à la géophysique, seraient très graves. Par conséquent, le gouvernement ne doit pas réduire le programme d'embauche estivale d'étudiants. Tout indique que les étudiants de deuxième cycle tirent



profit de leur stage et de l'emploi, pour leurs thèses, des notions qu'ils ont acquises grâce à leur travail à la DPG. Cette politique doit naturellement être encouragée.

Nous avons la conviction que, depuis plusieurs années, le programme de la DPG s'enrichit considérablement de l'apport des boursiers d'études post-doctorales. Qu'on en prenne pour preuve la fréquence avec laquelle leur nom revient, à titre d'auteur ou de co-auteur, dans la liste des publications. Les boursiers d'études post-doctorales apportent du sang neuf à tout établissement et, dispensés qu'ils sont de toute tâche administrative, ils peuvent consacrer tout leur temps à la recherche. Nous détectons en ce moment des signes de découragement quant à la possibilité de poursuivre le programme. Deux raisons expliqueraient cet état de choses. Premièrement, le nombre de bourses pouvant être accordées à des non-résidents du Canada par rapport à celles qui sont accordées à des résidents du Canada est assujéti à des restrictions fermes. Deuxièmement, le nombre de Canadiens terminant leurs études de doctorat en géophysique de l'écorce terrestre est toujours très restreint, et la concurrence pour s'assurer leurs services est très vive. Il faut déployer davantage d'efforts à accroître la visibilité de la DPG auprès des étudiants canadiens de deuxième et de troisième cycles, à suivre la carrière des étudiants au doctorat et à attirer les bons candidats grâce à des contrats personnels. Parallèlement, il faudrait faire des démarches auprès des ministères concernés pour que soient relâchées les restrictions relatives au nombre de boursiers non canadiens.

Les relations entre la DPG et les facultés de géophysique des universités canadiennes sont généralement très bonnes. Il existe de nombreux exemples de projets de recherche entièrement mixtes et il s'en développera d'autres par l'intermédiaire de LITHOPROBE. La phase I de LITHOPROBE a, en effet, donné lieu à la publication de nombreux documents écrits en collaboration par des scientifiques des universités, de la DPG et de la CGC. Le travail sur le terrain de mesures de sismique-réfraction constitue également un excellent exemple de coopération sur le terrain. Nombre de membres de facultés universitaires détiennent des contrats ressortissant aux programmes de l'énergie géothermique, d'étude du pergélisol ou RADWASTE et, à l'occasion, beaucoup ont été signataires de conventions de recherche. Quand ce dernier programme a fait son apparition au début des années 1970, les fonds mis à la disposition des membres des facultés ont fortement contribué à la poursuite de travaux de recherche d'intérêt mutuel pour le chercheur et le Ministère. Malheureusement, les montants disponibles sont demeurés inchangés, de sorte que le pouvoir d'achat s'est considérablement amenuisé. Les conventions de recherche constituent maintenant les seules sources de fonds supplémentaires pour les projets qui doivent trouver ailleurs leur financement principal. La coopération mutuelle entre les universités et la DPG a inévitablement perdu de son efficacité depuis les premiers jours du Programme des conventions de recherche. Nous recommandons par conséquent de porter le financement

de ce programme au moins au niveau de départ en dollars de 1970, en prévoyant des rallonges en fonction de l'inflation.

L'une des formes essentielles de l'interaction entre les universités et la Direction est celle des échanges temporaires de personnel. Bien qu'il existe de nombreux cas d'universitaires canadiens occupant temporairement un poste à la DPG ou de scientifiques de la DPG en congé de recherche au Canada ou à l'étranger, la notion d'échanges simultanés est relativement nouvelle (mentionnons le cas récent d'un géophysicien de la CGC et d'un de ses homologues d'une université canadienne). Les échanges ont l'avantage de faire profiter de regards neufs les deux groupes qui y sont parties sans leur causer de pénurie temporaire de personnel. Nous recommandons que la DPG entreprenne un échange de scientifiques avec les universités.

#### *d) Organisations de l'extérieur du Canada*

Le personnel de la DPG joue un rôle actif au sein de divers organismes internationaux et la Direction est tenue en haute estime par les responsables du réseau des Centres mondiaux de données, en raison de son apport régulier de données de haute qualité. Il existe, en outre, des domaines de coopération productive avec d'autres organismes nationaux; c'est le cas, entre autres, des études de sismicité et de géodynamique poursuivies de concert avec la Commission géologique des États-Unis (United States Geological Survey).

## **VI ANALYSE DE DOMAINES PARTICULIERS**

### *a) Sismologie*

Les activités de la DPG dans le domaine de la sismologie se divisent comme suit : i) observatoires ou activités de collecte de données; ii) applications ou services au pays; iii) recherche. Souvent, la distinction entre les trois secteurs perd de sa précision en raison de diverses interactions entre eux. Il est souhaitable qu'il en soit ainsi.

#### **i) Activités des observatoires**

Se rangent parmi les activités des observatoires les activités suivantes :

1. maintien et exploitation d'un réseau national (standard) d'instruments à trois composantes, et à périodes longues et courtes;
2. maintien et exploitation de réseaux régionaux et télémétrés d'instruments à courtes périodes;
3. rédaction de bulletins de sismologie et établissement de catalogues et de cartes des tremblements de terre;
4. photocopie des sismogrammes analogiques du réseau national afin qu'ils soient accessibles aux sismologues du monde entier.

Les réseaux sismologiques national canadien (standard) et régional sont des modèles de fonctionnement effi-

cace. Les sismogrammes sont de très bonne qualité, ce qui est remarquable quand on considère le milieu hostile dans lequel nombre de sismographes fonctionnent. Les instruments sont étalonnés fréquemment et les courbes d'étalonnage sont incluses dans les bulletins de sismologie. On apporte un soin particulier aux détails qui font les bons sismogrammes, comme la netteté du tracé et la qualité de la photographie. Les reproductions de sismogrammes qui sont envoyés au Centre mondial de données le sont toujours sur film 35 mm, ce qui donne des copies meilleures que les copies sur microfiche, comme celles qui se font aux États-Unis.

Il existe néanmoins quelques sujets de préoccupation. Dans les deux dernières années, l'importance des stations de Resolute Bay et de Fort Churchill a été diminuée, alors qu'on les a fait passer du palier standard au palier régional. Cette opération s'est soldée par le remplacement des sismographes à enregistrement photographique (trois composantes de longue période et trois composantes de courte période) par des sismographes à composante verticale seulement. Ce dernier enregistre sur du papier sensible à la chaleur. Il semble que ces changements aient été apportés afin de réduire le nombre d'années-personnes nécessaires au fonctionnement de la station et qu'il ne s'agisse que de changements temporaires précédant la conversion de toutes les stations standard aux sismographes numériques tri-dimensionnels et à bande large. Il est recommandé que le passage de l'instrumentation analogique à la numérique soit opéré dès qu'il sera possible de mettre en place des appareils fiables, afin que les activités canadiennes de sismographie restent à la pointe de ce qui se fait en ce domaine dans le monde entier. Il est en outre recommandé que les rejeux qui sont faits à la ressemblance des actuels sismogrammes de courtes et de longues périodes soient envoyés au Centre mondial des données de même que les bandes numériques.

Les réseaux sismographiques téléométrés de l'est et de l'ouest du Canada donnent des données de grande qualité sur les régions où l'activité sismique est la plus intense, sur les régions les plus densément peuplées du pays et sur celles dont il faut tout particulièrement se préoccuper, comme celles où l'on trouve des centrales hydroélectriques ou des centrales nucléaires. Ces réseaux, de même que les réseaux standard et régionaux, livrent une grande quantité de données qu'il faut analyser et publier, avec les coordonnées des foyers sismiques, dans les bulletins de stations. C'est une opération longue qui prend actuellement une bonne partie du temps de certains sismologues de haut niveau. Il est recommandé que des étudiants soient embauchés, à temps partiel ou pour la période estivale, pour faire une partie du travail de routine, ce qui permettrait aux sismologues de consacrer une plus grande partie de leur temps à la recherche. Cette mesure pourrait en outre intéresser les étudiants à une carrière en géophysique.

La DPG mérite une mention spéciale pour l'excellence de ses bulletins de sismologie, y compris les catalogues et les cartes de sismicité. Les générations futures,

de scientifiques et de non-scientifiques, recueilleront les fruits du soin attentif actuellement apporté à ces opérations. La rapidité de publication en fait des outils très utiles pour tous ceux qui ont besoin de connaître l'activité sismique actuelle du pays.

Actuellement, l'exploitation des sismographes pour secousses fortes relève de la DPG (Centre géoscientifique du Pacifique) dans l'ouest et du Conseil national de recherches dans l'est. Bientôt, les installations de l'est passeront sous la responsabilité de la DPG — Ottawa. Le moment est donc idéal pour planifier la mise en place d'un réseau adéquat de stations sismographiques, surtout parce que le réseau actuel est, au mieux, minimal à l'aune des normes internationales, pour ce qui est du nombre et du type des instruments en activité. Les données sur les secousses fortes, relatives aux tremblements de terre dont l'intensité va de modérée à forte, sont nécessaires partout dans « l'est du Canada », de l'Alberta à la côte atlantique, et dans la région de l'Arctique. Dans la mesure où les tremblements de terre capables de déclencher les accélérographes sont relativement peu fréquents dans ces régions, le pays ne peut se permettre de rater la moindre occasion d'acquérir des données sur les secousses fortes quand il s'en produit une. Il est recommandé qu'au moins deux ou trois instruments de champ libre soient placés dans chaque zone sismique capable de donner naissance à un séisme d'une magnitude de 5 ou plus. Il faudrait en disposer beaucoup plus dans la vallée du Saint-Laurent. Il faudrait en outre disposer des instruments de mesure des secousses fortes tant en divers points de champ libre qu'à plusieurs hauteurs à l'intérieur des structures situées dans les régions métropolitaines. Il conviendrait d'envisager, à long terme, de mettre en place un réseau bi-dimensionnel et préférentiellement tri-dimensionnel de mesure des secousses fortes près de La Malbaie, ou une autre région sismiquement active. Étant donné que la responsabilité du programme de mesure des secousses fortes dans l'est du Canada est en train de passer du Conseil national de recherches à la DPG, cette dernière aura besoin d'un accroissement et de son budget, et de son effectif pour s'acquitter de sa tâche. Les responsabilités propres à l'est du Canada ne peuvent être assumées avec l'effectif existant, qui n'a ni le temps, ni peut-être les talents particuliers qu'exigent certains aspects techniques de la collecte et de l'analyse de données sur les secousses fortes. Le personnel scientifique du Centre géoscientifique du Pacifique doit continuer de prendre une part active au programme de mesure des secousses fortes, notamment en élaborant des plans pour la nécessaire expansion de l'effort dans l'est. L'urbanisation croissante du sud-est du Canada et le développement continu de voies de ravitaillement sophistiquées que de fortes secousses sismiques pourraient endommager garantissent que le programme de mesure des secousses fortes gagnera en importance dans l'avenir.

La mise au point d'instruments de mesure sismique constitue une variété d'activité d'observatoire. La DPG y consacre beaucoup d'énergie, si bien que tous ses sis-

mographes sont à la pointe de la technologie, y compris les nouveaux dispositifs d'enregistrement numérique. Du fait qu'elle conçoit et fabrique ses appareils, la DPG non seulement assure un solide contrôle de la qualité, mais encore se dote d'instruments conçus pour ses besoins particuliers. La nouvelle génération de sismographes numériques, avec une réponse en fréquence à bande large et un large intervalle de mesure, procurera des données qui combleront les lacunes laissées par les instruments de mesure des secousses fortes de type classique et des instruments de type « observatoire ». Il s'ensuivra que l'interprétation de ces données gagnera en sophistication si ces dernières sont exploitées de manière à utiliser tout ce qu'elles peuvent offrir. Il faudra plus d'informatique, ce qui débouchera sur la constitution de nouvelles banques d'information. Nous recommandons d'envisager la mise au point de formes appropriées de sismogrammes numériques et la conversion au numérique des sismogrammes analogiques pour la diffusion de l'information auprès de la communauté des chercheurs et des sociétés intéressées ainsi que du public, et de bien planifier le tout.

## ii) Applications et services au pays

L'exploitation des stations et des réseaux sismographiques, la publication de bulletins et de cartes sismologiques, les activités connexes, de type « observatoire », constituent autant d'exemples de services rendus au pays et à la communauté scientifique internationale. Les études sur les risques sismiques et sur la tension dans les roches cristallines qui abriteront les déchets nucléaires et autres déchets toxiques si les projets à ce sujet se concrétisent, sont également des exemples d'application de la sismologie et de services rendus à d'autres organismes du gouvernement fédéral et des gouvernements provinciaux ainsi qu'aux secteurs industriels qui s'occupent de voies de ravitaillement, de structures essentielles et d'autres installations et qui pourraient connaître de graves pertes économiques ou être la cause de pertes de vie en cas de tremblement de terre. Les importantes études, par réfraction et par réflexion, de la lithosphère actuellement en cours ou prévus pour les prochaines années sont liées à ces problèmes, de même qu'à l'exploitation des ressources minérales. Dans la même veine, les études de la sismicité des marges continentales peuvent être d'un apport non négligeable. Les études sismologiques qui visent à identifier, localiser et discriminer les explosions nucléaires souterraines, couplées à la participation de spécialistes canadiens aux pourparlers sur le désarmement, constituent également un important apport au pays et à l'humanité entière.

La bonne exécution des activités mentionnées ci-dessus exige la poursuite, parallèlement, de travaux de recherche fondamentale, car aucune d'entre elles ne peut être accomplie par l'application de méthodes courantes de collecte et d'analyse des données. Cet état de choses — souhaitable — procure stimulus et défi aux chercheurs et suscite également en eux le sentiment de faire oeuvre utile tant à titre de scientifiques qu'en tant que particuliers qui cherchent à faire avancer la société. Cela dit, la réduction du personnel scientifique opérée ces dernières

années à la DPG et l'augmentation des responsabilités présentent le danger d'entraîner le sacrifice de l'élément scientifique, au détriment des applications et des services. Si cette tendance se maintient, non seulement le moral en souffrira, mais on assistera également à une baisse de la compétence scientifique. Il est particulièrement difficile d'isoler les applications ou les services qui pourraient être réduits. Le maintien du soutien financier apporté aux activités de la DPG exige de bonnes relations avec le public, les médias, l'industrie et tous les secteurs des administrations locales, provinciales et fédérale ainsi qu'avec, à un niveau plus restreint, les communautés scientifique et universitaire. Toutefois, aucun des efforts nécessaires à cet égard ne doit être consenti au prix de se faire l'esclave des utilisateurs. Illustrons par un exemple : ni l'industrie, ni les organismes de réglementation gouvernementaux ne devraient normalement s'attendre à recevoir de la DPG des évaluations du risque de séisme pour un lieu donné. Ce genre d'activité devrait être le fait de sociétés géoscientifiques ou d'experts-conseils, si la chose est faisable. Par ailleurs, si la DPG fournissait ce genre de service à des organismes de réglementation, on pourrait éventuellement soupçonner qu'il y a collusion entre les différentes directions du gouvernement ou, selon toute probabilité, une direction contestera le travail d'une autre. Le rôle de la DPG doit plutôt être celui de conseiller des organismes de réglementation, rôle en vertu duquel elle les orienterait, et signifierait son approbation ou sa désapprobation sur les questions ressortissant au jugement scientifique.

Le questionnaire distribué par le comité d'examen donne à penser que la DPG doit mieux faire connaître ses activités et ses services. L'une des façons d'y arriver, et qui a bien réussi à la Commission géologique des États-Unis et à d'autres organismes américains, comme la *National Science Foundation*, la *Federal Emergency Management Agency*, le *Corps of Engineers* et la *Federal Energy Regulatory Commission*, consiste à tenir, au niveau régional, des conférences et des ateliers sur les tremblements de terre et leurs effets. Les participants invités proviendraient de toutes les tranches de la société — il s'agirait notamment de personnes considérées comme des « leaders » dans leur milieu et à leur niveau particuliers, que ce soit la collectivité, la province, une compagnie, une université, une société scientifique ou technique, un organisme de secours en cas de sinistre, le milieu hospitalier ou médical — et tous les aspects de la vie susceptibles d'être touchés par un tremblement de terre destructeur seraient pris en compte.

## iii) Activités de recherche

Comme nous l'avons mentionné plus haut, il existe un élément de recherche dans toutes les activités sismologiques de la DPG. Dans certains cas, la recherche porte sur les aspects géologiques, et dans d'autres, elle a plutôt un caractère mathématique ou physique. La prévision des tremblements de terre, la sismicité des régions côtières ainsi que LITHOPROBE et les études connexes de l'écorce terrestre relèvent plutôt de la première catégorie, tandis que l'atténuation des ondes, l'état de tension



de la lithosphère et la construction synthétique de sismogrammes relèvent de la seconde. La recherche de la DPG sur la mesure des contraintes *in situ* est particulièrement importante, parce qu'on sait maintenant que ce paramètre a d'importantes conséquences en néotectonique et en sismique; pourtant, très peu d'autres groupes au Canada s'adonnent à son étude. Depuis le dernier examen du secteur de la sismologie (comité Uffen), il semble y avoir eu un effort conscient pour augmenter la recherche à la DPG. Il s'agit là d'une évolution encourageante, parce qu'elle régit la qualité de la sismologie au Canada dans l'avenir. En outre, et à quelques exceptions notables près, la recherche en sismologie qui se fait dans les universités canadiennes consiste en études de la lithosphère, élément important de la science de la sismologie, mais élément partiel seulement de l'objet de son étude. Il y a lieu d'encourager la DPG et la communauté universitaire à élargir leur perspective de la sismologie, dans la mesure où le leur permettent les ressources disponibles et l'intérêt des chercheurs.

### **b) Gravité et géodynamique**

La Division de la gravité de l'Observatoire fédéral a jeté les bases de la surveillance de la gravité au Canada, et ce, de façon aussi efficace que possible. Avec un effectif limité, elle poursuivait un programme qui, sur le plan de la précision et de la couverture, faisait l'envie de la plupart des pays. L'actuelle Division de la gravité, de la géodynamique et de la géothermique (que nous abordons séparément) a non seulement pour mission de poursuivre ce travail, mais aussi de mettre au point des outils pour mesurer la déformation de la planète et de l'écorce terrestre. Cet objectif s'est fait jour lorsque les deux observatoires à télescope photographique zénithal furent laissés à la DPG après le transfert de l'astronomie au CNR, mais il s'est considérablement élargi de manière à inclure la participation à la planification d'un réseau interférométrique canadien ou de solutions de rechange sous forme de stations mobiles. Il résulte de tout cela qu'il y a à la Division un mélange de science et de technologie. Nous croyons que ce mélange convient bien aux besoins du Canada et qu'il est apte à mesurer une certaine contribution à la gravimétrie et à la géodynamique. On pourra voir un signe de l'efficacité de la Division dans le fait qu'on requiert souvent les services de ses membres pour la mise en oeuvre de programmes, à l'étranger.

Le personnel de la Division est au courant des progrès rapides de la technique moderne : satellites de positionnement géodésique, interférométrie à base longue, gravimétrie absolue, etc. Mais c'est effectivement un domaine en progression rapide et il sera nécessaire d'attirer de nouvelles compétences pour préserver le dynamisme d'une équipe en place depuis plus de dix ans. On pourrait faire appel aux services de boursiers d'études post-doctorales, ce qui constituerait une solution partielle; mais nous recommandons d'augmenter, quand c'est possible, l'effectif dans le domaine des nouvelles technologies géodynamiques.

Le domaine de l'interprétation comporte toutefois un besoin supplémentaire. La Division a été forcée de se concentrer sur la technologie. Son rendement en a, par conséquent, souffert dans le domaine des études de la flexure lithosphérique, de la viscosité du manteau supérieur et de la surrection isostatique post-glaciaire. Il s'agit là de sujets d'une importance fondamentale. Le dernier mentionné a une importance particulière pour le Canada. Nous recommandons — et ce devrait être prioritaire — l'acquisition d'un scientifique compétent dans ces domaines. Après tout, c'est pour obtenir les données nécessaires à ces études que se développe la technologie d'étude de la déformation de la croûte terrestre.

Pour ce qui est du champ de pesanteur lui-même, il se posera sans aucun doute un problème dans l'avenir, problème en partie attribuable au succès qu'a connu la DPG dans les débuts de l'établissement de la carte de ce champ au niveau régional. Les exigences de la géodésie moderne, sur les plans de la densité des stations, de la précision de la mesure de la gravité et de celle de la mesure de la hauteur, excèdent peut-être ces paramètres du présent réseau. Par ailleurs, de nouvelles techniques, la gravimétrie aérienne ou par satellite et les mesures absolues, seront prêtes à entrer en jeu. Il faudra prendre de très dures décisions : ou bien on améliore le réseau actuel (ce qui représenterait un investissement considérable), ou bien on le remplace. La décision ne peut être prise maintenant et le Comité n'est certainement pas en position de préconiser une mesure particulière. Comme d'autres pays auront à prendre une décision analogue, nous recommandons le maintien de compétences et de contacts internationaux de haut niveau pour qu'il soit possible de faire un choix intelligent pour les années 1990.

### **c) Études géothermiques**

#### **i) Commentaires d'ordre général**

La section de géothermie compte 9.2 années-personnes dotées d'un financement de 2 600 000 \$; deux années-personnes et 2 500 000 \$ intéressent le soutien du BRDE ou le soutien « léger ». Le travail de cette section englobe une vaste gamme d'activités, dont des études du pergélisol, l'évaluation de l'énergie géothermique, l'isolement des déchets nucléaires et la technologie des sources autres d'énergie. Le domaine de recherche principal du groupe est celui du flux thermique et de son interprétation eu égard à l'évolution technique et au régime tectonique actuel de la masse continentale du Canada. Le groupe s'occupe aussi de l'application des techniques relatives au flux thermique, de l'évaluation du potentiel de l'énergie géothermique, de la détermination de la profondeur du pergélisol et de l'évaluation des risques géologiques. En réponse à des besoins d'importance nationale, le groupe a étendu ses activités à l'élimination des déchets nucléaires, à la répartition gaz-hydrate et au déplacement de l'humidité dans les sols gelés. Dans la mesure où nous avons pu l'évaluer, le travail de la section de géothermie est de grande qualité. Les laboratoires sont bien équipés, encore que l'effectif soit insuffisant pour en assurer une

utilisation optimale. Nous sommes toutefois d'avis que certaines priorités sont mal placées, certaines étant sans doute dictées par l'action de forces externes comme le financement ciblé. Malgré les pressions exercées pour atteindre des buts précisés, il devrait être possible d'obtenir des données plus fondamentales sur le flux thermique à travers toutes les sous-activités décrites à la section 6.2 du programme de la DPG. Les études sur le pergélisol, par exemple, devraient procurer des données de grande qualité sur le flux thermique. Pour donner une interprétation complète de la répartition du pergélisol, il est indispensable de posséder d'abord une compréhension poussée du champ de flux thermique dans la région arctique; c'est également une contrainte nécessaire en modélisation tectonique. De même, il est nécessaire de posséder une compréhension poussée des variations latérales et verticales du flux thermique (pas la température ni le gradient de température) pour reconnaître et caractériser le mouvement des eaux souterraines là où l'on pourrait aménager un dépôt de déchets nucléaires. Il conviendrait de donner aux flux de chaleur un mode de présentation approprié et de les publier promptement, tant pour que soit ainsi accomplie la mission de recherche fondamentale du groupe de la géothermie que pour faire valoir sa réputation dans la grande communauté scientifique.

## ii) Commentaires particuliers

**Laboratoire.** La section de géothermie a donné suite à la plupart des suggestions d'un comité spécial précédent (le comité Beck). Le laboratoire de conductivité thermique d'Ottawa est en cours de modernisation et d'automatisation, mais il y a toujours un retard d'un an et demi dans les mesures de conductivité, retard causé par le manque de soutien technique. Le problème pourrait être quelque peu atténué par l'installation d'un appareillage à source linéaire semi-infinie de type Vacquier à Ottawa et au Centre géoscientifique du Pacifique et en les raccordant à l'équipement informatique existant. La technique semi-infinie est facile à mettre en place, elle utilise essentiellement le même logiciel que la sonde-aiguille à source linéaire (déjà installée, du moins à Ottawa) et elle ne requiert qu'une préparation rudimentaire des échantillons. Ainsi, le chercheur scientifique pourrait relâcher la pression exercée sur son flux de données de conductivité en passant deux ou trois jours au laboratoire.

**Étude géothermique du Yukon et de la vallée du Mackenzie.** Il se fait là beaucoup de travail très bon et très utile, mais ce sous-projet gagnerait à ce qu'on mette davantage l'accent sur la caractérisation du champ de flux thermique dans la région et sur la publication des données à cet égard.

**Études géothermiques aux fins du Programme de gestion des déchets de combustibles nucléaires.** Encore une fois, il conviendrait de viser plus à obtenir des données sur le flux thermique et moins à se livrer à des études ésothériques des propriétés des roches. Il existe assez de données (notamment sur les roches cristallines) pour caractériser la conductivité et la diffusivité thermiques suffisamment pour les calculs généraux d'ingénierie. Nous

relevons qu'une étude de trois trous de sonde a été faite près de Pinawa et nous nous demandons pourquoi les températures n'ont pas été prises dans plus de trois alors que — du moins on le présume — il est possible d'avoir accès à beaucoup plus.

**Études de la situation géothermique de la croûte terrestre dans le centre et dans l'est du Canada.** On ne trouve, dans les faits saillants du programme, nulle mention d'une « exploitation » systématique des trous forés par l'industrie dans la région. L'acquisition continue de nouvelles données devrait rester hautement prioritaire dans tout programme d'études géothermiques. Le programme Lithoprobe comportera l'étude d'une section verticale exposée de 25 kilomètres de la croûte précambrienne. L'étude viserait notamment à connaître la répartition des éléments radioactifs le long de cette section.

**Études géothermiques détaillées dans des régions particulières de la Cordillère.** Cette activité semble progresser de façon satisfaisante compte tenu des ressources limitées qui lui sont affectées. Tectoniquement parlant, c'est là que « ça bouge » au Canada et il conviendrait d'envisager d'augmenter le soutien aux études de la Cordillère, fût-ce au détriment d'études poursuivies dans l'est ou dans le centre du Canada. Nous remarquons que le fait saillant n° 4 (document sur la structure géothermique le long d'un secteur qui englobe l'inlet Jervis) dépend des mesures de la conductivité thermique que l'on peut obtenir du laboratoire d'Ottawa. La mise en place d'un appareil à source linéaire semi-infinie de type Vacquier contribuerait peut-être à desserrer les goulots d'étranglement de ce genre.

**Évaluation du potentiel canadien en énergie géothermique.**

**Cordillère.** La direction globale de cette étude devrait appartenir au Centre géoscientifique du Pacifique où elle constituerait un ajout aux études régionales du flux de chaleur, avec apport énorme de la CGC. La division des efforts en fonction de terrains non volcaniques et de terrains volcaniques est artificielle et arbitraire et elle pourrait gêner les efforts de synthèse régionale des ressources possibles de la Cordillère.

**Bassins sédimentaires et technologie et application.** Les activités de la DPG semblent quitter son domaine de compétence pour aborder celui des applications techniques qu'il vaudrait probablement mieux laisser aux spécialistes concernés des autres disciplines.

**Région de l'Atlantique.** Dans la mesure où ce travail enrichit la base de données régionale sur le flux thermique, il s'agit d'une activité très valable. Les perspectives d'exploitation économique de l'énergie géothermique dans cette région pour l'avenir proche sont toutefois plutôt sombres.

**Recherche sur le pergélisol.** La cartographie du pergélisol, la recherche sur le comportement de l'humidité et les études relatives aux hydrates gazeux ont toutes une grande importance pour la mise en valeur ordonnée des ressources du Nord. Les chercheurs semblent être en

contact avec leurs homologues dans d'autres pays et échanger de l'information avec eux, ce qui est très louable. Le comité Beck recommandait que, au fur et à mesure que ces études atteindront le niveau des applications techniques, leur direction soit transférée aux secteurs concernés des communautés de la physique des sols/de l'exploitation des combustibles/du génie. Nous faisons nôtre cette recommandation.

#### **d) Géomagnétisme**

Il est naturel que l'étude du champ magnétique de la terre ait figuré au premier rang de l'activité géoscientifique canadienne depuis plus d'un siècle. Comme nous l'avons mentionné plus haut, l'exploitation d'un observatoire magnétique a constitué la première activité scientifique organisée du pays. Le territoire canadien abrite le pôle nord magnétique et couvre le plus long segment terrestre de la zone aurorale. L'emploi du compas a été indispensable à la navigation jusqu'à une époque relativement récente, les perturbations aurorales continuent d'influer sur les réseaux de communication et le Canada est en tête des pays du monde pour l'application de méthodes magnétiques et électromagnétiques pour la recherche de minéraux. Tous ces facteurs militent en faveur d'une forte capacité nationale dans le domaine.

Pendant des années, la Division du géomagnétisme de l'Observatoire fédéral/Direction de la physique du globe a été perçue dans le monde entier comme un chef de file en ce domaine. Ses réalisations sont nombreuses : la localisation précise du pôle nord magnétique; des améliorations importantes apportées aux capteurs magnétiques à vanne de flux et leur perfectionnement jusqu'à en faire des instruments de terrain pratiques pour les levés des composantes absolues; la mise au point du premier système de vecteur utilisable en navigation aérienne et son utilisation sur de longues distances, non seulement au Canada, mais aussi par-delà les océans; des contributions à la formulation mathématique du champ géomagnétique international de référence et de sa variation séculaire; et la mise au point de l'observatoire magnétique automatique (AMOS). La liste pourrait encore s'allonger.

Les succès passés ont naturellement fait que certains problèmes jadis hautement prioritaires ont cessé de l'être. Par exemple, le champ de vecteur du Canada peut maintenant être localisé à temps avec le nombre relativement limité de stations de contrôle, mais il n'est pas urgent de poursuivre le perfectionnement des instruments de l'observatoire magnétique standard. Mais le développement naturel du sujet et ses applications présentent une nouvelle génération de défis.

L'effet réciproque complexe des champs magnétiques terrestres de différentes origines et de différentes échelles temporelles est bien illustré dans le tableau suivant tiré d'un texte récent (W.D. Parkinson, *Introduction to Geomagnetism*). Ce qui ne paraît pas dans le tableau, ce sont les interrelations qui forcent une approche unifiée du sujet. Les champs perturbateurs (3, 4, 5, même 6), par exemple, constituent un bruit dans la mesure du champ

local 2 aux fins de l'exploration géophysique, où ils doivent être corrigés, tandis qu'ils constituent la source principale du champ induit 7, qui est aussi mesuré dans une autre méthode d'exploration géophysique. La mesure du champ local 2 « gelé » dans les échantillons de roche procure de l'information sur l'histoire passée du champ moyen 1.

Les tendances récentes en ce domaine soulignent l'interdépendance accrue de ces effets et indiquent même des conséquences possibles dans des domaines autres que les sciences de la Terre, par exemple en biologie (Parkinson consacre cinq pages de son livre aux rapports entre géomagnétisme et biologie) et en variation climatique. Sur le plan pratique, l'amélioration des systèmes de communication n'a pas supprimé les effets des perturbations géomagnétiques, comme le révèlent les travaux des laboratoires Bell sur la question. En outre, la construction de pipelines à travers la zone aurorale soulève la question de l'incidence des courants induits sur la progression de la corrosion. Par ailleurs, de nouvelles technologies, comme celle des magnétomètres vectoriels montés sur satellite (type d'appareil qu'emporte MAGSAT), procurent une intégralité de mesures que l'on n'avait jamais pu atteindre auparavant, tandis que l'augmentation de la sensibilité des capteurs magnétiques donne la possibilité de réaliser des mesures terrestres d'effets qui ne faisaient auparavant pas l'objet d'observation. Avec toutes ces réalisations, la communication de données d'observatoire magnétique fondamentale à l'industrie de l'exploration reste d'une importance capitale et constitue un excellent exemple de service très nécessaire. Pour l'avenir, on peut entrevoir la possibilité d'un système spécial de surveillance des variations temporelles du champ. Si ces mesures pouvaient être abaissées au-delà de la région des courants électriques ionosphériques, elles en viendraient à supprimer la nécessité des observatoires magnétiques. Pour être responsable, tout groupe national s'occupant de géomagnétisme doit conserver et développer les compétences permettant à tout le moins de rester à la hauteur de ces développements survenant au niveau international, et de préférence d'y contribuer.

Dans le cadre de la réorganisation de la DPG, la Division du géomagnétisme a été intégrée à la nouvelle Division de la sismologie et du géomagnétisme. Nous percevons certaines des conséquences du changement comme avantageuses du fait de l'établissement de groupes interdisciplinaires. Qu'on prenne pour exemples le groupe des études de la croûte, à travers lequel les interprétations des sondages électromagnétiques peuvent être étroitement coordonnées avec les résultats des travaux de sismique-réfraction et de sismique-réflexion, et le domaine des instruments. Dans les deux cas, les scientifiques précédemment rattachés aux deux divisions ont été réunis. Toutefois, tout bien pesé, nous avons la conviction que la perte d'un centre où le géomagnétisme serait privilégié, et la perte de visibilité que nous avons constatée ont été nuisibles. Nos visites nous ont permis de recueillir la preuve qu'il se faisait un travail de très haute qualité dans les domaines et aux endroits suivants : sur le magnétisme des

## Composantes du champ géomagnétique

CONSTITUANTS DU CHAMP	LOCALISATION DE LA SOURCE	INTENSITÉ (maximum)	MORPHOLOGIE	VARIATION DU TEMPS	LES MESURES	APPLICABILITÉ
1. Champ principal	sondage extérieur	50,000 nT (70 000 nT)	principalement dipôle	variation séculaire de l'ordre de 100 ans; inversions de l'ordre de 10 <sup>6</sup> ans	levés régionaux (par avions, bateaux, satellites ou d'observatoires terrestres)	contrôler tous les autres champs directement ou indirectement; utilisé en navigation
2. Champ local	croûte au-dessus du géotherme (point de Curie)	moyenne de 100 nT (équivalent à 10 <sup>5</sup> nT)	très irrégulier, la longueur des ondulations est d'environ 1m	rien	levés locaux (en surface ou aéroporté)	utilisé pour l'exploration géophysique et des fonds océaniques en regard des taux d'expansion
3. Champ orageux régulier	magnétosphère	150 nT (500 nT)	approximativement uniforme à l'extérieur du champ	4 à 10 h; le redressement prend de 2 à 3 jours	observatoire magnéto-graphes	moniteurs d'activité solaire
4. Champ orageux irrégulier et suborageux	ionosphère et magnétosphère	100 nT (200 nT dans les zones australes)	global, mais plus intense près des zones australes	périodes de 5 à 100 minutes	observatoire et magnéto-graphes à induction	idem
5. Variation diurne	ionosphère	50 nT (200 nT à l'équateur)	globale; principalement harmonique $P_1^1$ $P_2^3$	périodicité; périodes de 24, 12 et 8 heures	observatoire magnéto-graphes	indique les ventes de marée ionosphérique
6. Pulsations	magnétosphère	faible nT (100 nT par Pg)	quasi-globales; plus internes près des zones australes	quasi-périodicité 1 à 300 secondes	levés rapides et magnéto-graphes à induction	indiquent les résonances de la magnétosphère
7. Champs induits	croûte manteau supérieur et océans	à peu près la moitié des quatre champs précédents	généralement globale (induction) mais irrégulière par endroits	tout comme les quatre champs précédents	observatoire et magnéto-graphes temporaires	indiquent la distribution de la conductivité dans la croûte et le manteau

roches et les instruments à Blackburn; sur les études d'induction, la production de cartes et l'interprétation à Ottawa; et sur le paléomagnétisme et les études d'induction, y compris les mesures de la variation magnétique au fond des mers, au Centre géoscientifique du Pacifique. Mais nous n'avons guère vu de signes d'interaction entre ces projets. Nous éprouvons quelque inquiétude du fait que la DPG n'est pas l'organisme de tête dans le projet MARIA (Magnetometer & Riometer Array : réseau de magnétomètres et de riomètres) conçu pour offrir une couverture serrée des mesures terrestres pour fins de coordination avec les mesures prises depuis l'espace. Il est encourageant de constater que la capacité de prévision

des perturbations magnétiques en fonction de l'activité solaire a été augmentée, développement que l'industrie géophysique minière accueillera avec plaisir. Il s'agit là d'un excellent exemple de recherche fondamentale aux retombées pratiques certaines qu'il convient d'incorporer au travail sur le géomagnétisme.

Lorsque nous recommandons le rétablissement d'une Division du géomagnétisme au sein de la DPG, nous adoptons une position conforme à notre conception de la question — plus vaste — de la géoscience au sein du secteur : le cadre disciplinaire offre les plus grandes chances de rester à l'avant-garde d'un domaine donné, tandis

que les liens inter-disciplinaires indispensables doivent être noués au moyen de groupes de travail moins officiels. Aussi ne voyons-nous aucune contradiction entre le fait de refaire l'unité du géomagnétisme et celui de favoriser la poursuite d'initiatives conjointes dans les domaines des études de la croûte, des instruments et d'autres domaines, avec les autres divisions. En outre, dans les années à venir, quand des postes seront disponibles, l'existence d'une Division contribuera à attirer le type de scientifique de haut calibre et à la vision large qui sera à même d'assurer le leadership en géomagnétisme au fur et à mesure que ce dernier se développera dans les prochaines décennies.

### *e) Instruments géophysiques*

#### **Introduction**

On peut dire de la géophysique que c'est la science de la mesure exacte. Les mesures géomagnétiques peuvent résoudre des variations inférieures à  $10^{-8}$  du champ moyen. Les meilleures mesures gravimétriques peuvent faire des distinctions d'altitude de l'ordre de un millimètre. Les meilleurs sismographes peuvent détecter des mouvements du sol d'un ordre de grandeur comparable au rayon d'un atome. Il s'ensuit que, pour être concurrentiel, le laboratoire de recherche géophysique doit être en mesure d'avoir accès à la technologie la plus avancée.

La Direction de la physique du globe doit en partie au fait qu'elle emploie des spécialistes en instruments de calibre exceptionnel la réputation internationale qu'elle s'est taillée dans le domaine de la recherche géophysique et du leadership scientifique. Il ne nous appartient pas ici de raconter toute l'histoire, mais qu'on se rappelle les Patrick Wilmore et les Paul Serson, dont l'apport à la physique a été reconnu à l'échelle internationale. Comme nous le verrons plus loin, il existe encore des domaines où la Direction de la physique du globe n'a rien à envier à quiconque. Certains appareils mis au point par la Direction de la physique du globe ont effectivement été transférés à l'industrie, qui a été chargée de leur perfectionnement et de leur commercialisation : le pont Willmore (Maxwell) pour l'étalonnage des sismomètres, des horloges de précision pour le chronométrage des expériences sur le terrain et l'observatoire magnétique automatique AMOS.

Le reste de notre analyse repose sur l'hypothèse de départ que le devenir de la Direction de la physique du globe dépend en partie de sa capacité d'attirer et de soutenir des scientifiques qui peuvent aider le Canada à se doter d'un avantage technologique et à le conserver.

#### **Situation actuelle**

Malgré l'avis parfois exprimé suivant lequel les instruments échappent au mandat de la Direction ou encore que les instruments mis au point n'ont pas droit à la même appréciation que la collecte et l'interprétation de données géophysiques, la Direction conserve une impressionnante capacité à cet égard.

Deux modèles d'enregistreur sismique portatif (« sac à dos ») ont été produits en nombre appréciable. Il s'agit d'une station d'enregistrement sismique portative qui enregistre les données sur cassette numérique. Depuis peu, un appareil entièrement transistorisé est en cours de mise au point; il est censé constituer un prototype de LITHO-PROBE. Cet appareil enregistre localement des données qu'il emmagasine dans une mémoire à accès sélectif et qu'il conserve jusqu'à ce qu'elles soient transférées sur ruban magnétique. Les appareils portatifs (surnommés les « boîtes à lunch ») sont extrêmement compacts et ils ne renferment aucune pièce mobile.

Il faut mentionner une réalisation d'une importance particulière : la mise au point du réseau sismographique numérique et notamment, à ce sujet, la mise au point de techniques pratiques de télémétrie numérique. La sismométrie numérique étant à l'ordre du jour, il est étonnant que seule une petite partie des réseaux sismographiques existants fassent appel de façon coutumière aux techniques numériques pour la transmission des données. Les réseaux numériques établis, tant dans l'est que dans l'ouest du Canada, et même s'ils ne sont pas encore aussi efficaces que les réseaux analogiques, indiquent la voie de l'avenir. L'évolution en cause est naturellement d'une importance particulière pour le Canada, car sa vaste étendue et l'éparpillement de sa population font des communications une préoccupation nationale fondamentale.

Le Centre géoscientifique du Pacifique achète des sismomètres pour fonds océaniques de Clive Lister (Seattle), mais le Centre géoscientifique de l'Atlantique peut revendiquer ses propres apports en ce domaine, à commencer par les modèles mis au point par l'Université d'Hawaï. Il s'agit naturellement, dans le dernier cas, d'une contribution de la Commission géologique du Canada.

Après une période de vaches maigres, le service des instruments géomagnétiques connaît un regain de vie à la Direction de la physique du globe. Il fut un temps où la Direction était dans le peloton de tête de la théorie et de la mise au point de magnétomètres électroniques à sur-saturation. Au début des années 1980, alors qu'existait la nécessité d'employer la technologie la plus avancée pour l'expérience CANOPUS-MARIA, une bonne part de sa supériorité s'était évanouie et les scientifiques qui la faisaient étaient sur le point de prendre leur retraite. La technologie de la NASA fut « importée » par l'intermédiaire d'un laboratoire universitaire à partir duquel elle rebondit vers les laboratoires du gouvernement fédéral. Un facteur essentiel est constitué par la décision voulant que l'établissement des spécifications relatives aux instruments et l'acquisition de ces derniers se fasse par l'intermédiaire du Conseil national de recherches. Depuis lors, la Direction de la physique du globe, à Blackburn Hamlet, a consacré d'importantes ressources à la mise au point et a contribué de façon notable à la mise au point de magnétomètres à bobine toroïdale.

On pourrait faire état d'autres contributions au domaine du géomagnétisme. L'observatoire magnétique automatique a conféré beaucoup de fiabilité et de facilité

d'exploitation au réseau géomagnétique. Des travaux ont été effectués au Centre géoscientifique du Pacifique : des expériences en électromagnétique avec source contrôlée et la mise au point de gradiomètres magnétiques, les deux expériences ayant été faites en collaboration avec des chercheurs universitaires. Nous applaudissons à ce genre de collaboration. Le Centre géoscientifique du Pacifique a joué un rôle de premier plan dans la mise au point de magnétomètres enregistreurs pour fonds océaniques. Dans le domaine de la gravité, la réalisation la plus prometteuse en ce moment est le gravimètre absolu. Elle découle naturellement de l'intérêt déjà relativement ancien de la Direction de la physique du globe (Observatoire fédéral) pour les mesures de la gravité à l'aide d'un pendule et pour le gravimètre à corde. Les développements fondamentaux au sujet du nouveau gravimètre absolu ont été le fait du Joint Institute of Laboratory Astrophysics de Boulder, au Colorado. Les scientifiques de la Direction de la physique du globe sont en train de rendre l'appareil de l'institut plus convivial et plus facilement compatible avec le travail sur le terrain. Nous croyons comprendre qu'il est probable que le gravimètre absolu aura une carrière commerciale.

## Conclusions

L'une des raisons qui justifient l'existence d'un laboratoire géophysique distinct d'un laboratoire géologique correspondant est qu'il permettrait davantage d'attirer des physiciens intéressés. En effet, la qualité exceptionnelle des premiers travaux de géophysique canadiens est souvent attribuée à l'apport des Eve, Keyes, Gilchrist et autres physiciens. Nous avons rencontré à la Direction de la physique du globe de très bons géophysiciens (et aussi quelques très bons géologues); mais, dans bien des cas, nous doutons qu'on leur donne la chance d'accomplir tout ce qu'ils pourraient accomplir.

Le cas des instruments constitue un exemple éloquent. Il se fait de très bonnes études sur les instruments, mais elles ne sont pas mentionnées dans le livret du programme. Essayez par exemple de trouver quelque chose sur la mise au point du gravimètre absolu. On serait tenté de tirer certaines conclusions de ces observations. Le fait que l'existence de travaux de premier ordre sur les instruments saute aux yeux du visiteur qui se présente aux laboratoires est significatif de la validité que les gestionnaires reconnaissent à ces études. Pourquoi alors faire preuve de tant de discrétion, voire de dissimulation? Parce que, peut-on présumer, ces activités ne parviennent pas aussi bien que d'autres à intéresser ceux qui tiennent les cordons de la bourse. Nous ne recommandons certes pas de réinventer ce qui peut être acheté tout prêt, mais il y a place à une recherche novatrice et de haute qualité dans le domaine des instruments.

Il semble exister un rapport entre ces considérations et les recommandations du Groupe de travail sur les politiques et programmes fédéraux en matière de développement technologique (Douglas Wright et autres, Conseil des sciences du Canada). Cette recherche confère certai-

nement au Ministère une capacité accrue de tester et de surveiller les programmes qui font résolument partie de son mandat. Ces programmes ont trait à l'établissement de codes, de normes et de règlements et ils sont indispensables au maintien de bases de données nationales et internationales. Les divers éléments constituant des réseaux de mesures sismiques et magnétiques peuvent être considérés comme des installations nationales d'une importance comparable à celle des gros accélérateurs. Par ailleurs, les instruments mis au point par la Direction de la physique du globe ont certainement le caractère requis pour constituer la réponse à l'appel de la communauté des utilisateurs.

Il est nécessaire d'essayer de garder le sens des proportions dans ces jugements. L'objet fondamental de la géophysique est l'étude de la Terre et de son environnement. Les auteurs du présent rapport ont été heureux de constater que les études sur les instruments ont précisément pour objet de satisfaire à d'authentiques besoins de nature scientifique. L'acquisition de données est au cœur du sujet et il faut absolument que quelqu'un se préoccupe du maintien de la capacité du Canada à cet égard. Nous ne croyons pas que l'affaire puisse être abandonnée entièrement aux universités ou à l'industrie, bien que les deux secteurs y aient leur rôle à jouer. La Direction de la physique du globe a à son actif de remarquables réalisations en matière d'études sur les instruments et il doit continuer d'en être ainsi.

L'un des aspects des attributions de la Direction consiste à assurer la bonne marche d'installations d'étalonnage, de normalisation et d'essai de haut niveau. Les laboratoires d'Etat de la plupart des pays remplissent des fonctions de « laboratoires de normalisation ». Il est improbable que ces installations soient aménagées ailleurs au Canada. Le laboratoire Blackburn renferme les meilleures installations d'essai géomagnétique du Canada mais elles arrivent tout juste à répondre aux besoins immédiats. Nous remarquons que Blackburn Hamlet n'est pas à l'abri de toute activité sismique et qu'il ne convient par conséquent pas à certains aspects de la mise au point d'instruments de mesure sismique.

Nous estimons que la concentration des services des instruments géomagnétiques et sismiques à Blackburn présente quelques très bons avantages. Elle met certainement ces activités en évidence et elle favorise une certaine dose de coopération et d'échange de technologie qui ne peut qu'être bénéfique. La Direction doit se demander s'il ne serait pas également bénéfique de joindre à ce groupe celui des instruments gravimétriques. Elle devra notamment prendre en compte le fait que Blackburn Hamlet est passablement loin des laboratoires de l'avenue Carling et, comme toute séparation, celle d'un groupe de géophysiciens de leurs homologues a son coût également.

## VII CONCLUSION

Pour bien évaluer le travail de la Direction de la physique du globe, il est nécessaire d'examiner d'abord de rôle



des établissements scientifiques du gouvernement, puis l'organisation de l'éventail de disciplines connexes réunies sous le vocable de sciences de la terre et enfin la structure au sein de la Direction même. Le besoin d'évaluer le premier terme, le rôle de la science au gouvernement, a gagné en intensité avec la publication, durant l'étude du Comité, du rapport du Groupe de travail sur les politiques et programmes fédéraux en matière de développement technologique (le rapport Wright, juillet 1984). Ce rapport conteste certaines activités du gouvernement fédéral en sciences en laissant entendre qu'elles devraient revenir à d'autres secteurs de la société. Nous avons la conviction que, dans le domaine des sciences de la Terre, l'activité du gouvernement fédéral est absolument indispensable; c'est le prix du maintien de la continuité et de la préservation de la base de données nationale. L'un des comités spéciaux qui ont ausculté la DPG l'a bien exprimé : « . . . il est des tâches qu'il y a avantage à laisser au secteur privé, d'autres aux universités et d'autres encore aux organismes gouvernementaux . . . nous croyons fortement que c'est aux organismes gouvernementaux que doit revenir la garde des éléments du patrimoine national, comme la base de données (géophysiques) ». Le rapport Wright admet lui-même que certaines activités scientifiques reviennent à bon droit aux laboratoires du gouvernement fédéral, comme la surveillance de la pollution de l'air et de l'eau, des concentrations des pesticides et des taux de radiation. C'aurait été peu de chose d'ajouter « l'élaboration et la gestion de la base de données géoscientifiques nationale, dans ses applications aux ressources et aux risques naturels. »

Le rapport Wright traite abondamment de technologie et de transfert de technologie au secteur privé. Nous sommes d'accord pour encourager ce transfert et nous indiquons ailleurs comment il pourrait être encouragé dans le cas de la DPG. Pour en finir avec la question du rapport Wright, nous relevons que ce dernier préconise fortement un examen par des pairs des activités scientifiques fédérales, afin de faire en sorte qu'elles conservent leur pertinence. L'évaluation du travail de la DPG, d'abord par les comités spéciaux et maintenant par le présent Comité constitue précisément un examen par des pairs.

Étant entendu que les sciences de la Terre de base : géologie, géochimie et géophysique, constituent des activités légitimes du gouvernement, il faut ensuite déterminer la division optimale des attributions entre les unités administratives. Les interrelations entre les disciplines et entre les études fondamentales et les besoins immédiats sont si ramifiées qu'ils est probablement impossible d'en arriver à une solution idéale. D'autres pays dotés de programmes extrêmement développés de sciences de la Terre, le Royaume-Uni, les États-Unis et l'Australie, ont, ces dernières années, réorganisé les structures administratives des différents domaines. Il n'est aucunement certain que tous les changements ont contribué à satisfaire à tous les besoins. Pourvu que tous les rapports que nous avons analysés (notamment ceux avec la CGC et avec la Division des levés géodésiques) soient pleinement développés

au niveau de travail, la caractéristique proprement canadienne d'une Direction consacrée à la géophysique de l'écorce terrestre représente probablement l'arrangement le plus efficace tant pour le développement fondamental de la science que pour son application. Nous croyons, en effet, qu'il aurait mieux valu, à la longue, — en tout cas cela aurait été, scientifiquement parlant, plus souhaitable — de laisser tous les programmes du Ministère qui relèvent de la géophysique et de la géodésie au sein de ce qui est maintenant la DPG.

À l'intérieur de la DPG elle-même, il y a deux divisions à Ottawa délimitées en fonction de disciplines (mais chacune touchant maintenant au moins deux branches de la géophysique) et une troisième, au Centre géoscientifique du Pacifique, qui englobe toutes les disciplines des deux autres dans leur application à la marge de l'ouest et au fond océanique adjacent. Bien que nous nous prononcions en faveur du rétablissement de la Division du géomagnétisme à Ottawa, nous croyons que le mariage de divisions délimitées en fonction de disciplines et de la division du Centre géoscientifique du Pacifique est bon. Le Centre géoscientifique du Pacifique constitue, avons-nous constaté, un excellent exemple de coopération de la géologie et de la géophysique à la poursuite d'un objectif commun. Le Comité a été très impressionné par le moral qui y règne et par l'enthousiasme pour les activités scientifiques qu'il y a observé. Dans la plupart des cas, le partage des programmes avec les divisions localisées à Ottawa semblait être entièrement satisfaisant, mais nous avons tout de même recommandé un changement dans le cas des mesures du flux de chaleur, dont le Centre géoscientifique du Pacifique devrait assumer davantage la responsabilité.

Venons-en maintenant à la qualité et à la pertinence du travail et du produit de la DPG. Dans toute organisation scientifique, qu'elle soit gouvernementale, universitaire ou industrielle, il y a forcément des différences d'aptitude et de productivité entre les membres du personnel. La Direction ne fait pas exception à cet égard. Nous trouvons néanmoins que la qualité y est en général très élevée. Nous croyons qu'on pourrait faire davantage pour libérer le personnel cadre des tâches routinières. En accroissant leur productivité, ils contribueraient à améliorer le rapport coût/efficacité de l'organisation. De plus, la géophysique est un domaine qui progresse rapidement et l'organisation doit être sans cesse aux aguets pour éviter de se laisser distancer. Nous suggérons un certain nombre de domaines sur lesquels il faudrait mettre l'accent dans l'embauche de nouveau personnel, mais comme le nombre de postes sera probablement toujours limité, nous préconisons de mettre davantage l'accent sur les programmes relatifs aux boursiers d'études post-doctorales et aux échanges de personnel avec les universités.

La pertinence du programme de la Direction trouve sa meilleure preuve dans la constance avec laquelle on y fait appel pour les missions de priorité nationale : pergélisol, énergie, élimination des déchets radioactifs et Programme géoscientifique des régions pionnières et pour

certain engagements du Canada, comme la contribution de ce dernier à la constitution d'une base scientifique pour un traité d'interdiction des essais. De nouveaux domaines de priorité à tout le moins régionale continuent de se faire jour. Depuis que le comité a commencé ses travaux, par exemple, la récurrence de graves coups de toit, dans les mines de la région de Sudbury, cette fois, a entraîné l'intervention, une fois encore, des sismologues de la DPG qui se sont ainsi attaqués à un type de problème qui avait occupé leurs prédécesseurs dans les années 1940. Il est naturellement tout à fait convenable qu'un organisme gouvernemental consacre ses compétences aux questions d'intérêt national immédiat et les rapports développés peuvent être bénéfiques pour l'organisme. Cela dit, nous avons quelque préoccupation quant à ce qu'il faut de ressources pour ce genre de mission par rapport à la mission permanente de recherche fondamentale et de gestion des données de la Direction, et quant à leur incidence sur les scientifiques considérés individuellement. Comme une bonne part du travail se fait à contrat, il y a beaucoup de surveillance à assurer. Les gestionnaires de la Direction doivent veiller à ce que les tâches que cela suppose ne compromettent pas la carrière scientifique de ceux qui les exécutent. Nous estimons impératif que, si de nouvelles tâches susceptibles de prendre beaucoup de temps du personnel sont confiées à la DPG, les années-personnes nécessaires lui soient accordées en conséquence. Autrement, le programme de base pourrait se trouver affaibli au point que des dommages irréparables, comme une rupture dans les séquences de données d'observation essentielles, pourraient en résulter.

La question de la surutilisation des ressources est indissociable de celle de l'opportunité ou de la nécessité d'accorder moins d'attention à certains aspects du programme. Naturellement, en ce qui concerne les missions comme l'étude du pergélisol, l'énergie et l'élimination des déchets nucléaires, le changement des priorités nationales, qui se décide au Cabinet, peut régler le problème automatiquement. Ainsi, ces dernières semaines, on a observé une baisse de l'importance accordée à certains domaines de la recherche sur l'énergie. Considérant les priorités actuelles, nous préconisons que, dans le cas de l'énergie géothermique, la participation de la DPG cesse quand l'énergie « a quitté le sol », les études de faisabilité sur son utilisation revenant alors à d'autres organismes. En ce qui concerne les propres programmes en cours de la Direction, nous ne sommes pas favorables à l'expansion des travaux sur la prévision des tremblements de terre, au sens étroit de la recherche de signes avant-coureurs de tremblements de terre au Canada (par opposition aux programmes fondamentaux et extrêmement pertinents de détermination de la sismicité et des contraintes in situ). Nous avons constaté qu'un resserrement de la coopération avec la Division des levés géodésiques permettrait éventuellement de réduire les efforts consacrés à l'évaluation du géoïde. Ces domaines sont ceux dans lesquels il serait possible de réaliser des économies de temps du personnel.

Dans la même veine, nous nous sommes penchés sur les engagements internationaux des gens de la DPG. La liste nous semble complète et nous n'avons relevé aucune indication que les activités internationales des gens de la DPG nuisent à l'accomplissement de leurs tâches d'importance nationale. Comme nous l'avons mentionné plus haut, la coopération internationale est indispensable au progrès mutuel en sciences de la Terre et la liste constitue en soi une affirmation claire de l'estime et du respect qu'ont pour la Direction les scientifiques des autres pays.

En ce qui concerne le degré d'interprétation que les scientifiques de la DPG devraient faire des données fondamentales, le questionnaire a permis de recueillir des réponses variées. Certes, d'aucuns, notamment des répondants de l'industrie pétrolière, ont exprimé l'avis que l'interprétation n'était pas un rôle qui leur revenait. À l'opposé, des répondants de l'industrie géophysique minière ont prétendu que, dans certains cas, l'interprétation devait aller plus loin. En guise d'exemple de cette suggestion, reprenons celle dont nous faisons déjà état dans la section consacrée au géomagnétisme et réclamant que les « régions de fiabilité » de chaque observatoire magnétique soient indiquées d'une façon ou d'une autre, pour permettre la correction des levés. Nous supposons que l'opinion défavorable à l'interprétation concernait la recherche directe de structures ou de gisements présentant un intérêt sur le plan économique plutôt que les recherches plus fondamentales.

Comme nous l'avons vu dans la section consacrée à la sismologie, il restera nécessaire d'évaluer le mode de présentation le plus approprié de l'information sismologique, tant au public qu'aux Centres mondiaux de données, quand le passage du réseau à l'enregistrement numérique sera achevé. Le problème se posera dans le cas d'autres jeux de données et il y aura lieu de l'examiner sérieusement.

Les documents de la Direction offerts pour publication dans les périodiques géophysiques établis ont un taux d'acceptation enviable dans les principaux journaux et semblent bien se répartir parmi ces journaux ces dernières années. Nous suggérons tout de même de s'efforcer de présenter des documents pertinents aux journaux les plus susceptibles de rejoindre l'industrie canadienne de l'exploration minière et pétrolière afin de mieux faire connaître le programme de la DPG. La participation à LITHOPROBE et au Programme géoscientifique des régions pionnières, notamment si, comme nous le recommandons, on renforce l'expertise en sismique-réflexion, devrait fournir de bonnes occasions de le faire. En ce qui concerne la qualité des documents publiés dans les journaux examinés, nous la croyons globalement satisfaisante. Nous avons remarqué une baisse de la participation de certains scientifiques qui, il y a quelques années, étaient bien connus pour leur proximité. Nous y voyons un signe supplémentaire de la nécessité de libérer certains membres du personnel des tâches routinières et de leur permettre de retrouver leur productivité.



La nécessité d'accroître la visibilité de la Direction de la physique du globe, notamment aux yeux de l'industrie mais aussi à ceux d'autres secteurs du gouvernement, de la communauté universitaire du Canada et des établissements géophysiques de l'extérieur du pays (encore que, ironiquement, sa visibilité soit parfois meilleure à l'extérieur qu'au pays) est très évidente à la lecture des réponses au questionnaire; elle l'est d'autres manières aussi, par exemple par la difficulté d'attirer des boursiers d'études post-doctorales. Nous croyons que ce manque de visibilité est ressenti par le personnel de la DPG lui-même et qu'il fait que le moral n'est pas aussi élevé qu'il devrait l'être. Nous avons suggéré certaines mesures que la Direction pourrait elle-même prendre pour accroître sa visibilité, mais l'une des améliorations les plus importantes pourrait être apportée au nom lui-même. Les mots « physique du globe » ont une connotation défavorable

aux yeux de bien des gens et la signification du mot « Direction » n'est pas claire pour les personnes qui ne connaissent pas la structure du Ministère. Nous préconisons de changer le nom de la Direction pour celui d'Observatoire géophysique du Canada (Geophysical Observatory of Canada), parce que l'exploitation d'observatoires géophysiques est effectivement au coeur du programme de l'organisation et il existe suffisamment d'exemples, dans d'autres pays, d'observatoires distingués pour montrer que ce nom n'a d'aucune manière de connotation limitative pour ce qui est des autres activités.

Nous entrevoyons que, avec son nouveau nom qui le reliera directement à son distingué prédécesseur, l'organisme gagnera en visibilité, suscitera chez son effectif une confiance accrue et se taillera une place de chef parmi les grands instituts géophysiques du monde.

**ANNEXE 1**  
**Questionnaire et préambule**



Conseil  
Géoscientifique  
Canadien

Canadian  
Geoscience  
Council

Comité consultatif de l'évaluation de programme de la Direction  
de la physique du globe

Évaluation de programme  
Direction de la physique du globe  
Énergie, Mines et Ressources Canada

Le Conseil géoscientifique canadien a mis sur pied, à la demande du sous-ministre adjoint, Sciences de la Terre, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, un comité chargé d'évaluer le programme de la Direction de la physique du globe. Une des phases de l'évaluation comporte l'analyse des réponses au questionnaire ci-joint. Il est donc extrêmement important, afin d'obtenir une évaluation valable, de répondre avec soin aux questions et de fournir, le cas échéant, des explications dans les espaces prévus.

Le comité a élaboré le questionnaire de façon à toucher d'une part à toutes les activités de la Direction, selon une formule fondée sur les différentes disciplines en cause et, d'autre part, à tous les "résultats des travaux" de la Direction qui englobent et les publications officielles et les conseils donnés lors de consultations personnelles. Nous nous rendons bien compte que tous les enquêtés n'auront pas eu l'occasion de faire affaire avec la Direction dans tous les domaines.

La préparation de la liste des destinataires n'était pas non plus une tâche facile. Nous envoyons le questionnaire à une sélection de particuliers et d'organismes, au Canada et à l'étranger, qui à notre connaissance utilisent ou ont déjà utilisé les publications ou les services de la Direction. Si vous êtes d'avis que quelqu'un d'autre dans votre organisme serait mieux placé pour y répondre, veuillez lui transmettre le questionnaire. Le comité traitera comme renseignements confidentiels les renseignements identifiant l'enquêté.

Au nom du comité, permettez-moi de vous remercier très chaleureusement de nous aider dans cette entreprise.

Le président du comité d'évaluation  
de programme de la Direction de la  
physique du globe  
du Conseil géoscientifique canadien

G.D. Garland  
(Laboratoire de géophysique de  
l'Université de Toronto)

President	Vice-President	Past President	Secretary Treasurer	Executive Member	Foreign Secretary	Executive Director
Dr. C.H. Smith 2056 Thistle Crescent Ottawa, Ontario K1H 5P5 Tel: (613) 733-3980	Mr. D.W. Organ Chevron Canada Resources Ltd. 500 - 5th Ave. S.W. Calgary, Alberta T2P 0L7 Tel: (403) 234-5462	Dr. N.R. Morgenstern Dept. of Civil Engineering University of Alberta Edmonton, Alberta T6G 2G7 Tel: (403) 432-5127	Mr. W.G. MacLeod Petro Canada P.O. Box 2844 Calgary, Alberta T2P 3E3 Tel: (403) 296-8000	Dr. I. Thomson P.O. Box 49330 Placer Development Ltd. Bentall Station Vancouver, B.C. V7X 1P1 Tel: (604) 682-7082 Ext. 535	Dr. A.R. Berger Geological Survey of Canada 601 Booth Street Ottawa, Ontario K1A 0E8 Tel: (613) 995-4927, 4928 or 4929	Dr. J.P. Greenhouse Dept. of Earth Sciences University of Waterloo Waterloo, Ontario N2L 3G1 Tel: (519) 885-1211, Ext. 355; or 3231 (Messages) Telex: 069-55259

## INSTRUCTIONS (Comment remplir le questionnaire)

Dans la majorité des cas, il vous suffira de cocher la(les) case(s) qui correspond(ent) à votre réponse. Dans quelques cas, on vous demande d'encrer le numéro ou les numéros appropriés ou d'écrire votre réponse.

### DESCRIPTION DE L'ENTREPRISE OU DE L'ORGANISME D'APPARTENANCE

Afin de nous aider à mieux comprendre vos besoins, veuillez répondre aux questions suivantes portant sur votre organisme ou sur vous-même.

**1. Genre d'entreprise ou d'organisme**

- ☐ Activité principale — exploration pétrolière et gazière
- ☐ Entrepreneur ou expert-conseil — exploration pétrolière et gazière
- ☐ Activité principale — prospection minérale
- ☐ Entrepreneur ou expert-conseil — prospection minérale
- ☐ Instruments géophysiques
- ☐ Université
- ☐ Services publics (p. ex. pipe-lines, énergie, etc.)
- ☐ Administration fédérale
- ☐ Administration provinciale
- ☐ Agence internationale (p. ex. Centre mondial de données, Bureau internationale de l'heure)
- ☐ Autres (veuillez préciser) \_\_\_\_\_

**2. Veuillez indiquer le nombre de géophysiciens, de géologues et d'autres géoscientifiques qui font partie de l'effectif de votre organisme. (Prière d'exclure tous les étudiants)**

Géophysiciens \_\_\_\_\_  
Géologues \_\_\_\_\_  
Autres géoscientifiques \_\_\_\_\_

**3. Répondez-vous au questionnaire en votre nom propre ou au nom de votre organisme?**

- ☐ pour moi-même ☐ au nom de mon organisme

## UTILISATION DES RÉSULTATS DES TRAVAUX DE LA DIRECTION DE LA PHYSIQUE DU GLOBE

**4. Instructions pour la question n° 4 — Les questions de la grille qui suit ont trait à l'utilisation des résultats des travaux de la Direction de la physique du globe par vous-même ou par les membres de votre organisme. Les « résultats » sont groupés par discipline et comprennent:**

- les articles publiés
- les publications internes (p. ex. dossiers publics, séries géomagnétiques, séries sismologiques, etc.)
- les cartes
- les données brutes ou traitées, ou les renseignements fournis sur demande
- les colloques, les communications présentées lors de symposiums
- les consultations, les communications orales et écrites.

Pour chaque catégorie de disciplines, veuillez encercler le numéro qui correspond à votre appréciation des points suivants:

*Fréquence d'utilisation* — Indiquer avec quelle fréquence vous (ou les membres de votre organisme) utilisez chacune des catégories. Si vous répondez « jamais », veuillez passer à la catégorie suivante.

*Usage principal* — Veuillez indiquer à quel but vous utilisez, principalement, les travaux de la catégorie.

*Importance* — Veuillez indiquer le degré d'importance que revêt pour vous ou pour votre organisme l'utilisation que vous faites des travaux de la catégorie.

*Actualité* — Veuillez coter le degré de satisfaction que vous éprouvez relativement à l'actualité de chaque catégorie de travaux.

*Fiabilité* — Veuillez coter le degré de satisfaction que vous éprouvez relativement à la fiabilité de chaque catégorie de travaux.

Si vous utilisez les résultats d'une catégorie de travaux de la Direction de la physique du globe qui ne figurent pas dans la grille, veuillez décrire les travaux en question dans l'espace « autres » prévu à cette fin. Veuillez indiquer aussi la fréquence d'utilisation, l'usage principal, l'importance, l'actualité et la fiabilité.

#### 4. UTILISATION DES TRAVAUX DE LA DIRECTION DE LA PHYSIQUE DU GLOBE

TRAVAUX DE LA DIRECTION DE LA PHYSIQUE DU GLOBE  Données, renseignements et résultats de recherches sur:	FRÉQUENCE D'UTILISATION				USAGE PRINCIPAL			IMPORTANCE					ACTUALITÉ					FIABILITÉ				
	Au moins une fois par mois	Au moins une fois par année	Moins d'une fois par année	Jamais	Source de données	Sciences pures, technologie, et idées	Matériel didactique	Extrêmement important	Important	Assez important	Peu important	Ne sais pas/sans opinion	Très satisfait	Satisfait	Insatisfait	Très insatisfait	Ne sais pas/sans opinion	Très satisfait	Satisfait	Insatisfait	Très insatisfait	Ne sais pas/sans opinion
	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Séismicité et risques de séismes (tremblements de terre)	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Autres aspects de la sismologie	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Énergie géothermique	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Pergélisol et hydrates de gaz	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Champs magnétiques de la Terre et prévisions des orages magnétiques	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Gravité (y compris cartes gravimétriques)	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Géodynamique	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Géophysique marine	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Structure terrestre (études sismiques, gravimétriques, géomagnétiques et des vagues de chaleur)	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Normes géophysiques, calibrage (emploi des installations)	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Autres (veuillez préciser)	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Autres (veuillez préciser)	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

5. Utilisez-vous le Supplément à l'index trimestriel des publications courantes de la Direction de la physique du globe? (Voir l'exemple ci-joint)

☐ oui

☐ non

6. Utilisez-vous des données qui sont fournies par les centres mondiaux de données et qui proviennent de la Direction de la physique du Globe?

☐ oui

☐ non

☐ Je ne sais pas



Si vos réponses aux questions 4, 5 et 6 indiquent que vous n'utilisez pas les travaux de la Direction de la physique du globe ou que votre organisme ne les utilise pas, veuillez passer à la question 7.



Si vos réponses aux questions 4, 5 et 6 indiquent que vous ou les membres de votre organisme utilisez les travaux de la Direction de la physique du globe, veuillez passer à la question 8.



## UTILISATION DES TRAVAUX DE LA DIRECTION DE LA PHYSIQUE DU GLOBE (suite)

7. Pourquoi n'utilisez-vous point les résultats des travaux de la Direction de la physique du globe? (Veuillez cocher toutes les réponses applicables.)

- ☐ Pas au courant de leur existence
- ☐ Sans rapport à mes (nos) travaux
- ☐ Problèmes constatés avec les résultats fournis (p. ex. piètre qualité, couverture insuffisante)
- ☐ Trop difficiles à obtenir
- ☐ Autres raisons (préciser) \_\_\_\_\_

Veuillez donner des précisions \_\_\_\_\_



Passer à la question 10

8(a). Si les résultats des travaux de la Direction utilisés par vous ou par votre organisme n'étaient plus disponibles, prendriez-vous des mesures pour les remplacer?

(Veuillez cocher la réponse qui correspond le plus à votre situation)

- ☐ oui
- ☐ non — il serait difficile de les remplacer
- ☐ non — leur importance pour nos activités ne justifierait pas leur remplacement
- ☐ non — le remplacement coûterait trop cher
- ☐ autres (préciser) \_\_\_\_\_



Si votre réponse à la question 8 (a) indique que vous prendriez ou votre organisme prendrait des mesures pour remplacer les résultats des travaux de la Direction de la physique du globe, veuillez passer à la question 8 (b).



Si votre réponse à la question 8 (a) indique que vous ne prendriez pas ou votre organisme ne prendrait pas des mesures pour remplacer les résultats des travaux de la Direction de la physique du globe, veuillez passer à la question 9.

8(b). Veuillez indiquer les résultats des travaux de la Direction de la physique du globe que vous cherchiez à remplacer.

---

---

---

8(c). Veuillez indiquer comment vous cherchiez ou votre organisme chercherait à remplacer ces résultats des travaux de la Direction de la physique du globe, s'ils cessaient d'être disponibles. Veuillez donner une estimation du coût annuel que ce remplacement entraînerait.

- ☐ Embauche de personnel additionnel \_\_\_\_\_ \$
- ☐ Recours accru aux services d'experts-conseils \_\_\_\_\_ \$
- ☐ Autres solutions (préciser) \_\_\_\_\_ \$

## UTILISATION DES TRAVAUX DE LA DIRECTION DE LA PHYSIQUE DU GLOBE (suite)

9. Veuillez nous faire part de tout commentaire utile sur les résultats des travaux de la Direction de la physique du globe. Nous cherchons tout particulièrement à en savoir davantage sur les usages que vous faites des résultats des travaux de la Direction, mentionnés dans vos réponses à la question 4.

---

---

---

---

---

## QUALITÉ DU SERVICE FOURNI PAR LE PERSONNEL DE LA DIRECTION

Les questions qui suivent portent sur la qualité du service qui vous est fourni par le personnel de la Direction de la physique du globe et comprend les entretiens personnels ainsi que les communications téléphoniques et écrites.

10. Quand avez-vous fait affaire le plus récemment avec le personnel de la Direction?

- ☐ Au cours des trois derniers mois
- ☐ il y a entre trois et six mois
- ☐ il y a entre six mois et un an
- ☐ il y a plus d'un an; c.-à-d., depuis \_\_\_\_\_ années
- ☐ jamais (*passer à la question 15*)

11. Dans quelles circonstances avez-vous fait affaire avec le personnel de la Direction de la physique du globe?

- ☐ demande de renseignements ou d'aide d'ordre technique ou scientifique
- ☐ contrat ou convention de recherche conclu avec la Direction de la physique du globe
- ☐ contrat de travaux sur le terrain pour le compte de la Direction de la physique du globe
- ☐ emploi des installations
- ☐ projet de recherche conjoint avec la Direction de la physique du globe
- ☐ autres circonstances (*préciser*) \_\_\_\_\_

12. Avec quelle fréquence avez-vous habituellement des contacts avec le personnel de la Direction de la physique du globe?

- ☐ au moins tous les mois
- ☐ au moins tous les ans
- ☐ moins d'une fois par an
- ☐ autre (*préciser*) \_\_\_\_\_

## QUALITÉ DU SERVICE OFFERT PAR LE PERSONNEL DE LA DIRECTION DE LA PHYSIQUE DU GLOBE (suite)

13. Veuillez coter le degré de satisfaction que vous éprouvez à l'égard des services suivants fournis par le personnel de la Direction de la physique du globe. (*Encercler le chiffre correspondant*)

Service	<i>Très satisfait</i>	<i>Satisfait</i>	<i>Insatisfait</i>	<i>Très insatisfait</i>	<i>Sans objet</i>
	1	2	3	4	5
Délai de réponse	1	2	3	4	5
Utilité du matériel reçu	1	2	3	4	5
Valeur des communications avec le personnel de la Direction de la physique du globe	1	2	3	4	5
Collaboration du personnel de la Direction de la physique du globe	1	2	3	4	5

14. Veuillez nous faire part de vos commentaires, s'il y a lieu, sur les services fournis par le personnel de la Direction de la physique du globe.

---



---



---



---



---

## PROGRAMME DE LA DIRECTION DE LA PHYSIQUE DU GLOBE

Les questions 15 à 17 cherchent à obtenir votre opinion sur le genre des travaux et des activités de la Direction de la physique du globe.

15. Parmi les activités énumérées ci-après, lesquelles devraient, à votre avis, s'inscrire dans le mandat de la Direction de la physique du globe? (Veuillez cocher la case « oui » ou la case « non »).

Activité	Oui	Non	Préciser quel organisme de l'État ou du secteur privé devrait en assumer la responsabilité
Exploitation d'observatoires	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ►	_____
Conduite des levés sur le terrain	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ►	_____
Établissement de normes pour les travaux sur le terrain	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ►	_____
Correction et interprétation de données recueillies sur le terrain	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ►	_____
Recherches fondamentales (p. ex. dynamique de la croûte terrestre, modélisation de champs géomagnétiques)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ►	_____
Préparation de cartes nationales de données géophysiques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ►	_____
Exploitation d'installations d'étalonnage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ►	_____
Tenue à jour de bases nationales de données (p. ex. données d'observatoires magnétiques, données gravimétriques et données sur le mouvement de la croûte terrestre)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ►	_____
Publication d'avertissements de risques géophysiques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ►	_____
Publications de données et de renseignements dans un ou plusieurs des domaines susmentionnés.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ►	_____

## PROGRAMME DE LA DIRECTION DE LA PHYSIQUE DU GLOBE (suite)

**16. Y a-t-il d'autres activités que la Direction de la physique du globe devrait entreprendre?**

☐ oui☐ non

(Veuillez préciser)

[illegible]

17. Avez-vous des suggestions pour l'amélioration des travaux entrepris ou des services fournis par la Direction de la physique du globe?

[illegible]

## IDENTIFICATION

- 18. Afin de nous aider à mieux comprendre vos réponses, veuillez nous donner les renseignements suivants. Ils seront traités comme renseignements confidentiels; le comité s'en servira uniquement pour vous rejoindre au cas où il serait utile de vous demander des questions supplémentaires relativement à vos réponses ou suggestions.**

Nom: \_\_\_\_\_

Titre/Poste: \_\_\_\_\_

Nom de l'organisme: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Lieu/Adresse: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Téléphone: \_\_\_\_\_

*Nous vous remercions d'avoir pris le temps de répondre à notre questionnaire.*

*Prière de retourner le questionnaire dans l'enveloppe de retour fournie, au:*

*Secrétaire  
Comité consultatif de l'évaluation de programme de la Direction de la physique du globe  
a/s Direction de l'évaluation des programmes  
Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources  
580, rue Booth  
Ottawa (Ontario)  
K1A 0E4*



## ANNEXE 2

### Liste des participants à l'enquête

ADAMS, David H.	Cominco Exploration	Calgary
AQUIN Thomas	Lmbds - Sidam Inc.	Montreal
ARAKI, Tohru	Koyoto Univ., Faculty of Sci.	Japan
BAILEY, R.C.	Univ. of Toronto, Dept. of Physics	Toronto
BARCLAY, W.	W.A. Barclay Exploration Services Ltd	Kingston
BARCLAY, William	Trilogy Resource Corp.	Calgary
BARLOW, R.B.	Ont. Geol. Survey, Geophy, Geo chem D.	Toronto
BATE, Simon	MPH Consulting Ltd.	Toronto
BECK, Alan E.	Univ. of Waterloo, Dept. of Geophys.	London
BECKER, A.	Univ. of California	Cal. USA
BEDIZ, P.I.	Bediz Expl. Cons. Ltd.	Calgary
BELL, T.	Drummond Petroleum Ltd.	Calgary
BERG, Brian A.	Energenics Exploration Ltd.	Calgary
BERGER, Milford L.	Texaco Canada Resources Ltd.	Calgary
BERUBE, Pierre	Sa gax Geophysique Inc.	Montreal
BLACKWELL, David	Sou. Methodist Univ., Dept. Geol. Sci.	Texas, U.S.A.
BLASCO, Steve	Geological Survey of Can., BIOG	Dartmouth
BLINKINSOP, John	Carleton Univ., Geology Dept.	Ottawa
BLUNDELL, D.J.	Chelsea Coll., Geology Dept.	London, Eng.
BOEY, Peter K.	Champlin Petroleum Co.	Calgary
BOTTOS, Frank	Urtec Instrument Sales	Markham
BOUILLON, Andre	Service D'Amenagement	Quebec
BRADLEY, Ward J.	Gulf Canada Resources Ltd.	Calgary
BRAGG, John	Seis - Pro & Consultants Ltd.	Calgary
BRISTER, M.	Husky Oil Operations	Calgary
BRUNDRIT, Dr.	Shell Canada Resources Ltd.	Calgary
BRUNE, James	Inst. Geophysics & Plan Physics	Cal. U.S.A.
BRUNETTI, Gino	Factory Mutual Engineering Assoc.	Cote St. Luc
BUCHANAN, R.G.	B.C. Govt., Min. of Transport	Victoria
BURKE, K.	Univ. of N.B., Dept. of Geol.	Fredericton
BURR, Douglas C.	Aqua Terra Consultants Ltd.	Calgary
BURTON, Garth B.	Garth B. Burton & Assoc.	Toronto
BURWASH, Ronald	Univ. of Alta., Dept. of Geol.	Edmonton
CAMERON, G.W.	Geological Survey of Canada	Ottawa
CAMPBELL, Douglas D.	Dolmage Campbell & Assoc (1975) Ltd.	Vancouver
CAMPBELL, Ralph H.	Texaco Canada Resources Inc.	Calgary
CANNON, Wayne H.	York University	Downsview
CARD, K.D.	Geol. Survey of Canada	Ottawa
CARSWELL, Duncan A.	Compagnie Generale de Geophysique	Calgary
CARTWRIGHT, Paul	Phoenix Geophysical Ltd.	Vancouver
CASS, Richard	Arvec Consulting Ltd.	Calgary
CAVEN, Robert J.		Don Mills
CHAKRACARTTY, Gopa	Esso Resources Can. Ltd.	Calgary
CHANDRA, James J.	Dept. of Nat. Resources, Geol. Surveys	Fredericton
CHAPMAN, David S.	Univ. of Utah, Dept. Geol. & Geophys.	Utah, U.S.A.
CHARLWOOD, R.G.	Klohn Leonoff Ltd.	Richmond
CHASE, Richard	Univ. of B.C., Dept. Geol. Sci & Ocean.	Vancouver
CHEN, David	Pan Canadian Petroleum Ltd.	Calgary
CHORNOPSKY, M.L.	Cdn. Reserve Oil & Gas Ltd.	Calgary
CHUNG HAI-MAN	Cdn. Superior Oil Ltd.	Calgary
CLARKE, Garry K.C.	Univ. of B.C., Dept. of Geo. & Ast.	Vancouver
CLINCK, John W.	Geophysical Services Inc.	Calgary
COLLETT, Leonard	Geol. Survey of Canada	Ottawa
COLVIN, Douglas J.	Anadarko Petroleum of Can. Ltd.	Calgary
COOPER, Norman M.	Mustagh Resources Ltd.	Calgary
CORBETT, J.D.	The Anaconda Co.	Colorado, USA
CRAIG, William A.	Husky Oil International Inc.	Calgary
CRONE, J. Duncan	Crone Geophysics Ltd.	Mississauga
CROSSLEY, David	McGill University	Montreal
CROUS, C.M.	Aberford Resources Ltd.	Calgary
CUMMING, G.L.	Univ. of Alta., Dept. of Physics	Edmonton

DAHLMAN, O.	Res. Inst. of Nat. Defence	Sweden
DALY, Dennis J.	Home Oil Company Ltd.	Calgary
DARGIE, Barrie G.	Tricentrol Oils Ltd.	Calgary
DARNLEY, Arthur G.	Geol. Survey of Canada	Ottawa
DAVIES, Carole E.	Alberta Energy Co.	Calgary
DAVIES, J.L.	Mineral Resources Branch	Bathurst
DAVIS, Thomas L.	Colorado School of Mines	Col. U.S.A.
DAVITT, W.E.	Chevron Canada Resources Ltd.	Calgary
DE CAEN, R.F.B.	Husky Oil	Calgary
DELLECHAIE, Frank	O'Brien Resources Corp.	Cal. USA
DENSMORE, A.A.	Geol. Survey of Canada	Calgary
DERBOWKA, Robert M.	Shell Can. Resources Ltd.	Calgary
DERRY, Duncan R.	Derry, Michener, Booth & Wahl	Toronto
DEUTSCH, Ernst R.	Memorial Univ. of Nfld.	St. John
DIORIO, Peter	Utah Mines Ltd.	Toronto
DMITROCA, Walter	Mobil Oil Canada Ltd.	Calgary
DOREY, Kathleen	Boyd Exploration Consultants Ltd.	Calgary
DORNIAN, Nick	Dornian Consultants Ltd.	Calgary
DOSSO, H.W.	Univ. of Victoria, Dept. of Physics	Victoria
DOUGLAS, A.	UK Ministry of Defence	UK
DOWHANIUK, James	Can. West Nat. Gas Co. Ltd.	Calgary
DOYLE, Michael E.	Dome Petroleum Ltd.	Calgary
DRUMMOND, Kenneth J.	Mobil Oil Canada Inc.	Calgary
DRUMMOND, F.M.	Amoco Can. Petroleum Co. Ltd.	Calgary
DU BERGER, Reynold	Univ. du Que. A Chicoutimi	Chicoutimi
DUFF, Gordon C.	Atomic Energy of Canada	Mississauga
DUNCAN, D. R.	Morrison Beatty Ltd.	Toronto
DUNLOP, D.J.	Univ. of Toronto, Dept. of Physics	Toronto
EBEL, John E.	Weston Obs., Boston College	Mass., U.S.A.
EBNER, Erwin	Petro-Canada Resources	Calgary
EHRlich, Marvin	Marvin Ehrlich Consult. Eng.	Washington, USA
EINARSSON, T.D.	Geophysical Service Inc.	Texas, USA
ELLWOOD, Brooks B.	Univ. of Georgia, Dept. Geology	Ga. U.S.A.
ENG, George	Placer Cogo Petroleum Ltd.	Calgary
EVANS, A.H.	Amoco Petroleum Corp.	Calgary
EWING, G.N.	Dept. of Fisheries & Oceans	Ottawa
FARQUHAR, R.M.	Univ. of Toronto, Physics Dept.	Toronto
FARRAR, Edward	Queens Univ., Dept. of Geol. Sc.	Kingston
FENWICK, D.K. Bruce	Voyager Petroleum Ltd.	Calgary
FERRIS, Craig	Gravimetrics Inc.	Okla. USA
FILO, John J.D.	Cambrian College	Sudbury
FISCHER, Alfred	Gulf Canada Resources Ltd.	Calgary
FISCHER, Gaston	Observatoire Cantonal	Suisse
FOLINSBEE, R. Allin	Petro Canada	Calgary
FOO, Wayne	Chevron Canada Resources Ltd.	Calgary
FORTIN, Gilles	Geomines Ltée	Montréal
FRANCHETEAU, Jean	Deolen Locmaria-Plouzane	France
FULOP, Joseph (Rev.SJ)		Toronto
FURLONG, Kevin P.	Penn. State Univ., Dept. Geoscience	Pa. U.S.A.
GAGNON, Pierre	Univ. Laval, Dept. Geodesie et Cart.	Quebec
GAUCHER, Edwin	E. Gaucher & Associates	St. Foy
GENDZWILL, Don	Univ. of Sask., Dept. of Geology	Saskatoon
GIRDLER, Dr. R.W.	School of Physics	U.K.
GLOVER, Wayne	Shell Canada Resources Ltd.	Calgary
GREENHOUSE, John	Univ. of Waterloo, Dept. Earth Sc.	Waterloo
GRAF, Beverley S.	Petro-Canada	Calgary
GREGORY, A.F.	Gregory Geosciences Ltd.	Ottawa
HAJNAL, Z.	Univ. of Sask., Dept. of Geol. Sci.	Saskatoon
HALLE, Francois	Mesures d'Urgences Municipales	Valleyfield
HALPENNY, Frank	Cdn. Superior Oil Ltd.	Calgary
HALVORSEN, R.A.	Suncor Inc. Resources Grp.	Calgary
HARROW, G.A.	Dupont of Can. Explor. Ltd.	Vancouver
HAWORTH, Richard T.	Instit. of Geol. Sciences	U.K.

HAYATSU, A.	Univ. of Western Ont., Dept. Geoph.	London
HAYLES, J.G.	Atomic Energy of Canada Ltd.	Ottawa
HEDGES, J.R.	Export Development Corp.	Ottawa
HENDRY, Ken	Cominco Ltd.	Toronto
HENLEY, David C.	Shell Canada Resources Ltd.	Calgary
HERRMANN, Robert B.	St. Louis Univ., Dept. Earth & At.Sc.	Miss., U.S.A.
HERZ, Alex	Hertz Industries Ltd.	Toronto
HINCH, Alan J.	A.J.Hinch Consultants Ltd.	Calgary
HOBSON, G.D.	Polar Continental Shelf Project	Ottawa
HOFFMAN, Paul F.	Geological Survey of Canada	Ottawa
HOLDER, Andrew P.	Home Oil Co. Ltd.	Calgary
HONG, Marie	Chevron Canada Resources Ltd.	Calgary
HORNE, E.A.	Rangland Resources Ltd.	Calgary
HORNFORDE, H.E.	H.E.Hornford Geophysical Cons.	Calgary
HOWELL, Eric C.	Norcen Energy Resources Ltd.	Calgary
HOWELLS, Kenneth	N.S. Research Foundation, Geo.Div.	Dartmouth
HRZYCK, Victor W.	Regency Resources Ltd.	Calgary
HUME, James R.	Home Oil Co. Ltd.	Calgary
HUNTLEY, Ross	BP Exploration Can. Ltd.	Calgary
HUTCHISON, Dave	NAJ Exploration Ltd.	Calgary
JACKSON, J.H.	Teledyne Exploration Ltd.	Calgary
JACKSON, H.Ruth	Atlantic Geosc. Centre	Dartmouth
JAGODITS, F.C.	Excalibur Int. Cons. Ltd.	Mississauga
JAIN, Sudhir	Commonwealth Geoph. Dev.C.	Calgary
JENSEN, Oliver G.	McGill Univ., Dept. of Geol. Sc.	Montréal
JOHNSON, Ian M	Scintrex Ltd.	Concord
JOSE, Barrie F.	Esso Resources Canada Ltd.	Calgary
JUSTICE, James	Univ. of Cal., Dept. of Geol. & Geophys.	Calgary
KANAMORI, H.	California Inst. Seismological Lab	Cal. USA
KATAY, John	Petro Canada Exploration Inc.	Calgary
KATIGEMA, F.D.	Sunco Inc. Resources Grp.	Calgary
KAY, Anthony	Hardy Associates (1978) Ltd.	Calgary
KEEN, C.E.	Atlantic Geoscience Centre	Dartmouth
KELSCH, W. Lorne	Pan Canadian Petroleum Ltd.	Calgary
KERR, Aubrey	AK Associates Ltd.	Calgary
KHAN, Dr. N.A.	Bennett Bldg., The Univ., Dept. Geol.	U.K.
KIERULE, Frederick	Husky Oil Operations Ltd.	Calgary
KILTY, S.	Dighem Ltd.	Toronto
KIM, Isaac	Scripps Instit. c/Oceanography	Ca. USA
KIMMINS, Reginald L.	Mobil Oil Canada Ltd.	Toronto
KIRKBY, S.C.	EDA Instruments Inc.	Toronto
KLASNER, John	Dept. Geol., West Illinois Univ.	Ill., U.S.A.
KNAPIK, Dennis W.	D. Knapik Geophysics Ltd.	Calgary
KNOLL, Frank	Nicolet, Chartrand, Knoll	Montreal
KONINGS, Marcel H.	Questor Surveys Ltd.	Mississauga
KRAMERS, J.W.	Alta. Research Council	Edmonton
KRAUSE, B.R.	Cdn. Nickel Co. Ltd.	Copper Cliff
KREBES, Edward S.	Univ. of Calg., Dept. Geol. & Geoph.	Calgary
KROUSE, H. Roy	Univ. of Calgary, Physics Dept.	Calgary
KRYZAN, Andrew Z.	Gulf Canada Resources Ltd.	Calgary
LACHAPPELLE, Gerard	Nortech Surveys (Canada) Inc.	Calgary
LAHR, John	U.S. Geol. Survey, Off. of Earthqu.	CA., USA
LAING, William E.	Conoco Inc.	Texas, USA
LANGE, A.G.	Sask. Oil	Regina
LANGLEY, Richard B.	Univ. of N.B., Dept. of Survey Eng.	Fredericton
LAURIDSEN, E.Kring	Danish Meteorological Institute	Denmark
LAWTON, Dr. D.C.	Univ. of Cal., Dept. of Geol. & Geoph.	Calgary
LAZIB, Andre A.	Pan Canadian Petroleum Ltd.	Calgary
LEBLANC, Gabriel A.	Weston Geophys. Corp.	Mass. U.S.A.
LECOMTE, Paul	Hydro-Quebec	Montreal
LEE, Albert	Cdn. Superior Oil Ltd.	Calgary
LIZOTTE, Henri	Soquip	Ste. Foy

LEE, L.O.	Canada Exploration Ltd.	Calgary
LESLIE, John A.	Geological Consultants	Bedford
LEWIS, Alan C.	Husky Oil Operations Ltd.	Calgary
LEWIS, C.F.M.	GSC, Atlantic Geoscience Centre	Dartmouth
LIMION, H.	Newmont Expl. of Can. Ltd.	Toronto
LINARD, John R.	Shawinigan Consultants Inc.	Montréal
LINDSETH, Roy	Teknica Resources Dev.	Calgary
LINSSE, Helmut	Linsser Geophysical Services	Calgary
LIZOTTE, Henri	Soquip	Ste-Foy
LODHA, Ganpat S.	Canterra Energy Ltd.	Calgary
LUND, John W.	Oregon Inst. Tech., Geo-Heat Util. Ctr.	Oregon, USA
MACDONALD, W.D.	S.U.N.Y., Dept. Geology	NY, U.S.A.
MACKEITH, Neil J.	Bow Valley Industries Ltd.	Calgary
MACNAB, Ron	Bedford Institute of Ocean.	Dartmouth
MADOKORO, Dennis G.	Skandia Reinsurance	Toronto
MAIR, J.A.	Dome Petroleum	Calgary
MAJUMDAR, S.C.	Eso Resources Canada Ltd.	Calgary
MARKS, Larry W.	Shell Canada Resources Ltd.	Calgary
MATHEWS, W.H.	Univ. of B.C., Dept. of Geology	Vanc.
MATTHEWS, Larry	Amoco Canada Petroleum Co. Ltd.	Calgary
MAYER, G.M.	Ivaco Inc.	Marievalle
MAYERS, I. Richard	Suncor Inc.	Calgary
MCCAFFREY, Greg	Golden Eagle Oil & Gas Ltd.	Calgary
MCCANCE, John A.		Willowdale
MCKELLAR, Roger	Pika Marine Enterprises Ltd.	Vanc.
MCKEVITT, W.E.	H.A. Simons Internat. Ltd.	Vanc.
MCMULLAN, S.R.	Uranerz Expl. & Mining Ltd.	Saskatoon
MCNEILL, J.D.	Geonics Ltd.	Mississauga
MEREU, R.F.	Univ. of Western Ont., Dept. Geoph.	London
MILNE, V.G.	Ontario Geological Survey	Toronto
MONAHAN, David	Cdn. Hydrographic Service, EMR	Ottawa
MOON, Wooll	Univ. of Manitoba, Dept. Earth Sc.	Winnipeg
MORAYER, A. R.	Carleton Univ., Geol. Dept.	Ottawa
MORELLI, Carlo	Univ. di Trieste, Inst. Miniere Geof.	Trieste, Italy
MORGAN, K.A.		Willowdale
MORGAN, Paul	Purdue Univ., Dept. Earth Sc.	IN., U.S.A.
MORRIS, Drew	Union Oil Company of California	Alaska
MORRIS, Leslie D.	Geomagnetic Data Centre	Boulder, Co.
MORROW, William	Amoco Canada Petroleum Co. Ltd.	Calgary
MURRAY, Gordon H.	North West Hydrographic Surveys Ltd.	Surrey
NATRUE, L.	Pan Canadian Petroleum	Calgary
NELSON, C.S.	Eso Resources (Can.) Ltd.	Calgary
NICHOLLS, James	Univ. of Calgary, Geol. & Geophys. Dept.	Calgary
NYBERG, C.B.	Gulf Canada Resources Ltd.	Calgary
NYLAND, Edo	Univ. of Alta., Inst. of Earth & Pl. Ph.	Edmonton
OAKLEY, William	W.M. Oakley & Associates Ltd.	Calgary
O'BRIEN, L.J.	EMR, Surveys & Mapping, Geodetic Div.	Ottawa
OLDENBURG, Doug	Univ. of B.C., Dept. Geoph. & Ast.	Vanc.
OLSEN, Elizabeth A.	Cdn. Occidental Petroleum	Calgary
OPDYKE, Neil D.	Univ. of Florida, Dept. of Geol.	Florida, USA
ORGNERO, U.J.	Amoco Canada Petroleum Co.	Calgary
ORR, Archie C.	Empress Exploration Consult.	Calgary
O'HARA, Thomas F.	Yankee Atomic Electric Co.	Ma., USA
PALMASON, Gudmundur	Orkustofnun, Grensasvegur	Iceland
PAMENKA, J.	Dome Petroleum	Calgary
PAP, Andrew	Amoco Canada Petroleum Co. Ltd.	Calgary
PAPAZACHOS, B.C.	Univ. of Thessaloniki, Geophys. Lab.	Greece
PARROTT, Richard J.E.	Oil Co. of Australia, N.L.	Australia
PARSNEAU, Paul	Dome Petroleum Ltd.	Calgary
PATERSON, Norman R.	Paterson, Grant & Watson Ltd.	Toronto
PAVLIK, Bohuslav	Urtec Ltd.	Markham
PAYNE, J.G.	RMB Technical Services Ltd.	Montreal West
PEIRCE, Dr. J.W.	Gravity Magnetics Group	Calgary

PELLETIER, B.R.	Geological Survey of Canada	Ottawa
PELTIER, W.R.	Univ. of Toronto, Dept. Physics	Toronto
PEMBERTON, R.H.	Noranda Exploration Ltd.	Toronto
PEZARRO, T.A.	TA Pezzaro and Assoc. Ltd.	Calgary
PHILLIPS, Bonnie	Union Texas Petroleum	Texas, U.S.A.
PINCHIN, Edwin J.	Merland Explorations Ltd.	Calgary
PITCHER, Douglas	Ontario Geological Survey	Toronto
POCZYNIAK, C.A.	Carruthers & Wallace Ltd.	Rexdale
PODMORE, Francis	Univ. Zimbabwe, Physics Dept.	Zimbabwe
PORTSMOUTH, Jackie	Canadian Superior Oil Ltd.	Calgary
POWERS, William H.	Marsus Exploration Ltd.	Halifax
PROCTER, J.E.	Dome Petroleum Ltd.	Calgary
PROVINS, D.	Gulf Canada Resources Ltd.	Calgary
PUNSTEL, Neil O.	Geo. Instruments	Tottenham
RANALLI, G.	Carleton Univ., Dept. Geology	Ottawa
RAPP, Richard H.	Ohio State Univ., Dept. Geodetic Soc.	Ohio, U.S.A.
READ, Peter B.	GeoTex Consultants	Vancouver
READER, John F.	Nevin Sadlier - Brown Goodbrand Ltd.	Vancouver
RECTOR, R.J.	Gulf Canada Resources Ltd.	Calgary
REDEKOP, Glen	Canadian Superior Oil Ltd.	Calgary
REDMOND, W.R.	Enertec Geophysical	Calgary
REESOR, T.R.	Chevron Canada Resources Ltd.	Calgary
REILLY, George A.	Urangesellschaft Canada Ltd.	Toronto
RILEY, C.J.	Eldorado Resources Ltd.	Ottawa
ROBB, G.A.	Home Oil Company Ltd.	Calgary
ROSE, Jeff	Texaco Canada Resources Ltd.	Calgary
ROTH, Murray	Geophysical Services Inc.	Calgary
RUFFMAN, Alan	Geomarine Assoc. Ltd.	Halifax
RUSH, Charles M.	Institute of Telecomm. Science	Co., USA
RUSSELL, R.D.	Univ. of B.C., Dept. Geoph. & Ast.	Vancouver
RUSSELL, David J.	Forest Oil Corp.	Ok., USA
RUSSELL, Brian H.	Veritas Seismic Ltd.	Calgary
RUYGROK, Gerald M.	Mobil Oil Canada Ltd.	Toronto
SAMSON, Laval	Terratech, une div. de SNC Inc.	Montréal
SAVAGE, P.J.	Pan Canadian Petrol	Calgary
SAWYER, Charles S.	Merland Explorations Ltd.	Calgary
SAWYER, Chester G.	Rochester Resources Ltd.	Calgary
SAXOV, Svend	Findlandsgade 6, Lab Geophysics	Denmark
SCLATER, John G.	Mass. Inst. of Tech.	Mass., U.S.A.
SCOTT, W.J.	Hardy Associates (1978) Ltd.	Calgary
SEXSMITH, R.	Riocanex Ltd.	Toronto
SHAW, Kenneth L.	Union Oil Company of Canada Ltd.	Calgary
SHEPPARD, R.H.	Ameranda Minerals Corp.	Calgary
SINGH, Ronald	Mountain Minerals Co. Ltd.	Lethbridge
SLAYMAKER, Olav	Univ. of B.C., Dept. Geography	Vancouver
SMITH, James A.	J.A.S. Explor. Consilt. Ltd.	Calgary
SNEDDON, D.T.	Alta. Forest Service	Spruce Grove
SOUTHER, J.G.	Geological Survey of Canada	Vancouver
STANGER, Ron	Mobil Oil Canada Ltd.	Calgary
STAUDER, J.	B.C. Hydro & Power Auth.	Vancouver
STAUFFER, M.R.	Univ. of Sask., Dept. Geol. Sc.	Saskatoon
STEENLAND, Nelson C.	Geophysical Explor. Corp.	Texas, USA
STEMP, R.W.	Kenting Earth Sciences Ltd.	Ottawa
STEPHENSON, R.	Australian Nat. Univ.	Australia
SWAB, M.E.	M.E. Swab Holdings Ltd.	Calgary
SYDORA, Larry J.	Chevron Geosciences Ltd.	Cal., USA
SYKES, Gerald J.	ICG Vista Resources Ltd.	Calgary
SYMONS, D.T.A.	Univ of Windsor, Dept. Geology	Windsor
SZEWCZYK, Z.J.	Mobil Oil Explor. S.E.	Louis, USA
TESKEY, D.J.	Geological Survey of Canada	Ottawa
TESSMAN, John D.	Western Geophysical Co. of Can.	Calgary
THOMPSON, J.G.	Panarctic Oils Ltd.	Calgary

THOMSON, David James	Defense Research Establishment Pacific	Victoria
THORNTON, J.	Placer Development Ltd.	Vancouver
THORPE, Ralph	Geological Survey of Canada	Ottawa
THORPE, John E.	Canterra Energy Ltd.	Calgary
THURSTON, P.C.	Min. of Nat. Res.	Toronto
TIMLECK, P.	Communications Res. Ctr.	Ottawa
TREMBLAY, Pierre	Petro Canada Explorations Inc.	Calgary
UFFEN, J. Douglas	Texaco Canada Resources Ltd.	Calgary
VAN EVERDINGEN, R.O.	National Hydrology Research Inst.	Calgary
VAN HEES, Ec	Pamour Porcupine Mines Ltd.	Timmins
VAN WAGONER, Nancy A.	Acadia Univ., Dept. of Geology	Wolfville
VERDIEL, M.A.	Amoco Canada Petroleum Co. Ltd.	Calgary
VIGRAS, Laurence W.	Univ. of Regina, Dir. of Energy Res.	Regina
VOHRA, D.R.	Petro Canada Exploration Inc.	Calgary
VON ENGELHARDT, Wolf	Mining Petrograph Institute	West Germany
WALKER, James A.	Walker Exploration Ltd.	Mississauga
WALMSLEY, Mark E.	Pedology Consultants	Victoria
WASILENKOFF, J.M.	Energics Explor. Ltd.	Calgary
WATANABE, T.	Univ. of B.C., Dept. Geophys. & Ast.	Vancouver
WATSON, J.C.	Shell Canada Resources Ltd.	Calgary
WEBER, W.	Min. Res. Div.	Manitoba
WEIR, H.	Memorial University, Dept. Physics	St. Johns
WEIR, Ronald M.	Norcen Energy Resources Ltd.	Calgary
WELCH, Donald E.	Golder Associates	Mississauga
WEST, G.F.	Univ. of Toronto, Dept. Physics	Toronto
WHITAKER, Sidney H.	Atomic Energy, Whiteshell Nuclear Res.	Pinawa
WHITE, Dwaine	Kahnawake Dev. Res. Prog.	Kahnawake
WHITING, Pat	Pegasus Earth Sensing Corp.	
WICHERTS, Eric	Amoco Canada Petroleum	Calgary
WILCOX, Dr. L.	Defense Mapping Agency Aerospace Centre	Mo., U.S.A.
WILLIAMS, H.	Memorial University, Dept. Geology	St. Johns
WILSON, J.R.	Comer & Wilson Ltd.	Calgary
WINSOR, Robin	Gulf Canada Resources Ltd.	Calgary
WITHERLEY, Ken	Utah Mines Ltd.	Toronto
WONG, C.L.	Dept. of Highways & Transportation	Winnipeg
WOODFORD, Dennis	Manitoba Hydro	Winnipeg
WOODSIDE, J.M.	Atlantic Geoscience Centre	Dartmouth
WOOTON, Arthur	The Consumers Gas Co. Ltd.	Scarborough
WREN, Easton	Petrel Consultants Ltd.	Calgary
WRIGHT, James A.	Memorial University, Dept. Physics	St. Johns
WRIGHT, James L.	Sulpetro Minerals Ltd.	Toronto
YOUNG, Keith	Alberta Energy Co. Ltd.	Calgary
ZOETEMELK, J.M.A.	Shell Canada Resources Ltd.	Calgary