

CONFÉRENCE INTERNATIONALE DES COMMISSIONS GÉOLOGIQUES

This document was produced
by scanning the original publication.

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

LES COMMISSIONS GÉOLOGIQUES NATIONALES AU XXI^e SIÈCLE

ACTES



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA
RAPPORT DIVERS 55

**LES COMMISSIONS GÉOLOGIQUES
NATIONALES AU XXI^e SIÈCLE**

**Actes de la Conférence internationale des commissions géologiques,
tenue à Ottawa (Canada) en avril 1992**

Compilation de

D.S. Bouchard, D.C. Findlay, M.J. Kiel,
C.R. McLeod et J.S. Scott

1995

©Ministre de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Canada 1995

En vente au Canada

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 (C.-B.) V6B 1R8

et aussi

Groupe Communication Canada - Édition
Ottawa, Canada K1A 0S9

ou par l'entremise de nos agents
libraires agréés et autres librairies

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

N° de catalogue M41-8/55F
ISBN 0-660-94942-3

Prix sujet à changement sans avis préalable

Comité organisateur

Président général: Chris Findlay

Secrétariat: Roy McLeod, Diane Bouchard

Comité du programme: Ken Babcock, Ray Price, Robin Riddihough, Charles Smith, Richard Haworth, George Plant, John Scott, Denis St-Onge, Dirk Tempelman-Kluit

Activités sociales: George Cameron, Inez Kettles, Blyth Robertson

Finances: Randy Taylor, Bonnie Rankin

Hébergement: Barbara Collis

Inscription: Jody Wagner

Publicité: Christy Vodden

Services: Gilbert Massie

Fonctions sociales: George Cameron, Inez Kettles, Blyth Robertson

Organizing Committee

General Chairman: Chris Findlay

Secretariat: Roy McLeod, Diane Bouchard

Program Committee: Ken Babcock, Ray Price, Robin Riddihough, Charles Smith, Richard Haworth, George Plant, John Scott, Denis St-Onge, Dirk Tempelman-Kluit

Accommodation: Barbara Collis

Finance: Randy Taylor, Bonnie Rankin

Publicity: Christy Vodden

Registration: Jody Wagner

Services: Gilbert Massie

Social Functions: George Cameron, Inez Kettles, Blyth Robertson

La Commission géologique du Canada et le comité organisateur de la Conférence internationale des commissions géologiques désirent exprimer leur reconnaissance aux organismes suivants pour leur contribution financière :

The Geological Survey of Canada and the Organizing Committee for the International Conference of Geological Surveys gratefully acknowledge financial contributions by the following:

Bondar-Clegg & Company Ltd.

Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie (CANMET)

L'Association minière du Canada

Les Minéraux Noranda Inc.

Northwood Geoscience Ltd.

Placer Dome Inc.

Rio Algom Limited

Sander Geophysics Limited

Terrain Analysis and Mapping Services Ltd.

X-Ray Assay Laboratories

Table des matières

Avant-propos	i
Remerciements	iii
Addenda	iii
INTRODUCTION	
D.C. FINDLAY, E.A. BABCOCK et R.P. RIDDIHOUGH Accueil et mot de bienvenue	1
R.A. PRICE Les commissions géologiques nationales: leur rôle actuel et leur rôle futur	5
C. SMITH Remerciements à R.A. Price	12
B. HOWE Allocution d'ouverture	13
THÈME I: LES COMMISSIONS GÉOLOGIQUES EN TRANSITION	
<i>A. Les commissions géologiques nationales</i>	
P.J. COOK et P.M. ALLEN L'exemple de la <i>British Geological Survey</i> : hier, aujourd'hui et demain	17
Z. JOHAN BRGM—sa structure et son rôle en sciences de la terre en France et dans le monde	27
<i>B. Les commissions géologiques d'État et provinciales</i>	
P.E. PLAYFORD Rôles et fonctions des commissions géologiques des États et du Commonwealth en Australie	35
W.D. MCRITCHIE Le rôle des commissions géologiques provinciales et territoriales du Canada vers l'an 2000	47
A.A. SOCOLOW et R.H. FAKUNDINY Les commissions géologiques d'État aux États-Unis: leur histoire et leur rôle au sein du gouvernement	57
Thème I: Discussion	61
THÈME II: L'HARMONISATION DE LA MISE EN VALEUR DES RESSOURCES ET DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT	
D.L. PECK Modification du rôle d'une commission géologique fédérale: l'évolution de la <i>United States Geological Survey</i> , depuis les levés d'exploration jusqu'aux sciences de la Terre au service du public	67
Thème II: Discussion	75

THÈME III: DES RESSOURCES POUR LA SOCIÉTÉ

M. KÜRSTEN et F.W. WELLMER L'évolution des ressources utilisées par la société: des métaux aux matériaux et des combustibles fossiles aux énergies renouvelables - Le rôle des commissions géologiques changera-t-il	79
H. CZICHOS Les matériaux nouveaux: la situation actuelle et les tendances	95
Thème III: Discussion	109

THÈME IV: LES NOUVEAUX HORIZONS ET LES NOUVELLES TECHNIQUES GÉOSCIENTIFIQUES DE POINTE

N. WILLIAMS Nouveaux horizons et nouvelles techniques de pointe	113
K. OGAWA et K. KODAMA Les risques géologiques au Japon	121
Thème IV: Discussion	127

THÈME V: LA COMMUNICATION, LA COOPÉRATION ET LA COLLABORATION INTERNATIONALES

U.G. CORDANI La collaboration internationale entre organismes non gouvernementaux dans le domaine des sciences de la lithosphère	131
A.J. NALDRETT Le Programme international de corrélation géologique: le passé, le présent et l'avenir	137
Thème V: Discussion	143

PERSPECTIVES RÉGIONALES

ZHU XUN Les activités géologiques et la collaboration internationale en Chine	147
C.A. KOGBE L'évolution des commissions géologiques en Afrique	151
C.O. BERBERT Les commissions géologiques de l'Amérique latine: perspectives régionales	157
Perspectives régionales: Discussion	161

SYNTHÈSE DES ORATEURS

J.O. CARLSSON Thème I: Les commissions géologiques en transition, Partie I	165
G.O. KESSE Thème I: Les commissions géologiques en transition, Partie II	167

B.J. SKINNER Thème II: L'exploitation des ressources et la protection de l'environnement: un argument en faveur de la mise sur pied d'une association de commissions géologiques	171
J. MCOUAT Thème III: Des ressources pour la société	175
V. SATTRAN Thème IV: Les nouveaux horizons et les nouvelles techniques géoscientifiques de pointe	177
D. ROSS Thème V: La communication, la coopération et la collaboration internationales	181
CONCLUSIONS	
D.C. FINDLAY Un comité mondial des commissions géologiques? Une proposition pour alimenter la discussion	185
Discussion finale	187
R.A. PRICE Le mot de la fin	191
E.A. BABCOCK Allocution de clôture.	193
ANNEXE	
Liste des participants	197

AVANT-PROPOS

Ce document renferme les communications officielles présentées lors de la Conférence internationale des commissions géologiques (CICG) tenue à Ottawa du 12 au 14 avril 1992, de même qu'un compte rendu des discussions. Cette conférence faisait partie d'une gamme d'activités organisées pour souligner le 150^e anniversaire de fondation de la Commission géologique du Canada. Les dates (du 12 au 14 avril) ont été choisies de façon qu'elles coïncident avec le jour (14 avril 1842) où William Edmond Logan (devenu plus tard sir William Logan) a accepté d'«entreprendre un levé géologique de la province du Canada». Ainsi, par un curieux hasard chronologique, la Commission géologique du Canada célèbre le 150^e anniversaire de sa fondation la même année que le pays célèbre son 125^e anniversaire.

La CICG visait deux grands objectifs. Le premier consistait à offrir une tribune aux représentants des commissions géologiques et des organismes géoscientifiques internationaux pour leur permettre de discuter des grands enjeux susceptibles de retenir l'attention de leur organisation au cours des prochaines années et pour les inciter à livrer et à comparer leur point de vue sur ces enjeux. Cet objectif a mené à la structuration de la conférence autour de cinq grands thèmes censés englober la plupart des différents sujets de préoccupation. Le premier thème (*Les commissions géologiques en transition*) concernait expressément les organismes géologiques en tant qu'«institutions» nationales et régionales. Les quatre autres thèmes (*L'harmonisation de la mise en valeur des ressources et de la protection de l'environnement; Des ressources pour la société; Les nouveaux horizons et les nouvelles techniques géoscientifiques de pointe; et La communication, la coopération et la collaboration internationales*) touchaient la communauté géoscientifique dans son ensemble et avaient précisément trait aux rôles des commissions géologiques en tant que membres de cette grande communauté.

Le deuxième objectif de la CICG était l'examen de la possibilité de créer un comité mondial des commissions géologiques. Il est ressorti des discussions tenues avant la conférence avec des collègues d'autres institutions que les sujets de préoccupation de nombreuses commissions géologiques étaient remarquablement semblables. Il était également clair que nombre de ces sujets, particulièrement ceux ayant trait aux applications des géosciences de l'environnement, sont véritablement planétaires quant à l'intérêt qu'ils soulèvent et, possiblement du moins, quant à leurs incidences. Il semblait donc que la CICG pouvait servir de tremplin

aux discussions sur une réponse commune aux problèmes et aux défis que doivent affronter les commissions géologiques du monde entier.

Les résultats du premier objectif de la CICG sont présentés dans les pages qui suivent. Quelques conclusions importantes se dégagent d'elles-mêmes des communications officielles et informelles contenues dans le présent document. La première est que les rôles traditionnels et les «cultures» des commissions géologiques changent rapidement en raison de nouvelles demandes de services et d'extrants pouvant répondre aux besoins actuels de la société. Cette évolution se manifeste le plus clairement dans la préoccupation visant la mise en oeuvre de programmes et de projets écogéologiques pour s'attaquer à des dossiers comme la pollution de l'eau, la géomédecine, la géochimie de l'environnement, la réduction des impacts des risques naturels, etc. Une autre conclusion, qui s'inscrit en contrepoint de cette tendance, comporte une mise en garde: en effet, l'univers n'arrêtera pas de consommer des minéraux et des ressources énergétiques et les commissions géologiques continueront d'avoir pour tâche principale de maintenir à jour les bases de données géoscientifiques afin de guider les travaux d'exploration qui assurent le réapprovisionnement en minéraux et en énergie.

Les commissions géologiques doivent donc continuer d'assumer et même valoriser leurs rôles traditionnels dans les programmes géoscientifiques de base comme la cartographie géologique, tout en se chargeant de nouvelles responsabilités dans l'exécution de programmes sur l'environnement. Elles doivent aussi, pour la plupart, s'acquitter de toutes ces tâches en dépit de la diminution constante des niveaux de financement. Le fait d'être aux prises avec des responsabilités accrues et des budgets restreints amène les commissions à envisager d'autres moyens d'augmenter leurs ressources de fonctionnement, ce qui inclut des mécanismes comme le recouvrement des coûts, la génération de revenus et les entreprises conjointes.

Une autre importante conclusion a trait aux communications. On est généralement conscient que, particulièrement dans les nouveaux domaines des applications environnementales, les commissions géologiques devront avoir recours à des techniques et à des réseaux de communication plus efficaces à l'externe, à l'intention de leurs clients, et à l'interne, à l'intention des décideurs et du bureau politique de leur organisme. Les aptitudes communicationnelles deviendront sans

doute des atouts de plus en plus importants au sein des institutions géoscientifiques de l'avenir.

Enfin, le deuxième objectif de la CIGG—la mise sur pied d'un comité mondial des commissions géologiques—a fait l'objet de discussions mais aucune résolution n'a été adoptée. La question est restée en suspens, mais il a été recommandé d'explorer davantage cette possibilité, peut-être lors du 29^e Congrès géologique international de Kyoto, au Japon, à la fin août 1992.

En regardant en arrière, on peut affirmer que la CIGG a été une première tentative intéressante de rassemblement des vues d'institutions de nombreuses régions du monde sur des enjeux complexes. Comme en témoigne ce document, il y a eu concordance d'opinion sur de nombreux points, mais il reste beaucoup de travail à faire pour régler d'autres questions. Ces dernières constitueront peut-être le défi d'une prochaine conférence internationale des commissions géologiques.

D.C. Findlay
Ottawa, juillet 1992

Remerciements

Un grand nombre de personnes ont consacré beaucoup de temps et d'efforts à la planification et à l'organisation de la CICG. Nous remercions les membres du comité du programme et les divers comités organisateurs locaux (voir le plat intérieur) pour les efforts consciencieux déployés au nom de la CICG. Nous sommes particulièrement reconnaissants à l'endroit de Roy McLeod et de Diane Bouchard, qui ont servi de secrétariat collectif. Grâce à leur dévouement et à leur patience, le projet de conférence est devenu réalité. Alan Heginbottom est entré en scène un peu plus tard et s'est occupé avec professionnalisme et aplomb des besoins des conférenciers et des dispositions les concernant. Kathy Gareau a consacré de nombreuses heures à la constitution d'une base de données sur les invitations, les étiquettes d'adresse et le matériel du document intitulé Programme et résumés de la conférence. Les membres du comité du 150^e anniversaire de la Commission géologique du Canada,

dont la présidence était assurée par Robin Riddihough et la direction, par Charles Smith et Le'Anne Frieday, ont apporté leur précieux concours tout au long des préparatifs.

L'appui financier des organismes mentionnés au début de ce document a permis de couvrir les frais de la CICG, et cette contribution a été grandement appréciée. Nous remercions sincèrement les conférenciers, les orateurs, les présidents de séance et les participants, qui ont assuré le succès de la conférence. Enfin, nous remercions John Scott, Jonathan Bramwel, and Heather Bramwell, qui ont compilé et révisé ce document, de même qu'Annette Bourgeois et Mike Kiel et leur personnel de la section des publications de la Commission géologique du Canada, qui ont veillé aux différentes étapes menant à sa publication.

D.C. Findlay
Ottawa, juillet 1992

Addenda

Dans le cadre du Congrès géologique international, 52 représentants de 34 pays se sont réunis à Kyoto, au Japon, le 25 août 1992, pour discuter plus à fond de la création éventuelle d'une organisation mondiale des commissions géologiques. Au cours de la réunion, il a été convenu de mettre sur pied un comité mondial informel des commissions géologiques. Ce comité se réunirait tous les quatre ans (au moment des congrès

géologiques internationaux), de même qu'à des endroits appropriés deux ans avant la tenue des congrès.

Un groupe de travail a été mis sur pied et chargé de préparer le mandat provisoire du comité et de planifier la prochaine réunion. Henk Schalke, qui fait partie de la Commission géologique des Pays-Bas et qui représente les commissions géologiques de l'Europe occidentale, a été nommé secrétaire du groupe de travail.

Conférence internationale des commissions géologiques

D.C. Findlay¹, E.A. Babcock², et R. Riddihough³

ACCUEIL ET MOT DE BIENVENUE

Monsieur Findlay a souhaité la bienvenue aux délégués à la Conférence internationale des commissions géologiques. Après quelques remarques préliminaires sur des sujets et dispositions d'ordre général, monsieur Findlay a invité Ken Babcock, sous-ministre adjoint, Commission géologique du Canada, à procéder à l'ouverture officielle de la conférence.

E.A. BABCOCK

C'est avec grand plaisir que je vous souhaite officiellement la bienvenue à la Conférence internationale des commissions géologiques au nom de la Commission géologique du Canada (CGC). Nous sommes heureux d'avoir atteint l'âge mûr de 150 ans, ce qui nous donne un quart de siècle de plus que le Canada lui-même. Nous envisageons avec intérêt les 150 prochaines années.

Nous nous réjouissons de la présence d'un grand nombre de participants venus d'autres pays et d'autres institutions. Nous savons qu'en ces temps difficiles, il n'est pas toujours aisé de trouver des fonds de voyage. Nous sommes donc reconnaissants à l'endroit de ceux qui sont venus de loin pour participer à cette conférence sur l'avenir des commissions géologiques, pour célébrer avec nous notre anniversaire et pour discuter de défis et de problèmes qui nous sont communs.

Comme nous à la CGC, un grand nombre d'entre vous ont probablement participé récemment à un processus de réflexion et de planification concernant l'avenir de leur organisme. Ils auront constaté, comme nous, que la tâche

n'est pas facile. S'il en est ainsi, c'est que le monde autour de nous évolue avec une grande rapidité. L'ordre établi et les procédures qui nous sont devenues familières au fil des ans ne peuvent plus être considérés comme allant de soi. Ainsi, nous avons dû nous habituer, pour la plupart, aux compressions apparemment sans fin exercées sur les ressources humaines et financières, une situation qui nous a amenés à chercher différents mécanismes de fonctionnement et d'autres sources de financement.

Nous tentons tous de maximiser nos ressources et le recouvrement des coûts fait maintenant partie de notre vocabulaire courant. À la CGC, nous avons dépassé le point où «il faut faire plus avec moins» et nous concentrons maintenant nos efforts sur l'instauration de liens coopératifs avec l'industrie et les commissions provinciales afin de tirer le maximum des ressources disponibles au Canada dans le domaine des sciences de la Terre.

D'autres changements se sont également produits. Nous, des pays industrialisés, constatons presque tous que notre clientèle évolue. L'importance accordée traditionnellement au soutien de l'exploration et de l'exploitation des ressources est encore très réelle; toutefois, nous sommes de plus en plus préoccupés par les questions touchant l'environnement. Les spécialistes des diverses disciplines scientifiques apprennent enfin à travailler ensemble à la recherche de solutions aux problèmes environnementaux; de plus, les décideurs gouvernementaux commencent également à se rendre compte que pratiquement tous les problèmes environnementaux présentent une composante géoscientifique. Ces décideurs constatent maintenant que les solutions à nombre de ces problèmes résident dans la connaissance des processus géologiques tant anciens que

¹Directeur général de la Direction des minéraux et de la géologie du continent, Commission géologique du Canada, 601, rue Booth, Ottawa, Ontario, K1A 0E8

²Sous-ministre adjoint et chef de la Commission géologique du Canada, 601, rue Booth, Ottawa, Ontario, K1A 0E8

³Scientifique principal de la Commission géologique du Canada, 601, rue Booth, Ottawa, Ontario, K1A 0E8

modernes, qu'il s'agisse de processus évidents, comme les séismes, ou d'autres plus subtils, comme les mécanismes géochimiques.

Nous qui dirigeons des commissions géologiques nationales devons élargir nos horizons pour y englober la notion de science planétaire à laquelle s'intéresse une communauté mondiale de chercheurs, étant donné que la géologie et les processus géologiques ignorent toute frontière politique. La notion de laboratoire planétaire a toujours constitué une partie importante de la recherche géoscientifique, comme en font foi des programmes en cours comme celui du sondage des fonds marins, qui est appuyé par de nombreux pays et qui comprend des recherches menées à l'échelle de la planète. Nous devons étendre cette notion de laboratoire planétaire, particulièrement dans le domaine de l'étude des systèmes terrestres. Grâce à de telles études, nous pourrions fournir aux gouvernements les connaissances nécessaires à la formulation de politiques progressistes sur l'aménagement des ressources, l'utilisation des terres et la gestion de l'environnement.

Nous vous avons invités à cette conférence non seulement pour célébrer avec nous le 150^e anniversaire de la Commission géologique du Canada, mais aussi pour prendre part aux discussions approfondies sur les nouveaux défis que doivent relever toutes les commissions géologiques. Ce sera l'occasion ou jamais d'échanger des idées et de partager des expériences sur la situation actuelle et sur l'avenir des commissions géologiques. Nous examinerons plus particulièrement l'évolution du rôle des commissions nationales, d'État ou provinciales de toutes les régions du monde, que ce soit dans les pays tributaires des ressources naturelles ou dans les pays plus industrialisés.

Nous nous pencherons sur le rôle des commissions géologiques dans l'harmonisation de l'exploitation des ressources et la protection de l'environnement (développement durable) et sur la façon dont un changement dans l'utilisation des ressources se répercutera sur les commissions géologiques.

Nous nous arrêterons à la façon dont les changements qui surviennent dans les sciences de la Terre influeront sur l'avenir des commissions géologiques et, pour terminer, nous discuterons des moyens d'améliorer la collaboration internationale dans le domaine des sciences de la Terre.

Vous êtes tous venus de loin pour participer à deux jours de discussions et je suis convaincu que vous trouverez le débat intéressant, stimulant et utile dans la gestion de votre commission ou dans une plus grande compréhension de son rôle.

De nombreuses personnes ont consacré temps et efforts à la préparation des exposés ou des commentaires que vous entendrez au cours des deux prochains jours. Sans eux,

cette réunion n'aurait pas été possible et j'aimerais les remercier en notre nom à tous.

Permettez-moi de vous souhaiter encore une fois la bienvenue à Ottawa et de vous remercier d'être venus participer aux célébrations du 150^e anniversaire de la Commission géologique du Canada, l'une des plus anciennes du monde.

Monsieur Findlay a remercié Ken Babcock et a ensuite présenté Robin Riddihough, scientifique principal de la Commission géologique du Canada et président du comité organisateur du 150^e anniversaire de la Commission.

R. RIDDIHOUGH

J'aimerais souhaiter la bienvenue à tous ceux qui sont présents ici ce soir. Notre 150^e anniversaire nous offre l'occasion par excellence de faire le point sur l'évolution de la Commission géologique du Canada, sur notre raison d'être et sur notre avenir. En fait, c'est le 21 avril 1842, il y a exactement 150 ans, que William Logan a fait parvenir au gouvernement du Haut et du Bas-Canada une lettre dans laquelle il acceptait avec plaisir le poste de directeur de la Commission géologique. Lorsqu'il est enfin arrivé au pays deux ou trois mois plus tard, les ministères gouvernementaux compétents n'avaient pas le pouvoir d'émettre le chèque voulu pour le payer. Il est finalement revenu environ neuf mois plus tard pour constater qu'il n'y avait pas d'endroit où loger la Commission géologique. Il a fini par louer un immeuble de son frère, puis d'autres problèmes ont encore surgi. Il est rassurant de savoir que les gouvernements n'ont pas beaucoup changé en 150 ans.

Je crois qu'il est tout à fait vrai d'affirmer que cette conférence, qui réunit des participants invités, est l'un des événements les plus spéciaux de cette année. En effet, nous aurons la chance de parler à d'autres personnes de leur propre commission et de son évolution, de connaître leur impression quant à son avenir et d'envisager des façons de progresser ensemble vers demain. Une cérémonie officielle soulignant le 150^e anniversaire de la Commission géologique du Canada et une soirée de gala auront lieu mardi. Nous avons également prévu diverses façons de souligner ce 150^e tout au long de l'année. Par exemple, si vous achetez le magazine *Maclean's* au cours de la semaine qui vient (c'est un peu l'équivalent canadien du *Time* ou de *NewsWeek*), vous y trouverez dans les pages centrales un supplément publicitaire de la Commission géologique du Canada renfermant divers commentaires fort intéressants. Ce n'est là qu'un petit échantillon de ce que nous avons fait pour souligner cet anniversaire et pour aider les gens à comprendre ce que nous faisons. Ce petit livre facile à lire, intitulé «Pierre

par pierre» ou «No stone unturned» en anglais, raconte l'histoire de la Commission géologique du Canada. Je vous invite à en prendre un exemplaire.

Par pure coïncidence, l'autre élément qui m'a préoccupé pendant l'année a été la rédaction d'un plan stratégique pour la Commission. En travaillant à l'organisation du 150^e anniversaire, j'ai pu me faire une idée du chemin parcouru jusqu'ici, de ce que nous faisons et pourquoi, de

notre place dans l'histoire du pays. Un tel contexte m'a été fort utile pour jeter un regard stratégique vers l'avenir.

Je suis enchanté à la perspective des deux jours qui viennent. Y a-t-il quelqu'un qui comprend ce que nous faisons? Y a-t-il quelqu'un qui s'en soucie? Pourquoi tous nos budgets sont-ils de plus en plus réduits? J'attends les réponses avec impatience.

Les commissions géologiques nationales: leur rôle actuel et leur rôle futur

Raymond A. Price¹

Price, R.A., *Les commissions géologiques nationales leur rôle actuel et leur rôle futur; dans Les commissions géologiques nationales au XXI^e siècle, compilation de Bouchard, D.S. et al.; Commission géologique du Canada, Bulletin 446, p. 5-12, 1993*

Résumé

Pour gouverner, les gouvernements ont besoin d'information.

Les gouvernements nationaux ont besoin d'informations géoscientifiques pour formuler de bonnes politiques générales dans des domaines comme la mise en valeur des ressources minérales et énergétiques, la gestion des risques posés par des dangers géologiques et géophysiques comme les crues, les glissements de terrain, les séismes et les éruptions volcaniques, et la protection de l'environnement à l'échelle nationale comme à l'échelle mondiale.

Pour être vraiment utiles à la formulation de politiques générales, les informations et les conseils géoscientifiques doivent être dignes de foi et d'un abord facile. Cela veut dire qu'ils doivent être à jour et succincts et qu'ils ne doivent laisser aucun doute quant à leur importance, leur portée et leurs limites. Par ailleurs, ils doivent répondre aux normes les plus élevées de validité et de crédibilité scientifiques, ce dont on ne peut s'assurer qu'en ayant recours aux plus grands esprits scientifiques et en soumettant les données scientifiques et leur interprétation à un examen confraternel approfondi.

L'information et les compétences géoscientifiques représentent par ailleurs un type spécial de ressource nationale. Contrairement à d'autres types d'information et de compétences scientifiques, elles revêtent une importance à la fois locale et universelle. Elles s'appliquent à un point précis d'un pays donné, mais ajoutent en même temps au savoir scientifique mondial. Elles font partie de la base de connaissances sur la nature et l'état actuel d'un pays, qui, avec les informations sur l'économie, sur la taille et la nature de la population, etc., et sur le milieu naturel, constitue le cadre d'information sur lequel les gouvernements s'appuient pour gouverner.

Les gouvernements utilisent aussi les informations géoscientifiques comme instrument de politique générale en les mettant à la disposition du public en vue, par exemple, de stimuler la mise en valeur des ressources, de réduire les risques posés par les dangers naturels ou de promouvoir un développement économique national qui soit compatible avec l'environnement. L'information géoscientifique obtenue pour satisfaire les besoins des gouvernements nationaux peut être mise, moyennant des frais modiques, à la disposition du grand public. Elle est donc traitée souvent comme un produit commercialisable, qui peut être vendu au rabais pour atteindre une certaine clientèle, par exemple les entreprises de mise en valeur des ressources minérales et énergétiques, qui peuvent stimuler le développement économique, ou des citoyens que menacent les risques posés par des dangers naturels comme les séismes et les crues. On peut également la traiter avant tout comme source de recettes nationales en la vendant, aux prix du marché, aux entreprises de mise en valeur des

¹Department of Geological Sciences, Queen's University, Kingston, Ontario, K7L 3N6

ressources, aux experts-conseils et aux entreprises de services géoscientifiques. Dans certains pays, les commissions géologiques se consacrent de moins en moins au service du gouvernement et du public pour s'orienter de plus en plus vers la vente de services professionnels et d'informations géoscientifiques sur le marché libre, en concurrence avec le secteur privé. Dans une société de libre entreprise, cette tendance devrait mener inévitablement à la ruine des commissions géologiques et à la privatisation de leurs fonctions.

Depuis la création de la première commission géologique en Grande-Bretagne, il y a un peu plus de 150 ans, la plupart des gouvernements ont établi des commissions géologiques pour pouvoir disposer des informations et compétences géoscientifiques dont ils ont besoin pour gouverner. L'objectif fondamental et le champ d'action des commissions géologiques nationales n'ont pas vraiment changé au fil des années, mais l'importance relative des diverses applications de l'information et des compétences géoscientifiques a évolué et évolue rapidement aujourd'hui à l'échelle mondiale, ainsi qu'à l'échelle de chaque pays. Au lieu d'être placé sur la prospection et la mise en valeur des ressources, l'accent est maintenant mis sur la sécurité publique et sur la protection de l'environnement, en particulier sur celle du milieu naturel mondial.

Le progrès rapide de la technologie contribue, lui aussi, à réorienter la fonction des commissions géologiques. La rapidité, le prix relativement faible et la grande précision des technologies d'analyse ont ouvert de nouvelles possibilités d'acquisition de données géochimiques, géophysiques et géochronologiques, qui ont transformé la géoscience des continents, et offrent la perspective de grands progrès dans l'étude de problèmes fondamentaux comme la recherche de gisements profonds, l'entreposage de déchets toxiques et la décontamination des eaux souterraines polluées.

Vu les nouvelles crises mondiales que provoquent la croissance démographique, l'utilisation des ressources et la détérioration de l'environnement pour l'habitation humaine, les gouvernements du monde entier auront, de toute urgence, besoin d'informations et de compétences géoscientifiques " à l'échelle de leur territoire et au-delà ". Les commissions géologiques nationales pourraient jouer un rôle très important à l'avenir, mais ce rôle dépendra de nombreux facteurs, dont l'un des plus importants sera le leadership manifesté individuellement et collectivement par les commissions géologiques.

Abstract

To govern, governments require information.

Geoscience information is required by national governments for the development of sound public policies on, among other things: mineral and energy resource development; the management of risk due to geological and geophysical hazards such as floods, landslides, earthquakes and volcanic eruptions; and the protection of the environment, nationally and globally.

Geoscience information is also used by governments as an instrument of public policy. For example, it is made available by governments to the general public, or to specific target audiences, in order to stimulate regional or national development of mineral or energy resources, to reduce the risk due to natural hazards, or to promote environmentally sound economic development.

National geological surveys have been established in most countries to ensure that national governments have the geoscience information and expertise that they require for the development and the implementation of their public policies. Systematic geological (including geophysical and geochemical) mapping, along with other topical research by the national geological surveys is combined with geoscience information from many other industrial, state or provincial, and academic sources to generate the national geoscience knowledge base from which the required geoscience information and advice are extracted. The national geoscience knowledge base is an important national resource that will be depleted by the advancement of science if not continually updated. The time required for the research, including the systematic geological surveys, that will maintain the

research, including the systematic geological surveys, that will maintain the vitality of the national geoscience knowledge base is longer than the lifetime of many national policy issues; and therefore good strategic planning is crucial to the effective operation of national geological surveys. Feedback relationships between the national knowledge base and those geoscience activities which are instruments for the implementation of public policies, offer important opportunities for maintaining and strengthening the knowledge base.

Geoscience information and expertise is a special kind of national resource. Unlike many other kinds of scientific information and expertise, it has both local and universal significance. It pertains to a specific place in a specific country as well as to the global corpus of scientific knowledge. It is part of the knowledge base concerning the nature and present state of a country. Along with information on the rest of the natural environment, on the size and nature of the national population, on the economy, and on the national and political environment, it forms and integral part of the information framework within which governments govern.

Geoscience information and expertise that is acquired to meet the requirements of national governments for the development of policies, can be made available to the general public at low added cost. Thus it is commonly treated as a marketable commodity, but sold at reduced prices in order to communicate with specific target audiences such as mineral and energy resource development companies that might stimulate regional economic development, or with citizens who are threatened by the risks associated with natural hazards such as earthquakes and flooding. It may also be treated primarily as a source of national revenue, and sold at market prices to resource development companies, consultants, and geoscience service companies. In some countries the role for the geological survey has been shifting away from service to the government and to the general public, toward the sale of professional services and geoscientific information on the open market in competition with non-governmental organizations. In a free enterprise society this trend must inevitably lead to the demise of the geological survey.

To be effective in the public policy process, geoscience information and advice must be user-friendly and credible. It must be timely, succinct, and completely understandable in terms of its significance, scope, and limitations; and that at the same time, it must meet the highest standards of scientific quality and credibility. This can only be achieved by maintaining an open dialogue between the geoscientists and the people who will use their information and expertise, and by employing both the best available scientific talent, and a thorough scientific peer review of the scientific data and of their interpretation.

Since the first national geological survey was created in Great Britain, just over 150 years ago, national geological surveys have been established in most countries throughout the world to ensure that governments have the geoscience information and expertise that they need to do their job. The basic purpose and scope of the national geological surveys has not changed much over the years, but relative importance of the various applications of geoscience information and expertise has changed, and is changing rapidly now, on a global scale, as well as on the scale of the individual nation. There is a shift in emphasis from resource exploration and development to public safety and security, and to protection of the environment, particularly the global environment.

Rapid advances in the development of new technologies is also driving changes in the focus of geological surveys. New, rapid, relatively low-cost, high precision observational and analytical technologies have created new opportunities for the acquisition of geophysical, geochemical, and geochronological data that have transformed the geoscience of the continents, offering the prospect of major advances on problems such as extending geological surveys down into the third dimension, depth, where they can address fundamental problems such as the search for deeply buried mineral resources, the storage of toxic wastes, and the clean-up of contaminated groundwater systems, and back into the fourth dimension, time, particularly Precambrian time, the first four-fifths of Earth's history, which lacks adequate fossils for precise biostratigraphic dating.

Emerging global crises arising from growth in the human population, the per capita use of resources, and the resulting depletion of natural resources and deterioration of the environment for human habitation will present governments worldwide with urgent needs for geoscience information and expertise about areas both within and beyond their national borders. The potential future role for national geological surveys is very large; the actual future role will depend on many factors, not the

least of which will be the leadership displayed by national geological surveys individually and collectively.

INTRODUCTION

C'est un honneur et un privilège pour moi de donner le coup d'envoi de cette conférence marquant le 150^e anniversaire de la Commission géologique du Canada (CGC).

La CGC exerce une influence dominante dans ma vie depuis que j'ai reçu une lettre, il y a 40 ans ce mois-ci, dans laquelle on m'offrait un emploi d'été à titre d'adjoint de recherche au sein d'une équipe travaillant dans les monts Purcell, dans le sud-est de la Colombie-Britannique. Par suite de cette expérience sur le terrain pendant la campagne de 1952, j'ai abandonné mes études universitaires en physique et en chimie pour m'inscrire en géologie, l'idée de mener une carrière dans le domaine de la recherche géologique et de servir mon pays par le biais de la CGC ayant fini par me gagner. Ce fut une bonne décision. Le poste d'adjoint de recherche que j'ai occupé pendant plusieurs été consécutifs m'a fourni de belles occasions d'apprentissage et m'a permis d'acquérir une expérience pratique. Cela m'a mené à un projet de thèse de doctorat dans le cadre du programme sur le terrain de la CGC (j'ai constaté que cet arrangement était très avantageux lorsque j'ai pris connaissance de la situation dans laquelle se trouvaient mes confrères américains) puis à un emploi gratifiant de chercheur au sein de la CGC ici même à Ottawa.

Bien que j'aie laissé la CGC en 1968 pour aller enseigner à l'Université Queen's, mon association avec la Commission s'est poursuivie par le biais de mes recherches et de celles de mes étudiants du deuxième cycle. Lorsque je suis revenu à Ottawa en 1981 pour assumer un poste de gestion à la CGC, j'ai découvert beaucoup d'autres aspects fascinants de l'organisme. Compte tenu de cette longue association et de mes différentes expériences, je suis particulièrement heureux et fier de prendre part aux célébrations du 150^e anniversaire de la CGC.

J'ai pour tâche aujourd'hui de tracer la voie des discussions sur une question qui est au cœur même de ce symposium, à savoir: «Quels sont les rôles actuel et futur des commissions géologiques nationales?»

Cette question est très épineuse, car nous vivons à une époque de changements rapides et imprévus. Le monde se transforme à un rythme impressionnant et dans des directions non prévues. Les médias nous inondent d'histoires touchant la menace de changements planétaires inquiétants dans la géosphère et la biosphère, changements qui sont attribuables aux effets cumulatifs des activités humaines. Le taux actuel d'augmentation de la population humaine, de l'utilisation des ressources

naturelles et des impacts de la race humaine sur les milieux propices à la vie sur la Terre est unique dans toute l'histoire de l'humanité. Les incidences environnementales prennent de plus en plus d'importance dans les décisions prises partout dans le monde. Les formes d'exploration, de production et d'utilisation des ressources naturelles subissent maintenant des modifications en raison des incidences de ces activités sur l'environnement et des marchés changeants. Les nouvelles techniques de pointe ont transformé la nature, la portée et l'efficacité des activités des commissions géologiques. Le passé ne semble plus être un guide fiable de l'avenir. En outre, à cause du rythme rapide du changement actuel, la distinction entre le présent et l'avenir n'est plus très nette, sans compter que le rôle actuel des commissions géologiques nationales se fonde avec leur rôle futur, qui commence véritablement dès demain. En examinant mon mandat sous cet angle, je me suis rappelé d'un proverbe: «Il est extrêmement difficile de faire des prévisions, surtout en ce qui concerne l'avenir!» Par conséquent, plutôt que d'aborder directement la question des rôles actuel et futur des commissions géologiques, je vais d'abord me pencher sur d'autres questions fondamentales:

-Les commissions géologiques nationales sont-elles nécessaires dans notre monde moderne ou sont-elles des vestiges d'une ère révolue?

-À quoi les gouvernements devraient-ils s'attendre en retour des maigres ressources financières utilisées pour couvrir les coûts du maintien des commissions géologiques nationales?

-La raison d'être des commissions géologiques nationales varie-t-elle grandement d'un pays ou d'une région à l'autre ou y a-t-il des points qui sont communs à l'ensemble de ces organismes?

Permettez-moi d'abord d'examiner certaines généralités.

LE MANDAT D'UNE COMMISSION GÉOLOGIQUE NATIONALE

Pour gouverner, les gouvernements ont besoin d'information.

Cette information leur permet de cerner et d'analyser les problèmes et possibilités d'envergure nationale, de prendre des décisions éclairées en matière de politique officielle et d'appliquer ces décisions. Pour être le plus efficace possible, l'information doit être impartiale et fiable; de

plus, dans une démocratie, l'essentiel de l'information doit être à la portée des gens au nom desquels les gouvernements agissent et auxquels ils doivent rendre des comptes.

Les gouvernements ont besoin de renseignements géoscientifiques pour élaborer des politiques éclairées visant notamment l'aménagement des ressources minérales, énergétiques et hydriques; la gestion des risques géologiques et géophysiques comme les inondations, les glissements de terrain, les séismes et les éruptions volcaniques; et la protection de l'environnement et de la santé humaine à l'échelle nationale et planétaire.

Les gouvernements ont également besoin de renseignements géoscientifiques en tant qu'instrument des politiques officielles. Par exemple, les gouvernements mettent ces renseignements à la disposition du grand public afin de réduire les risques de catastrophe naturelle, ou à la disposition de publics cibles comme les industries de l'exploration minière ou pétrolière afin de stimuler la mise en valeur régionale ou nationale des ressources naturelles. Les renseignements géoscientifiques font aussi l'objet d'une diffusion générale visant à promouvoir un développement économique respectueux de l'environnement.

L'information et l'expertise géoscientifiques constituent un genre particulier de ressource nationale. Elles ont une importance tout aussi locale qu'universelle, contrairement à de nombreux autres types d'information et d'expertise scientifiques. Elles ont une importance locale parce qu'elles ont trait à un endroit donné dans un pays donné et qu'elles font partie d'un corpus universel de connaissances scientifiques. Elles sont une composante de la base de connaissances de la nature d'un pays et de son état actuel. Avec les renseignements sur le reste du milieu naturel, sur la taille et la nature de la population nationale, sur l'économie et sur l'environnement politique national et international, elles forment une partie intégrante du cadre d'information qui permet aux gouvernements de gouverner et aux nations de fonctionner.

Pour fonctionner efficacement, une nation doit pouvoir compter sur une source d'information et d'expertise géoscientifiques à la fois impartiale et fiable sur le plan scientifique. Les commissions géologiques nationales combinent ce besoin en effectuant des recherches sur le terrain et en laboratoire, en compilant les renseignements recueillis par les organismes d'État ou provinciaux, les universités, l'industrie et diverses autres sources, et en utilisant le tout afin de maintenir une base nationale de connaissances géoscientifiques d'où peuvent être tirés, au besoin, les renseignements et les conseils géoscientifiques voulus. La base nationale de connaissances géoscientifiques est une importante ressource pour un pays. Toutefois, en raison des progrès de la science, elle s'appauvrit si elle n'est pas continuellement mise à jour. Les recherches — y compris les levés systématiques sur

le terrain — qui assureront le maintien de la vitalité de la base nationale de connaissances géoscientifiques dureront plus longtemps qu'un grand nombre de questions d'intérêt national; par conséquent, une bonne planification stratégique est essentielle au bon fonctionnement des commissions géologiques nationales. Les liens de rétroaction entre la base nationale de connaissances et les activités géoscientifiques qui sont des instruments des politiques offrent d'excellentes occasions de maintenir et d'accroître cette base. Ces divers motifs sont le fondement de mes convictions concernant le besoin et la raison d'être des commissions géologiques nationales.

En résumé, la mission fondamentale d'une commission géologique moderne est de fournir l'information et l'expertise géoscientifiques nécessaires à l'exploitation judicieuse des ressources minérales, énergétiques et hydriques d'une nation et ce, pour assurer la santé et la sécurité de sa population et la protection de l'environnement.

UNE PERSPECTIVE HISTORIQUE

Depuis que la Grande-Bretagne a créé la première commission géologique nationale il y a un peu plus de 150 ans, la plupart des pays du monde ont formé leur propre commission. Ces organismes ont fourni aux gouvernements des informations scientifiquement vérifiables et des conseils d'expert et ils ont servi d'instruments nationaux dans la promotion des investissements dans les ressources minérales, y compris les combustibles minéraux, et dans l'exploitation de ces ressources.

La portée du travail des commissions géologiques nationales et l'importance relative de diverses applications de l'information et de l'expertise géoscientifiques ont changé considérablement au cours des années, mais la mission fondamentale de ces organismes est restée la même. L'ère romantique de l'exploration géologique préliminaire de vastes régions vierges et de la recherche de gisements riches de ressources minérales et énergétiques faciles à trouver a fait place à une nouvelle ère de recherches technologiquement perfectionnées menées généralement par de grandes équipes ou de vastes réseaux interdisciplinaires. Les commissions géologiques des États ou des provinces, les universités et les équipes de recherche exploratoire des sociétés minières et pétrolières ont contribué de plus en plus à la satisfaction des besoins nationaux en matière d'information et d'expertise géoscientifiques; toutefois, aucun de ces organismes ne peut, de par la nature et la portée de ses travaux, combler entièrement les besoins nationaux parce que chacun doit «faire bande à part». Des préoccupations toujours plus grandes entourant les ressources en eau, les contraintes environnementales en matière de développement économique, la sécurité du public ainsi

que l'incidence des activités humaines sur l'environnement et la santé ont fait naître de nouvelles demandes d'information et d'expertise géoscientifiques nationales et ont amené les commissions géologiques nationales à assumer de nouvelles tâches. En dépit de tous ces développements, une commission géologique nationale a toujours pour mandat premier de fournir l'information et l'expertise géoscientifiques nécessaires à la promotion tant de l'exploitation éclairée des ressources naturelles d'une nation que de la sécurité, de la santé et du bien-être de sa population.

LES BESOINS À VENIR

L'exploitation durable des ressources en vue de combler les besoins découlant de l'explosion démographique des populations humaines et la nécessité de réduire les risques pour la santé et la sécurité du public sont deux importants enjeux dans le climat actuel caractérisé par des changements rapides et imprévus. Ces enjeux continueront sans doute d'être primordiaux dans un avenir rapproché, étant donné que la population humaine et la demande visant le développement durable de la planète n'arrêteront pas de croître. Pour illustrer mon propos, j'aimerais souligner que, lorsque j'ai commencé à travailler pour la CGC, la planète comptait environ 2,5 milliards de personnes; juste avant ma retraite, la population mondiale dépassait les 5 milliards. En 35 ans, la croissance démographique a été supérieure à ce qu'elle avait été depuis le début de l'humanité; de plus, pendant cette période, chaque personne a accru de façon substantielle sa consommation de ressources minérales et énergétiques et sa contribution à la dégradation des écosystèmes de la planète. À moins d'une catastrophe mondiale, il semble inévitable que nous assisterons, à mesure que nous avancerons dans le XXI^e siècle, à une augmentation soutenue de la population humaine et de la demande d'énergie, de minéraux et d'eau, et que la menace planant sur la sécurité et la santé des humains et sur les milieux propices à la vie sur la Terre augmentera également. Par conséquent, je crois que l'on peut conclure en toute confiance que, dans un avenir immédiat, le besoin d'une source nationale, impartiale et fiable d'information et d'expertise géoscientifiques deviendra plus grand dans tous les principaux pays du monde et que l'harmonisation de l'exploration, de la production et de l'utilisation des ressources, d'une part, et de la protection de l'environnement, d'autre part, sera le principal moteur du changement dans les programmes et les méthodes des commissions géologiques.

LES POSSIBILITÉS

Des progrès technologiques rapides amèneront aussi les commissions géologiques à modifier leurs activités. Des techniques d'observation et d'analyse récentes, à la fois rapides, relativement peu coûteuses et de grande précision,

ont fait naître de nouvelles possibilités d'acquisition de données géophysiques, géochimiques et géochronologiques qui ont transformé la science. Ces techniques offrent aux commissions géologiques la possibilité de progresser à grands pas dans la solution de problèmes fondamentaux. Ainsi, elles peuvent procéder à des levés géologiques faisant appel à la troisième dimension, la profondeur, pour surmonter de grandes difficultés comme la recherche de ressources minérales profondément enfouies, l'entreposage de déchets toxiques et la décontamination des réseaux d'eau souterraine. Il y a aussi l'exploration de la quatrième dimension, le temps, particulièrement celui du Précambrien, qui forme les quatre premiers cinquièmes de l'histoire de la Terre mais pour lequel nous ne disposons pas de fossiles adéquats pour la datation biostratigraphique. Les nouvelles techniques de stockage, d'extraction, d'analyse et d'affichage des données, notamment des données à référence spatiale qui sont la principale préoccupation des commissions géologiques, offrent à ces dernières des possibilités extraordinaires en leur permettant d'être plus efficaces dans leurs travaux de recherche et dans leurs communications avec leurs clients. Les systèmes d'information géographique et la transmission à haute vitesse de données numériques sont en train de révolutionner le fonctionnement des commissions géologiques.

LES DÉFIS

La cartographie géologique a été, est et sera encore au XXI^e siècle une des principales activités des commissions géologiques nationales. Il est malheureux que la vraie nature de la «cartographie géologique» soit masquée par son nom. En effet, la cartographie géologique est une activité de recherche fondamentale sur le terrain, contrairement à ce que laisse entendre le terme cartographie. Elle fait appel à diverses techniques allant des plus ordinaires aux plus pointues; cependant, peu importe la technique, son but premier est de permettre de déterminer la nature, la forme et la position tridimensionnelles, l'origine, l'âge, l'évolution et l'importance régionale ou mondiale de massifs de roche. La cartographie géologique suppose la reconnaissance, la description, l'analyse et l'interprétation des expériences auxquelles s'est livrée la nature et qui sont la clé de l'exploitation judicieuse de la Terre par les humains.

Le nouvel horizon de la cartographie géologique est la troisième dimension, la profondeur. La plus grande partie de la cartographie géologique effectuée dans le passé était essentiellement bidimensionnelle : elle se limitait à ce qui affleurait à la surface de la Terre, à ce que révélaient quelques rares trous de sonde ou à ce que permettaient de conclure les projections dans la subsurface. Les nouvelles techniques de télédétection géophysique, comme celles qui ont transformé l'industrie de l'exploration pétrolière, offrent la perspective de faire des progrès spectaculaires

dans la cartographie géologique en profondeur et de repérer d'importantes nouvelles ressources minérales. Par exemple, de vastes étendues continentales renferment des roches du socle qui ressemblent à celles ayant apporté à la planète une grande partie de ses minéraux; elles sont enfouies sous des roches sédimentaires plus jeunes mais à des profondeurs d'où elles pourraient être extraites si les gîtes minéraux qu'elles renferment pouvaient être repérés. Trouver ces nouvelles ressources minérales est un des défis qu'il faudra relever grâce aux techniques de pointe naissantes.

INFORMATION ET COMMUNICATION

Les commissions géologiques nationales oeuvrent dans le domaine de l'information géologique. Elles existent pour combler les besoins de leur pays sur ce plan, besoins qui sont définis et redéfinis à l'occasion par leur gouvernement. Les ressources dont elles disposent et leur survie dépendent de leur succès dans la mise au jour et la satisfaction des besoins de leurs clients.

L'information et les conseils géoscientifiques doivent être d'un abord facile et être crédibles pour qu'ils puissent être employés efficacement dans l'élaboration des politiques officielles. Ils doivent être opportuns et succincts, et leur importance, leur portée et leurs limites doivent être bien comprises; simultanément, ils doivent être conformes aux normes les plus élevées de qualité et de crédibilité scientifiques. Pour qu'il en soit ainsi, il faut maintenir un dialogue franc entre les chercheurs et les gens qui utilisent leurs informations, faire appel aux plus grands spécialistes, stimuler la créativité scientifique et s'assurer d'une évaluation approfondie de la science par des pairs. Les questions d'intérêt public exigent des informations géoscientifiques précises, quantitatives et «dérivées», notamment des évaluations des ressources potentielles d'une région, des risques sismiques dans un endroit donné ou des ressources probables en pétrole et en gaz naturel d'un pays. Les études géoscientifiques systématiques, impartiales et faisant autorité fournissent la seule base rationnelle permettant de répondre à ces questions; toutefois, les recherches nécessaires durent habituellement beaucoup plus longtemps que les questions d'intérêt public ou que le mandat du gouvernement en place. Par conséquent, il est essentiel de prévoir les défis, les problèmes et les possibilités et de déployer de façon stratégique les ressources financières et humaines.

Une bonne planification stratégique est essentielle au fonctionnement efficace et à la survie des commissions géologiques nationales. La planification stratégique doit permettre de s'assurer que l'on disposera, dans l'avenir, des connaissances et de l'expertise voulues pour régler les questions d'intérêt public éventuelles. Cela suppose la prise en compte tant des nouvelles orientations que des notions scientifiques récentes susceptibles de mener à une

réévaluation des données scientifiques existantes ou de faire naître un besoin de nouvelles données; cela suppose également l'assurance que l'on disposera de l'expertise professionnelle dont on aura besoin à l'avenir. L'expertise géoscientifique se développe habituellement par le biais de l'expérience acquise pendant l'étude de régions ou de secteurs donnés; par conséquent, elle ne peut pas être transmise entièrement ni être acquise rapidement pour répondre à de nouvelles demandes. Pour que les investissements dans le développement d'une expertise professionnelle soient fructueux, il faut beaucoup de prévoyance et une planification soignée.

L'information et l'expertise géoscientifiques accumulées pour répondre aux besoins des gouvernements nationaux en matière d'élaboration de politiques peuvent également être mises à la disposition du grand public à un coût ajouté peu élevé. Lorsqu'elle constitue un instrument des politiques officielles visant à influencer sur des publics cibles comme les sociétés d'exploration des ressources minérales et énergétiques, qui peuvent stimuler le développement économique régional, ou encore les citoyens qui sont menacés par les risques associés à des catastrophes naturelles comme les séismes et les inondations, l'information géoscientifique peut être fournie sans frais à titre de «bien public» ou être considérée comme un bien marchand mais être vendue à prix réduit. Toutefois, l'information et l'expertise géoscientifiques peuvent aussi être traitées principalement comme une source de revenu national et être vendues aux prix du marché à d'autres organismes gouvernementaux, à des sociétés de mise en valeur des ressources ou de services géoscientifiques ou à des experts-conseils. Dans certains pays, les commissions géologiques nationales ont changé de rôle : plutôt que de continuer d'offrir des services au gouvernement et à la population, elles sont devenues des centres à but lucratif vendant des services professionnels et de l'information géoscientifique sur le marché, où elles concurrencent des entreprises privées tout en bénéficiant d'un financement gouvernemental. Dans une société capitaliste, cette tendance présente à tout le moins des risques, étant donné que les clients — et particulièrement les gouvernements qui assument la plupart des coûts de fonctionnement des commissions géologiques — s'attendent inévitablement à obtenir le plein rendement des sommes dépensées.

CONCLUSIONS

Les commissions géologiques nationales oeuvrent dans le domaine de l'information géologique. Elles existent pour combler les besoins de leur pays sur ce plan, besoins qui sont définis et redéfinis à l'occasion par leur gouvernement. Les ressources dont elles disposent et leur survie dépendent de leur succès dans la mise au jour et la satisfaction des besoins de leurs clients.

Le XXI^e siècle apportera aux commissions géologiques nationales de nouveaux défis et de nouvelles possibilités. En raison des crises engendrées à l'échelle de la planète par l'augmentation de la population humaine et de l'utilisation des ressources par personne, en raison également de l'épuisement des ressources naturelles et de la détérioration de la qualité de l'environnement qui en découleront, les gouvernements du monde entier auront un urgent besoin d'information et d'expertise géoscientifiques reliées à des régions situées tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de leurs frontières nationales. Le rôle éventuel des commissions géologiques nationales est très vaste et leur rôle réel sera fonction d'un grand nombre de facteurs, l'un d'eux, et non le moindre, étant le leadership individuel et collectif des commissions.

REMERCIEMENTS

Mes vues sur les rôles actuel et futur des commissions géologiques nationales viennent de mon expérience dans la gestion de la CGC, où elles ont été fortement influencées par John Fyles, Bill Hutchison et Digby McLaren. Elles reflètent également les commentaires utiles reçus des personnes suivantes en réponse à des demandes écrites de ma part : E-an Zen, Brian Skinner, Roye Rutland, Dallas Peck, Martin Kürsten, Umberto Cordani et Peter Cook. Toutes ces personnes auront reconnu dans mon exposé certaines de leur propres expressions. Je vous remercie.

CHARLES SMITH¹

Il me fait plaisir de remercier Ray en votre nom pour ses commentaires éloquents et stimulants. Je crois qu'il a très bien tracé la voie des discussions et que, si nous continuons d'appliquer les normes élevées qu'il a établies, nous obtiendrons des résultats utiles. Ray a soulevé un certain nombre de questions sur le rôle futur des commissions géologiques nationales. Il a dressé un tableau des possibilités s'offrant aux commissions, indiquant que leur rôle éventuel serait très vaste. Les nouveaux défis à relever et les nouvelles occasions à saisir ne manqueront pas. Ray a également lancé un défi en affirmant que le rôle réel des commissions sera fonction de nombreux facteurs, l'un d'eux, et non le moindre, étant le leadership individuel et collectif des commissions. Pour une commission nationale, assumer un leadership n'est pas chose facile. Cette tâche n'est pas pour les

timorés. Le milieu de travail des commissions évolue constamment. Ray a parlé souvent du changement. Ken Babcock a fait état des changements politiques et financiers influant sur les commissions; il a également indiqué que la clientèle changeait. La base de connaissances géoscientifiques, les données géoscientifiques disponibles et, surtout, l'interprétation de ces données sont continuellement améliorées et réexaminées. Ont aussi été mentionnés les changements dans les techniques de pointe servant à la collecte, au traitement et à la présentation des données sur les sciences de la Terre.

De même, les demandes auxquelles les commissions géologiques doivent répondre en matière de politiques officielles évoluent constamment. Des changements d'orientation ont marqué les dernières décennies : on est passé de la disponibilité des ressources aux besoins énergétiques, à l'accessibilité de l'eau, à la protection de l'environnement et, maintenant, au développement durable. De nouveaux enjeux verront peut-être le jour, ce qui entraînera l'élaboration d'autres politiques et déterminera l'orientation des commissions géologiques au cours du XXI^e siècle. Au Canada, un autre important changement dans le temps a été la création d'une commission géologique nationale. Lorsque Sir William Logan a entrepris ses travaux au Canada, «il» était notre commission nationale et le seul porte-parole officiel des sciences de la Terre. Aujourd'hui, le Canada compte, comme beaucoup d'autres pays, une multitude d'organismes oeuvrant dans le domaine des sciences de la Terre, y compris les sociétés minières, les commissions géologiques provinciales, les universités et d'autres institutions fédérales et nationales. Ray Price a souligné qu'aucun de ces organismes ne peut assumer le rôle d'une commission géologique nationale mais que tous ont une mission importante. Cela signifie que les commissions nationales doivent déployer des efforts conscients et soutenus afin de s'assurer d'une collaboration plus étroite de la part d'autres institutions, de partager de maigres ressources financières et humaines et de procéder à des travaux conjoints pour s'assurer que les sciences de la Terre sont au service des habitants de ce pays et de la planète. Ray a également mentionné plusieurs importants projets nationaux qui sont en cours au Canada et qui font appel à de nombreux intervenants. Dans ce contexte, je suis très fier du leadership dont la CGC a fait preuve dans le passé, et je crois que cette conférence internationale favorisera les discussions et fera naître de nouvelles idées sur la façon d'aborder l'avenir. Merci beaucoup, Ray, de nous avoir mené sur cette piste ce soir.

¹Ancien pétrographe des roches ignées de la Commission géologique du Canada et sous-ministre adjoint principal à Énergie, Mines et Ressources Canada.

Allocution d'ouverture

Bruce Howe¹

Il me fait plaisir de vous accueillir ici au nom de vos hôtes, le ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources et la Commission géologique du Canada. *I wish to welcome you here in Canada, in Ottawa and at the International Conference of Geological Surveys.*

As you know, this meeting has been organized as a part of a series of events that will in 1992 commemorate the 150th birthday of the Geological Survey of Canada. This anniversary means a lot to us, we are proud of it and we really want to celebrate it officially in Canada.

Vous savez déjà que cette conférence fait partie d'une série d'activités qui, en cette année 1992, sont organisées pour souligner le 150^e anniversaire de la Commission géologique du Canada (CGC). Nous sommes très fiers de célébrer cet important événement. Nous en sommes même tellement fiers que nous avons eu, samedi, une tempête de neige record qui a rappelé à vous tous qui êtes géologues que, quelque part dans le vrai monde, il existe quelque chose de solide que l'on appelle la masse continentale dans ce pays couvert de neige pendant une bonne partie de l'année. Je suppose que vous pourrez dire que nous avons commencé à célébrer «à la canadienne».

Vous comprendrez certainement ce que je veux dire en affirmant que les gouvernements ne semblent pas toujours au fait du rôle important des commissions géologiques dans l'évolution de nos pays respectifs. Ce rôle est particulièrement bien compris par vous tous ici présents, mais il n'est pas toujours reconnu à l'extérieur de notre communauté professionnelle. Alors, à Énergie, Mines et Ressources Canada, nous avons tenté de faire de l'année 1992 une année d'information et de sensibilisation du public quant à l'importance des sciences de la Terre pour les sociétés modernes en général et quant au rôle de la CGC dans la société canadienne en particulier.

Malgré ses 150 ans, la CGC n'est pas le plus vieil organisme de ce genre dans le monde. Les Britanniques nous ont précédé—certains pourraient dire qu'ils sont

toujours en avance sur de nombreux plans—et je crois qu'une ou deux autres commissions d'État américaines ont été créées avant la nôtre. L'une d'elle, celle de l'État de New York, est notre voisine immédiate en allant vers le sud. Nous sommes extrêmement heureux que de distingués aînés de l'univers des commissions géologiques soient ici aujourd'hui.

Pour les gens qui, comme moi, ne sont pas des géologues mais qui connaissent des institutions extraordinaires comme la CGC, les choses sont parfois difficiles. La première fois que l'on est mis en présence d'une organisation comme celle-là, on a tendance à la considérer d'un air perplexe puis on essaie de comprendre ce qu'il en est. Une idée a fait lentement son chemin dans ma tête et j'ai fini par établir une analogie entre la CGC et la Compagnie de Jésus, dont les membres sont magnifiquement formés en vue de la vocation qu'ils ont choisie. Un géologue n'occupe pas un poste. Dans le passé, il était «appelé» et c'est toujours le cas aujourd'hui. Alors, je dis aux gens que la CGC me fait penser à la Compagnie de Jésus.

J'étais à Washington dernièrement, où j'ai rendu visite à Dallas Peck. Pour mettre ma théorie à l'essai, je lui ai dit: «Vous savez, Dallas, je répète aux gens de la CGC qu'ils sont comme une bande de jésuites» Il a penché la tête en arrière, l'air songeur, puis il m'a dit: «Vous êtes chanceux. Vous avez une bande de jésuites formidables» Je suis d'accord avec lui. Nous sommes ici aujourd'hui pour souligner l'excellence de la CGC depuis 150 ans. Je suis particulièrement fier de ce que certains d'entre vous soient venus de très loin pour célébrer avec nous.

En 1842, lorsqu'on a demandé à William Edmond Logan de procéder à un levé géologique de la «Province du Canada», on pouvait affirmer à coup sûr que le citoyen moyen ne savait pas vraiment pourquoi il fallait avoir des connaissances géologiques pour construire une partie de la base économique d'un pays en croissance. Maintenant, 150 ans plus tard, les citoyens sont peut-être

¹Sous-ministre d'Énergie, Mines et Ressources Canada, 580, rue Booth, Ottawa, Ontario, K1A 0E4

généralement mieux informés sur le sujet. Le contexte dans lequel il faut considérer une telle sensibilisation est toutefois beaucoup plus complexe. Les défis à relever aujourd'hui vont au-delà de la collecte de renseignements sur les minéraux et les ressources en combustibles fossiles du pays. De nouvelles questions nous préoccupent également, des questions qui englobent des enjeux aussi complexes que le développement durable, les menaces planant sur les écosystèmes planétaires, des phénomènes comme le changement climatique et des bouleversements importants de la conjoncture politique et économique qui ont eu lieu dans de nombreux pays ces dernières années. Nous semblons maintenant vivre dans un univers dont l'évolution est tellement rapide que cela menace de dépasser nos capacités collectives de nous adapter aux changements.

Nous devons comprendre ces changements et trouver le moyen de régler les problèmes incroyablement complexes découlant des incidences de la race humaine sur une planète qui semble être la cible d'agressions excessives. Il devient de plus en plus évident que, pour aborder ces problèmes intelligemment, nous devons partir d'un fonds solide de connaissance des processus et de la dynamique des systèmes naturels de la Terre. Nous devons comprendre de quelle façon nous pouvons équilibrer judicieusement le développement économique et la préservation du milieu naturel. Nous devons nous préoccuper de l'eau douce, sans doute le plus précieux de tous nos biens. Nous devons nous attaquer à la pollution de l'eau souterraine et aux émissions de substances nocives dans l'atmosphère, et nous devons trouver le moyen de mieux prévoir les séismes et d'améliorer la gestion de leurs effets. Il nous faut aussi mettre au point des systèmes d'élimination permanente des déchets radioactifs. Tous ces phénomènes ont un point en commun: aucune frontière politique ne les arrête.

Nos connaissances doivent être universelles. Elles doivent inclure les systèmes océaniques, les masses continentales et les régions à l'interface de la lithosphère et de la biosphère. Leur envergure doit être planétaire. Une entreprise aussi vaste ne peut réussir que par le biais de nos efforts collectifs et coopératifs.

Il nous semble—et nous espérons que nombre d'entre vous seront d'accord—que, pour nous attaquer aux problèmes complexes auxquels nous sommes confrontés, nous devons compter plus que jamais sur les institutions et organisations internationales qui permettent aux chercheurs de nos pays respectifs de travailler collectivement aux mêmes fins. Hier soir, Ray Price nous a parlé du rôle des commissions géologiques à cet égard, et particulièrement de la nécessité de pouvoir compter sur des informations fiables pour formuler des politiques éclairées. Pour paraphraser monsieur Price, je dirai que les gouvernements ont besoin d'informations valables pour diriger efficacement les affaires de l'État. Il semble évident que les principes applicables à l'information s'appliqueront également aux besoins plus vastes de la communauté que forment les habitants de la Terre.

The goal of this international conference of geological surveys is to gather specialists of the whole world and to facilitate the exchange of ideas on the problems I just mentioned and that ultimately concern all of us. I hope this conference is only a start and that others will follow. I am convinced that useful ideas for the future will result from the debates that will take place during this meeting.

On a final note, let me remind you that the official opening ceremonies for the Geological Survey's 150th Anniversary will take place Tuesday afternoon at the Survey's headquarters on Booth Street. We look forward to seeing many of you there and you are cordially invited to participate.

Pour conclure, j'aimerais vous rappeler que l'ouverture officielle des cérémonies du 150^e anniversaire de la CGC aura lieu mardi après-midi, au siège social de la Commission, sur la rue Booth. Nous nous réjouissons à l'idée de pouvoir vous y rencontrer en grand nombre.

Au nom du Gouvernement du Canada, je vous souhaite tout le succès possible dans vos délibérations des deux prochains jours.

THÈME I: LES COMMISSIONS GÉOLOGIQUES EN TRANSITION

A. Les commissions géologiques nationales

L'exemple de la *British Geological Survey* : hier, aujourd'hui et demain

P.J. Cook et P.M. Allen

BRGM—sa structure et son rôle en sciences de la Terre en France et dans le monde

Z. Johan

B. Les commissions géologiques d'État et provinciales

Rôles et fonctions des commissions géologiques des États et du Commonwealth en Australie

P.E. Playford

Le rôle des commissions géologiques provinciales et territoriales du Canada vers l'an 2000

W.D. McRitchie

Les commissions géologiques d'État aux États-Unis: leur histoire et leur rôle au sein du gouvernement

A.A. Socolow et R.H. Fakundiny

Discussion

L'exemple de la *British Geological Survey*: hier, aujourd'hui et demain

P.J. Cook¹ et P.M. Allen²

Cook, P.J. et Allen, P.M., L'exemple de la British Geological Survey: hier, aujourd'hui et demain; dans Les commissions géologiques nationales au XXI^e siècle, compilation de Bouchard, D.S. et al.; Commission géologique du Canada, Bulletin 446, p. 17-25, 1993

Résumé

Le gouvernement britannique a créé sa commission géologique en 1835 et l'a chargée de la cartographie géologique du pays. De nombreux pays allaient faire de même dans les cinquante années qui ont suivi. Un modèle s'est établi: les travaux des commissions géologiques, estimait-on, constituaient un service essentiel, payé et utilisé par le contribuable. Cela a permis à la plupart des commissions géologiques d'aborder les sciences de la Terre dans une optique stratégique à long terme. On a considéré (et on le fait encore) que le rôle principal d'une commission géologique nationale est la cartographie, et presque toutes les commissions géologiques poursuivent un programme qui vise à faire la cartographie géologique complète du pays. Les géologues ont graduellement pris conscience du fait qu'un tel objectif n'était ni réalisable, ni nécessairement désirable. D'autres ont remis en question la cartographie fréquente de certaines régions.

Les récents progrès technologiques ont eu une profonde influence sur le type et la quantité de données que rassemblent les commissions géologiques, mais c'est peut-être dans les domaines de la manipulation des données et de l'accès aux données que l'on a ressenti le plus les effets des changements technologiques. Aujourd'hui, la carte géologique traditionnelle n'est qu'une option sur plusieurs pour la présentation des données. La carte numérique intégrale n'est peut-être pas encore pour demain, mais la plupart des commissions géologiques, dont la nôtre, poursuivent déjà de grands programmes de cartographie numérique, dont l'objectif est de fournir des données sous la forme qui convient le mieux aux clients. Cela veut dire, essentiellement, qu'on produira, à partir de bases de données numériques, des cartes thématiques «à la demande», sous forme de cartes traditionnelles ou de fichiers numériques.

À de nombreux égards, l'évolution du travail des commissions géologiques au cours des dernières années découle d'une réorientation de la pensée gouvernementale, et de nombreux gouvernements ne sont plus disposés à laisser les commissions géologiques décider de ce qui est dans l'intérêt public. Dans ce contexte, le changement le plus important à survenir chez nous a été l'adoption, en 1973, de ce que l'on a appelé le Principe Rothschild: une partie des crédits autrefois affectés à notre commission ont été transférés aux ministères clients, qui doivent à leur tour payer les services géologiques que nous leur offrons. Cela a eu des résultats prévisibles: le système fonctionne bien quand il y a assez d'argent, mais, quand les ministères clients subissent des compressions budgétaires, le financement des sciences en général et des sciences de la Terre en particulier connaît un recul marqué. Les politiques monétaristes ont entraîné d'autres changements, car on s'attendait qu'une partie de plus en plus grande des frais soit payée par l'utilisateur. Dans notre cas, l'application de ce principe voudrait dire que l'utilisateur d'une carte géologique doit assumer directement une partie des

¹Director, British Geological Survey (B.G.S.), Keyworth, Nottingham NG12 5GG, United Kingdom

²Assistant Director, Division of Thematic Maps and Onshore Surveys, British Geological Survey

frais des levés géologiques. On s'est rendu compte que cela sonnerait le glas de la cartographie géologique en Grande-Bretagne. Le premier pays à créer une commission géologique a failli être aussi le premier à la dissoudre! Fort heureusement, le bon sens a fini par l'emporter et le gouvernement a été amené à reconnaître qu'il fallait maintenir la British Geological Survey et lui a affecté plus de crédits pour qu'elle puisse se lancer dans un programme stratégique de cartographie géologique visant à établir une norme uniforme de cartographie géologique pour l'ensemble du pays.

Tout cela veut dire que notre mode opératoire a peu en commun avec celui de nos premiers jours ou même avec celui d'il y a dix ans. Une grande partie de notre financement est maintenant incertain. Le financement de base à long terme représente aujourd'hui moins de la moitié de notre budget. Il est donc difficile de planifier à long terme dans certains domaines. Malgré tout, la British Geological Survey a échappé au pire et a même commencé à prospérer de nouveau après une période difficile. La cartographie traditionnelle constitue une bien plus petite part de nos activités et nous devons maintenant nous diversifier et jouer un rôle plus actif dans les secteurs de la gestion des déchets, de l'étude des eaux souterraines, de la géochimie appliquée à l'environnement, etc., où la cartographie géologique revêt souvent une grande importance. Le monétarisme du gouvernement a obligé la British Geological Survey à renforcer ses activités de commercialisation et à faire la promotion vigoureuse de ses services auprès des secteurs public et privé. Certains dénoncent cet état de choses, mais, à condition d'être appliquée judicieusement, cette formule peut beaucoup profiter aux sciences de la Terre.

Dans les années 1830, la Grande-Bretagne a donné l'exemple au reste du monde en créant une commission géologique nationale. Aujourd'hui, notre commission ne servira pas nécessairement de modèle à tous les pays, mais il est probable que, face aux réalités économiques, d'autres pays devront suivre notre exemple.

Abstract

The British Geological Survey was established in 1835 with a mandate geologically to map Britain. This example was followed by many other countries over the next 50 years. A pattern was established which saw the work of the geological surveys as an essential public service paid for and used by "the tax payer". This enabled most surveys to take a long-term strategic approach to geoscience. Mapping was (and indeed still is) seen as the primary role of the National Geological Survey and virtually all surveys had a programme, the aim of which was to complete the geological mapping of the country. Progressively, it was realised by the geologist that such an aim was neither achievable nor necessarily desirable. At the same time others questioned why areas were mapped, remapped and remapped again.

Recent technological developments have profoundly affected the type and quantity of data that surveys collect. However, the impact of technological change is perhaps even more profound in the areas of data manipulation and access to data. Now, the hard copy geological map is merely one option for data presentation. The fully digital geological map may be still "just around the corner", but already most surveys, including the British Geological Survey, have embarked upon a major digital map programme, the aim of which is to provide data in the form that customers want. This in essence means thematic maps "on demand" from digital databases presented either as hard copy maps or digital datasets.

Many changes in the way geological surveys work in recent years have resulted from changes in government philosophy, with many governments no longer prepared to leave it to surveys to decide what is in the "public good". In this context, most important in Britain was the introduction of the so-called Rothschild principle in 1973, which moved funding from the Survey to client departments which in turn then bought back those geological services from the Survey. The result of this was predictable enough with the system working well when times were good but producing a major downturn in the support for science in general, and geoscience in particular, when budgets of client departments became squeezed. Monetarist policies resulted in further changes as the user was expected to pay a progressively larger share of the cost. In Britain, it became obvious that the extension of this principle so that the user of a geological map was expected to bear directly a portion of the cost of the geological surveying would bring geological mapping to a halt. The first country

to establish a geological survey came close to being the first country to abolish its survey! However, sense prevailed, the government was persuaded to maintain the British Geological Survey and increased the level of funding to enable it to commence a strategic programme of geological mapping to provide a uniform standard of geological mapping throughout Britain.

All of this has resulted in a British Geological Survey with a very different modus operandi to that of the original Survey or even the survey of 10 years ago. Much of the funding is now "soft"; long-term core funding constitutes less than 50% of the budget. This makes it difficult to develop a strategic approach in some areas. At the same time the Survey has survived and, indeed, started to prosper again after some difficult years. Traditional mapping activities now constitute a much smaller proportion of the Survey's activities and it is now necessary to have a balanced portfolio with a major involvement in activities related to waste disposal, groundwater resources studies, environmental geochemistry, et cetera, many of which are underpinned by geological mapping. The more monetarist approach has forced the Survey to strengthen marketing as an activity and vigorously to "sell" its services to the public and private sectors. To some this is an anathema for a geological survey, but if done in the right way can result in a significant gain to geoscience.

In the 1830's Britain served as an example to the rest of the world in establishing a national geological survey. The modern British Geological Survey may not necessarily serve as an example for the future for all countries but it is likely that as economic realities bite progressively more countries will be forced to follow its example.

INTRODUCTION

Cet exposé porte sur la création de la British Geological Survey (BGS) et sur la façon dont celle-ci a servi de modèle à la plupart des grandes commissions géologiques du monde. Au fil des années, la BGS s'est adaptée aux besoins changeants de la société et aux progrès scientifiques et technologiques. Toutefois, le rythme du changement n'a jamais été aussi rapide qu'au cours des dix dernières années.

Les pages qui suivent traiteront des changements les plus récents, de la nature de la BGS en 1992 et de la mesure dans laquelle la BGS «version 1992» pourrait servir de modèle à d'autres commissions géologiques, tant à l'heure actuelle que dans l'avenir.

LES PREMIÈRES ANNÉES

Les origines de la BGS remontent peut-être, d'abord et avant tout, à la période la plus active de cartographie originale effectuée par William Smith (figure 1), entre 1790 et 1830 environ. Les travaux menés par Smith dans le sud de la Grande-Bretagne dans le cadre du programme d'aménagement du canal, déjà en cours à ce moment-là, ont eu pour résultat la production des premières cartes géologiques modernes et la formulation des principes stratigraphiques sous-jacents à ces cartes. En 1791, la Grande-Bretagne a mis sur pied le Service cartographique de l'État, qui a été chargé de produire des cartes topographiques de la Grande-Bretagne à l'échelle du pouce au mille. Flett (1937) signale que ce service s'est intéressé dès le départ à l'incorporation, dans la mesure du possible, de renseignements géologiques sur les cartes, et

que plusieurs arpenteurs avaient des connaissances en géologie. Ainsi, Maclauchlan, dans le sud-ouest du pays de Galles, et Still, dans le sud-ouest de l'Angleterre, ont déployé des efforts considérables pour produire des cartes géologiques en couleur. En 1832, le Service cartographique de l'État nommait son premier géologue à plein temps en Irlande. Aucune nomination semblable n'a été faite en Angleterre, bien que, en 1831, Roderick Murchison ait fait des pressions pour que William Smith soit officiellement nommé «coloriste géologue des cartes d'état-major». Alors âgé de 62 ans, Smith a été considéré comme étant trop vieux pour faire le travail (sa contribution à la géologie a finalement été reconnue officiellement en 1832 lorsque le gouvernement lui a accordé une pension annuelle de 100£!). Vers la même époque, Henry De la Beche produisait des cartes géologiques de l'ouest de l'Angleterre, lesquelles comprenaient pour la première fois des cartes détaillées de feuilles d'état-major complètes. Au total, huit feuilles ont été produites entre 1832 et 1835. Également vers la même époque, la *Geological Society of London* faisait des pressions en vue de la création d'une commission géologique et, en répondant à une demande d'opinion formulée par le maître général et le *Board of Ordnance* quant à la faisabilité de combiner des levés géologiques et géographiques, trois de ses membres, soit Charles Lyell, William Buckland et John Playfair, ont particulièrement insisté sur les grands avantages qui doivent découler d'une telle entreprise, celle-ci constituant non seulement un moyen de promouvoir la science géologique, ce qui était déjà un objectif suffisant, mais aussi un travail d'une grande utilité en regard de l'agriculture, de l'exploitation minière, de la construction de routes, de l'aménagement de canaux et de voies ferrées et d'autres branches de l'industrie nationale (Bailey, 1952).

En 1835, le cadre était donc en place pour la création d'une commission géologique, d'abord comme composante du Service cartographique de l'État, le premier de nombreux «organismes parentaux» de la BGS. Henry De la Beche (figure 2), 39 ans, en a été le premier directeur. Lors de sa nomination, il a reçu comme mandat de s'occuper des aspects pratiques de la géologie. La rapidité avec laquelle il a réussi à s'acquitter de sa tâche est vite devenue évidente. À titre d'exemple de reconnaissance particulièrement intéressant, citons une déclaration de 1862 de nul autre que signor Sella, alors ministre des Finances du royaume d'Italie (également cristallographe et mathématicien célèbre à ses heures): «C'est sans doute en Angleterre que l'on trouve les cartes géologiques les plus précises. L'importance remarquable des industries minières de ce pays, la diffusion des principes élémentaires de la géologie, l'empressement des géologues chargés de ces tâches et la précision des travaux sont tels que peu d'entreprises du gouvernement britannique ont apporté autant d'avantages au public que la commission géologique du Royaume-Uni (traduction).» Comme les ministres des Finances d'alors étaient perspicaces! Toutefois, des questions étaient posées, notamment au sujet du temps qu'il faudrait pour compléter la cartographie de la Grande-Bretagne. Dans sa première tentative de réponse (4 juillet 1835) à la question formulée à cet égard par le Secrétaire du trésor, De la Beche a été ingénieux, affirmant que la carte géologique serait produite au même rythme que la carte géographique et que, donc, les deux cartes seraient terminées en même temps! Cette réponse n'ayant pas satisfait le destinataire, De la Beche a précisé cinq jours plus tard que, d'après le rythme de progression des travaux, la carte géologique de l'Angleterre et du pays de Galles serait terminée dans environ 10 ans s'il recevait l'aide nécessaire.

De la Beche a sans doute fini par regretter d'avoir répondu de cette façon et cette question a certainement tourmenté les directeurs des commissions géologiques depuis ce temps! Nous reviendrons sur le sujet. Malgré ces questions embarrassantes, la commission a connu une réussite remarquable, tellement remarquable en fait qu'elle a rapidement été imitée par de nombreux pays, y compris certaines colonies britanniques, ce qui a mené à l'un des premiers épisodes, peut-être, de recrutement de géologues par des chasseurs de têtes.

Divers membres (ou «bénévoles») de la commission sont devenus les dirigeants de plusieurs commissions coloniales, dont Murray, Oldham et Selwyn, qui ont été nommés à la tête des commissions géologiques de Terre-Neuve, de l'Inde et de la Nouvelle-Galles du Sud, respectivement, et Gould, qui a occupé le poste de géologue du gouvernement en Tasmanie.

Figure 1. William Smith.

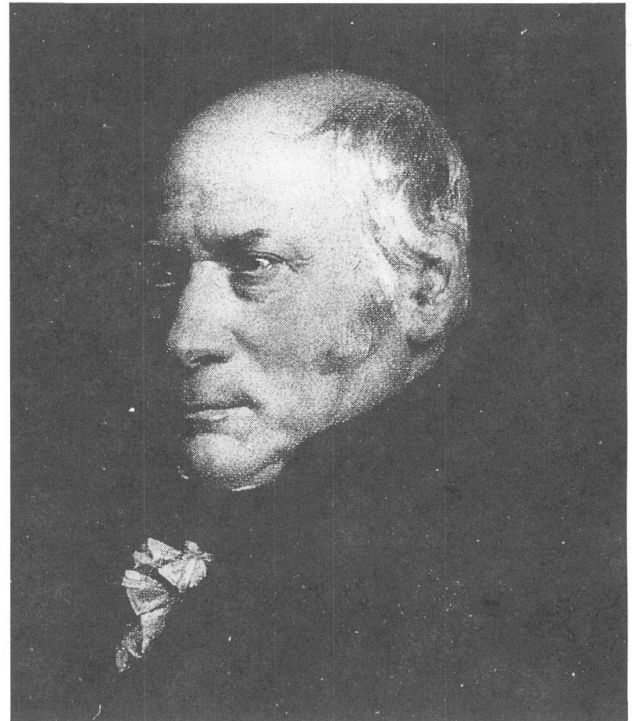


Figure 2. Henry de la Beche.



Un des premiers à émigrer a été Logan. Au cours de ses travaux, il avait acquis des aptitudes considérables en cartographie géologique, sa première carte d'une partie du sud du pays de Galles ayant été exposée en 1837. «En 1840, Logan a visité le Canada et a publié dans plusieurs rapports les résultats des observations géologiques auxquelles il s'était livré pendant ses voyages. En 1842, le Parlement canadien a décidé de créer une commission géologique et Logan a été nommé géologue. De la Beche a écrit une lettre dans laquelle il appuyait la candidature de Logan et parlait en termes élogieux de la précision et de l'exhaustivité des travaux de Logan dans le sud du pays de Galles (traduction)» (Flett, 1937).

Logan est donc devenu le premier directeur de la Commission géologique du Canada.

Au milieu du XIX^e siècle, la structure des commissions géologiques du monde entier était établie : la cartographie géologique constituait la fonction première de toutes les commissions, mais il était clairement reconnu que la cartographie était effectuée pour diverses raisons pratiques reliées à l'exploitation minière, à la construction et au transport. Il devint évident que la cartographie géologique n'était pas une entreprise à court terme mais bien à long terme et continue. On a aussi reconnu qu'une base scientifique solide était nécessaire pour étayer la cartographie géologique et que cette dernière n'était pas un simple exercice courant d'arpentage mais un travail d'interprétation très spécialisé reposant également sur des sciences comme la paléontologie et la minéralogie. Les commissions géologiques ont pris de l'ampleur et ont commencé à acquérir des aptitudes dans des domaines beaucoup plus vastes. Elles ont aussi commencé à ressembler aux commissions du XX^e siècle et à agir comme elles, et elles ont été considérées comme étant essentielles au bien-être matériel d'un pays.

Ainsi, pendant plus d'un siècle, exception faite des périodes de conflits internationaux, la commission géologique a connu des changements modérés et lents. Elle a continué d'être structurée en fonction de la cartographie, le personnel sur le terrain pouvant compter sur les services d'un petit nombre de paléontologues, de pétrographes et de chimistes. Peu à peu, en raison de besoins particuliers, le personnel de la commission a commencé à se livrer à des recherches spéciales à l'appui de la quête de minéraux, de charbon, de pétrole, de pierres de construction et d'eau, mais ces recherches étaient généralement effectuées de façon accessoire aux travaux sur le terrain ou dans le cadre de ceux-ci.

En 1965, on a créé l'*Institute of Geological Sciences* (IGS) en réunissant la commission géologique et le *Museum of Practical Geology*, de même que les *Overseas Geological Surveys* (OGS) du *Natural Environment Research Council* qui venait d'être formé. Cette fusion a eu des effets marquants. D'une part, la commission géologique était liée par les traditions qu'elle avait

établies, sa vision était limitée en raison de l'échelle des cartes (six pouces au mille) et un éventail restreint de spécialistes était à son emploi. D'autre part, l'OGS constituait un groupe de soutien multidisciplinaire et utilisait des méthodes techniques et scientifiques modernes; cet organisme était en outre structuré de façon à appuyer les commissions géologiques coloniales et à leur fournir du personnel de terrain dont les travaux englobaient toutes les échelles, de la grande échelle à l'échelle de reconnaissance. L'OGS offrait des possibilités dans les domaines suivants: photogéologie, géologie isotopique, minéralogie appliquée, renseignements et statistiques sur les minéraux, économie des ressources minérales et laboratoires modernes de chimie. Elle apportait aussi une nouvelle expertise dans la géophysique de terrain et une nouvelle dynamique.

L'extension de la base d'expertise a été à l'origine de tous les développements qui se sont produits par la suite. L'IGS a ainsi pu élargir ses vues de sa propre fonction stratégique et, en 1967, il s'est attaqué à d'importants nouveaux domaines comme la géologie marine et l'évaluation des ressources minérales.

De toutes les influences exercées par le gouvernement sur l'évolution de la commission géologique au cours du présent siècle, trois se distinguent des autres par leurs répercussions. La première est un document intitulé *Report of the Machinery of Government Committee* (vicomte Haldane, 1918). La deuxième est un autre rapport intitulé *The Organization and Management of Government R&D* (lord Rothschild, 1971). La troisième ne peut être reliée à une enquête interne du gouvernement, mais elle a trait à un changement d'idéologie dans les années 1980, l'accent étant désormais mis sur l'économie de marché.

Le rapport Haldane de 1918, publié au lendemain de la Première Guerre mondiale, reconnaissait la légitimité de trois classes de recherches menées par le gouvernement: a) la recherche effectuée par les ministères gouvernementaux pour combler leurs propres besoins; b) celle supervisée par les ministères mais dont les objectifs étaient communs à d'autres ministères; et c) celle de nature générale reliée au fonctionnement de plusieurs ministères. Haldane préconisait d'exploiter au maximum le potentiel de la dernière catégorie—appelée recherche stratégique par la suite—affirmant que la science ignore les lignes de démarcation ministérielles et géographiques; il a fait des mises en garde quant aux dangers que représentait l'étroitesse d'esprit des ministères en matière de recherche. De l'avis de Haldane, la commission géologique effectuait des recherches destinées à des fins générales et, en 1919, sur sa recommandation, la commission et le *Museum of Practical Geology* passaient du Conseil de l'éducation au ministère de la Recherche scientifique et industrielle qui avait été créé depuis peu. Pendant plus d'un demi-siècle, la commission géologique a appliqué une politique fondée

sur sa fonction reconnue, soit veiller à l'atteinte des objectifs stratégiques nationaux.

Dans les années 1970, il était déjà évident que le gouvernement se distanciat de la recherche scientifique. En 1971, Rothschild renversait le rapport de Haldane et se vouait entièrement à l'organisation de la recherche selon une hiérarchie ministérielle, cette recherche étant financée directement par les ministères grâce aux liens client_entrepreneur. La recherche devait, d'abord et avant tout, être appliquée. Concédant qu'il pouvait être nécessaire de procéder à certaines recherches fondamentales de soutien, il suggérait d'imposer à cette fin une redevance de 10 pour 100 sur les contrats (ce que tous les ministères sans exception ont refusé de payer). Le financement de la recherche stratégique jugée si importante par Haldane ne viendrait plus de sources gouvernementales. Les fonds du budget des sciences ont été transférés aux ministères gouvernementaux dans l'espoir, sans que cela constitue une condition formelle, qu'ils seraient consacrés à la recherche. Ce changement a eu un effet relativement fondamental sur la commission géologique; après une augmentation initiale, le budget a diminué progressivement, ce qui a réduit les capacités de l'organisme.

Après les changements apportés par Rothschild, la naissance d'une économie libérale dans les années 1980 a eu un effet très marquant sur la commission géologique, étant donné que les ministères retiraient leur appui l'un après l'autre, parfois après un avis très court. On a conseillé vivement au directeur de l'organisme de chercher un financement auprès de sources non gouvernementales. La position de la commission en tant que centre national de données géoscientifiques—le gardien, en fait, des archives géologiques de la nation—était gravement menacée, tout comme sa position d'organisme impartial, indépendant et libre de fournir des renseignements à tous les demandeurs.

Menacée de disparaître, la BGS a mené une enquête au début de 1985 et a mis au point les notions de programme de base et de programme de contrats afin de décrire les travaux de l'organisme. Originellement, le programme de base comprenait les activités stratégiques à long terme à défaut desquelles la BGS n'aurait plus aucune identité distincte. Le programme de contrats était essentiellement constitué de recherche appliquée effectuée sur demande, à court terme principalement et de façon ponctuelle. La capacité de la commission de mettre en oeuvre ce dernier programme dépendait du programme de base, d'où l'interdépendance des deux fonctions. De longues discussions ont porté sur le contenu du programme de base, et le consensus a été qu'il devrait comprendre des levés géologiques, géochimiques et géophysiques sur terre et en mer, des recherches hydrogéologiques et le maintien d'un centre national de données géoscientifiques.

En 1985, sir Clifford Butler a reçu du gouvernement le mandat d'évaluer les besoins du Royaume-Uni en

cartographie géologique pour les cinq à dix prochaines années. Dans son rapport publié en 1987, Butler approuvait les notions de programme de base et de programme de contrats, mais y ajoutait un troisième programme, celui des sciences, qui permettrait d'effectuer des recherches fondamentales de soutien. Il a en outre recommandé que le programme de base soit supervisé par un conseil constitué de représentants de l'industrie et des universités et d'évaluateurs du département d'État. Le gouvernement a accepté les recommandations contenues dans le rapport Butler et, en novembre 1988, il annonçait que des fonds spéciaux viendraient appuyer les activités du programme de base, reconnaissant ainsi que la recherche stratégique financée par le gouvernement avait sa place. L'année suivante, d'autres fonds ont été accordés à la commission pour qu'elle développe sa capacité d'exploiter ses fonds de données et son expertise de façon à en tirer des revenus pouvant servir à appuyer le programme de base. En d'autres termes, on attendait de la commission qu'elle assume une partie des coûts de ce programme par le biais de ses propres efforts commerciaux.

En réponse à la nécessité d'accroître son niveau de financement de sources gouvernementales et non gouvernementales, la commission a été restructurée à l'échelon divisionnaire en fonction des secteurs des marchés (figure 3). Les divisions des programmes sont plus particulièrement responsables de ces secteurs (qui correspondent en partie aux produits), mais la structure prévoit également que toutes les divisions doivent mener des activités de cartographie et de levés. Les divisions sectorielles comptent généralement des effectifs moins nombreux que les divisions des programmes et, comme il est sous-entendu par leur nom, elles assument des responsabilités à l'échelle de la BGS. Toutes les divisions sont considérées comme des unités commerciales dotées d'une autonomie considérable quant à la façon dont chacune atteindra les cibles financières convenues. Beaucoup de services sont maintenant offerts à des coûts unitaires, et les divisions achètent et vendent couramment des heures de travail de leurs employés respectifs. Un plan commercial indiquant la façon dont les cibles seront atteintes est élaboré chaque année. Une des questions fondamentales examinées au cours de la restructuration avait trait à la création d'une branche commerciale distincte de la commission. Il a été décidé de ne pas procéder ainsi en raison des liens symbiotiques existant entre les recherches fondamentales et les travaux effectués à contrat pour les ministères gouvernementaux et le secteur privé. Cela suppose une gestion plus complexe, mais on s'assure ainsi qu'aucune activité ne devient marginale et que des travaux scientifiques de grande qualité, dont dépend la réputation de la BGS, sont exécutés dans le cadre de toutes les activités. La commission est d'avis qu'une approche plus pratique est non seulement compatible avec la gestion de recherches scientifiques adéquates, mais qu'elle peut en fait mettre ces dernières en valeur.

Figure 3. Restructuration de la BGS en fonction des secteurs des marchés.

DIRECTION							
DIVISIONS DES PROGRAMMES				DIVISIONS SECTORIELLES			
Cartographie thématique et levés terrestres	Géologie pétrolière, géophysique et levés extracôtiers	Minéraux et levés géochimiques	Hydrogéologie et levés géotechniques	International	Mise en marché	Coordination et information	Administration

Grâce à ces nouvelles dispositions, les fonds du programme des sciences peuvent être utilisés pour appuyer des projets stratégiques de cartographie et de surveillance. La cartographie géologique sur terre constitue la principale activité de base. Un programme échelonné sur 15 ans a été entrepris en 1990 dans le but de convertir la carte géologique de la Grande-Bretagne selon des normes modernes acceptables et de produire des cartes au 1/50 000 de l'ensemble du pays. On a établi le calendrier de publication de 300 feuilles de carte, et la cartographie progresse rapidement. La commission met pleinement à profit la technologie informatique de plus en plus perfectionnée maintenant disponible sur le marché. Elle a mis au point un système de production de cartes numériques à partir de cartes ordinaires au 1/10 000; ce système a aussi la capacité de convertir les cartes directement à l'échelle du 1/50 000 à des fins de publication. Il permet d'imprimer des cartes géologiques entières sur demande et, à partir de bases de données géologiques numériques, des cartes thématiques spéciales adaptées aux besoins des clients.

Outre la souplesse de production qu'il présente, le système permet de procéder à des examens périodiques et à une mise à jour continue des cartes et de publier les résultats de façon rentable et assez facilement. Par conséquent, à mesure que la cartographie progresse, un programme de révision permanente des cartes peut être mené

parallèlement dans le cas des secteurs faisant l'objet de grandes activités de construction, d'extraction des minéraux et d'exploration pétrolière. Le système de production de cartes numériques est fondé sur des bases de données numériques exhaustives et très sophistiquées qui seront utilisées pour la production de modèles tridimensionnels. Ce nouveau développement est peut-être l'un des plus emballants. Au XXI^e siècle, la cartographie géologique des portions très peuplées de la Grande-Bretagne pourrait prendre la forme d'une surveillance géologique. Toutefois, les pressions diverses et intenses qui s'exerceront sur les terres en raison d'utilisations souvent conflictuelles exigeront des méthodes hautement perfectionnées pour que l'on puisse comprendre la géologie tridimensionnelle du premier kilomètre de la croûte terrestre.

Les programmes de cartographie de base ou l'équivalent de tels programmes mis en oeuvre par différents pays varient. Peu d'entre eux, sinon aucun, sont fondés sur l'échelle du 1/10 000. Pour de vastes pays comme le Canada et l'Australie, il n'est pas pratique de viser une couverture nationale totale à cette échelle. Même l'échelle du 1/100 000 peut être irréaliste, tandis que l'échelle du 1/250 000 devient de plus en plus celle retenue pour les couvertures nationales. Pour de nombreux pays européens, une couverture totale au 1/10 000 serait faisable, mais peu de commissions ont mis sur pied un

européens, une couverture totale au 1/10 000 serait faisable, mais peu de commissions ont mis sur pied un programme de cartographie aussi détaillée (ou envisagent de le faire). Cette situation résulte, en partie, des besoins nationaux perçus et, en partie également, de la tradition. En général, la cartographie est la chasse gardée des universités. Les secteurs les plus intéressants sur le plan géologique sont cartographiés et recartographiés de façon très détaillée tandis que d'autres secteurs peuvent être ignorés. La valeur d'une couverture nationale sous forme de cartes géologiques à grande échelle devrait être examinée. Le fait que la Grande-Bretagne, un des pays où la cartographie géologique est des plus intensives, soit également un des plus grands producteurs de matières premières du monde est peut-être révélateur. À mesure que les ressources deviendront plus difficiles à trouver, que les conflits entourant l'utilisation des terres s'intensifieront et que les préoccupations environnementales deviendront de plus en plus grandes, il faudra produire des cartes géologiques plus détaillées. Par conséquent, il est probable que davantage de pays européens ressentiront le besoin de suivre l'exemple du Royaume-Uni et d'élaborer des programmes systématiques nationaux de cartographie à grande échelle; il est probable également qu'ils utiliseront des méthodes numériques pour la création de bases de données géologiques et la production de cartes. La rigueur dont il faudra alors faire preuve pourrait avoir pour résultat une approche transnationale de la cartographie, laquelle aurait dû être adoptée depuis longtemps en Europe.

La cartographie géologique sur terre est la principale composante du programme des sciences de la BGS, mais non la seule. La totalité, pratiquement, de la plate-forme continentale britannique a été cartographiée et la cartographie extracôtière fait encore partie du programme de base. Les fonds du budget des sciences sont utilisés à la fois pour des projets individuels et, de plus en plus, comme «capitaux de lancement» pouvant servir, avec l'appui de l'industrie, à de grands projets de cartographie. Comme exemple de projet de ce genre, mentionnons la cartographie de la cuvette de Rockall, une portion relativement peu connue de la marge continentale du Royaume-Uni.

Un important programme de base comportant des levés géochimiques régionaux est en cours depuis 23 ans et des cartes géochimiques ont été dressées pour plus de la moitié de la Grande-Bretagne. Au départ, ce programme a été mis sur pied pour appuyer la recherche de gîtes minéraux, mais il est devenu de plus en plus utile dans des domaines comme la pollution industrielle, l'utilisation des terres et la santé des humains et des animaux. Ce programme prévoit l'échantillonnage détaillé—un échantillon par kilomètre carré environ—des sédiments de fond, de l'eau et des concentrés de minéraux alluvionnaires des cours d'eau. Chaque échantillon de sédiment est soumis à des analyses portant sur 35 éléments; les échantillons d'eau font l'objet de 5 dosages, et 20 valeurs analytiques viennent d'être

ajoutées à la série. La densité d'échantillonnage de l'eau est maintenant la même que celle des sédiments. Les échantillons de concentrés de minéraux lourds alluvionnaires sont examinés visuellement puis analysés à l'aide de méthodes non destructives lorsqu'ils sont susceptibles de contribuer à l'exploration des minéraux. Des programmes semblables mais généralement moins exhaustifs sont en cours dans de nombreux pays dont le Canada. En Europe, on discute depuis plusieurs années d'une approche multinationale des levés géochimiques, mais on n'est pas encore parvenu à s'entendre sur la méthode à utiliser. Tout semble indiquer jusqu'à maintenant que le programme de levés géochimiques régionaux de la Grande-Bretagne sert aux fins prévues et qu'il pourrait constituer un modèle utile pour d'autres pays. En l'absence de levés semblables dans d'autres pays, il est probable que la cartographie géochimique régionale, quoique d'une portée très limitée, sera effectuée à l'aide de méthodes de télédétection, notamment la radiométrie. C'est là un domaine où la Grande-Bretagne ne possède pas de programme viable.

Le budget des sciences ne permet d'appuyer qu'une portion très limitée de la cartographie hydrogéologique et géotechnique en Grande-Bretagne. L'absence d'un programme national de cartographie dans l'un ou l'autre domaine est une faiblesse importante du programme de base et nous espérons corriger la situation dans l'avenir.

Les travaux de géophysique sont divisés en deux parties à l'intérieur du programme de base. Les levés géophysiques et l'interprétation des données sont effectués en même temps que les programmes de cartographie de base, tandis que les programmes de contrôle géomagnétique et sismique ne sont rattachés à aucun autre programme. La surface terrestre et la plate-forme continentale sont couvertes par des levés gravimétriques faisant appel à des méthodes modernes; dans le cas de la surface terrestre, on compte plus d'une station par 2 km². Les données des levés aéromagnétiques sur terre datent toutefois des années 1960, tandis que celles des levés extracôtiers sont plus récentes. Toutes les données de terrain possibles ont été converties en numérique et il reste à les interpréter; les limites des données aéromagnétiques sont maintenant déterminées et le besoin d'une couverture nationale par le biais de levés aéromagnétiques à haute résolution et de levés à très basse fréquence ou électromagnétiques a été reconnu. Jusqu'à maintenant, les essais visant à recueillir des fonds pour procéder à ces levés ont été infructueux. Les projets de contrôle sismique et magnétique sont financés en partie seulement par le programme de base. On pourrait soutenir que les programmes sur les risques sismiques devraient être financés entièrement par le gouvernement national, étant donné qu'ils touchent l'ensemble de la population. Le Gouvernement du Royaume-Uni n'est pas de cet avis et, de plus en plus, ces programmes de même que le contrôle géomagnétique sont financés par des consortiums industrie-gouvernement. Une telle disposition permet de mettre en oeuvre un programme stratégique à long terme et d'offrir

simultanément un certain nombre de produits répondant aux besoins des membres des consortiums.

Le programme de base et celui des contrats sont grandement tributaires d'un accès facile à des bases de données exhaustives. Lors d'une étude récente des fonds de données de la BGS, on a répertorié 774 bases de données, dont 265 sont en numérique. Des travaux sont présentement en cours en vue de la structuration des données, ce qui permettra de déterminer les liens entre un grand nombre d'ensembles de données et de rendre ces derniers plus accessibles et davantage utilisables. Le gouvernement a contribué au processus en versant des fonds spéciaux. Pour la commission, les avantages de cet investissement sont en deux volets : 1) ses programmes (tant celui de base que celui des contrats) seront améliorés; et 2) ses bases de données seront davantage accessibles au public. Ces avantages combinés auront pour effet de rendre le programme de base plus rentable et permettront de tirer davantage de revenus des contrats et de la vente de données (ou de leur utilisation en vertu de permis) afin de mettre en valeur le programme des sciences.

La BGS a établi un plan stratégique afin d'atteindre ces objectifs; une structuration efficace des données et des configurations machines appropriées constituent des parties essentielles de ce plan. Ce système devrait être en place d'ici 18 mois.

Une des questions fondamentales touchant le service de données a trait aux coûts: ce service doit-il être fourni pour le bien public à des coûts minimes ou sans frais, ou encore selon le principe du recouvrement entier des coûts? Cette question est essentiellement de nature politique et, pour le moment, le Gouvernement du Royaume-Uni est d'avis que la BGS devrait viser le recouvrement entier du coût des données et des services; les frais devraient refléter la valeur du service ou des données pour l'utilisateur, mais ils ne devraient pas comprendre les coûts de la collecte de données ou des levés. La BGS ne devrait pas éprouver de problème majeur si cette décision n'était pas maintenue, à la condition que le manque à gagner soit compensé par des fonds gouvernementaux.

La BGS a constitué un modèle très important au cours du XIX^e siècle. Elle est à l'origine de l'approche «traditionnelle» adoptée par un grand nombre des principales commissions du monde, que ce soit sur le plan de l'importance accordée à la cartographie géologique, de la valeur de la multidisciplinarité des sciences de la Terre, de l'adoption de méthodes stratégiques à long terme dans le cas de nombreuses études, ou encore du financement public de ces activités. Fait peu étonnant, la

BGS a connu des changements marquants au cours de ses 150 années et plus d'existence, mais le rythme de ces changements a été le plus rapide ces dernières années. Un grand nombre de principes de base ont été remis en question par des gens de l'extérieur de la commission, et il n'est plus possible d'affirmer que cette dernière est la mieux placée pour déterminer ce qu'elle devrait faire. «Le client», qu'il soit du secteur public ou du secteur privé, est maintenant l'arbitre de ce qui est exigé d'une commission. Nous devons donc nous adapter ou périr. Les contrats de recherche scientifique, que cela nous plaise ou non, ont fini par dominer notre programme à tel point que, si nous les perdions, il est peu probable que le gouvernement, quel que soit le parti au pouvoir, fournisse les fonds publics nécessaires pour combler les pertes de revenus venant du secteur privé. Il faut également reconnaître que les contrats de recherche scientifique ont entraîné l'adoption de méthodes pratiques et ont rendu nécessaire l'instauration d'un programme d'assurance et de contrôle de la qualité. Cependant, la plus grande perte, peut-être, résulterait de la coupure des liens solides qui se sont développés entre les clients et la commission, avec ce que cela suppose non seulement quant à l'échange de données mais aussi quant à la pertinence des recherches et au maintien de cette pertinence.

Pour la BGS, la meilleure voie à suivre, dans l'avenir, exige l'atteinte de l'équilibre voulu entre le programme de base et celui des contrats. Le point d'équilibre variera avec le temps, étant donné que les priorités du gouvernement et des collectivités changeront. La commission doit continuer de s'assurer qu'elle est en mesure de faire face à ces changements.

RÉFÉRENCES

- Bailey, E. B.**
1952: Geological Survey of Great Britain. London: Thomas Murby.
- Butler, C**
1987: Report of the Study Group into Geological Surveying. Advisory Board for the Research Council; Swindon: Natural Environment Research Council.
- Flett, J. S.**
1937: The first hundred years of the Geological Survey of Great Britain. London: HMSO.
- Haldane, Viscount**
1918: Report on the Machinery of Government Committee. CD 9230, London: HMSO.
- Rothschild, Lord**
1971: The Organization and Management of Government Research and Development; Cmnd 4814; London: HMSO.

BRGM: sa structure et son rôle en sciences de la Terre en France et dans le monde

Z. Johan¹

Johan, Z., *BRGM: sa structure et son rôle en sciences de la Terre en France et dans le monde; dans Les commissions géologiques nationales au XXI^e siècle, compilation de Bouchard, D.S. et al.; Commission géologique du Canada, Bulletin 446, p. 17-25, 1993*

Résumé

Le BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières) a été créé en 1959 pour regrouper les différents organismes géologiques qui avaient vu le jour après la seconde guerre mondiale et qui opéraient tant en France métropolitaine que dans ses territoires d'Outre-Mer. Son statut est celui d'un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC). En 1961, le BRGM reprend le Service de la carte géologique de Guyane est c'est en 1967 que le Service de la carte de France (créé en 1868) fusionne avec le BRGM. Ce regroupement entraîne une forte croissance des activités de cartographie géologique et des recherches dans le domaine de la géologie fondamentale. La création, en 1965, d'un Centre scientifique et technique à Orléans a permis de concentrer l'essentiel des moyens en un seul site et de développer une structure de coordination des activités en France et à l'étranger.

En 1990, les effectifs du BRGM étaient de 1 544 agents, dont 954 cadres. Le BRGM est organisé autour de trois directions opérationnelles : Service géologique national, Services sol et sous-sol, Activités minières, et de deux directions d'appui stratégique : Direction scientifique et Direction du développement. Cette structure permet de développer les activités suivant trois modalités : service public au sein du Service géologique national ; société de services agissant dans le secteur concurrentiel ; société-mère d'un groupe minier international.

Le BRGM intervient dans les domaines suivants : la connaissance géologique des territoires ; l'exploration et exploitation des ressources minérales ; la gestion des eaux souterraines ; la protection de l'environnement ; les études du sous-sol relatives aux projets de génie civil.

Le budget annuel de la recherche scientifique alloué par les pouvoirs publics au BRGM s'élève à 200 millions de francs environ (23 % du budget total) y compris les crédits venant de la C.E.E. La Direction scientifique du BRGM est chargée de : la programmation de la recherche, la gestion des moyens alloués, le suivi et l'évaluation des résultats des projets de recherche. Elle dispose de plusieurs structures d'évaluation auxquelles sont associés les chercheurs des organismes extérieurs. Le BRGM est un important centre de formation par la recherche : une cinquantaine d'étudiants y élaborent leurs thèses de doctorat, dont la plupart bénéficient d'une bourse du BRGM.

Le BRGM ne dispose pas d'un corps de chercheurs. Ce type de structure, à condition que le temps consacré aux projets scientifiques soit suffisamment continu, est bénéfique à la formation permanente des chercheurs et favorise le transfert des résultats vers l'aval, mais il implique un système d'évaluation particulièrement efficace.

¹Bureau de recherches géologiques et minières, B.P. 6009, 45060 Orléans CEDEX 2, France

Le programme de recherche est structure autour des axes principaux suivants : 1. Environnement ; 2. Cartographie et connaissance géologique du territoire national ; 3. Gestion et protection des ressources en eaux souterraines ; 4. Métallogénie, exploration et valorisation des matières premières. Dans le domaine de l'environnement, l'accent est mis sur les processus de transfert des polluants entre la zone non saturée et les nappes d'eau souterraine, les risques naturels (sismiques, volcaniques, mouvements de terrain) et le stockage des déchets (y compris des déchets nucléaires). La cartographie multicritères constitue l'un des objectifs prioritaires. Deux projets scientifiques d'appui aux levés sont en cours (Cadomien nord-breton et zone du Velay dans le Massif Central français). Le BRGM est chargé de la gestion du programme national «Géologie profonde de la France». Outre la compréhension et la modélisation des phénomènes survenant dans la zone saturée et non saturée, les différents aspects concernant la gestion et la qualité des ressources en eaux souterraines sont traités. Le BRGM copilote un grand projet européen «roches chaudes sèches» de Soultz-sous-Forêts. Dans le domaine de la métallogénie et de l'exploration minière, les recherches sont focalisées sur la compréhension des mécanismes de concentration d'éléments métalliques qui est essentielle pour le développement de nouvelles méthodes d'exploration. En minéralurgie, l'effort est consacré à : informatisation des procédés ; bio-traitements des minerais réfractaires ; optimisation des propriétés des minéraux industriels. Un nouveau projet, intitulé «Minéralurgie de l'environnement» sera lancé.

Outre les pays de la CEE, le BRGM développe une collaboration scientifique avec les organismes analogues de la plupart des pays industrialisés. De nombreux accords de coopération en témoignent. Récemment, une ouverture importante s'effectue vers les pays de l'Europe centrale et orientale.

Abstract

The BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) was created in 1959 to combine the various geological organizations which had formed after World WarII and which had operated both in metropolitan France and in its overseas territories. Its status is that of an EPIC (Établissement public à caractère industriel et commercial), or public establishment of an industrial and commercial nature. In 1961, the BRGM repatriated the geological mapping service of Guiana, and in 1967 merged with the French mapping service (Service de la Carte de France, created in 1868). This consolidation has led to a large increase in geological mapping activities and basic geological research. The creation in 1965 of a scientific and technical centre in Orléans made it possible to concentrate the main resources in a single location and to develop a structure for co-ordinating activities in France and abroad.

In 1990, BRGM personnel numbered 1544 officers, of which 954 were senior staff. The BRGM is organized around three operational branches, comprising the national geological service, soil and subsoil services and mining activities; and two strategic support branches - the scientific branch and the development branch. This structure allows it to develop activities according to three approaches: as a public service within the national geological service; as a service corporation acting in the competitive sector; and as the parent corporation of an international mining group.

The BRGM has activities in the following fields: geological surveys of the land base; exploration and development of mineral resources; management of ground water; protection of the environment; and subsoil studies related to civil engineering projects.

The annual budget for scientific research allocated by the government to the BRGM is about 200-million francs (23% of the total budget), including funds from the EEC. The scientific management of the BRGM is responsible for research programming, management of the resources allocated and follow-up and evaluation of the results of research projects. It has several evaluation structures to which are associated the researchers from the outside agencies. The BRGM is an important centre for training through research: about fifty students are preparing their doctoral theses here, most of whom receive BRGM scholarships.

The BRGM does not have a corps of researchers. Provided there is enough uninterrupted time spent on scientific projects, this type of structure benefits the continuous training of researchers and favours the downstream transfer of the results, but it does assume a particularly effective evaluation system.

The research program is structured around the following main themes: (1)environment; (2)-geological mapping of the national land base; (3)management and protection of ground-water resources; and (4)metallogeny, exploration and raw materials beneficiation. In the environmental field, the emphasis is on processes of pollutant transfer between the unsaturated zone and the water table, natural hazards (seismic, volcanic, land movements) and waste storage (including nuclear waste). Multicriteria mapping is one of the priority objectives. Two scientific projects in support of the surveys are in progress (the north Breton Cadomien and the Velay zone in the French Massif Central). The BRGM is responsible for managing the national program on the "deep crustal geology of France". In addition to understanding and modelling phenomena occurring in the saturated and unsaturated zones, the various aspects relating to the management and quality of ground-water resources are dealt with. The BRGM is co-piloting a major European project on the "hot dry rocks" of Soultz-sous-Forêts. In the area of metallogeny and mineral exploration, research is focused on an understanding of the mechanisms by which metallic elements are concentrated, essential for the development of new exploration methods. In mineral processing, efforts are aimed at process computerization, bioprocessing of refractory minerals and optimization of industrial mineral properties. A new project on "environmental mineral processing" will be initiated.

In addition to the EEC countries, the BRGM is developing relations in scientific collaboration with similar agencies in most of the industrialized countries. Many co-operation agreements attest to this. A recent important opening toward the countries of Central and Eastern Europe is developing.

HISTORIQUE

Le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) a été créé par décret ministériel du 23 octobre 1959 pour regrouper au sein d'une même structure quatre organismes géologiques de statuts différents, organismes qui ont vu le jour dans les années qui suivirent la fin de la seconde guerre mondiale, à l'exception du BRGGM, créé en 1941.

Ces organismes étaient:

- le Bureau Minier de la France d'Outre-Mer (BUMIFOM),
- le Bureau de Recherches Minières de l'Algérie (BRMA),
- le Bureau Minier Guyanais (BMG),
- le Bureau de Recherches Géologiques, Géophysiques et Minières de la France Métropolitaine (BRGGM).

En 1961, le BRGM reprend l'activité et le personnel du Service de la Carte Géologique de Guyane. Enfin, le Service de la Carte Géologique de France, créé en 1868 en tant qu'un service extérieur de la Direction des Mines, a fusionné avec le BRGM le 1er janvier 1968, date de son centenaire. Cette fusion entraînera une forte augmentation des études géologiques de base, de l'activité de recherche scientifique, et ouvrira le BRGM vers le monde universitaire français (G. Sustrac, 1986).

Le regroupement à Orléans, à partir de 1965, a été fondamental dans l'évolution du BRGM. Il a permis de créer un centre scientifique et technique doté, grâce à l'appui du Ministère de la Recherche de l'époque, des moyens d'investigation les plus modernes et de constituer une structure de coordination générale de toute l'activité du BRGM en France et à l'étranger (Ph. Bourrelrier, 1984).

Le BRGM est organisé autour de trois directions opérationnelles: Direction du Service Géologique National, Direction Services sol et sous-sol, Direction des Activités minières et deux directions d'appui stratégiques: Direction scientifique, Direction du développement.

Le principe d'une importante recherche scientifique au BRGM est étroitement lié aux fonctions qui lui ont été assignées au moment de sa création. Cette vocation recherche a rapidement entraîné de nombreux contacts avec le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) dont plusieurs laboratoires sont venus s'installer également à Orléans, à côté du BRGM, et tout à fait naturellement, également avec l'Université d'Orléans.

Ainsi, dans le but de structurer des recherches dans le domaine de la métallogénie, un Groupement de Recherche (GDR) a été créé en 1977 entre le Centre de Recherches sur la Synthèse et la Chimie des Minéraux du CNRS, l'Université d'Orléans et le BRGM. Depuis, ce Groupement a acquis une solide renommée internationale dans le domaine de la métallogénie de roches basiques et ultrabasiques ainsi que dans celui des processus minéralisants liés à l'évolution des granitoïdes.

Dans le même esprit de collaboration, plusieurs équipements lourds ont été installés dans le cadre de laboratoires communs.

Ensemble avec l'Agence Française sur la Maîtrise de l'Energie (AFME), le BRGM a créé un Institut Mixte de Recherches Géothermiques (IMRG), le pivot en France de la recherche scientifique en géothermie.

En 1982, une Mission Générale de Coordination Scientifique a été créée au BRGM, transformée en 1985, à la demande du ministre de la recherche et de la technologie, en une Direction scientifique. Cette création

a considérablement renforcé la programmation et l'évaluation de la recherche au BRGM.

RECHERCHE SCIENTIFIQUE AU BRGM

Structure de programmation et d'évaluation

L'orientation d'un programme de recherche appliqué est du ressort du bailleur de fonds qui se détermine à la fois en fonction des besoins issus de ses finalités et préoccupations propres et en fonction des idées venant des équipes de recherche. La recherche scientifique du BRGM doit trouver sa justification première dans le développement des activités en Sciences de la Terre des entreprises françaises et dans l'amélioration des connaissances sur le sous-sol du territoire national. Etant également une entreprise de services et un investisseur minier, le BRGM est un bénéficiaire potentiel important de ses travaux de recherche. Il faut cependant éviter une auto-alimentation totale et pratiquer une écoute active des besoins de secteurs économiques dépendant des Sciences de la Terre.

La recherche scientifique financée sur les crédits publics du Ministère de la recherche et de l'espace abondés par des fonds de concours venant en majorité de la C.E.E., ne représente que l'une des missions dévolues au BRGM. En effet, outre le rôle que le BRGM joue en tant qu'un centre de recherche dans le domaine des Sciences de la Terre, les pouvoirs publics lui ont confié des missions du service public, de l'exploration et du développement miniers.

En 1991, la recherche scientifique représentait 22 % de l'activité totale du BRGM, alors que les activités de service ont atteint 57%. Le budget alloué à la recherche en 1992 est de 208,5 millions FF. Ces chiffres montrent une faible proportion budgétaire de la recherche scientifique au BRGM, bien que le Service Géologique National se trouve en son sein. Du fait de la diversification de ses activités, le BRGM ne dispose pas d'un corps spécifique de chercheurs et chaque agent peut être amené à participer à l'effort de la recherche pour une partie de son temps seulement. Cette situation nécessite une bonne maîtrise de la programmation et d'évaluation de la recherche scientifique qui est la préoccupation majeure et continue de la direction scientifique du BRGM.

Deux structures d'orientation et d'évaluation de la recherche ont été mises en place :

1. Le "Comité des Sciences de la Terre" placé auprès du conseil d'administration du BRGM donne son avis sur l'évolution des besoins et des moyens en matière de géologie, d'environnement et de maîtrise des ressources du sous-sol et suit la préparation des programmes de

recherche scientifique et de service public. Ses 33 membres, nommés par arrêté ministériel, représentent le monde scientifique d'une part (21 membres) et le monde industriel d'autre part (12 membres). Plusieurs représentants des organismes de recherche et de l'industrie des pays membres de la C.E.E. siègent à ce Comité.

2. Les "Comités d'orientation et d'évaluation sectoriels" (CORES), au nombre de trois, présidés par les scientifiques de renom, extérieurs au BRGM. Il s'agit des CORES suivants: (i) connaissances géologiques de base; (ii) eau -e nvironnement - aménagement ; (iii) ressources minérales. Ils donnent leur avis sur la qualité des projets de recherche et sur les résultats obtenus.

Une contractualisation des projets de recherche a été décidée en 1990; les projets font l'objet d'un contrat entre la direction scientifique et le chef de projet. Par ailleurs, le contrat est co-signé par le responsable hiérarchique direct du chef de projet. La contractualisation est devenue une nécessité, car la plupart des projets sont pluridisciplinaires et mobilisent les chercheurs ou les équipes, localisés dans les différentes directions opérationnelles du BRGM. Ainsi, la recherche scientifique constitue un "ciment" liant les unités du BRGM. Il faut cependant veiller à ce que la contractualisation n'entrave pas l'émergence d'idées nouvelles, c'est-à-dire qu'elle n'empiète pas sur la créativité scientifique.

Afin d'assurer aux chercheurs du BRGM la pleine reconnaissance de leur carrière, les critères d'évaluation ont été arrêtés. Deux niveaux d'évaluation sont pris en considération :

(i) Evaluation de la qualité intrinsèque des projets de recherche, de leur impact sur la stratégie scientifique du BRGM et de leur impact extérieur.

(ii) Evaluation des chercheurs basée sur une optique de valorisation multicritères comprenant: les publications, les communications à des congrès, colloques et séminaires, les thèses, mais également les capacités d'animer une équipe de recherche et les capacités d'ouverture vers l'extérieur, à l'échelle nationale et/ou internationale.

Orientation de la recherche scientifique au BRGM

Le programme de recherche est structuré autour des axes principaux suivants (la répartition budgétaire 1992, en pourcents, est donnée entre parenthèses) :

1. Environnement, gestion et protection des ressources en eaux souterraines, géothermie, risques naturels (32,4%).

2. Cartographie géologique et connaissances géologiques du territoire national (34,2%).

3. Métallogénie, exploration et valorisation des matières premières (19,6%).

4. Outils et méthodes de base (minéralogie, pétrologie, analyses, géophysique, informatique géologique) (13,8%).

Ces axes correspondent aux domaines d'excellence du BRGM que la direction scientifique s'engage à promouvoir et à développer.

Par ailleurs, le BRGM bénéficie de deux attributions budgétaires fléchées d'intérêt national:

- le programme national "Géologie profonde de la France";

- les "Recherches en Partenariat Industriel" permettant de répondre aux besoins exprimés par les industriels et réunissant autour d'un sujet de recherche les chercheurs du BRGM et les représentants de sociétés industrielles.

Il faut souligner que le BRGM est un important centre de formation par la recherche. En effet, une cinquantaine d'étudiants y élaborent leurs thèses et le BRGM attribue chaque année quinze bourses de thèse environ.

PRINCIPAUX SUJETS DE RECHERCHE

Il n'est pas possible, dans le cadre de cet article, de mentionner tous les projets de recherche actuellement en cours au BRGM. Nous ne commenterons succinctement que les projets qui jalonnent les axes de recherche majeurs.

Environnement, eau souterraine, risques, géothermie :

Dans le domaine de l'environnement, l'accent est mis sur les pollutions diffuses des sols et des eaux souterraines, comprenant à la fois le problème de la migration des micropolluants organiques dans les aquifères et les études sur la mobilité des métaux lourds dans les sols et les eaux. Ces recherches sont fortement soutenues par la C.E.E.

Le stockage des déchets représente également un thème important, orienté vers le comportement hydrique des déchets et le perfectionnement d'outils de contrôle des structures confinantes. Plusieurs projets de recherche s'intéressent à des phénomènes d'interaction eau-roche dont l'étude est directement applicable tant à la modélisation de panaches polluantes autour des structures de stockage des déchets industriels et urbains qu'à la circulation des fluides dans les sites sélectionnés pour le stockage des déchets nucléaires.

On poursuit des recherches sur les méthodologies d'épuration. Ainsi, le traitement des eaux par

géoépuration a été abordé ainsi que la technique de biodégradation d'hydrocarbures, in situ, dans le cas de pollution des eaux souterraines. Les résultats de cette expérimentation s'avèrent particulièrement prometteurs.

En ce qui concerne les risques naturels, l'accent est mis sur les sous-thèmes suivants: aléa sismique régional et réduction du risque sismique dans une grande ville de sismicité faible (Nice); meilleure connaissance des divers types de mécanismes éruptifs volcaniques et son application à la méthodologie de surveillance et la métrologie ; prévention des risques générés par les mouvements de terrain.

Une attention particulière est consacrée à l'étude du milieu rocheux fracturé, plus spécifiquement à son comportement hydromécanique. En effet, cette recherche est d'une importance fondamentale tant pour la création d'échangeurs géothermiques de type "hot dry rocks" que pour la circulation des fluides autour des sites de stockage des déchets nucléaires.

Dans le domaine de la gestion et de la protection des ressources en eaux souterraines, les projets de recherche visent la compréhension et la modélisation des phénomènes fondamentaux survenant dans la zone non saturée et la zone saturée d'une part, et les différents aspects de la gestion des ressources en eaux, d'autre part. La recherche est fortement orientée vers les développements informatiques concernant la modélisation de l'hydrodynamique et l'hydrochimie des aquifères et l'établissement d'un système interactif d'aide à la décision en matière de gestion des eaux.

Les recherches en géothermie sont focalisées sur le grand projet européen "hot dry rocks" de Soultz-sous-Forêts, ayant pour objectif d'établir un avant-projet du prototype d'échangeur souterrain de chaleur dans un socle granitique. Ce projet mobilise de nombreuses équipes allemandes, britanniques et françaises. L'exploitation des ressources géothermiques du Dogger du Bassin de Paris s'est heurtée à des problèmes liés à la corrosion des installations. La compréhension des processus corrosion-dépôts dans les doublets géothermiques doit profiter des connaissances obtenues dans le cadre des projets sur l'interaction eau-roche, mentionnés plus haut.

Cartographie géologique et connaissance géologique du territoire national

En 1992, près de 90 % du territoire métropolitain seront couverts par les coupures de la carte géologique au 1/50.000. Le contrôle de la qualité des levés incombe au Comité de la Carte Géologique de France. Une nouvelle édition de la carte géologique de la France au 1/1.000.000 est actuellement en cours. La cartographie géologique de

demain constitue l'un des objectifs prioritaires du projet de recherche sur la cartographie multicritères.

Un soutien substantiel est accordé aux deux projets scientifiques d'appui aux levés qui mobilisent, outre les chercheurs du BRGM, plusieurs équipes universitaires et du CNRS. Il s'agit du projet "Cadomien nord-breton" visant une compréhension géodynamique du segment de la chaîne cadomienne et du projet "Le Velay" ayant pour objectif la compréhension de la mise en place d'un vaste dôme migmatitique à la fin de l'orogénèse hercynienne.

Le programme national "Géologie profonde de la France" est à sa quatrième cible, le site de Balazuc, où le programme de recherche est orienté vers des modélisations de la circulation des fluides dans un contexte de paléomarge distensive.

Métallogénie, exploitation et valorisation des matières premières

Historiquement, le pôle orléanais des Sciences de la Terre est fortement orienté vers la métallogénie et la valorisation des minerais. Les projets de recherche sont focalisés sur la compréhension des mécanismes de concentration d'éléments métalliques dans des systèmes magmatiques et hydrothermaux, compréhension qui est essentielle pour le développement de nouvelles méthodes d'exploration. Récemment encore, l'accent a été mis sur la métallogénie de l'or, mais une diversification des sujets vers les gisements des métaux de base (Pb-ZnCu) vient d'être opérée. Ainsi, d'importants projets de recherche soutenus par la C.E.E. et concernant les minéralisations Pb-Zn de couverture et des amas sulfurés étaient lancés en 1990 et se poursuivent.

Les métaux de haute technologie font l'objet des projets sur les minéralisations en terres rares et sur les gisements de platinoïdes fortement enrichis en Pt et Rh. Ces projets sont développés dans le cadre d'une coopération scientifique internationale avec plusieurs pays à fort potentiel minier (Gabon, Australie, Madagascar, Albanie).

La prospection géochimique demeure focalisée sur les processus de dispersion des métaux en milieu tropical, mais l'interprétation des anomalies de fuite, en particulier associées aux amas sulfurés, devient un objectif important.

Dans le domaine de la minéralurgie, les thèmes suivants sont traités: flottation en colonne, bio-traitements des minerais sulfurés réfractaires, optimisation des minéraux industriels de charge et informatisation des procédés de traitement des matières premières minérales.

Outils et méthodes de base

L'accent est mis sur les outils géochimiques appliqués à la paléoclimatologie et d'une manière plus large, à la géoprospective. Par ailleurs, les méthodes analytiques, tant isotopiques que du dosage des éléments en traces appliquées à l'hydrogéochimie et à la géochimie des sols et des roches sont une priorité affichée.

PROJETS FUTURS

Le domaine de l'environnement constitue une priorité pour les années à venir. Pour répondre à de nombreux besoins exprimés pour la sauvegarde et la réhabilitation des ressources en eau, mais également du sol et du sous-sol, une étude intégrée des processus de transfert de polluants de la zone non saturée à la zone saturée sera menée. Cette recherche comprendra à la fois des études en laboratoire, de terrain et des modélisations couplées pour mettre au point des méthodes et outils de prévention, de réhabilitation et de gestion.

Une telle approche nécessite une bonne maîtrise de la métrologie, tant au laboratoire que sur le terrain; ceci implique l'élaboration d'une politique coordonnée de sites expérimentaux bien instrumentés permettant de travailler, selon les cas, sur le court et le long terme. La compréhension des processus propres à la zone non saturée s'appuiera sur l'étude des interactions fluides-minéraux et sur les processus de piégeage des micropolluants minéraux et organiques.

Une attention particulière sera portée aux problèmes relatifs à l'environnement minier. Nous espérons que ce sujet de recherche sera développé au niveau européen. L'utilisation des procédés minéralurgiques pour le traitement des rejets industriels constitue également une ouverture importante, en particulier dans la conjoncture économique actuelle.

Pour ce qui concerne la cartographie géologique, des recherches sur de nouvelles voies de mise en forme des informations géologiques disponibles, de façon à pouvoir répondre aux besoins des utilisateurs seront poursuivies. Des recherches particulièrement importantes, telles que la fracturation du bâti rocheux et sa perméabilité aux fluides, l'interaction fluides-minéraux et les approches permettant de déboucher sur le concept de géoprospective, seront renforcées.

La nécessité de moderniser des outils d'exploration minière nous conduit à privilégier la méthodologie de l'exploration de gîtes profonds et cachés dans laquelle la géochimie des gaz et des ultra-traces jouera un rôle important.

Une voie nouvelle est en train d'être ouverte. Il s'agit des recherches sur les géomatériaux dont les utilisations

peuvent être élargies et des applications industrielles nouvelles proposées.

REMERCIEMENTS

Outre les références indiquées ci-dessous, cet article est largement basé sur de nombreuses notes internes de la direction scientifique, rédigées entièrement ou pro parte par mes collaborateurs, MM. A. Autran, G. Scolari, G. Sustrac et P. Valla, directeurs à la direction scientifique que je tiens à remercier ici.

RÉFÉRENCES

Bourrelier, P.-H.

1984: Le Bureau de Recherches Géologiques et Minières de 1974 à 1984. Unpublished BRGM report, 39p.

Sustrac, G.

1986: Le BRGM hier et aujourd'hui: 25 années d'évolution dans les applications des Sciences de la Terre. Unpublished BRGM report, 65p.

Rôles et fonctions des commissions géologiques des États et du Commonwealth en Australie

P.E. Playford

Playford, P.E., Rôles et fonctions des commissions géologiques des États et du Commonwealth en Australie; dans Les commissions géologiques nationales au XXI^e siècle, compilation de Bouchard, D.S. et al.; Commission géologique du Canada, Bulletin 446, p. 17-25, 1993

Résumé

Des commissions géologiques ont été créées dans chacune des colonies australiennes pendant la deuxième moitié du XIX^e siècle: Victoria en 1852, Queensland en 1868, Nouvelle-Galles-du-Sud en 1875, Australie-Méridionale en 1882, Tasmanie en 1883 et Australie-Occidentale en 1888. La confédération des colonies en Commonwealth d'Australie en 1901 n'a pas mené à la constitution d'une commission géologique nationale. Aux termes de la constitution australienne, les droits miniers appartiennent aux états et les levés géologiques sont donc considérés relever des états plutôt que du Commonwealth. Au lendemain de la deuxième guerre mondiale, il fut toutefois décidé qu'il fallait avoir une organisation nationale pour faciliter la cartographie géologique et donner au gouvernement national des conseils en matière de ressources terrestres. C'est ainsi que fut établi, en 1946, le Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics (BMR), qui, depuis, fonctionne essentiellement comme commission géologique nationale. La dernière commission géologique à être créée en Australie a été celle du Territoire-du-Nord, qui a été établie en 1970.

Le principal rôle de ces commissions géologiques est de recenser et d'interpréter la géologie de l'état ou du territoire, de fournir les résultats de ces travaux au gouvernement, au secteur privé et au public, et de donner des conseils à propos de questions connexes dans les domaines de l'environnement, de l'occupation des sols et des ressources. Les recherches géoscientifiques qu'elles effectuent consistent surtout en travaux sur le terrain et notamment en travaux de cartographie géologique. Elles poursuivent également des recherches approfondies dans des domaines comme la géologie structurale, la pétrologie, le régolite, la géochimie, l'hydrogéologie, la paléogéographie, la géologie de l'environnement, la métallogénie, la géomécanique, la géochronologie, la paléontologie, la géophysique et les applications géoscientifiques de l'informatique, notamment la constitution de bases de données.

Le Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics (BMR) conseille le gouvernement national, le secteur privé et le public en matière de géologie du continent et à propos de diverses questions d'intérêt national concernant l'environnement, l'occupation des sols et les ressources. Il est également responsable des travaux géoscientifiques dans le territoire antarctique et divers territoires insulaires de l'Australie. Il joue un plus grand rôle que les commissions géologiques dans le domaine de la géologie marine, étant donné que les zones extracôtières de l'Australie relèvent du gouvernement national en vertu de la Constitution. Toutefois, l'administration courante des ressources minérales et pétrolières extracôtières a été déléguée par voie de législation aux divers états et territoires.

¹Director, Geological Survey of Western Australia, Mineral House, 100 Plain Street, East Perth, Western Australia 6004, Australia

Les recherches du BMR sont surtout axées sur les travaux sur le terrain, et la cartographie est effectuée en étroite collaboration avec les commissions géologiques, dans le cadre du National Geoscience Mapping Accord, coordonné aux congrès annuels des géologues en chef des administrations. Aux termes de cet accord, le BMR et les commissions géologiques collaborent à un programme qui vise à produire une nouvelle génération de cartes géologiques du continent.

Le BMR effectue également des recherches approfondies dans les domaines dont s'occupent les commissions géologiques, mais se concentre sur les secteurs d'importance nationale. Toutefois, contrairement à la plupart des commissions géologiques, le Bureau est également responsable d'un vaste programme d'acquisition et de traitement de données géophysiques, qui comprend notamment la réalisation de levés sismiques et de levés géophysiques aéroportés. En outre, le BMR a la principale responsabilité de la surveillance et de la recherche sismiques et géomagnétiques dans toute l'Australie.

L'autre organisme fédéral qui a des responsabilités dans le domaine des sciences de la Terre est la Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), qui a commencé à faire des recherches sur les ressources minérales en 1926. Les principales recherches géoscientifiques de la CSIRO sont maintenant effectuées dans quatre divisions: la division de la géologie d'exploration, qui cherche de meilleures méthodes géologiques, géophysiques et de télédétection pour l'exploration minière et pétrolière; la division de la géomécanique, qui effectue des études géotechniques dans les domaines de l'exploitation minière, de la mise en valeur des ressources pétrolières et du génie civil; la division des ressources hydriques, qui est responsable de la recherche hydrogéologique; et la division des sols, qui effectue des recherches géologiques, géotechniques et pédologiques.

De l'avis général des industries minières et pétrolières australiennes, la cartographie géologique et le traitement des données géoscientifiques sont les plus importantes fonctions des commissions géologiques et du BMR. Toutefois, en raison d'un manque de ressources, aucun de ces organismes n'offre actuellement un niveau de service satisfaisant, notamment en cartographie. En conséquence, l'ambitieux programme national de cartographie géoscientifique (National Geoscience Mapping Accord) a pris beaucoup de retard. En fait, dans la plupart des commissions géologiques, l'insuffisance des ressources financières et humaines a entraîné un important déclin des activités de cartographie au cours des 15 à 20 dernières années. Si cette tendance ne se renverse pas, il est probable qu'elle aura de profonds effets à long terme sur l'industrie minière (la plus importante du pays), ainsi que sur la gestion de l'environnement et l'aménagement du territoire.

Abstract

Geological Surveys were established in each of the Australian colonies during the second half of the nineteenth century -- Victoria (1852), Queensland (1868), New South Wales (1875), South Australia (1882), Tasmania (1883), and Western Australia (1888). Federation of the colonies to form the Commonwealth of Australia in 1901 did not result in the establishment of a national geological survey. Under terms of the Australian Constitution, mineral rights remained with the states, and consequently geological survey work was seen as a state rather than Commonwealth responsibility. However, it was decided after World War II that there was a need for a national organization to facilitate geological mapping of the continent and to advise the Commonwealth Government on earth-resources issues. Consequently the Commonwealth Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics (BMR) was established in 1946, and since then has functioned essentially as a national geological survey. The last geological survey to be established in Australia was that of the Northern Territory, in 1970.

The primary role of each state/territory geological survey is to record and interpret the geology of its state or territory, to provide the results to government, industry, and the general public, and to advise on relevant environmental, land-use, and resource issues. Geoscientific research by the surveys is primarily field based, concentrating especially on geological mapping. They also conduct detailed research in fields such as structural geology, petrology, the regolith, geochemistry, hydrogeology, basin analysis, environmental geology, metallogeny, geomechanics, geochronology, paleontology, geophysics, and geoscientific computer applications, including database development.

The Bureau of Mineral Resources (BMR) functions as the advisor to the Commonwealth Government, industry, and the general public on the geology of the continent, and on various environment, land-use, and resources issues of national interest. It is also responsible for geoscientific work in Australia's Antarctic Territory and various island territories. The BMR has a greater role than the geological surveys in relation to offshore geology, as the Commonwealth has constitutional jurisdiction over Australia's offshore areas. However, day-to-day administration of offshore minerals and petroleum has been delegated through legislation to the respective state and territory governments.

The BMR's research is largely field oriented, and mapping is carried out in close cooperation with the geological surveys, through the National Geoscience Mapping Accord, coordinated by the annual Chief Government Geologists' Conference. Under the terms of this Accord, an agreed program to produce a new generation of geological maps of the continent is being shared by the BMR and geological surveys.

The BMR also conducts detailed research in the categories listed above for the geological surveys, focusing on areas of national importance. However, unlike most surveys, the Bureau is also responsible for extensive geophysical data acquisition and processing, especially through seismic and airborne geophysical surveys. In addition, the BMR has primary responsibility for earthquake and geomagnetic monitoring and research throughout Australia.

The other federal agency with responsibilities in geoscience is the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), which first became involved in minerals research in 1926. CSIRO's principal geoscientific research is now carried out in four divisions: The Division of Exploration Geoscience, which seeks to develop improved geological, geophysical, and remote-sensing methods for mineral and petroleum exploration; the Division of Geomechanics, which undertakes geotechnical studies associated with mining, petroleum development, and engineering construction; the Division of Water Resources, which is responsible for hydrogeological research; and the Division of Soils, which undertakes geological, geotechnical, and pedological research.

There is a general consensus in Australia that geological mapping and geoscience data handling are the most important functions of geological surveys and the BMR from the point of view of the mining and petroleum industries. However, none of these agencies are now providing adequate levels of service, especially with regard to mapping, because of the lack of sufficient resources. Consequently the ambitious National Geoscience Mapping Accord is falling well behind schedule. Indeed, in most surveys there has been a substantial decline in mapping over the past 15-20 years, associated with falling levels of funding and staffing. If this trend is not reversed, it is likely to have long-term adverse effects on the nation's largest industry, mining, and on environmental management and land-use planning.

INTRODUCTION

Le but premier de cet exposé est de présenter dans une perspective australienne les rôles et fonctions des organismes géoscientifiques gouvernementaux, de même que l'évolution de leurs mandats et responsabilités administratives face aux organismes fédéraux. Des commentaires portent également sur la façon dont ces responsabilités risquent de changer dans l'avenir.

En Australie, l'élaboration des programmes géoscientifiques gouvernementaux a différé quelque peu de celle de la plupart des autres pays. En effet, bien que des commissions géologiques coloniales (devenues par la suite des commissions d'État) distinctes aient été créées entre le milieu et la fin du XIX^e siècle, soit pendant la grande période de formation des commissions géologiques partout dans le monde, il a fallu attendre le milieu du XX^e

siècle pour que soit mis sur pied un organisme géoscientifique national (le BMR, ou *Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics*). Cette situation s'explique par le fait que l'Australie n'a pas constitué une nation unique avant 1901, date à laquelle les six colonies britanniques autonomes du continent se sont réunies en une fédération ayant abouti à la création du Commonwealth d'Australie. Chaque colonie avait mis sur pied sa propre commission géologique pendant la deuxième moitié du XIX^e siècle, généralement par suite de découvertes de minéraux ou dans le but de faire de telles découvertes. Par conséquent, au moment de la naissance de la fédération, il ne semblait pas nécessaire de créer une commission géologique nationale. En outre, en vertu de la Constitution australienne approuvée par référendum dans chaque colonie, seuls certains pouvoirs étaient délégués au Commonwealth, le reste, y compris les droits minéraux sur terre, étant laissé aux mains des États. Cela signifiait donc que les travaux géologiques étaient la

prérogative des gouvernements des États. Cette situation est restée pratiquement inchangée jusqu'à la création du BMR du Commonwealth en 1946. On est à planifier les célébrations du 50^e anniversaire du BMR en 1996. Les lecteurs trouveront dans Crespin (1965), Denmead (1968), Johns (1976), Day (1990), Playford (1990) et Cramsie (1992) des références historiques sur les origines et les fonctions du BMR et des commissions géologiques des États et territoires.

L'autre organisme fédéral assumant d'importantes responsabilités dans le domaine géoscientifique est la *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization* (CSIRO), qui a commencé à faire des recherches sur les minéraux en 1926. Depuis ce temps, les sciences de la Terre ont connu une expansion constante au sein de plusieurs divisions de la CSIRO. Toutefois, le rôle de ces dernières dans le domaine géoscientifique ne s'étend pas à la cartographie géologique ni aux autres fonctions normalement dévolues aux commissions géologiques.

LE RÔLE ET LES POUVOIRS DES ORGANISMES GÉOSCIENTIFIQUES GOUVERNEMENTAUX

Les commissions géologiques des États et du Territoire du Nord

Le rôle premier des commissions géologiques est de décrire et d'interpréter les caractéristiques géologiques de chaque État ou territoire, de transmettre les résultats de leurs recherches au gouvernement, à l'industrie et au grand public et de donner des conseils sur des questions touchant l'environnement, l'utilisation des terres et les ressources. La recherche géoscientifique effectuée par les commissions des États et territoires est surtout axée sur le terrain, les efforts étant concentrés spécialement sur la cartographie géologique aux échelles du 1/250 000 et du 1/100 000 principalement. Des recherches détaillées portent également sur des domaines spécialisés comme la géologie structurale, la pétrologie, la géochimie, l'hydrogéologie, l'analyse des bassins sédimentaires, la géologie de l'environnement, la métallogénie, la géomécanique, la géochronologie, la stratigraphie, la paléontologie, la géophysique et les applications informatiques des sciences de la Terre, y compris la constitution de bases de données.

Chaque commission géologique relève du ministère des Mines (ou son équivalent) de l'État ou du territoire où elle se trouve et, dans la plupart des cas, son directeur relève du chef permanent du ministère.

Plusieurs commissions géologiques ont connu des changements structuraux importants ces dernières années, ceux-ci étant associés aux nombreuses enquêtes officielles et aux réorganisations auxquelles ont participé les autorités gouvernementales de toute l'Australie. Dans certains cas, des fonctions traditionnelles des commissions géologiques dans des domaines comme l'hydrogéologie ont été transférées à d'autres organismes gouvernementaux ou à d'autres sections du ministère des Mines, ce qui a réduit la capacité des commissions touchées. Dans plusieurs cas, ces changements se sont accompagnés d'une réduction du personnel et du financement. La plupart de ces problèmes n'ont pas touché la *Geological Survey of Western Australia* (GSWA), principalement parce qu'elle est située dans l'État minier le mieux nanti et qu'elle a bénéficié d'un soutien politique solide de la part de l'industrie.

Au cours des cinq dernières années, le financement et les effectifs de la plupart des commissions géologiques ont diminué, exception faite de celles de l'Australie-Occidentale et du Territoire du Nord; le financement a augmenté dans les deux cas et la première a en outre connu une augmentation modeste de ses effectifs.

Pendant cette même période, le budget du BMR a été accru légèrement pour couvrir les coûts des services fournis par d'autres ministères gouvernementaux.

Le rôle des commissions géologiques dans la manipulation des données d'exploration produites par les industries minières et pétrolières a pris de plus en plus d'importance ces dernières années, particulièrement en Australie-Occidentale et dans le Queensland, où ces industries ont connu une expansion majeure. Le rôle consultatif des commissions dans l'administration des lois sur l'exploitation minière et le pétrole et dans la solution de problèmes touchant l'environnement et l'utilisation des terres s'est grandement accru mais sans s'accompagner d'une augmentation parallèle des effectifs, ce qui a eu pour résultat une diminution des activités de cartographie sur le terrain.

L'importance primordiale de l'exploitation minière dans l'économie australienne et le fait que les cartes géologiques sont à la base même de l'exploration minérale constituent des arguments justifiant une augmentation des effectifs. L'exploitation minière est maintenant la principale industrie du pays et représente la plus grosse part des exportations, l'Australie occidentale et le Queensland étant, de loin, les principaux États miniers.

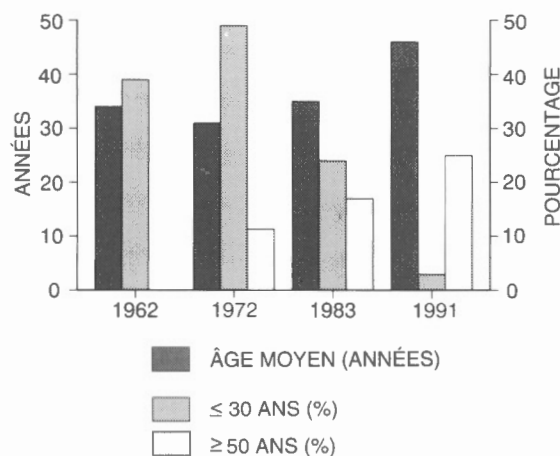
Ces 30 dernières années, beaucoup d'employés de la GSWA ont démissionné au cours de périodes distinctes. Pendant le «boom du nickel» (1968-1971), la commission a perdu près de 75 pour 100 de son personnel; de 1979 à 1981, presque 60 pour 100 des employés ont démissionné. Ces démissions massives s'expliquent du fait que, d'une part, l'industrie minière connaissait une expansion rapide et offrait de bonnes

possibilités d'emploi à l'extérieur du gouvernement et, d'autre part, divers aspects de l'emploi au sein de la commission soulevaient de l'insatisfaction.

Ces dix dernières années, la GSWA a toutefois connu une période stable, ayant réussi à garder ses employés malgré un récent «boom de l'or» au cours duquel la demande de géologues n'a jamais été aussi élevée en Australie. Cette stabilité a été très bénéfique, car la commission a pu conserver l'expertise accumulée, terminer des projets et réduire les coûts élevés du recrutement. Sur le plan négatif, cette stabilité a eu pour résultat un profil d'âge toujours plus élevé, d'où un apport moindre d'idées neuves associées au recrutement de nouveaux employés. De plus, les nombreux géologues ayant quitté la commission au profit de l'industrie ont apporté avec eux l'expertise acquise dans le domaine de la géologie régionale et de la cartographie, une expertise particulièrement intéressante pour les sociétés d'exploration.

En raison, donc, d'un roulement peu élevé des effectifs, le profil d'âge des employés de la commission a augmenté de façon significative au cours des dix dernières années (Figure 1) et il semble évident que l'érosion des effectifs sera surtout causée par les employés prenant leur retraite. On observe des profils d'âge semblables dans la plupart des commissions géologiques de même qu'au sein du BMR et de nombreuses sociétés privées australiennes; c'est l'un symptôme d'une activité économique nationale réduite.

Figure 1. Profil d'âge des employés de la Geological Survey of Western Australia.



Le Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics

Le Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics (BMR) du Commonwealth joue le rôle d'une commission géologique nationale et agit comme conseiller auprès du gouvernement du Commonwealth, de l'industrie et du public en ce qui a trait à la géologie du continent et à diverses questions d'intérêt national touchant l'environnement, l'utilisation des terres, les ressources minérales et la recherche géoscientifique reliée à ces domaines. La plus grande partie de la recherche géoscientifique du BMR est axée sur le terrain, et les travaux de cartographie sont effectués en collaboration étroite avec les commissions géologiques. Le BMR est également responsable des travaux géoscientifiques menés dans le territoire antarctique australien et divers territoires insulaires. Toutefois, contrairement à la plupart des commissions géologiques, le BMR est aussi chargé de la collecte et du traitement d'une grande quantité de données géophysiques, cette collecte se faisant surtout par le biais de levés géophysiques aéroportés et de levés sismiques. De plus, le BMR est le principal organisme responsable du contrôle et de la recherche sismiques et géomagnétiques dans toute l'Australie.

Le BMR joue un plus grand rôle que les commissions géologiques dans le domaine des géosciences extracôtières, étant donné que le Commonwealth a des droits constitutionnels sur les minéraux et le pétrole extracôtiers et qu'il est davantage en mesure d'assumer les coûts que supposent les géosciences marines. Toutefois, l'administration des minéraux et du pétrole extracôtiers a largement été déléguée par règlement au gouvernement de l'État ou du territoire touché. On a accordé à ces gouvernements des droits exclusifs sur le pétrole et les minéraux qui se trouvent sous le fond de la mer territoriale (jusqu'à trois milles nautiques des côtes) et dans les masses d'eau encaissées (les baies côtières et les eaux entre la côte et les groupes d'îles). La zone adjacente, c'est-à-dire celle des eaux au-delà de la limite des trois milles nautiques, est administrée conjointement par les ministres concernés tant du Commonwealth que de l'État ou du territoire en cause. Le ministre de l'État ou du territoire est responsable de l'administration courante de la zone adjacente, mais le ministre du Commonwealth a le dernier mot quand il s'agit de prendre des décisions importantes. Les redevances sur la production dans la zone adjacente sont partagées par le Commonwealth et l'État ou le territoire concerné.

Le rôle du BMR dans la recherche géoscientifique a changé de façon marquée par suite de deux enquêtes gouvernementales menées en 1978 et en 1988. Entre le moment de la création du BMR en 1946 et 1978, la principale fonction géoscientifique de l'organisme avait été la cartographie géologique de l'Australie en collaboration avec les commissions géologiques des États. En 1978, la plus grande partie de la cartographie

avait été effectuée jusqu'à l'étape de la première édition, à l'échelle du 1/250 000, et le gouvernement du Commonwealth décida que le moment était venu de revoir le rôle futur du BMR. L'*Australian Science and Technology Council* (ASTEC) a produit un rapport sur le sujet à l'intention du gouvernement.

L'ASTEC recommandait dans son rapport que le BMR ne fasse plus de cartographie à l'échelle du 1/250 000, cette fonction étant transférée entièrement aux commissions géologiques, et qu'il consacre dorénavant ses efforts à la «recherche stratégique utilitaire» (Australian Science and Technology Council, 1978). Ces recommandations ont été mises en oeuvre sous la direction du professeur R.W.R. Rutland et, au cours des dix années qui ont suivi, le BMR a abandonné presque entièrement son rôle traditionnel dans le domaine de la cartographie géologique pour se livrer à d'autres types de recherches. L'accent a été principalement mis sur la recherche reliée au pétrole (y compris une composante marine grandement élargie) au détriment du programme sur les minéraux.

En 1988, il était évident que le taux de cartographie géologique en Australie avait diminué à un niveau inacceptable en raison de l'incapacité des commissions géologiques des États à combler le vide laissé par le retrait du BMR de ce dossier. Le gouvernement du Commonwealth a donc entrepris un nouvel examen des fonctions du BMR. Cette enquête très étendue a été dirigée par A.J. Woods, qui conclut dans son rapport que la communauté géoscientifique a transmis un message clair, soit que la priorité du programme du BMR devrait être changée et qu'elle devrait être accordée à des cartes et à des ensembles de données «" la fine pointe de la technologie» (Woods, 1988). En d'autres termes, le BMR devrait reprendre son rôle en matière de cartographie systématique, rôle qui avait été abandonné par suite du rapport de l'ASTEC de 1978. Une des recommandations précises de Woods avait trait à la conclusion d'un accord national de cartographie géoscientifique (ANCG) par le BMR et les commissions géologiques des États et territoires en vue de la préparation d'une nouvelle génération de cartes géoscientifiques du continent.

Depuis, le gouvernement du Commonwealth et le BMR ont pris des mesures pour mettre en oeuvre la plupart des recommandations découlant de l'étude de Woods, ce qui a eu pour résultat une nouvelle importance accordée à la cartographie géologique et à la recherche axée sur les besoins de l'industrie. Malheureusement, cette réorientation des priorités s'est accompagnée d'une diminution des ressources à la disposition du BMR, tant sur le plan du personnel géoscientifique que du financement des activités.

La Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO)

L'autre organisme fédéral assumant d'importantes responsabilités dans le domaine des sciences de la Terre est la *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization* (CSIRO). Les principales recherches géoscientifiques de l'organisation sont menées par quatre divisions: celle des géosciences de l'exploration (73 géoscientifiques) met au point des techniques géologiques, géophysiques et de télédétection améliorées pour l'exploration minérale et pétrolière; celle de la géomécanique (23 géoscientifiques) procède à des études géotechniques associées à l'exploitation minière, à la mise en valeur pétrolière et aux travaux de génie civil; celle des ressources hydriques (25 géoscientifiques) est chargée de la recherche en hydrogéologie; et celle des sols (89 géoscientifiques) effectue des recherches géotechniques et pédologiques. Le nombre total des géoscientifiques de ces quatre divisions (210) est pratiquement le même que celui du BMR (211). Les commissions géologiques des États et territoires comptent, au total, 315 géoscientifiques.

Le double emploi de la CSIRO et du BMR a parfois soulevé des préoccupations. Toutefois, dans la plupart des domaines géoscientifiques, il est clair que le chevauchement est réduit ou inexistant. Par exemple, la division des géosciences de l'exploration de la CSIRO n'assume pas le rôle typique d'une «commission géologique». Elle s'occupe de la mise au point de techniques d'exploration, un domaine où la participation du BMR est minimale. En outre, la recherche menée par les divisions de la CSIRO est davantage reliée aux besoins de l'industrie, car au moins 30 pour 100 du budget de fonctionnement des divisions doit provenir de sources extérieures, principalement de l'industrie. Par contre, le financement du BMR vient presque entièrement du Trésor; en 1991, moins de 5 pour 100 du budget du BMR provenait de sources extérieures.

L'INTERACTION ENTRE LES ORGANISMES GÉOSCIENTIFIQUES GOUVERNEMENTAUX

Des liens de travail étroits n'ont pas toujours existé entre les commissions géologiques et le BMR. Plusieurs États ont considéré la création du BMR comme une intrusion dans le domaine des «droits de l'État» et, pendant de

nombreuses années, ils ont effectivement empêché le BMR de travailler dans des parties ou dans l'ensemble de leur territoire. Le BMR n'était donc pas autorisé à procéder à une cartographie géologique systématique en Australie-Méridionale et, jusqu'au milieu des années 1980, il n'a pas pu étudier le Précambrien des blocs Yilgarn et Pilbara en Australie-Occidentale, lesquels sont demeurés le domaine exclusif de la GSWA. On peut se demander si de telles restrictions politiques, malgré leur efficacité, avaient un fondement constitutionnel.

Des restrictions semblables ont été imposées dans certains autres États. Le BMR n'était entièrement libre de procéder à des travaux de cartographie que dans le Territoire du Nord et en Papouasie-Nouvelle-Guinée. Lorsque le Territoire du Nord a créé sa propre commission géologique et que la Papouasie-Nouvelle-Guinée est devenue indépendante, on s'est préoccupé dans certains milieux du fait que le BMR se trouverait dans la situation où il «n'aurait plus d'endroit où aller».

Toutefois, ces dernières années, on a reconnu de plus en plus que le rôle des organismes géoscientifiques gouvernementaux, tant ceux du Commonwealth que des États, avait une importance critique dans la facilitation de l'exploration minérale et pétrolière et dans la formulation de conseils sur les questions géoscientifiques d'intérêt national. Il est généralement admis que les intérêts du pays seront mieux servis si les commissions géologiques des États et du Territoire du Nord collaborent étroitement avec le BMR en partageant la responsabilité de la recherche, qu'elle soit de nature géoscientifique ou autre.

En général, les commissions géologiques des États et territoires ont bien accueilli les activités géoscientifiques de la CSIRO; aucun problème important de chevauchement des efforts n'a surgi et une collaboration étroite a souvent été observée dans des domaines présentant un intérêt commun.

L'ACCORD NATIONAL DE CARTOGRAPHIE GÉOSCIENTIFIQUE (ANCG)

Une des principales recommandations de Woods (1988) se lisait comme suit :

«Il est prioritaire que le BMR et les commissions géologiques des États et du Territoire du Nord, par le biais de la conférence des géologues en chef des administrations et en consultation avec l'industrie et la communauté universitaire, élaborent une stratégie nationale de cartographie géoscientifique (accord national de cartographie géoscientifique) comportant ou précisant les points suivants :

- une évaluation des besoins nationaux actuels et futurs;
- les priorités;

- les buts, les objectifs et les plans à long terme;
- les mécanismes et les procédures de contrôle et d'examen de l'état des cartes, de la couverture cartographique et des programmes de cartographie;
- la nécessité et les moyens d'introduire de nouvelles techniques de pointe (assurant le maintien des normes et la compatibilité des systèmes); et
- les ressources actuellement disponibles pour ce programme et celles nécessaires à l'atteinte des niveaux souhaitables d'activités (traduction).»

Cette recommandation a donné lieu, en 1989, à des discussions entre le BMR, les commissions géologiques des États et territoires, les industries minérales et pétrolières et les institutions universitaires. Chaque commission géologique a élaboré les grandes lignes de la stratégie qu'elle recommandait pour la mise en oeuvre de programmes de cartographie géologique et géophysique propres à son État ou à son territoire pour les 20 prochaines années. Le BMR a colligé ces stratégies en un document intitulé *A National Strategy for Geoscience Mapping* (Bureau of Mineral Resources, 1990). Une partie de la stratégie proposée devait être incluse dans l'ANCG, ce dernier prévoyant que les propositions de cartographie considérées comme ayant une importance nationale dans la mise en valeur des minéraux et du pétrole feraient l'objet de projets exécutés conjointement par le BMR et les commissions géologiques. Au total, 18 secteurs et projets ont été retenus et ils devraient être terminés d'ici l'an 2000 (Figures 2 and 3).

Le récent rapport sur l'exploitation minière produit par un groupe de travail sur les stratégies écologiquement durables (Ecologically Sustainable Strategies Working Group, 1991) a attiré l'attention sur l'importance de l'ANCG en indiquant qu'il permettrait de recueillir des renseignements fondamentaux sur la géologie de l'Australie en vue de l'élaboration de stratégies écologiquement durables à l'intention de l'industrie minière.

Lorsque l'ANCG a été rédigé, il était prévu qu'il ferait l'objet d'ententes écrites entre le Commonwealth et les différents États et le Territoire du Nord. Toutefois, en raison de la conjoncture économique défavorable, les gouvernements concernés n'étaient pas prêts à prendre des engagements fermes face à l'ANCG. Par conséquent, malgré le fait que ce dernier soit actuellement mis en oeuvre et qu'un certain nombre de projets soient déjà avancés, il n'existe pas d'entente formelle. De plus, Woods prévoyait que davantage de ressources provenant du Commonwealth et des États et territoires permettraient d'atteindre les objectifs souhaités de l'ANCG. Encore une fois, les attentes n'ont pas été comblées parce que les mesures voulues n'ont pas été prises, et les divers gouvernements n'ont fourni que peu de ressources additionnelles.

Par conséquent, les objectifs louables de la stratégie nationale de cartographie géoscientifique et de l'ANCG ne pourront être atteints conformément au calendrier prévu (20 ans) si les gouvernements du Commonwealth et des

États et territoires n'augmentent pas de façon substantielle les ressources consacrées aux géosciences. En effet, avec les ressources actuelles, il est peu probable que ces objectifs puissent être atteints en moins de 40 ans.

Figure 2. Projets proposés dans le cadre du *National Geoscience Mapping Accord* (1990-1998).

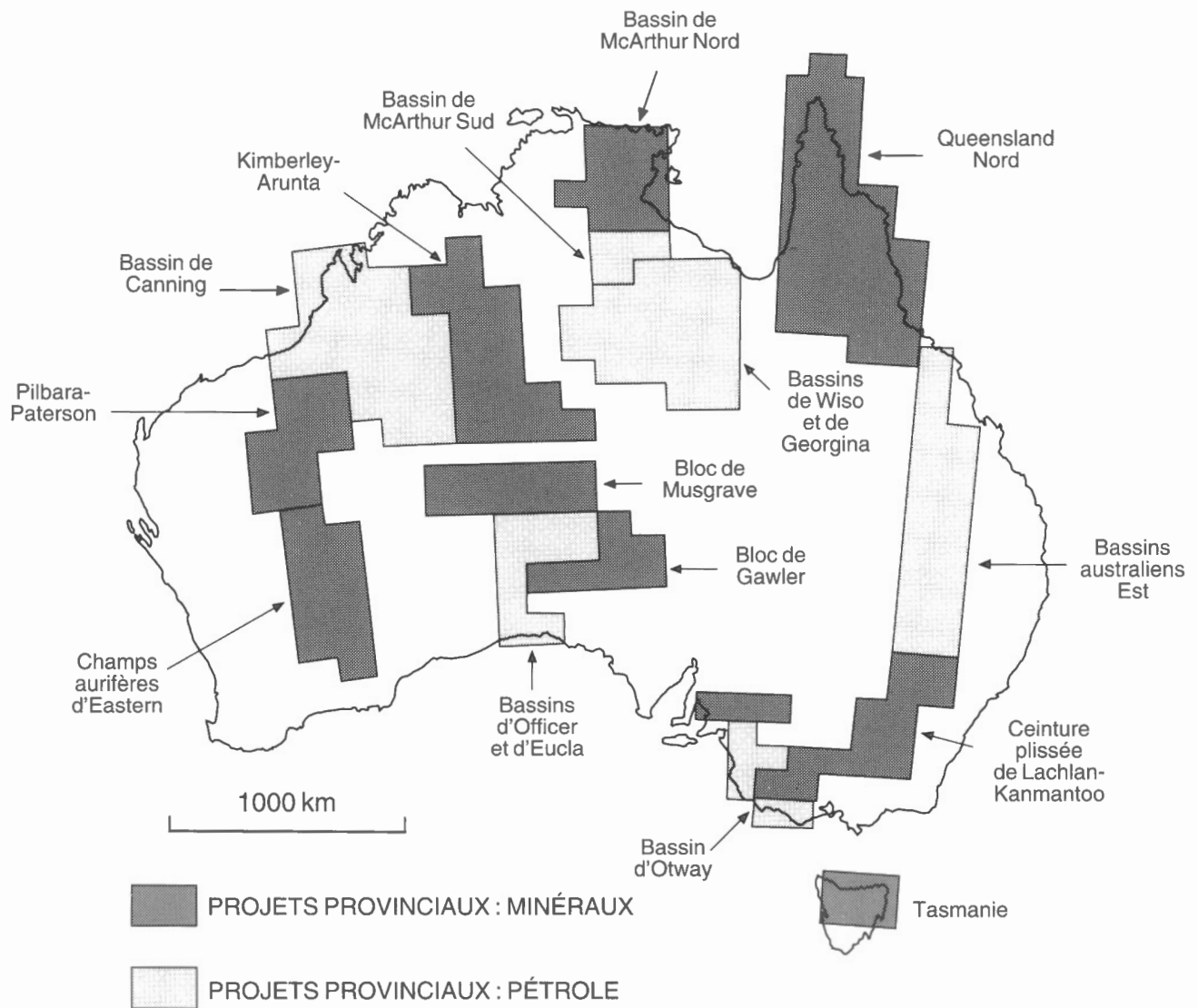
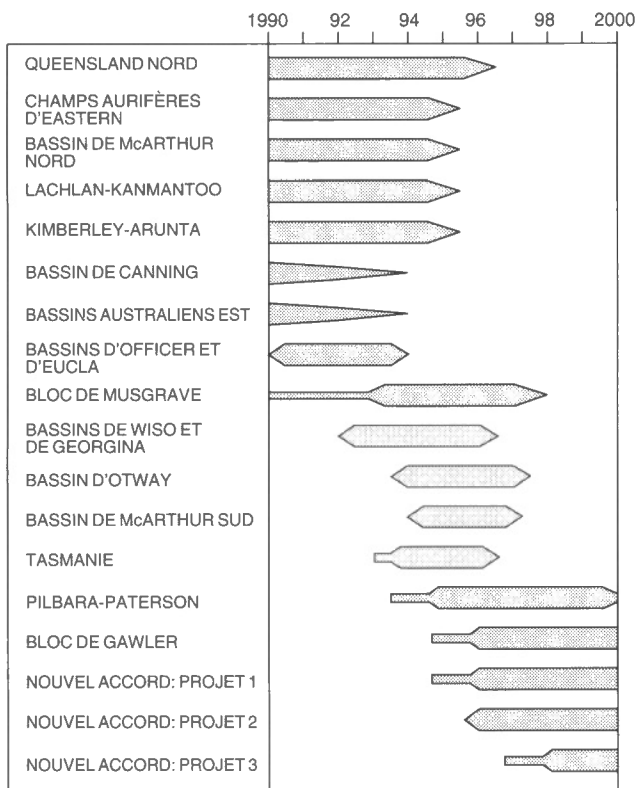


Figure 3. Calendrier proposé : achèvement des projets entrepris dans le cadre du *National Geoscience Mapping Accord*.



LES MÉCANISMES DE CONSULTATION

En Australie, on reconnaît généralement que la collaboration des organismes de recherche est nécessaire dans les principaux domaines de recherche, y compris les sciences de la Terre. On a donc mis en place un certain nombre de mécanismes de consultation pour veiller à la coordination des travaux du BMR, de la CSIRO et des commissions géologiques et pour obtenir de l'industrie et des universités des conseils sur leurs programmes respectifs.

L'*Australian and New Zealand Minerals and Energy Council* (ANZMEC), qui est un conseil formé de ministres, comprend un sous-comité des géologues en chef des administrations regroupant les directeurs des commissions géologiques (dont celle de la Nouvelle-Zélande) et du BMR. Lors de leur conférence annuelle, les membres du sous-comité coordonnent les activités des commissions et échangent des renseignements d'intérêt mutuel, par exemple, sur la mise au point de nouvelles

techniques de pointe. Le directeur de la commission géologique de la Papouasie-Nouvelle-Guinée assiste également à cette conférence à titre d'observateur. Les différents États, le Territoire du Nord, Canberra et la Nouvelle-Zélande sont l'hôte, tour à tour, de la conférence (deux jours plus une excursion de deux ou trois jours). Celle de 1991 a eu lieu à Rotorua, le centre du district thermal de la Nouvelle-Zélande, et celle de cette année, à Bendigo, Victoria, un centre historique d'exploitation de l'or.

Le BMR et la CSIRO ont mis sur pied des comités consultatifs il y a de nombreuses années. Le conseil consultatif du BMR regroupe des représentants des commissions géologiques des États et territoires, de l'industrie et des universités. Il se réunit à Canberra trois fois par année et son but premier est de fournir des conseils sur les programmes et d'autres activités du BMR. Les membres du conseil sont nommés à titre de «parrains» de programmes particuliers; ils sont chargés de surveiller les progrès et la qualité de ces programmes et de faire rapport au conseil.

Le comité consultatif divisionnaire des géosciences de l'exploration de la CSIRO est constitué du même type de représentants que le conseil consultatif du BMR, ses objectifs sont les mêmes et il prévoit le même système de parrainage. Les réunions ont lieu une ou deux fois par année, les centres divisionnaires de Floreat (en banlieue de Perth) et de North Ryde (en banlieue de Sydney) accueillant tour à tour les membres du comité.

En 1986, la GSWA a été la première à constituer un comité consultatif et les autres commissions devraient bientôt emboîter le pas. Son comité de liaison compte des représentants des industries minière et pétrolière, du BMR, de la CSIRO et des départements des sciences de la Terre des universités. Il se réunit deux fois par année pour discuter du programme quinquennal en cours de la commission, formuler des recommandations sur ce programme, surveiller les progrès et s'assurer de la coordination des travaux avec ceux du BMR, de la CSIRO et des institutions universitaires. Les membres du comité sont incités à discuter avec le personnel de la commission afin de se tenir au fait des progrès accomplis et d'obtenir les vues «de la base» sur différentes questions; il n'y a pas de nomination officielle de «parrains». Des sous-comités du Précambrien et de l'hydrogéologie ont été constitués et chargés de s'occuper d'aspects donnés du programme de la commission.

Ces comités consultatifs jouent un rôle important puisqu'ils permettent de s'assurer que les travaux de chaque organisme géoscientifique gouvernemental répondent aux besoins des utilisateurs et que leurs programmes sont coordonnés avec ceux d'autres organismes géoscientifiques et des universités. De nombreux changements importants ont été apportés aux programmes du BMR, des géosciences de l'exploration de la CSIRO et de la GSWA par suite des conseils reçus des comités consultatifs. Il ne fait pas de doute que ces organismes géoscientifiques ont

affermi leur position au sein du gouvernement parce qu'ils ont accepté de réagir positivement aux besoins des utilisateurs, particulièrement si l'on considère que le gouvernement est de plus en plus tenu de rendre des comptes.

LES CONSORTIUMS GÉOSCIENTIFIQUES

Le gouvernement du Commonwealth a récemment fourni des fonds pour créer jusqu'à 50 centres de recherches coopératives en Australie. Chaque centre est formé d'un consortium d'au moins deux organismes de recherche des milieux universitaire, gouvernemental et industriel qui effectuent des travaux conjoints sur un thème particulier dans le domaine des sciences ou de la technologie. Les fonds versés par le gouvernement à la plupart des centres s'élèvent à 1,5_2,0 millions de dollars par année.

Deux centres ont été approuvés et leurs recherches seront axées sur les géosciences de l'exploration. L'*Australian Petroleum Co-operative Research Centre*, qui s'intéresse à l'exploration et à la production pétrolières, est un consortium formé des divisions des géosciences de l'exploration et de la géomécanique de la CSIRO, de l'Université de la Nouvelle-Galles du Sud et de l'Université d'Adelaïde. Le *Co-operative Research Centre for Australian Mining Exploration Technologies*, qui fera des recherches sur les méthodes géophysiques de détection des massifs de minerai enfouis sous le régolite, est un consortium formé de la division des géosciences de l'exploration de la CSIRO, des universités Macquarie et Curtin, de la *World Geoscience Corporation*, de la GSWA et du BMR.

Des consortiums géoscientifiques interuniversitaires ont été créés à Victoria et en Nouvelle-Galles du Sud et un autre devrait être formé en Australie-Méridionale. En Australie-Occidentale, on propose d'étendre cette notion de consortium interuniversitaire de façon à y inclure des organismes géoscientifiques gouvernementaux. Il est prévu que le *Geoscience Institute of Western Australia* sera un consortium regroupant l'Université de l'Australie-Occidentale, l'Université Curtin, la GSWA et la division des géosciences de l'exploration de la CSIRO. Cet institut aura pour but de rehausser l'image des sciences de la Terre en Australie-Occidentale, d'encourager les institutions participantes à entreprendre des travaux coopératifs et de promouvoir l'interaction avec l'industrie. Il agira comme facilitateur afin que le personnel et les installations géoscientifiques de l'Australie-Occidentale soient utilisés de façon optimale.

L'*Australian Research Council* a récemment commandé à l'*Australian Geoscience Council* de préparer un rapport intitulé *Towards 2005—A prospectus for research and research training in the Australian earth sciences* (Australian Geoscience Council, 1992). Ce rapport

souligne l'importance d'une collaboration étroite entre les universités et les organismes gouvernementaux dans le domaine des sciences de la Terre. Une de ses recommandations a trait à l'établissement, grâce à un financement venant du gouvernement du Commonwealth, d'une série de centres géoscientifiques nationaux axés sur les disciplines géoscientifiques dans lesquelles l'Australie a acquis une expertise en recherche et sur les domaines revêtant un intérêt prioritaire national et nécessitant la mise en valeur de la recherche géoscientifique et la formation en recherche. Il est prévu que ces centres feront appel à la participation des universités et des organismes géoscientifiques gouvernementaux.

Le rapport a également mis en lumière les faiblesses, sur le plan de l'expertise ou des ressources disponibles, dans les domaines de la recherche et de la formation en recherche en Australie. La conclusion selon laquelle les études géologiques régionales et la cartographie géologique présentent des faiblesses en raison des ressources inadéquates mises à la disposition des commissions géologiques et du BMR a une importance particulière pour les organismes géoscientifiques gouvernementaux. Le rapport recommande que le gouvernement du Commonwealth et celui de chaque État et territoire augmentent de façon substantielle leur appui à l'ANCG pour qu'une nouvelle génération de cartes géoscientifiques puisse être produite au cours des 20 prochaines années.

LES RESPONSABILITÉS FUTURES DES ORGANISMES GÉOSCIENTIFIQUES GOUVERNEMENTAUX

La répartition future des responsabilités administratives entre les commissions géologiques des États et territoires d'une part et le BMR et la CSIRO d'autre part dépendra dans une large mesure de l'équilibre changeant des pouvoirs entre les États et le Commonwealth. Depuis quelques années, les pouvoirs de ce dernier ont tendance à augmenter par rapport à ceux des États.

En général, les changements ont été apportés non pas parce qu'il y a eu un référendum ou que les États ont renoncé volontairement à leurs droits, mais bien parce que le Commonwealth a invoqué ses pouvoirs constitutionnels en matière d'affaires extérieures. Ainsi, le Commonwealth a le pouvoir d'accorder ou de refuser des permis d'exportation de minéraux ou de pétrole, ce qui lui permet effectivement de ne pas tenir compte de l'autorité des États pour ce qui est de la production minérale. C'est ainsi que, pendant les neuf dernières années, le Commonwealth a interdit tout accroissement des opérations d'exploitation de l'uranium en Australie en refusant d'accorder des permis d'exportation supplémentaires. Par conséquent, un certain nombre de

gîtes d'uranium potentiellement rentables ne peuvent être exploités, dont plusieurs en Australie-Occidentale.

La cour suprême d'Australie a également décidé que la compétence du Commonwealth prévaudra lorsqu'une question aura des incidences sur toute convention internationale dont l'Australie est signataire. On prévoit que cette décision prendra de plus en plus d'importance à mesure que d'autres conventions internationales touchant la conservation et d'autres questions environnementales seront établies.

Si cette tendance vers un contrôle accru du Commonwealth se maintient, les organismes géoscientifiques du Commonwealth deviendront davantage engagés directement dans les questions touchant chacun des États. Toutefois, le public considère de plus en plus que les pouvoirs du Commonwealth devraient diminuer et non pas augmenter. Cette attitude va dans le sens des tendances internationales vers un transfert généralisé des pouvoirs, qui passent des gouvernements centraux aux autorités régionales. Si un tel transfert se produit en regard des sciences de la Terre en Australie, il pourrait y avoir un renversement du déclin observé ces dernières années chez de nombreuses commissions géologiques du pays.

Cependant, je crois que les organismes géoscientifiques tant du Commonwealth que des États et territoires doivent continuer de jouer un rôle important au sein de la fédération australienne et que la tendance actuelle vers des niveaux accrus de collaboration entre ces organismes doit se maintenir. Il est dans l'intérêt à long terme de la population australienne que ces organismes collaborent étroitement à la découverte et à la mise en valeur des ressources minérales et pétrolières du pays.

CONCLUSIONS

En Australie, il est généralement admis que la cartographie géologique et la manipulation des données géoscientifiques sont les fonctions les plus importantes

des commissions géologiques des États et territoires ainsi que du BMR et ce, du point de vue des industries minérales et pétrolières et de la planification de l'utilisation des terres. Toutefois, aucun de ces organismes ne fournit un niveau adéquat de service, particulièrement en cartographie, en raison de l'insuffisance des ressources. Au cours des 15 à 20 dernières années, les activités de cartographie de la plupart des commissions ont connu une diminution substantielle associée à la réduction des niveaux de financement et du personnel, et l'ambitieux accord de cartographie accuse un retard marqué. Si cette tendance n'est pas renversée, elle aura probablement des effets néfastes à long terme sur la plus importante industrie du pays, l'exploitation minière, de même que sur la gestion de l'environnement et la planification de l'utilisation des terres.

Pour que l'exploitation minière conserve sa place prééminente dans l'économie australienne, il sera essentiel de faire de nombreuses découvertes avant que les mines en exploitation ne soient épuisées. Pratiquement toutes les découvertes à l'origine des mines existantes ont été faites parce que l'on a tiré parti des indications en surface de minéralisation. La plupart des gîtes de ce type sont probablement tous repérés déjà et le défi que nous devons relever dans l'avenir sera de trouver d'importants massifs de minerai dont la présence n'est pas révélée en surface. La découverte de tels gîtes reposera de plus en plus sur l'application de techniques géoscientifiques perfectionnées, ce qui inclut des cartes et des ensembles de données géologiques à jour produites par la combinaison des observations des affleurements rocheux et diverses techniques de télédétection, particulièrement celles des levés géophysiques aéroportés. Les commissions géologiques et le BMR partagent des responsabilités dans la production de ces cartes et ensembles de données et il est important, pour le développement et la prospérité futurs des industries australiennes exploitant les ressources naturelles de la Terre, que ces organismes travaillent en étroite collaboration et qu'ils reçoivent les ressources voulues pour s'acquitter de ces responsabilités.

Le rôle des commissions géologiques provinciales et territoriales du Canada vers l'an 2000

W.D. McRitchie¹

McRitchie, W.D., Le rôle des commissions géologiques provinciales et territoriales du Canada vers l'an 2000; dans Les commissions géologiques nationales au XXI^e siècle, compilation de Bouchard, D.S. et al.; Commission géologique du Canada, Bulletin 446, p. 17-25, 1993

Résumé

La communication décrit les commissions géologiques des provinces et territoires dans le contexte de ce qu'elles ont fait et de ce qu'elles font pour aider et stimuler l'exploration des richesses minérales du Canada. Elle compare les divers éléments et les diverses structures des commissions géologiques, ainsi que leurs rapports avec d'autres organisations fédérales et provinciales, avec les universités et avec l'industrie minière. Les commissions géologiques ont utilisé diverses formules par le passé pour tirer le maximum des faibles ressources financières et humaines dont elles disposent. Il leur faudra faire preuve d'encore plus d'ingéniosité dans les années à venir, parce que leur rôle est appelé à s'élargir: elles devront répondre à des demandes croissantes d'information pour résoudre les questions d'occupation des sols, des revendications territoriales des autochtones et d'environnement, tout en communiquant plus efficacement avec les intervenants de l'industrie minière et en facilitant la recherche des gîtes minéraux profondément enfouis, qui devient de plus en plus complexe et de plus en plus coûteuse.

Abstract

The Provincial and Territorial Geological Survey organizations are described in the context of their past and current roles of assisting and fostering exploration of Canada's mineral endowment. The various components and structures of the Surveys are compared, as are their relationships to other federal and provincial government organizations, universities, and the mineral industry. Numerous different approaches have been used in the past to optimize the limited financial and human resources available to the Surveys. Even greater ingenuity will be required in the future as the Surveys' roles expand to encompass a growing demand for information to resolve land-use issues, native land claims, and environmental concerns, at the same time as communicating more effectively with mineral explorationists, and assisting the increasingly complex and costly search for deeply buried ore deposits.

¹Director, Geological Services Branch, Mineral Resources Division, Department of Mines and Energy, 535-330 Graham Avenue, Winnipeg, Manitoba, R3C 4E3

INTRODUCTION: LE MILIEU OPÉRATIONNEL

Au cours des dix à douze dernières années, une multitude de forces internationales ont donné lieu à des échanges commerciaux de plus en plus concurrentiels et à des économies diversifiées marquées par une tendance vers une expansion rapide des technologies informatiques et une croissance accrue du secteur des services. Parallèlement à ces changements structurels, on a vu apparaître des préoccupations sociales et financières plus aiguës qui ont amené les gouvernements de tous les échelons à s'engager fermement à ne pas léguer aux générations à venir des déficits financiers et des dettes environnementales (la suppression de ces dernières faisant partie de la «mission» du développement durable). Au Canada, le gouvernement fédéral songe sérieusement à transférer certaines responsabilités (et, partant, des obligations financières) aux provinces. D'autres réductions dans les services fédéraux (recherche et développement scientifiques, p. ex.) ont également accru les pressions visant à amener les gouvernements provinciaux à assumer une partie de ces responsabilités.

Pour les commissions géologiques des provinces et territoires canadiens (dont les budgets et les ressources humaines sont déjà extrêmement limités), la perspective d'avoir à se charger d'un nombre additionnel de fonctions assumées auparavant par le gouvernement fédéral constituera un intéressant défi à relever. Si le projet se matérialise, ces responsabilités supplémentaires aggraveront les difficultés qu'éprouvent actuellement les provinces et territoires à répondre aux demandes du secteur de l'exploration, déjà aux prises avec de graves contraintes, qui souhaite une intensification de la cartographie géologique et un appui plus grand; il sera également plus difficile, pour ces administrations, de s'engager plus à fond dans une vaste gamme de dossiers touchant l'environnement et l'utilisation des terres. Néanmoins, la perspective de conférer aux régions une autonomie plus grande à long terme (pour l'exécution des programmes de géologie) a toujours constitué un facteur important dans les débats et délibérations des provinces. Par conséquent, on peut considérer que les tendances actuelles constituent peut-être une occasion à saisir de même qu'un défi à relever.

Comme les gouvernements provinciaux du Canada sont responsables de leurs ressources naturelles, les commissions géologiques provinciales ont, à de nombreux égards, le même niveau de responsabilité et de reddition de comptes face à leurs clients de l'industrie des minéraux et de l'énergie que les commissions fédérales des États-Unis et d'autres pays. Par conséquent, en raison de la récession économique actuelle et de la concurrence accrue que se livrent les pays du tiers monde pour obtenir des investissements dans le secteur des minéraux, les provinces et territoires continueront inévitablement, du moins à court terme, d'axer leurs travaux sur l'inventaire

de leurs richesses minérales respectives et sur la promotion et le soutien de nouvelles exploitations des minéraux à l'intérieur de leurs limites administratives. Une collaboration et une coopération étroites avec la Commission géologique du Canada (CGC) sera essentielle si l'on veut tirer le meilleur parti possible des ressources peu abondantes dont on dispose pour faire le travail.

Si, du même coup, les administrations fédérale et provinciales s'engagent à mettre en oeuvre des politiques de gestion de l'utilisation des terres et des pratiques respectueuses de l'environnement qui soient à la fois judicieuses et efficaces, les commissions géologiques provinciales devront faire des pressions pour obtenir des ressources additionnelles ou remodelées afin de s'assurer de pouvoir jouer elles aussi un rôle actif dans tous ces nouveaux développements, que ce soit à titre de défenseur des intérêts du secteur minéral ou d'expert impartial dans la plus fondamentale des sciences de la Terre, la géologie.

LES COMMISSIONS GÉOLOGIQUES PROVINCIALES: COMPOSANTES ET STRUCTURES

Depuis leur création, les commissions provinciales ont maintenu des relations de travail étroites avec le secteur privé et ont consacré presque tous leurs efforts à soutenir l'exploration et la valorisation des minéraux en fournissant des cartes géologiques détaillées et des rapports sur les secteurs prometteurs, en étudiant systématiquement les gîtes minéraux et en conseillant les prospecteurs quant aux endroits où trouver divers types de minéralisation ou de minéraux et quant à la meilleure façon de procéder à cet égard. L'importance accordée aux diverses catégories de programmes varie d'une province à l'autre.

Après la Deuxième Guerre mondiale, la plupart des provinces se sont engagées dans un programme de cartographie géologique à l'échelle du pouce au mille; elles ont ensuite élargi ce programme pour y inclure des projets de cartographie régionale systématique à l'échelle du 1/50 000 au début des années 1970. À la fin de cette décennie, la première couverture d'importantes zones minérales était terminée dans la plupart des régions, sauf en Colombie-Britannique. Ce n'est qu'en 1986 qu'une cartographie géologique systématique à l'échelle du 1/50 000 a été entreprise par la commission géologique de cette province.

Pendant toute cette période, la CGC a conféré une dimension régionale aux travaux provinciaux en entreprenant des programmes de cartographie géologique systématique à l'échelle du 1/250 000, certaines régions

choisies faisant en outre l'objet d'une couverture plus détaillée.

On trouve des commissions géologiques dans toutes les provinces, mais elles varient considérablement quant à leur taille et à l'ampleur de leurs activités (Tableau 1). La portée et l'échelle des travaux de chaque commission sont fonction de l'assiette fiscale (taille de la population) sur laquelle le gouvernement peut compter, de même que des particularités du terrain et des ressources minérales potentielles de la province. Certaines commissions ont à leur emploi un grand nombre de spécialistes de la roche dure et leurs travaux portent surtout sur les zones ou les terrains présentant un potentiel minéral élevé; d'autres orientent plutôt leurs recherches sur les sous-sols phanérozoïques, tandis que certaines maintiennent un équilibre entre ces deux champs d'activité. D'autres enfin possèdent suffisamment de ressources pour inclure également dans leurs projets d'importants éléments d'un programme de géochimie et de géophysique.

De façon générale, les ressources pétrolières et hydriques sont exclues de la sphère de compétence des commissions

géologiques provinciales (Table 2); elles relèvent plutôt des ministères chargés de la surveillance et de la réglementation des secteurs de l'énergie et du pétrole. Les principales exceptions sont la Saskatchewan, où l'on trouve une importante direction du pétrole et du gaz naturel au sein de la division des minéraux, et l'Alberta, dont la commission géologique fait partie d'un organisme provincial de recherches (*l'Alberta Research Council*) et a toujours été axée principalement sur des programmes touchant les sables bitumineux, le pétrole lourd et le charbon. Depuis 1990, cette commission est administrée conjointement par *l'Alberta Research Council* et le ministère de l'Énergie de l'Alberta. Certaines provinces possèdent des directions distinctes des ressources hydriques au sein de leur ministère de l'Environnement ou des Richesses naturelles.

Des liens adéquats sont maintenus entre les ministères, soit par des contacts directs entre les professionnels, soit par le biais de comités consultatifs techniques permanents ou spéciaux.

Tableau 1. Dépenses consacrées aux sciences de la Terre dans chaque province ou territoire, en 1990-1991.

Province ou territoire	Sommes consacrées aux levés \$ x 10 ⁶	% du total	Superficie (prov. ou terr.) km ² x 10 ³	Coût des levés \$/km ²	Population en 1986 x 10 ³	Coût des levés par habitant
Terre-Neuve	4,8	6,4	405	11,8	568	8,5
Nouvelle-Écosse	3,8	5,1	55	69,1	873	4,4
Île-du-Prince-Édouard	-	-	6	-	127	-
Nouveau-Brunswick	2,3	3,0	73	31,5	709	3,2
Québec	17,3	23,0	1 541	11,2	6 532	2,6
Ontario	19,9	26,5	1 069	18,6	9 102	2,2
Manitoba	3,6	4,7	650	5,5	1 063	3,4
Saskatchewan	4,4	5,9	652	6,7	1 010	4,3
Alberta*	8,6	11,4	661	13,0	2 366	3,6
Colombie-Britannique	7,8	10,4	948	8,2	2 883	2,7
Yukon	1,4	1,9	483	2,9	24	58,3
Territoires du Nord-Ouest	1,3	1,7	3 380	0,4	52	25,0
Total	75,2	100,0	9 923	-	25 309	-

* Inclut d'autres organismes provinciaux.

**Tableau 2. Sphère de compétence des commissions géologiques provinciales
(en plus de la cartographie et de l'étude des gîtes minéraux).**

Province	Ressources hydriques, hydrologie	Utilisation des terres	Géologie de surface	Charbon	Pétrole et gaz naturel	Environnement	Forage	Minéraux industriels
C.-B.	AM	R	I (as)	I	R	A	I	I
Alberta	I/R/AM	R/AM	R	I	I	I/R	A	I
Sask.	AM	AM	AM	AM	I	AM	I	AM
Manitoba	AM	R	I/s R/a	-	R	AM	I	I
Ontario	AM	R	I/S I/a	A	R	R	I	I
Québec	AM	R	I	R	R	R	I	I
N.-B.	AM	R	I	R	R	A	I	R
N.-É.	AM	R	I/s	R	R	A	I	R
T.-N.	AM	A	I	R	R	A	I	I
Î.-P.-É.	AM	?	I	A	R	R	A	I
Yukon	AM	A	I/AM	AM	AM	I/R	A	I

Abréviations : a = agrégats; S = soutien; AM = autre ministère; I = à l'interne; R = direction connexe; A = aucun; s = unité de surface

La plupart des commissions provinciales comprennent des sections sur la géologie de surface et, dans certaines régions, on trouve également des unités dont le travail est axé sur les ressources en agrégats. Le programme de géologie de surface de l'Alberta et de la Saskatchewan est monté par les conseils de recherches provinciaux. Partout au Canada, une bonne partie des efforts des géologues du Quatenaire sont consacrés aux études sur le till de fond et au repérage des blocs pour appuyer le secteur privé et les programmes d'exploration des métaux précieux.

Bien que la plupart des commissions provinciales et territoriales canadiennes participent maintenant de plus en plus à la solution des problèmes entourant l'utilisation des terres, celle de la Colombie-Britannique avait prévu avant les autres que ces problèmes prendraient de l'importance et avait confié le dossier de l'utilisation des terres à une unité mandatée expressément à cette fin. Toutefois, au cours d'une récente réorganisation, le dossier a été transféré à une direction distincte chargée de la politique minérale.

On trouve partout au Canada des unités s'occupant des minéraux industriels. Bien qu'elles soient généralement assez petites, ces unités participent activement à

l'évaluation et à la promotion des minéraux industriels potentiels dans chacune des provinces. Les provinces qui possèdent des ressources houillères ont mis sur pied un programme sur la géologie du charbon.

Les unités analytiques, cartographiques et lapidaires apportent un soutien important aux levés professionnels modernes, et peu de commissions provinciales, sinon aucune, dépendent totalement de fournisseurs de l'extérieur pour ces services.

Toutes les provinces ont mis sur pied des comités de liaison sur l'exploration des minéraux; ces comités sont formés de représentants de divers groupes d'industries et de la CGC (le Québec et l'Alberta possèdent des comités consultatifs permanents).

La reddition de comptes se fait lors de réunions régionales, d'ateliers et de journées d'accueil annuelles. À ces occasions, tous les travaux de l'année en cours sont exposés ou examinés lors de discussions de nature générale et (ou) axées sur des sujets particuliers.

Les liens et les recherches conjointes avec les universités sont bien établis. Dans la plupart des provinces, les activités de recherche dépendent fortement mais non

exclusivement des ententes sur l'exploitation minérale pour ce qui est de leur élaboration et de leur financement.

Plusieurs provinces apportent leur soutien à des instituts (Tableau 3) ou à des conseils de recherches dont les activités s'ajoutent à celles des commissions géologiques. Nombre de provinces possèdent un bureau du géologue régional ou résident, lequel peut faire partie intégrante de la commission géologique (Colombie-Britannique, Saskatchewan, Manitoba, Québec, Nouveau-Brunswick et Nouvelle-Écosse) ou d'une organisation régionale distincte.

COMPARAISON ENTRE LES COMMISSIONS GÉOLOGIQUES PROVINCIALES

Les comparaisons établies entre les commissions géologiques ont tendance à être limitées aux effectifs et aux budgets de chaque organisme : ceux-ci sont mis en regard de la valeur totale de la production minérale régionale puis, d'après les pourcentages ainsi obtenus, on en arrive à la conclusion qu'un organisme donné possède des ressources adéquates ou est sous-financé par rapport aux organismes d'autres provinces.

Un tableau typique de statistiques (tableau) tiré du plus récent numéro du *Journal des géologues provinciaux* est inclus à titre d'exemple. D'autres statistiques établissent des comparaisons entre les âges respectifs des commissions provinciales et territoriales et les responsabilités et capacités croissantes de chacune au fil des ans.

De toute évidence, la taille et les ressources d'une commission sont déterminantes de sa charge de travail et de ses capacités. Toutefois, de nombreux autres facteurs doivent être pris en compte lorsqu'on établit une comparaison de cette nature. Les contraintes imposées par un climat rigoureux, le manque d'infrastructure et un terrain difficile peuvent augmenter de façon significative le temps requis pour étudier une région. La complexité géologique d'une région impose également des limites à l'interprétation (isolément) des statistiques comparant les années-personnes et les dépenses à la surface unitaire. De vastes bandes du pays sont recouvertes de dépôts superficiels, ce qui rend impossible l'étude du substratum rocheux, et le temps passé à la cartographie d'une zone de roches vertes complexes excédera largement celui nécessaire à l'étude d'un batholite granitique homogène ou de dolomies paléozoïques horizontales et non déformées.

Les comparaisons des statistiques courantes peuvent également ne pas tenir compte de la nature exhaustive et de la qualité de la base de données géoscientifiques (Tableau 4). De plus, dans certaines provinces, d'autres organismes peuvent effectuer des travaux similaires, même si les mandats ne sont pas identiques. À cet égard, il est important de souligner que le potentiel minéral et géologique exceptionnel de la Colombie-Britannique retient l'attention de nombreux spécialistes des sciences de la Terre à l'emploi de la CGC à Vancouver, à Sidney, à Calgary et à Ottawa, de même que des chercheurs de l'Université de la Colombie-Britannique, des universités Simon-Fraser et Victoria, du *Royal Roads Military College* et de plusieurs universités américaines.

Tableau 3. Nombre d'organismes oeuvrant dans le domaine des ressources minérales dans chaque province.

Type d'organisme	C.-B.	Alb.	Sask.	Man.	Ont.	Qué.	N.-B.	Lab./T.-N.	N.-É.
Commission géologique (niveau provincial)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bureau de la Commission géologique du Canada	2	1	-	-	1	1	-	-	1
Institut de recherche	1	1	1	-	MRO+1	IREM+ 2	1	-	1
Université (cours de deuxième ou troisième cycle en géologie)	3	3	2	1	14	7	2	1	4

MRO: Musée royal de l'Ontario

IREM: Institut de recherche en exploration minérale

**Tableau 4. Commissions géologiques provinciales et territoriales :
état des progrès.**

Province	Date de fondation	Première cartographie systématique	Grandes orientations régionales	Première couverture «totale»
Terre-Neuve	1864	1930	1974	1972
Nouvelle-Écosse	1865	Années 50	Années 70	Fin des années 60
Nouveau-Brunswick	1846	1933	1952-1970	1979
Ontario	1891	1905	1962-1963	1972
Québec	1891	1939	1960	1963
Manitoba	1930	1946	1970	1979
Saskatchewan	1931	1947	Années 70	1973
Alberta	1921	1921	1921	1926
Colombie-Britannique	1895	1986	1986	-
Île-du-Prince-Édouard	(données non disponibles)	-	-	1985
Territoires				
Yukon	1969	1900*	Années 60	1974
T.N.-O.	1969	1972	-	-

*Klondike

La commission géologique de la Colombie-Britannique, créée sous le nom de *B.C. Bureau of Mines* en 1895, est pratiquement du même âge que celle de l'Ontario (1891). Ces deux commissions ont environ 30 ans de moins que celles du Canada atlantique et 30 ans de plus que celles de l'ouest du Canada.

Les organismes territoriaux en sont véritablement à leurs débuts : ils ont tout juste commencé, au cours des cinq dernières années, à participer aux programmes des sciences de la Terre et à assurer leur gestion en vertu d'ententes coopératives fédérales-territoriales sur le développement économique. Ces programmes ont permis aux organismes territoriaux des sciences de la Terre de développer une expertise et d'acquérir de l'expérience dans la conception, l'établissement du budget, la gestion et l'administration d'autres programmes en collaboration avec l'organisme fédéral (le ministère des Affaires indiennes et du Nord) qui était chargé, dans le passé, de la gestion et de l'administration des ressources minérales des

territoires. Dans ce contexte, nous pouvons affirmer que cette transition en matière de responsabilités fournit un exemple idéal de l'«évolution des commissions géologiques dans le temps (et l'espace)».

Jetons maintenant un coup d'oeil sur l'avenir, aussi loin dans le temps que la projection des tendances actuelles le permet.

LA SITUATION ACTUELLE ET LES ENJEUX AUXQUELS SONT CONFRONTÉS LES COMMISSIONS GÉOLOGIQUES PROVINCIALES, 1990-2000

Au cours de la présente décennie, les commissions géologiques provinciales devront relever une foule

impressionnante de nouveaux défis. Ainsi, elles auront pour mandat d'atténuer les préoccupations touchant l'environnement, les risques géologiques et l'utilisation des terres, un mandat qui prend rapidement de l'ampleur. Elles devront aussi prévoir un niveau élevé de participation à l'exécution de programmes coopératifs interorganismes; mettre à jour les bases de données d'archive pour qu'elles soient compatibles avec les techniques de traitement électronique; produire plus rapidement des cartes et des rapports; et s'assurer d'une représentation plus efficace et plus étendue au sein des comités intergouvernementaux et interorganismes sur le développement industriel. En plus de ces tâches, elles devront veiller au maintien des fonctions traditionnelles d'inventaire (cartographie), de services et de recherches et ce, en dépit de restrictions financières. De plus, il est généralement reconnu que les commissions doivent déployer de grands efforts afin de communiquer plus efficacement avec la clientèle industrielle, le public et les décideurs des secteurs public et privé, de façon que l'importance et les applications futures de leurs travaux (et de ceux du secteur des minéraux) puissent être reconnues dans le contexte de la solution des problèmes auxquels notre société est confrontée.

Fort heureusement, les commissions provinciales (par le biais de divers comités provinciaux, interprovinciaux, fédéraux-provinciaux et interorganismes) sont au fait de ces demandes et ont déjà apporté des rajustements en vue d'assumer une partie de ces nouvelles responsabilités. Les récentes ententes sur l'exploitation minière (1984-1989) ont joué un rôle clé dans l'orientation des extrants des commissions; elles ont également permis à ces dernières d'acquiescer une expérience pratique dans l'exécution parallèle de programmes fédéraux-provinciaux et de tirer parti des structures de cogestion mises en place. Grâce à un soutien adéquat et continu, les commissions provinciales et leur pendant fédéral pourront étendre et consolider le cadre de planification et d'exécution de programmes efficaces et coopératifs (gouvernements fédéral et provinciaux, industries et universités) qui a été mis en place au cours des cinq à dix dernières années.

Du point de vue des ressources humaines, la capacité des commissions d'intégrer graduellement la prochaine génération de professionnels soulève des préoccupations réelles. Il ressort d'études démographiques récentes qu'une grande proportion des géologues de carrière à l'emploi des gouvernements ont atteint un âge relativement avancé : 30 pour 100 d'entre eux pourraient prendre leur retraite au tournant du siècle. La moitié de tous les géologues ont entre 35 et 49 ans et il est fort possible qu'ils occuperont bientôt des postes de gestion ou qu'ils n'entreprendront pas de longues saisons de travaux sur le terrain. Cette situation pourrait, en fin de compte, entraîner une diminution dans l'acquisition de nouvelles données à moins que des efforts concertés ne soient déployés en vue d'un apport de sang frais dans les commissions le plus tôt possible. Là encore, des difficultés surgiront sans doute si les inscriptions aux programmes universitaires des

sciences de la Terre du premier et du deuxième cycle continuent de diminuer de façon alarmante, comme c'est le cas depuis 1984.

Sur le plan positif, la stabilité relative des commissions provinciales au cours des 10 ou 15 dernières années et la grande expérience de leurs géologues reflètent un fonds de connaissances exceptionnel et une grande compréhension des attributs géologiques de chaque région. La présente décennie offrira donc également aux directeurs des commissions géologiques provinciales l'occasion de profiter de cet état de fait pour élaborer des projets synoptiques et de compilation appropriés. Certains projets de cette nature ont déjà été mis en oeuvre, notamment par la commission ontarienne.

Nous nous pencherons maintenant sur l'avenir des commissions géologiques du point de vue opérationnel.

LA CARTOGRAPHIE GÉOLOGIQUE ET L'ÉTUDE DES GITES MINÉRAUX

Des études récentes des réserves canadiennes de métaux communs révèlent une diminution progressive du zinc (27 pour 100 depuis 1975) et du cuivre (18 pour 100). Bien que les réserves de minerai soient fonction des prix des métaux, cette chute spectaculaire des réserves de métaux communs est l'un des problèmes les plus cruciaux que le Canada ait à résoudre; pour redresser la situation, il faut que l'industrie prenne de nouvelles initiatives majeures dans le domaine de l'exploration. Pour les commissions fédérale et provinciales, cette conjoncture s'est traduite par des programmes qui, avec le renouvellement des ententes sur l'exploitation minière, entraîneront une accélération importante de la production de nouvelles cartes géologiques pour les régions les plus prometteuses. Au Manitoba, la CGC a mis sur pied, avec le concours de la commission provinciale, de nouvelles recherches multidisciplinaires (EXTECH) faisant appel à des fonds venant principalement des services votés. Ces recherches sont axées sur des camps miniers et ont pour but de définir les facteurs géologiques permettant de repérer les minéralisations. Elles donneront également lieu à une évaluation et à une valorisation des techniques géophysiques qui permettraient de préciser la cible des travaux d'exploration dans des massifs de minerai profondément enfouis.

Les études systématiques des occurrences de minéraux devraient se poursuivre pendant les dix prochaines années, de même que les études de mines données et la modélisation métallogénique. Certaines provinces mettent et continueront de mettre de plus en plus l'accent sur la recherche de minéraux industriels, ce qui leur donnera davantage d'occasions de diversifier leur base minière.

LES ENTENTES SUR L'EXPLOITATION MINÉRALE

En général, les liens coopératifs de travail qui unissent les provinces et le gouvernement fédéral n'ont connu que quelques brèves interruptions depuis le début des années 1970. Les formules de financement et le partage de l'exécution des programmes ont varié au fil des ans. Dans l'ensemble, les ententes sur l'exploitation minérale (EEM) se sont avérées un mécanisme efficace pour appuyer le développement économique régional, et leur mise en oeuvre a donné lieu à des avantages substantiels, particulièrement dans les provinces «démunies». La série d'ententes qui vient tout juste de prendre fin (1984-1990) comprenait, dans de nombreux cas, l'exécution parallèle de programmes en collaboration avec Énergie, Mines et Ressources Canada. Les provinces ont bénéficié non seulement de l'afflux de programmes fédéraux, mais aussi de l'apport d'une expertise fédérale hautement spécialisée mais complémentaire et de contributions technologiques. Des plans de travail conjoints ont été élaborés chaque année avec la collaboration de l'industrie par le biais de comités consultatifs et de liaison. Les programmes ont été surveillés par des comités de gestion fédéraux-provinciaux, l'accent étant mis sur une grande visibilité et une diffusion rapide des résultats. Dans plusieurs provinces, les EEM prévoient également des projets sur les secteurs de l'exploitation et de l'exploration de l'industrie minérale.

Toutefois, les EEM n'ont représenté qu'un ajout de 20 à 50 pour 100 aux programmes de base. Il est clair qu'il faut mettre en place des mécanismes efficaces de cogestion des autres activités (qui représentent entre 50 et 80 pour 100 du total) pour que les contributions fédérales répondent aux besoins et objectifs des régions.

Le secteur privé a semblé très satisfait des méthodes élaborées par les deux paliers de gouvernement et ont fait des pressions vigoureuses en vue du renouvellement des EEM pour une deuxième période de cinq ans (1991-1996). Au moment de la rédaction du présent document, de nouvelles ententes étaient en place dans les provinces maritimes de même qu'au Yukon, dans les Territoires du Nord-Ouest, en Ontario, en Saskatchewan, au Manitoba et en Alberta.

Pour que les commissions provinciales réussissent à mettre en oeuvre les projets que l'on attend d'elles pendant les dix prochaines années, il sera essentiel à court terme de renouveler les EEM. Toutefois, on est de plus en plus conscient du fait que les commissions provinciales sont devenues indûment dépendantes de la continuité des suppléments fédéraux, et plusieurs d'entre elles ont demandé, en vue de redresser cette situation, que leur budget de services votés soit augmenté afin que les programmes de base puissent se poursuivre à l'extérieur des ententes fédérales-provinciales.

CARTNAT

La crainte que le rythme de production de cartes géologiques ne permette pas de répondre aux besoins actuels et à venir a amené la CGC à proposer l'idée d'un programme national de cartographie géoscientifique (CARTNAT). Toutes les provinces ont été invitées à participer au «peaufinage» de cette idée et à la mise au point d'une méthode coordonnée de valorisation et de modernisation de la documentation sur les richesses géologiques du Canada. Au moment de la rédaction du présent document, deux projets CARTNAT étaient en cours [marge du Bouclier (Manitoba-Saskatchewan) et Province des Esclaves (Territoires du Nord-Ouest)]; l'élaboration d'un troisième (Prairies du sud) était passablement avancée et plusieurs autres projets étaient à l'étude, les calendriers prévoyant une mise en oeuvre possible au cours de l'année financière 1992-1993.

Les commissions provinciales participent également à certains volets des projets Lithoprobe et Forage continental. Ceux-ci grèveront également le temps et les efforts pouvant être consacrés à de nouveaux enjeux.

SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT, QUESTIONS ENTOURANT L'UTILISATION DES TERRES ET RISQUES GÉOLOGIQUES

De nombreuses questions relatives à l'environnement présentent une importante composante géoscientifique. Bien qu'évident pour la plupart des géologues, ce fait est obscurci jusqu'à un certain point parce que, traditionnellement, la contribution des commissions géologiques provinciales n'a pas été sollicitée dans ce domaine (l'environnement n'a pas toujours eu l'importance primordiale qu'il a aujourd'hui dans les stratégies gouvernementales). Par conséquent, le bilan des recours à l'expertise des géologues pour résoudre des dilemmes environnementaux n'est pas très long au Canada. De plus, certains groupes d'intérêts ont tendance à considérer que tout ce qui est relié aux levés géologiques — y compris les gens — comporte une certaine partialité à l'endroit de l'industrie.

Des programmes dynamiques de conservation sont en place dans plusieurs provinces, y compris des programmes prévoyant la reconnaissance de sites géologiques ayant une valeur naturelle ou scientifique exceptionnelle (p. ex., les Zones d'intérêt naturel et scientifique en Ontario). Les provinces n'ayant pas instauré un tel programme songent à mettre au point des pratiques équivalentes, avec ce que cela suppose comme temps requis pour élaborer des règlements appropriés.

Dans d'autres provinces, les rudes efforts des groupes écologiques et des naturalistes ont sérieusement réduit la superficie de territoire à la disposition des promoteurs, ce qui a amené les gouvernements à instaurer une politique d'«aucune aliénation sans évaluation». À cause de cette politique, les commissions géologiques provinciales doivent procéder à une estimation préliminaire du potentiel minéral de toutes les zones que l'on se propose de conserver. Le gouvernement fédéral et la Colombie-Britannique ont établi des processus formels d'évaluation de ces zones, des contributions financières étant versées par tous les organismes intéressés (p. ex., Parcs, Affaires indiennes et Ressources minérales).

Pratiquement toutes les provinces ont connu le même afflux de demandes de renseignements géologiques et de participation à des comités de gestion en réaction à la vague de pressions exercées par les défenseurs de l'environnement, aux campagnes sur les espaces en danger, à l'expansion des parcs provinciaux et aux propositions d'utilisation des terres menaçant d'épuiser les ressources minérales. Les géologues, qui sont davantage habitués à travailler sur le terrain, ont dû apprendre à débattre des questions et à négocier afin, d'une part, de fournir aux secteurs public et privé des informations factuelles et objectives reliées aux sciences de la Terre et, d'autre part, de défendre efficacement le dossier de l'exploitation minérale. On observe aussi une sensibilisation accrue à la nécessité d'assurer une représentation des pairs au sein des comités de gestion et au besoin de maintenir des liens permanents entre le personnel chargé de régler les conflits et les décideurs de l'administration centrale. Dans plusieurs provinces, la charge de travail déjà imposante est rendue plus importante encore par les revendications territoriales des autochtones, ces derniers ayant également besoin des conseils des commissions provinciales et territoriales, qui sont les gardiennes des bases de données sur les minéraux. Pour faire face à cette demande accrue, certaines commissions provinciales ont créé des unités chargées de l'utilisation des terres et d'autres songent à emboîter le pas.

Certaines régions du Canada (particulièrement la Colombie-Britannique) sont sujettes à divers risques naturels : séismes, glissements de terrain, avalanches, écroulements, volcanisme, tsunamis, inondations, érosion des rives, etc. Les discussions vont bon train dans ces régions et pourraient avoir pour résultat la mise sur pied d'importants programmes provinciaux visant à classer les risques géologiques de façon à stimuler et à guider les futurs développements municipaux et résidentiels.

LE TRAITEMENT ÉLECTRONIQUE DES DONNÉES

Toutes les commissions provinciales sont aux prises avec l'application et l'évaluation de matériels informatiques et de logiciels susceptibles d'améliorer leur capacité de recueillir, de stocker, de traiter et d'analyser les volumes considérables de données accumulées et archivées au cours des cent dernières années. La plupart des commissions sont très engagées dans de tels travaux depuis le début des années 1970, certaines ayant consacré beaucoup de temps et d'argent à l'évaluation de divers systèmes. D'autres, moins bien nanties, ont attendu dans les coulisses, surveillant tout nouveau progrès et, à l'occasion, intervenant en vue d'acquiescer une expérience pratique ou de maintenir celle déjà acquise.

Le degré de perfectionnement des systèmes de traitement électronique des données varie grandement d'une région à l'autre du Canada. Toutefois, un nombre de plus en plus grand de systèmes efficaces et peu coûteux de gestion de bases de données voit maintenant le jour; la plupart des commissions provinciales disposent de fichiers informatisés des gîtes minéraux et utilisent des systèmes de traitement de textes et d'édition pour leurs rapports. En 1988, la commission de la Saskatchewan a été la première à faire appel à l'édition pour produire son rapport annuel d'activités sur le terrain. La commission ontarienne a adopté un système d'impression électronique rapide («Fast-track») qui lui permet de produire des rapports et des cartes en couleurs dans les six mois suivant la livraison des manuscrits. Si toutes les provinces adoptaient cette méthode, elles régleraient ainsi une des principales plaintes formulées depuis longtemps par l'industrie au sujet des délais de publication des résultats des levés.

Toutes les provinces participent activement à l'évaluation de divers systèmes d'information géographique (SIG), que ce soit de façon indépendante ou en collaboration avec la CGC ou encore dans le cadre d'une évaluation provinciale plus vaste. Bien que plusieurs systèmes soient utilisés, aucune province ne peut prétendre posséder un SIG pleinement opérationnel; toutefois, on peut s'attendre à des progrès rapides dans un avenir immédiat. Plusieurs, sinon la totalité des plans à plus long terme des programmes des années 1990 prévoient des budgets dont d'importantes tranches serviront à la gestion et aux applications du traitement électronique des données ainsi qu'au transfert d'informations.

COMMUNICATION

«La géologie et les géologues se sont spécialisés, le vocabulaire de ces derniers est devenu plus complexe et plus obscur pour le grand public, leur savoir a fini par profiter davantage à leurs collègues scientifiques qu'aux gens de l'extérieur, sans compter que, dans leur attitude, ils accordent peut-être plus d'importance à leurs propres intérêts étroits qu'aux grandes préoccupations sociales. Cette situation a donné lieu à une absence déplorable de transfert d'information entre les géologues et les décideurs politiques...»

«...les chercheurs en géologie qui ne s'adressent qu'à leurs homologues ont peu d'impact sur la société. Ce n'est que lorsque les informations sont décodées et transmises aux décideurs que la géologie peut répondre aux besoins de la société. Que nous le voulions ou non, ce décodage est la responsabilité des géologues; le public et les décideurs du secteur privé n'ont pas les moyens voulus pour ce faire (traduction)» (Simon, 1982).

Bien qu'une décennie se soit écoulée depuis la formulation de ces préoccupations, il est largement reconnu que des efforts importants doivent encore être déployés pour informer le public et les décideurs gouvernementaux de l'importance des travaux des commissions géologiques dans la prospérité et la qualité de vie apportées à notre société. Des progrès marquants ont été accomplis par certaines provinces grâce à des programmes de promotion et de sensibilisation mis en oeuvre dans le cadre des récentes EEM (en collaboration avec la CGC). Cependant, il est évident qu'il faut s'attaquer au problème par le biais d'une campagne à beaucoup plus long terme. Dans l'avenir, des programmes gouvernementaux similaires mériteront un appui substantiel et soutenu.

Le besoin d'améliorer l'image du secteur minier est comblé indépendamment par l'industrie des minéraux, qui met en oeuvre ses propres projets de relations publiques et qui améliore ses pratiques d'exploitation, de même que par le biais des plans de travail établis par les commissions en prévision des prochaines EEM. Les communications continueront de jouer un rôle important dans la transmission du message non seulement au public mais également aux décideurs, qui tiennent les cordons de la bourse; une telle sensibilisation est nécessaire pour que les commissions géologiques provinciales puissent concurrencer avec succès les autres ministères afin d'obtenir leur part des ressources financières limitées.

À cet égard, les directeurs des commissions géologiques provinciales devraient prêter davantage attention aux besoins des évaluateurs des programmes et se faire un devoir de prendre en note les rapports statistiques de performance qui seront utilisés pour justifier les demandes budgétaires à venir. Les propositions budgétaires qui

étaient auparavant formulées dans un jargon scientifique sont remplacées de plus en plus par des plans stratégiques, commerciaux et d'action définissant clairement les objectifs de l'organisme, de même que les jalons et les extrants.

CONCLUSION

On peut affirmer en conclusion que les commissions géologiques provinciales et territoriales du Canada ont joué un rôle exceptionnel dans la facilitation, la coordination et la promotion d'une sensibilisation accrue à la valeur prouvée et potentielle des richesses minérales et énergétiques de chaque région. Par le passé, cette fonction a consisté principalement à aider l'industrie à trouver des terrains susceptibles de contenir des minéraux.

Au cours de la prochaine décennie, nous, les directeurs des commissions géologiques, serons appelés à faire connaître beaucoup plus clairement et avec un plus grand dynamisme la contribution très réelle de nos travaux au bien-être économique et social de chaque société.

Nous avons choisi de consacrer nos vies à la compréhension des mécanismes régissant cette planète, de son évolution et des moyens nous permettant de tirer parti de ses richesses. Au cours des années qui viennent, nous devrons, en tant que directeurs des commissions géologiques, démontrer comment notre savoir-faire et nos connaissances sont indispensables aux dirigeants et aux politiciens responsables de la conception et de la mise en oeuvre de stratégies axées sur le développement durable et la gestion éclairée de l'utilisation des terres.

Les capacités techniques et la compréhension des phénomènes géologiques des organismes et des géologues formant les commissions géologiques provinciales du Canada ont continué d'augmenter pendant tout le XXe siècle; elles en sont maintenant au point où elles peuvent contribuer de façon significative à la croissance future du Canada et à la qualité de vie des Canadiens.

En dépit du malaise économique actuel, aucun effort ne doit être négligé pour protéger ce potentiel et pour lui conférer une base solide à partir de laquelle il pourra se réaliser au XXIe siècle, tant sur le terrain, les écrans d'ordinateur et les copies papier que lors de symposiums comme celui-ci.

RÉFÉRENCES

Simon, Jack A.

1982: The Illinois State Geological Survey - The Next Quarter Century; *Geology* - 17, p 1-5

Les commissions géologiques d'État aux États-Unis: leur histoire et leur rôle au sein du gouvernement

Arthur A. Socolow¹ et Robert H. Fakundiny²

Socolow, A.A. and Fakundiny, R.H., Les commissions géologiques d'État aux États-Unis: leur histoire et leur rôle au sein du gouvernement; dans Les commissions géologiques nationales au XXI^e siècle, compilation de Bouchard, D.S. et al.; Commission géologique du Canada, Bulletin 446, p. 17-25, 1993

Résumé

Aux débuts du siècle dernier, alors qu'elle repoussait ses frontières, la nouvelle nation des États-Unis avait un besoin croissant de matières brutes et prenait de plus en plus conscience de l'important rôle que sa géologie et ses ressources minérales joueraient dans la mise en valeur de son territoire et dans l'expansion de ses industries. Les divers États ont créé des commissions géologiques et les ont chargées d'évaluer les ressources de leur territoire et d'en faire rapport au public. La première commission géologique d'État a été créée en Caroline du Nord, en 1823. La plupart des premières commissions géologiques devaient terminer leurs travaux dans des délais précisés, après quoi elles devaient être dissoutes. C'est ainsi qu'un grand nombre d'entre elles ont eu une brève existence. Aucune des commissions créées avant la Commission de géologie et d'histoire naturelle de l'État de New York, fondée en 1836, n'a continué d'exister sans interruption. Néanmoins, on comptait en 1869 une trentaine de commissions géologiques d'État.

La portée et la fonction des recherches effectuées par ces premières commissions géologiques ont été modelées par certains des pionniers des sciences géologiques comme David Dale Owen, premier géologue d'État de l'Indiana et deuxième géologue d'État du Kentucky; William W. Mather, géologue d'État régional de New York, premier géologue d'État du Kentucky et premier géologue principal de l'Ohio; Charles H. Hitchcock, deuxième géologue d'État du Maine; Edward Hitchcock, premier directeur des levés géologiques au Massachusetts; Henry D. Rogers, premier géologue d'État de New Jersey et premier géologue d'État de Pennsylvanie; James Hall, premier directeur à New York et premier géologue d'État de l'Iowa; et de très nombreux autres administrateurs géologues distingués.

Aujourd'hui, un grand nombre de ces commissions ont célébré leur 150^e anniversaire. Bien que leur envergure, leur nom et leur champ d'action puissent varier, les 50 commissions géologiques d'État, qu'elles comprennent un simple géologue d'État ou un grand nombre de scientifiques, ont la même responsabilité fondamentale : recenser les ressources géologiques et évaluer les conditions géologiques qui influent sur le bien-être économique et écologique de chaque État. Les responsabilités des diverses commissions varient selon la législation et les traditions qui ont dicté leur évolution, mais presque toutes servent de source d'information aux pouvoirs exécutif et législatif et à la

¹26 Salt Island Road, Gloucester, Mass. 01930, U.S.A.

²State Geologist of New York, Association of American State Geologists, New York State Geological Survey, Room 3140, 3136 Cultural Education Centre, Albany, N.Y. 12230, U.S.A.

magistrature de l'État. Certaines sont chargées de réglementer l'eau, le pétrole et le gaz, la remise en valeur des terres et d'autres activités d'exploitation minérale et d'occupation des sols. D'autres n'ont aucun rôle de réglementation. Un grand nombre d'entre elles collaborent avec la Commission géologique des États-Unis à l'étude de questions qui intéressent à la fois l'État et la nation, notamment des études géologiques, l'évaluation des ressources hydriques et la production de cartes topographiques et autres.

Abstract

Early in the 19th Century, as the fledgling United States of America expanded its borders, its growing appetite for raw materials was accompanied by an increasing awareness that geological conditions and mineral resources would play a major role in the development of our lands and provide the feed stock for our industries. State geological surveys were created by state legislatures to evaluate their respective states' resources and to report the results to the public. The first state survey was established in 1823 in North Carolina. Most of the early surveys were given finite time limits to complete their work, after which they were to be abolished; thus, many early surveys had short lives. None that were established before the New York State Geological and Natural History Survey in 1836 have continued without interruption. By 1869, nevertheless, some 30 state geological surveys were operating.

The scope and function of research in these early surveys were shaped by some of the great early pioneers in geological sciences, such as David Dale Owen, first State Geologist of Indiana and second State Geologist of Kentucky; William W. Mather, Regional State Geologist in New York, first State Geologist of Kentucky, and first "Principal" Geologist of Ohio; Charles H. Hitchcock, second State Geologist of Maine; Edward Hitchcock, first Director of Surveying in Massachusetts; Henry D. Rogers, first State Geologist of New Jersey and first State Geologist of Pennsylvania; James Hall first Director in New York and first State Geologist in Iowa; and many other distinguished geologist administrators.

Today many of those surveys have celebrated their sesquicentennial anniversary. Although diverse in size, name, and scope, the 50 functioning state geological surveys, whether staffed by a lone State Geologist or a large group of scientists, share the basic responsibility to delineate the geologic resources and assess geologic conditions as they affect the economic and environmental well being of their respective states. The responsibilities of the various state geological surveys differ according to the legislation and traditions under which they evolved, but almost all serve as a basic information source for their state government's executive, legislative, and judicial branches. Some have regulatory responsibilities for water, oil and gas, land reclamation, and other mineral extraction and land-use activity; others are non-regulatory. Many work in cooperation with the U.S. Geological Survey to address issues that are common to both the State's and the Nation's interests, especially in geologic studies, water resource evaluation, and topographic and other types of map production.

L'Association of American State Geologists est heureuse et fière d'avoir été invitée à prendre la parole au nom des 50 commissions géologiques des États américains lors de cette si importante Conférence internationale des commissions géologiques. Comme les commissions d'État sont les premiers organismes géologiques gouvernementaux à avoir été mis sur pied aux États-Unis et qu'elles ont été créées plus de 50 ans avant l'U.S. Geological Survey (USGS), il est tout à fait indiqué de vous parler de leurs réalisations.

Les commissions géologiques d'État ont à leur actif un dossier impressionnant de réussites dans le domaine de la recherche tant scientifique qu'appliquée. Ces réussites sont attribuables à des géologues de grande réputation et à

leurs efforts dans le domaine des budgets, de la politique et des orientations. Un compte rendu détaillé des réalisations de chaque commission géologique d'État a été dressé dans un livre publié récemment par notre association. Ce livre a pour titre *The State Geological Surveys—A History*; sa compilation et sa rédaction ont été assurées par Arthur Socolow (1988).

La première commission géologique d'État, celle de la Caroline du Nord, a été créée en 1823. En 1879, année de la fondation de l'USGS, 36 commissions géologiques d'État avaient déjà été mises sur pied. Au milieu du siècle dernier, plusieurs commissions existaient par intermittence et leur durée de vie était limitée. On croyait couramment à cette époque qu'une commission pouvait, à

l'intérieur d'une courte période définie, procéder à la cartographie complète des caractéristiques géologiques et des ressources minérales d'un État donné puis cesser d'exister. Les porte-parole des États ne se rendaient pas compte, toutefois, que les géologues ne considèrent jamais qu'un projet est terminé et qu'ils font simplement naître le besoin de nouveaux projets additionnels. C'est ce qui explique les lacunes dans le dossier historique de plusieurs commissions d'État, une situation qui a duré tant que les gouvernements des États en cause n'ont pu être persuadés des avantages de procéder à des travaux de cartographie et de recherche sur une base continue.

Je dois souligner que, lorsque nous parlons des 50 commissions géologiques d'État, nous faisons référence à 50 organismes distincts dont le nom, la taille et les fonctions varient. Elles ont cependant toutes la même responsabilité, soit la détermination du cadre géologique et des ressources minérales de leur État respectif en regard de l'environnement et de l'économie.

Permettez-moi de dire quelques mots de la diversité. Les différents organismes portent des noms comme *New York State Geological Survey*, *California Division of Mines and Geology*, *Pennsylvania Topographic and Geologic Survey*, *West Virginia Geological and Economic Survey*, *State Geologic and Natural History Survey of Connecticut* et *Hawaii Division of Water and Land Development*. Le chef de chacun de ces organismes d'État porte le titre de géologue d'État. Environ la moitié des commissions ont leurs bureaux dans la capitale de l'État et l'autre moitié, dans les locaux de l'université d'État.

Les effectifs des commissions d'État vont de 146 dans l'Illinois à 1 au Massachusetts et au Rhode Island. Au total, les 50 commissions comptent actuellement 2 162 employés à plein temps, ce qui donne une moyenne de 42 employés par État. La taille des effectifs n'a rien à voir avec la population ou la superficie de l'État, ni avec la valeur de la production minérale; elle est plutôt reliée à la capacité du personnel de promouvoir, au sein des organismes parentaux et du processus de budgétisation de l'État, le rôle et le but de la recherche et des services géologiques à l'intérieur de l'État.

Au cours de la dernière année, le budget de fonctionnement des 50 commissions d'État s'élevait à 129 millions de dollars, dont 15 millions étaient versés par des organismes fédéraux. Les budgets individuels variaient de 13 millions par année (Texas et Californie) à environ 50 000 \$ (Rhode Island). La période d'austérité que nous traversons cette année—et qui marquera les prochaines années financières—se traduit par des réductions des budgets et des effectifs, ce qui empêche les commissions de faire preuve de leadership pour éviter de souffrir plus que leur juste part des restrictions. En tant que géologues, nous connaissons l'importance de la géologie, mais il est difficile de faire concurrence à des centaines d'autobus transportant des manifestants qui

s'opposent à la réduction des programmes des services sociaux.

Nous aborderons maintenant les fonctions et l'historique des commissions géologiques d'État. Comme il ressort de leurs différents noms, les 50 commissions géologiques assument diverses responsabilités en plus de leurs fonctions de base, c'est-à-dire la recherche géologique et le service au public. Les différentes caractéristiques et ressources géologiques de chacun des États ont donné lieu à une grande variété de projets. J'aimerais souligner que les commissions d'État ont non seulement fourni de façon courante des conseils touchant les besoins des États, mais qu'elles ont été à l'origine d'une multitude de progrès et de percées scientifiques majeurs sur le plan des principes et des connaissances géologiques. J'ajouterai que, à ce jour, environ 11 commissions géologiques d'État se sont vu attribuer des fonctions de réglementation dans les domaines de l'eau, du charbon, du pétrole et du gaz. Ayant été le directeur de la commission de la Pennsylvanie pendant quatre ans, période pendant laquelle nous avons été chargés de la réglementation du pétrole et du gaz, je vous conseille vivement de refuser, si vous en avez la possibilité, toute responsabilité en matière de réglementation. Il n'y a rien à gagner.

Les commissions géologiques d'État sont nées au début du XIX^e siècle et ont été chargées de déterminer les ressources minérales des États et de définir les conditions géologiques influant sur le développement. À mesure que notre jeune nation a repoussé ses frontières et est devenue plus avide de matières premières, elle a eu besoin de quantités toujours plus grandes de ressources et d'une délimitation détaillée des environnements géologiques. Les États des Appalaches se sont concentrés sur les ressources houillères et la stratigraphie du Paléozoïque supérieur, ceux du Sud-Ouest et du Midwest, sur la géologie du pétrole et du gaz, et ceux de l'Ouest, sur les gîtes de minéraux métalliques et sur leur origine.

La portée et l'orientation de la recherche de ces jeunes commissions ont été façonnées par quelques-uns des grands pionniers des sciences géologiques, notamment David Dale Owen, premier géologue d'État de l'Indiana et deuxième géologue d'État du Kentucky; William W. Mather, géologue régional d'État de New York et premier géologue d'État du Kentucky; et Charles H. Hitchcock, deuxième géologue d'État du Maine. Vinrent ensuite Edward Hitchcock, premier directeur de la cartographie au Massachusetts; Henry D. Rogers, premier géologue d'État du New Jersey puis premier géologue d'État de la Pennsylvanie, également à l'origine d'un important thème du cadre géologique; James Hall, premier directeur de la commission géologique et d'histoire naturelle de New York et premier géologue d'État de l'Iowa; et de nombreux autres administrateurs-géologues de renom. Parmi ces derniers, Morris Leighton a été un administrateur très persuasif de la commission de l'Illinois et c'est grâce à lui, principalement, que cette dernière est devenue la commission d'État la plus grande et la plus productive,

non seulement sur le plan des réalisations, mais également sur celui du budget et de la main-d'oeuvre.

Les commissions d'État ont joué un rôle précoce dans les études des relations entre la géologie et l'environnement. La géologie était une science environnementale bien avant que le terme ne devienne à la mode. Dès le début de leur existence, les commissions d'État ont fait des recherches sur les liens entre la géologie et les routes de transport, les terres agricoles, les réserves d'eau souterraine, les séismes et les glissements de terrain. Graduellement, le rôle de ces commissions dans les questions d'ordre environnemental a pris de l'ampleur jusqu'à aujourd'hui, questions qui sont probablement la principale justification politique de l'existence continue des commissions. Je constate avec plaisir que ce même thème semble ressortir des observations des conférenciers qui m'ont précédé et qui représentaient les commissions provinciales et autres. Nos commissions d'État sont engagées dans les domaines suivants: repérage des sites des décharges et des centrales électriques, délimitation des risques géologiques, remise en état des sites miniers, cartographie au radon, tracé des routes de transport, atténuation de la pollution des eaux souterraines et planification de l'utilisation des terres.

Pendant tout le temps où ils ont répondu aux besoins de leur gouvernement, les géologues des commissions d'État ont dépassé, et de loin, les limites des applications pratiques. L'État de New York a été la scène des grands travaux de recherche paléontologique de James Hall. Henry Rogers, de la commission de la Pennsylvanie, a entrepris de débrouiller les complexités structurales de la portion septentrionale des Appalaches. Les travaux de I.C. White (commission de la Virginie-Occidentale) sur l'origine et la nature du charbon dans les Appalaches sont reconnus comme faisant autorité sur le plan scientifique. T.C. Chamberlain, à la tête de la commission du Wisconsin, a procédé à des analyses scientifiques classiques de la géologie de cet État. W.H. Emmons et N.H. Winchell, du Minnesota, sont des pionniers reconnus de la recherche sur les minéraux. De nombreux autres noms pourraient être portés sur la liste des grands chefs de file scientifiques des commissions d'État.

Un élément fondamental des programmes des commissions géologiques d'État est la reconnaissance que

la cartographie géologique détaillée est la base de toute recherche géologique, qu'elle soit scientifique ou appliquée. Les commissions d'État ont reconnu que, avec l'évolution des principes et des notions géologiques, il fallait procéder à une nouvelle cartographie des régions déjà couvertes et à une réinterprétation de leur géologie. Ces dernières années, les commissions d'État se sont préoccupées du fait que les géologues quittent le terrain pour travailler en laboratoire et de l'accent mis tant par les universités que par les organismes gouvernementaux sur les méthodes géologiques en «boîte noire». Sous le leadership de l'*Association of American State Geologists*, des efforts concertés de sensibilisation du public et des politiciens sont actuellement déployés pour que les commissions d'État et l'USGS reçoivent l'autorisation et les fonds voulus pour procéder à des travaux de cartographie géologique détaillée. Il me fait plaisir de signaler que la *National Geologic Mapping Act* a été adoptée par le Congrès américain. L'élaboration de cette loi est le fruit des efforts conjoints de l'*Association of American State Geologists* et de l'USGS, avec l'appui ferme de Dallas Peck envers qui nous sommes très reconnaissants.

Je ne m'attarderai pas sur les énormes bibliographies géologiques dressées par les commissions d'État et qui sont remplies de volumes scientifiques, de cartes géologiques détaillées, d'études sur les ressources minérales et de rapports sur les eaux souterraines. Des collections de ces publications se trouvent sans doute dans la bibliothèque d'un grand nombre d'entre vous.

En résumé, les 50 commissions géologiques d'État forment une communauté géologique dynamique qui est fière de fonctionner à l'interface des progrès scientifiques et des besoins du public et qui est fière aussi de ses 168 années de réalisations.

RÉFÉRENCE

Socolow, A.A. (ed.).

1988: *The State Geological Surveys—A History*. Association of American State Geologists; Kentucky Geological Survey; Lexington, KY, 40506-0107, 499p.

Discussion: Thème 1

H.A. Lee: Je me sers des résultats des travaux en géologie et je joue un rôle dans beaucoup de domaines dont vous parlez. J'utilise souvent de nouvelles techniques de pointe et je fais en sorte qu'elles puissent servir partout dans le monde. Une des choses que je remarque dans les pays occidentaux d'aujourd'hui est que l'introduction de la notion d'environnement a entraîné un changement majeur dans la réglementation. Et celle-ci exerce une influence marquante sur trois grands facteurs : le produit dans son ensemble, sa mise en marché et les ressources financières. Si le produit est modifié en cours de route parce que la réglementation a changé, cela peut le détruire. Par exemple, les parcs connaissent actuellement des modifications très marquées. Nous devons nous rappeler que, en procédant à de telles modifications, nous avons affaire à du long terme, à une quinzaine d'années certainement avant que l'industrie des minéraux puisse parler de production. Cela signifie que la simple définition d'un parc est en cours de révision. Pendant 15 ans, il n'y a donc absolument aucune utilisation des sommes investies et il n'y a aucun avenir en termes d'exploration minérale parce que nous devons tenir compte de cet investissement à long terme.

B.J. Skinner: Un des problèmes ayant soulevé le plus de préoccupations partout dans le monde a trait à l'érosion et à la dégradation des sols. Ces deux phénomènes ont d'importants impacts économiques.

P.J. Cook: Je regrette que la BGS (*British Geological Survey*) n'intervienne pas dans ce domaine. En Europe, je crois que les tâches du BGR (Institut fédéral des géosciences et des ressources naturelles de l'Allemagne) sont probablement le mieux définies en matière de levés pédologiques et autres activités semblables. Au Royaume-Uni, ce mandat a été assumé pendant longtemps par un institut bien connu de Rothamstead, mais j'ai oublié son nom. La raison de cet oubli, c'est qu'il n'existe pratiquement plus en raison notamment des pressions exercées par le marché. C'est bien dommage. Mais le besoin est là. Le seul rôle que nous ayons a trait à la géochimie des sols, qui est pratiquement un appendice au programme global de géochimie. Il est regrettable que la BGS ne joue actuellement aucun rôle important dans ce domaine.

D. St-Onge: En France, c'est l'Institut national d'agronomie qui s'occupe de la dégradation des sols. Nous

effectuons quelques travaux en collaboration avec cet institut. Nous nous occupons également de l'érosion côtière. L'Institut de recherches océaniques, en France, participe à des travaux touchant le littoral et certaines activités sont centrées sur la dégradation du sol d'anciens sites industriels.

R. Rutland: Il y a la question des conflits d'intérêts résultant de la commercialisation. L'autre question est de savoir si le fait de nous occuper de commercialisation nous empêche de mettre en oeuvre des programmes qui seraient peut-être davantage dans l'intérêt national, par exemple, sur la dégradation des sols et des terres. Les modèles que l'on est en train de concevoir pour l'avenir vont-ils nous empêcher de mener des recherches qui sont dans l'intérêt national?

P.J. Cook: La réponse est probablement oui. La recherche stratégique pourrait être entravée. Dans le cas d'un programme stratégique, il est toujours possible de dire qu'il y a un décalage de six ou douze mois et cela n'a pas beaucoup d'importance. Ce que nous essayons de faire, c'est d'éviter cela en séparant la recherche tactique de la recherche stratégique de façon que le programme de base ne soit pas considéré comme étant distinct de tout autre programme effectué à contrat. Le programme des sciences consiste essentiellement en des contrats effectués pour le ministère de l'Éducation et des Sciences. Il n'est ni plus ni moins important qu'une recherche tactique.

Les conflits d'intérêt peuvent constituer un véritable problème. Notre façon de procéder est la suivante : nous dressons un mur, pour ainsi dire, entre les diverses opérations pour qu'il n'y ait pas de fuite d'informations. Une des choses que nous disons, c'est que la BGS applique les normes professionnelles les plus élevées, ce qui signifie qu'une telle fuite ne se produit pas. C'est dire que l'existence de conflits d'intérêts soulève de véritables préoccupations. Nous allons faire en sorte qu'il n'y ait pas de conflit. Je crois que le BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières) est aux prises avec un problème plus grand en ce qu'il va plus loin en aval. À mon avis, les gouvernements et les organismes gouvernementaux et parapublics ne devraient pas participer à l'exploration ni à l'exploitation des ressources. Et je crois que cela permet de prévenir un niveau encore plus élevé de conflits d'intérêts si vous allez plus loin en

aval. Mais je vais laisser monsieur Johan vous parler de ce sujet.

Z. Johan: Eh bien, c'est absolument vrai, comme il ressort de cette analyse, que nous sommes en situation de conflit d'intérêts, principalement dans le domaine minier. Par exemple, vous savez maintenant que de plus en plus de projets scientifiques sont menés par différents pays des Communautés européennes. Nombre d'entre eux commencent à mettre en oeuvre des projets sur les méthodes d'exploration. À cause des nouveaux règlements des Communautés européennes, il faut deux partenaires industriels issus de deux pays des communautés. Il est donc évident que le BRGM a de la difficulté à s'assurer de la collaboration de la RTZ. Mais je crois que ce problème sera réglé dans un avenir rapproché. De fortes pressions sont exercées sur le gouvernement français pour que la composante «exploration» du BRGM soit confiée à une société minière privée. Je crois que cela réglera le problème.

D. St-Onge: Monsieur Johan, vous avez dit que le BRGM a consacré, je crois, 9 millions de francs pour appuyer 60 thèses de doctorat. Pouvez-vous élaborer un peu sur ce sujet?

Z. Johan Nous comptons 60 personnes inscrites au programme de doctorat. Celui-ci dure quatre ans et 15 jeunes adultes s'inscrivent chaque année. Nous publions les travaux qui cadrent avec notre programme de recherches. Nous effectuons un choix des travaux publiés et nous les faisons parvenir aux universités françaises. Nous sélectionnons ensuite les candidats. Cette sélection est effectuée par les chefs de nos projets scientifiques. Nous signons ensuite une entente de recherche avec l'université en cause. Cette entente est très précise quant aux résultats des recherches et à leur publication. En d'autres termes, nous avons certains droits en matière de publication des résultats. C'est un projet conjoint. Nous donnons des bourses d'étude et nous appuyons financièrement les travaux scientifiques. Nous pouvons choisir des chercheurs de très bon calibre.

Interlocuteur anonyme: Quand ce programme a-t-il été mis sur pied?

Z. Johan: Il y a environ 20 ans, je crois.

B.J. Skinner: Il y a un sujet qui a été à peine effleuré — Art Socolow en a parlé très brièvement — celui du rôle des commissions géologiques, qu'elles soient nationales ou d'État, dans la sensibilisation des contribuables à l'importance de la gestion de la Terre. Et je crois que nous sommes le mieux placés à cet égard. Quelqu'un a-t-il une opinion sur ce sujet?

P.J. Cook: Nous nous sommes penchés sur la question et nous avons reconnu que nous avons un rôle à jouer dans la sensibilisation du public. En ces temps difficiles, le problème est de trouver du financement. Nous avons

consacré des fonds à ce programme, mais les sommes dont nous avons besoin pour faire le travail adéquatement ne sont tout simplement pas disponibles à l'heure actuelle. Le BRGM réussit passablement bien, je crois, à promouvoir la géologie dans les écoles secondaires et autres institutions d'enseignement. En ce qui concerne la BGS, nous cherchons le moyen de mieux nous acquitter de cette tâche. Je crois que de nombreux autres organismes aimeraient avoir un plus grand impact dans le domaine de l'éducation, mais ils éprouvent des problèmes de financement. C'est peut-être là un des domaines où nous pourrions travailler ensemble.

P.E. Playford: En Australie-Occidentale, la chambre des mines administre, en collaboration avec les commissions géologiques, un programme de sensibilisation des enseignants. Au fil des ans, plusieurs milliers d'enseignants, je crois, ont pris part à ce programme. On leur a fait visiter des régions minières et ils ont assisté à des conférences sur les aspects pertinents des industries minières et pétrolières, étant donné que les écoles offrent très peu de cours touchant la géologie ou les ressources de la Terre. Nous croyons que le meilleur moyen de promouvoir l'industrie dans le système scolaire est d'intéresser les enseignants.

R. Rutland: Une façon d'aborder la question de la gestion de la Terre est de conseiller les gouvernements. Ces conseils peuvent être offerts spontanément. Je crois que les services géologiques n'ont pas réussi à fournir aux gouvernements des arguments solides et convaincants quant aux initiatives pouvant être mises de l'avant sur la base de considérations géoscientifiques. Cette façon de procéder ne suppose pas de vastes campagnes de sensibilisation du public, lesquelles constituent une tâche énorme. Il est beaucoup plus facile de sensibiliser les législateurs ou les administrateurs.

A. Morgan: Je suis ici en partie à titre de représentant du Conseil géoscientifique canadien. Je crois que la sensibilisation du public est une question d'une importance cruciale au sein des commissions géologiques mais elle est totalement ignorée de nombreux égards. À mon avis, le contenu de la publication *What on Earth?*, qui décrit une partie des travaux de la Commission géologique du Canada dans le domaine de l'information du public sur les sciences, doit être intégré par les gestionnaires dans les fonctions de la Commission. De toute évidence, les agents ne sont pas tous de bons communicateurs. J'aimerais toutefois demander aux gens réunis dans cette salle de permettre à certains de leurs agents d'intervenir dans le domaine de l'information du public par le biais tant de sociétés nationales que de relations personnelles avec les commissions scolaires locales et régionales. De telles interventions sont essentielles au bien-être de l'ensemble de notre profession.

R. Smith: J'aimerais faire une mise en garde sur les programmes d'extension des services d'information du public. Il y a quelques années, le Conseil géoscientifique

canadien a effectué un examen approfondi de notre commission et a recommandé vivement l'instauration d'un programme dans ce domaine. C'est ce que nous avons fait l'année dernière en ajoutant environ 200 000 \$ au programme de base. Cette année, nous avons dû faire face à des compressions budgétaires et la haute direction a décidé que ce programme n'était pas pertinent et qu'il ne pouvait être justifié. Nous avons perdu et les fonds et le personnel.

D. St-Onge: Il y a là une leçon à apprendre concernant les mises à pied.

E.A. Babcock: Jusqu'à maintenant, une grande partie des efforts de la Commission géologique du Canada ont été déployés par le biais d'organismes professionnels. Un des éléments ayant découragé ces efforts est cette tradition que nous avons implantée et qui consiste à récompenser l'excellence universitaire plutôt que d'informer le public et, également, de travailler la main dans la main avec l'industrie. La situation est en train de changer et ce, au

niveau du ministère. Il est maintenant reconnu que nous devons sensibiliser davantage les jeunes Canadiens, particulièrement quant au rôle des sciences de la Terre dans leur vie et dans leur collectivité. La Commission va assumer une plus grande part de responsabilités à cet égard. Ainsi, au cours du mois qui vient, nous aurons la possibilité de vendre nos produits et de garder les profits plutôt que de les verser dans les coffres du Conseil du Trésor. Nous prévoyons concevoir une série de publications populaires comme celle du BRGM, de m.me que d'autres activités d'autofinancement du m.me genre. La formation des étudiants est un autre rôle qui revêt une grande importance pour les commissions géologiques et nous sommes très actifs dans ce domaine. Au Canada, il n'y a pas vraiment d'autre endroit permettant aux étudiants d'acquérir une bonne formation de base en géologie sur le terrain. M.me si nos budgets diminuent, nous nous efforçons de maintenir les 250 à 350 emplois offerts chaque été à des adjoints de recherche. Je crois que toutes les commissions géologiques devraient envisager la possibilité de jouer un tel rôle.

THÈME II: L'HARMONISATION DE LA MISE EN VALEUR DES RESSOURCES ET DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Modification du rôle d'une commission géologique fédérale: l'évolution de la United States Geological Survey, depuis les levés d'exploration jusqu'aux sciences de la Terre au service du public

D.L. Peck

Discussion

Modification du rôle d'une commission géologique fédérale: l'évolution de la United States Geological Survey, depuis les levés d'exploration jusqu'aux sciences de la Terre au service du public

Dallas L. Peck¹

Peck, D.L., Modification du rôle d'une commission géologique fédérale: l'évolution de la United States Geological Survey, depuis les levés d'exploration jusqu'aux sciences de la Terre au service du public; dans Les commissions géologiques nationales au XXI^e siècle, compilation de Bouchard, D.S. et al.; Commission géologique du Canada, Bulletin 446, p. 17-25, 1993

Résumé

La United States Geological Survey (USGS) a été formée, en 1879, par la fusion de quatre organismes d'exploration qui avaient été créés pour recenser la géologie et les ressources minérales et énergétiques des territoires, alors relativement inconnus, de l'Ouest. Le rôle de la USGS a évolué rapidement pour englober la cartographie topographique et l'étude des ressources hydriques, puis a continué de se modifier au cours des cent années suivantes pour satisfaire aux besoins changeants d'un pays en pleine croissance. Elle s'est vu confier de nouvelles responsabilités comme la géologie marine et la télédétection, mais en a cédé d'autres, en grande partie des fonctions de gestion et de réglementation des ressources, à de nouveaux organismes comme le Bureau of Reclamation, le Bureau of Mines et le Minerals Management Service. Ces changements sont survenus en réaction à des événements mondiaux et nationaux comme la guerre, à des préoccupations sociétales comme la sensibilisation à l'environnement et l'effet des nouvelles technologies, ainsi qu'à l'évolution des capacités et responsabilités d'autres organismes fédéraux et d'organisations d'état et locales.

Aujourd'hui, l'USGS offre un vaste éventail de renseignements géoscientifiques au gouvernement des États-Unis et aux Américains. En plus de poursuivre des recherches et des études, tant traditionnelles que novatrices, sur la géologie et les ressources minérales du pays, l'USGS a élargi son rôle pour englober l'étude des risques géologiques, l'évaluation et la mesure qualitatives et quantitatives des eaux souterraines et superficielles du pays, la production de cartes topographiques de base et de données spatiales numériques, et l'archivage de vastes données géologiques, géophysiques, géochimiques, hydrologiques et de télédétection numériques et analogiques. Nos clients comprennent le public, d'autres organismes fédéraux, le Congrès, des organismes d'état et locaux, des universités, le secteur privé et la communauté internationale.

Les pouvoirs et les compétences de nombreux organismes fédéraux, d'état et locaux ont augmenté au cours des dernières décennies. Nos rapports avec ces organismes continuent d'évoluer pour se concentrer de plus en plus sur la collaboration dans le domaine de la recherche et de l'information. De plus en plus, notre rôle consistera à promouvoir la coordination entre les organismes, à établir des objectifs et des normes, à fournir des répertoires des données disponibles et à définir les besoins de recherche.

¹Director, U.S. Geological Survey, 12201 Sunrise Valley Drive, Mail Stop 101, Reston, Virginia 22092, U.S.A.

À la veille du XXI^e siècle, l'USGS poursuit plusieurs programmes qui orienteront ses activités des dix années à venir. Ces programmes comprennent les recherches sur le changement planétaire, les recherches sur la qualité des eaux, l'évaluation qualitative et quantitative des eaux souterraines et superficielles du pays, la modernisation de nos systèmes de cartographie, la constitution de bases nationales de données cartographiques numériques, les recherches sur les risques géologiques et la cartographie géologique.

Dans le cadre du programme de recherche sur le changement planétaire, par exemple, l'USGS étudie le climat et les systèmes hydrologiques, le cycle du carbone, la biogéochimie, les gaz contribuant à l'effet de serre, les émanations volcaniques, les hydrates de gaz, les données paléoclimatiques, le changement du niveau de la mer, la dynamique du pergélisol, les changements de la glace de mer et de glacier, et la désertification. C'est dire que nous avons fait beaucoup de chemin depuis 1879, où toutes nos activités étaient axées sur les ressources. Au lieu d'être surtout composée de géologues, l'USGS regroupe aujourd'hui des géologues, des géophysiciens, des hydrologues, des océanographes, des paléoclimatologues, des paléontologues, des botanistes, des cartographes, des géographes, des ingénieurs, des mathématiciens, des biologistes, des chimistes, des physiciens, des spécialistes de l'environnement, des informaticiens et des gestionnaires des données.

Il est manifeste que la fonction de l'USGS, comme elle l'a fait déjà, continuera de s'élargir et de s'orienter de plus en plus vers la protection de l'environnement, la gestion judicieuse des ressources de la Terre et la nécessité de comprendre les grands dossiers géoscientifiques nationaux et internationaux. Il continuera d'être important de connaître les ressources énergétiques et minérales nationales, mais, plus l'USGS deviendra partie intégrante d'une économie mondiale, plus la collecte de données sur les ressources mondiales prendra de l'importance. Notre objectif reste le même: fournir des renseignements géoscientifiques impartiaux, au service du public. De plus en plus, nous réaliserons cet objectif en collaborant avec d'autres organismes, en plus d'avoir recours à nos propres compétences.

Abstract

The U.S. Geological Survey (USGS) was established in 1879 by combining four exploration surveys formed to determine the geology and mineral and energy resources of the relatively unknown western territories. The Survey's role quickly evolved and expanded to include topographic mapping and water resource studies and then continued to change over the ensuing 100 years to meet the changing needs of the growing Nation. Changes included both the addition of new responsibilities such as marine geology and remote sensing and the splitting off of other, mostly resource management and regulatory functions, into new agencies such as the Bureaus of Reclamation and Mines and the Minerals Management Service. Changes reflected world and national events such as war, societal issues including concern for the environment, new technology, and the changes in capabilities and responsibilities of other federal agencies and of state and local organizations.

Today, the USGS provides a broad spectrum of earth science information to the United States Government and its people. In addition to conducting both traditional and innovative research and investigations of the geology and mineral resources of the country, the USGS role has broadened to include studies of geologic hazards, assessments and monitoring of the quality and quantity of the Nation's ground and surface water, production of basic topographic maps and digital spatial data for the Nation, and the archiving of large digital and analogue geological, geophysical, geochemical, hydrologic, and remotely sensed data. Our constituents include the American public, other federal agencies, Congress, state and local agencies, academia, industry, and the international community.

The authority and capabilities of many federal, state and local agencies have grown over the past several decades, and our relationship continues to change to focus more on research and information partnerships. The USGS responsibility will increasingly be to take the lead in promoting interagency coordination, establishing goals and standards, providing indices to available data, and defining research needs.

As the 21st century approaches, the USGS has several programs that will provide a focus for the next decade. These programs include research on global change, research on water quality, assessment of the quantity and quality of the Nation's ground and surface water, modernization of our mapping systems, building of national digital cartographic data bases, research on geologic hazards, and geologic mapping.

Using the Global Change Research program as an example, the USGS is presently conducting studies of climate and hydrologic systems, the carbon cycle, biogeochemistry, greenhouse gasses, volcanic emissions, gas hydrates, paleoclimate, sea-level change, permafrost dynamics, sea ice and glacier ice changes, and desertification. This is quite an evolution from the single resources-oriented focus of 1879. Rather than being an organization composed principally of geologists, the USGS has evolved into an integrated collection of geologists, geophysicists, hydrologists, oceanographers, paleoclimatologists, paleontologists, botanists, cartographers, geographers, engineers, mathematicians, biologists, chemists, physicists, environmental specialists, computer scientists, and data managers.

Clearly, the function of the USGS has and will continue to broaden in the future, with an ever-growing emphasis on environmental quality, the balanced management of Earth's resources, and the need to understand domestic and international earth science issues. Knowledge of domestic energy and mineral resources will continue to be important. However, as the USGS increasingly becomes an integral part of a global economy, the gathering of information about world resources will become a higher priority for the Survey. Our goal remains to provide unbiased earth science information in the public service. More and more, we will accomplish that goal through a combination of in-house expertise and partnerships with others.

Mon nom est Dallas Peck. Je suis le directeur de la United States Geological Survey (USGS) et c'est avec plaisir que je suis venu participer à la célébration du 150^e anniversaire de la Commission géologique du Canada et à la Conférence internationale des commissions géologiques. Je suis heureux d'avoir l'occasion de vous entretenir de la modification du rôle des commissions géologiques en cette époque de sensibilisation accrue à l'environnement. Je vous entretiendrai surtout de l'avenir des commissions géologiques nationales. Je vous parlerai donc de l'évolution de l'USGS, depuis son rôle premier dans les levés d'exploration jusqu'à sa mission actuelle qui est de fournir des informations géoscientifiques pour répondre aux besoins du public. Beaucoup de commissions ont déjà connu de tels changements, et les autres se trouveront dans cette situation dans un avenir rapproché.

Nous nous préoccupons tous de l'exploitation des terres, de l'eau, de l'énergie et des ressources minérales de la planète. Nous devons veiller à ce que les générations à venir disposent d'un approvisionnement adéquat de ressources d'importance critique tout en nous assurant que nous n'altérons pas de façon irréversible notre milieu naturel. Notre réaction à ce défi et notre réponse à de nombreuses autres questions fondamentales quant à l'avenir de notre planète et de ses habitants dépendent de notre capacité d'augmenter sans cesse nos connaissances de l'environnement, de la structure, des ressources et de la dynamique de la planète Terre. Fournir les renseignements scientifiques nécessaires à la formulation des réponses à ces questions, telle est la principale mission de l'USGS et des autres commissions géologiques nationales que vous représentez.

Ces renseignements sont essentiels pour le public et ses représentants, qui peuvent ainsi prendre des décisions éclairées au sujet de l'exploitation judicieuse des ressources non renouvelables. Ces mêmes renseignements ont une importance cruciale, car ils nous permettent de comprendre l'évolution du milieu naturel et de prendre des décisions qui influent sur notre niveau de vie, notre croissance économique, l'avenir de l'environnement et notre sécurité nationale.

Vers le milieu du XIX^e siècle, les États-Unis ont rapidement pris de l'expansion vers l'Ouest. Des milliers de colons ont gagné ces contrées inexplorées pour y aménager des fermes, des homesteads et des ranchs et y créer de nouvelles collectivités. Avant 1879, quatre commissions d'exploration avaient été chargées de déterminer les caractéristiques géologiques et les ressources minérales et énergétiques d'une partie des territoires occidentaux relativement peu connus, et les seules informations géographiques et géologiques dont on disposait sur ces régions avaient été fournies, en fait, par ces commissions.

Le 3 mars 1879, le Congrès américain créait l'USGS en vue de consolider les commissions de l'Ouest. L'USGS reçut pour mandat de procéder de façon systématique et scientifique à une classification des terres publiques et à un examen de la structure géologique, des ressources minérales et des produits du domaine national. Le rôle de l'organisme a rapidement évolué et ses fonctions se sont élargies à la cartographie topographique et aux études sur les ressources hydriques. Pendant les 113 années qui ont suivi, ce rôle a continué de changer en fonction des besoins d'un pays toujours en croissance. Par exemple,

en 1888, l'USGS a commencé à mesurer le débit des cours d'eau afin d'évaluer les possibilités d'irriguer les terres arides de l'Ouest. Au fil des ans, on nous a confié de nouvelles responsabilités. En 1962, le Congrès a autorisé l'USGS à étudier la géologie des fonds océaniques. À d'autres moments, l'USGS a cessé d'exercer des fonctions d'aménagement des ressources et de réglementation, ce qui a entraîné la création de nouveaux organismes comme le *Bureau of Reclamation*, le *Bureau of Mines* et le *Minerals Management Service*.

Certains changements ont été apportés en réaction à l'apparition de nouvelles techniques de pointe. Nous avons acquis une expertise en télédétection par suite de perfectionnement dans le domaine de l'aviation et de la photographie aérienne, puis nous avons élargi encore cette expertise avec l'arrivée des satellites et des balayeurs terrestres aéroportés. D'autres transformations ont résulté d'événements mondiaux ou nationaux comme les guerres, de questions sociales, y compris les préoccupations environnementales, et de changements dans les capacités et les responsabilités d'autres organismes fédéraux, d'État et locaux.

Aujourd'hui, l'USGS fournit une vaste gamme de renseignements géoscientifiques au gouvernement central et à la population américaine. Nous faisons de la recherche et des études tant traditionnelles qu'innovatrices sur la géologie et les ressources minérales de notre pays. Le mandat de l'USGS comprend également des études des risques géologiques comme les séismes et les éruptions volcaniques. Nous évaluons et surveillons la qualité et la quantité des ressources hydriques superficielles et souterraines du pays et nous produisons des cartes topographiques et des données cartographiques numériques à l'intention de la nation américaine. Nous conservons de grandes quantités de données numériques et analogiques provenant des disciplines suivantes : géophysique, géochimie, hydrologie et télédétection. Notre clientèle inclut la population américaine, des organismes fédéraux, d'État et locaux, le Congrès, les universités, l'industrie et la communauté internationale.

Nous comptons environ 10 000 employés et notre budget est de 800 millions de dollars, dont les trois quarts sont alloués, l'autre quart venant d'organismes fédéraux, d'État et locaux. Nous avons plus de 200 bureaux, mais la plupart de nos employés travaillent dans trois bureaux principaux. Les fonds dont nous disposons ne nous sont pas accordés sur simple demande. Nous devons soumettre des demandes budgétaires au département de l'Intérieur et à l'OMB (*Office of Management and Budget*), et nous devons les défendre devant le Congrès. Le président peut soit les signer, soit opposer son veto. Nous n'avons donc pas le contrôle complet de notre destinée, comme c'est sans doute le cas pour vous également.

Les pouvoirs et les capacités de nombreux organismes fédéraux, d'État et locaux se sont accrus au cours des dernières décennies. Nos rapports avec ces organismes

continuent de changer et sont davantage axés sur les partenariats de recherche et le partage d'informations. L'USGS doit instaurer et promouvoir la coordination et les partenariats interorganismes, établir des buts et des normes, fournir des index des données disponibles et définir les besoins en matière de recherche. En d'autres termes, nous ne pouvons tout faire nous-mêmes et nous devons de plus en plus former des partenariats avec d'autres organismes.

À l'aube du XXI^e siècle, l'USGS peut compter sur plusieurs nouveaux programmes globaux qui orienteront les travaux de la prochaine décennie, notamment la recherche sur la transformation du globe, l'évaluation de la quantité et de la qualité des eaux souterraines et des eaux de surface du pays, la modernisation de nos systèmes de cartographie topographique, la constitution de bases nationales de données cartographiques numériques, les applications des systèmes d'information géographique, la recherche sur les risques géologiques, une nouvelle orientation de la cartographie géologique et l'étude de la croûte continentale en profondeur.

Nombre de préoccupations nationales et planétaires, tant actuelles qu'à venir, influenceront sur les programmes de l'USGS et d'autres commissions géologiques nationales. L'élimination des déchets dangereux, y compris les déchets radioactifs, constituera un défi important à relever. La compréhension et l'atténuation de la pollution des eaux souterraines et des eaux de surface par des sources ponctuelles et non ponctuelles, comme les produits chimiques agricoles et le ruissellement urbain, exigeront des efforts marquants.

Il nous faudra mieux comprendre les risques naturels comme les séismes, les éruptions volcaniques, les glissements de terrain, les inondations et l'érosion côtière si nous voulons réduire les pertes humaines et matérielles. Des estimations quantitatives des ressources énergétiques et minérales non encore découvertes sont nécessaires pour la prise de décisions touchant l'aménagement des terres et pour les plans stratégiques nationaux à long terme.

Récemment, nous avons été sensibilisés à la perte annuelle d'ozone au-dessus de l'Antarctique et à une baisse des quantités d'ozone au-dessus de l'hémisphère Nord. Nous observons également une augmentation des concentrations atmosphériques des gaz à effet de serre. Ces phénomènes et d'autres découvertes ont sensibilisé les gens du monde entier à la nature dynamique et à la fragilité éventuelle de la Terre. Les incidences des activités humaines sur la planète font également l'objet d'une grande attention. Aux États-Unis, environ douze organismes scientifiques, dont l'USGS, se sont réunis pour étudier la transformation du globe et ont mis sur pied un programme de recherche à cet égard.

Au cours des quatre dernières années, j'ai agi comme président d'un comité sur les sciences de la Terre et de

l'environnement, qui est chargé de superviser le programme de recherche sur la transformation du globe. Le but de ce programme est la constitution de la base scientifique sur laquelle s'appuieront les décisions nationales et internationales ayant trait aux changements naturels et anthropiques de l'ensemble de l'écosphère. Ce programme constitue un bon modèle pour l'avenir, car il rassemble des chercheurs et des spécialistes d'un grand nombre de disciplines, d'organismes et de pays différents qui s'attaqueront à des problèmes d'intérêt mutuel.

Les objectifs du programme de recherche sur la transformation du globe sont les suivants: 1) établir un programme intégré, global et à long terme d'études de l'ensemble de l'écosphère; 2) mettre en oeuvre un programme d'études thématiques pour améliorer notre compréhension des mécanismes physiques, géologiques, chimiques, biologiques et sociaux qui influent sur les processus et les tendances de l'écosphère à l'échelle planétaire et régionale; et 3) mettre au point des modèles conceptuels et prédictifs intégrés de l'écosphère pour guider l'élaboration de politiques officielles.

L'USGS de même que plusieurs autres commissions géologiques nationales participent activement à ce partenariat visant l'évaluation des systèmes dynamiques de la Terre. Je crois que, à l'avenir, d'autres commissions géologiques nationales consacreront une part accrue de leurs efforts à cette question.

Dans le cadre du programme de recherche sur la transformation du globe, l'USGS procède actuellement à des études sur les systèmes climatiques et hydrologiques, le cycle du carbone, la biogéochimie, les gaz à effet de serre, les émissions volcaniques, les hydrates de gaz, les paléoclimats, le changement du niveau de la mer, la dynamique du pergélisol, la glace de mer, la dynamique des glaciers et la désertisation. C'est là toute une évolution par rapport aux programmes de 1879 axés sur les ressources!

Grâce à ce programme et à d'autres projets, l'USGS est devenue un organisme intégré formé de géologues, hydrologues, géophysiciens, océanographes, paléoclimatologues, paléontologues, géomorphologues, botanistes, cartographes, géographes, ingénieurs, mathématiciens, biologistes, chimistes, physiciens, spécialistes de l'environnement et chercheurs informaticiens.

Ces dernières années, nombre de ces scientifiques ont orienté leurs recherches sur d'autres sujets. Bien que certains continuent de s'intéresser à des domaines traditionnels comme l'énergie, les minéraux et la cartographie, d'autres se tournent maintenant vers des questions liées aux problèmes environnementaux comme l'élimination des déchets, la qualité de l'eau et la transformation du globe. Je crois que la voie empruntée par les chercheurs de l'USGS pourrait être celle-là même que les spécialistes de vos propres commissions

géologiques suivront à mesure que nous approcherons du XXI^e siècle. Les travaux traditionnels axés sur l'énergie, les minéraux et la cartographie, d'une part, et cette nouvelle orientation vers des questions touchant l'environnement, d'autre part, constituent le double rôle que nos commissions géologiques devront jouer dans l'avenir.

Quelle est la nature de notre profession? Nous nous intéressons à la géologie, à l'hydrologie, à la cartographie, à la géographie, à la chimie, à la géophysique et à toutes les autres disciplines scientifiques qui nous apportent des informations sur les processus, les produits et les problèmes de la Terre. Le mot clé de cette dernière phrase est «information». Nous rassemblons de l'information au sujet de la Terre. En tant que chercheurs, nous sommes les véhicules de cette information.

L'un des plus importants aspects de l'évolution des commissions géologiques de demain est peut-être la façon dont cette information sera mise à la disposition des utilisateurs. Par le passé, nos informations géoscientifiques étaient destinées à une seule clientèle, la communauté géologique. Aujourd'hui, nous constatons que la cible de nos efforts est beaucoup plus vaste. Notre clientèle principale, c'est le public que nous servons. Nous devons promouvoir un produit, l'information géoscientifique, et nous devons analyser soigneusement la façon dont nous présentons ce produit au public. «Les sciences de la Terre au service du public», telle est la devise de l'USGS depuis de nombreuses années.

Nous percevons un changement au niveau de notre clientèle et de ce que nous lui fournissons. Nous constatons également une accélération de la tendance vers une approche quantitative des sciences de la Terre. La constitution d'importantes bases de données numériques a accompagné le besoin accru de ressources et de sensibilisation à l'environnement. Ce changement ne signifie toutefois pas que le géologue traditionnel travaillant sur le terrain n'a plus de rôle à jouer.

Nous ne pouvons tendre vers une plus grande quantification aux dépens des études géologiques fondamentales sur le terrain. Qu'il étudie les gîtes minéraux ou qu'il surveille les changements environnementaux, le géologue de terrain représente toujours le premier et le plus important niveau de collecte de données géologiques. Si nous ne consacrons pas de plus grands efforts aux études sur le terrain, les sciences géologiques se distancieront rapidement de la réalité et de leurs propres besoins. La collecte de données de base doit rester une priorité élevée tant maintenant qu'au cours du prochain siècle.

En plus de passer leurs journées sur le terrain avec un marteau dans une main et une loupe dans l'autre, les géologues de terrain consacrent également leurs soirées et leurs heures de bureau à leur micro-ordinateur et à diverses bases de données numériques. Depuis la fin des années

1970, des instruments de plus en plus perfectionnés comme les satellites Landsat, de même que les études géophysiques aéroportées, les systèmes de sismique réflexion et les analyseurs chimiques automatisés ont fourni des masses de données numériques relatives à la Terre à des débits de l'ordre des mégaoctets à la seconde. Les nouveaux instruments dont sera équipé le satellite proposé d'observation de la Terre (EOS), dont le lancement est prévu pour la fin du présent siècle, transmettront un téraoctet de données par jour.

Des super-ordinateurs sophistiqués sont maintenant utilisés couramment pour le tracé des ondes sismiques, la simulation du transport des matières solubles dans l'eau souterraine et les prévisions sur le climat futur. En fait, les modèles de circulation générale produits par ces ordinateurs sont à la base de notre sensibilisation à la transformation du globe et de nos premières préoccupations à cet égard. Une portion substantielle des fonds consacrés au programme de recherche sur la transformation du globe sert à la gestion de grandes quantités de données actuellement produites en rapport avec les sciences de la Terre.

Les systèmes d'information géographique sont un volet du développement technique qui prend de plus en plus d'importance. Depuis la première publication de cartes géologiques modernes au XVIII^e siècle et au début du XIX^e, divers types de cartes sont devenus un moyen courant de diffuser des renseignements géologiques. À mesure que les sciences de la Terre se sont perfectionnées, des types de cartes différents et plus nombreux ont vu le jour. Les méthodes traditionnelles de cartographie sont un moyen absolument inefficace et inefficent de compiler et d'afficher de grands ensembles de données diverses. Les récents progrès technologiques qui nous ont permis de convertir en numérique, de manipuler et d'afficher des ensembles de données à référence spatiale rendent possible l'organisation en couches et la combinaison de nombreux grands ensembles de données numériques. Les systèmes d'information géographique sont utilisés pour l'affichage de combinaisons de renseignements présentant des échelles, des projections et des perspectives différentes à un certain nombre d'endroits.

Nous pouvons maintenant intégrer et évaluer divers types de données comme jamais auparavant, ce qui nous permet de régler une vaste gamme de questions importantes. La gestion des données est un ingrédient clé non seulement du programme de recherche sur la transformation du globe, mais de toutes les activités de l'USGS, et elle devrait l'être pour tous les programmes des commissions géologiques nationales.

L'USGS assume maintenant un rôle de chef de file dans la coordination des données géographiques fédérales. Par conséquent, les informations géoscientifiques et les fonds de carte rassemblés par l'USGS seront plus facilement accessibles et leur application sera plus étendue à

l'intérieur de la communauté fédérale utilisant les données. À la fin des années 1990, l'OMB a exigé la structuration et l'intégration de l'information de nature géographique de l'ensemble du gouvernement fédéral américain. Plus précisément, toute l'information de nature géographique, y compris les fonds de carte et les données géologiques, géophysiques et géochimiques, sera rassemblée et publiée selon des normes d'utilisation et de transfert uniformisées en vue de généraliser son usage. Grâce à cette uniformisation, toutes les données numériques pourront être facilement utilisées et partagées par les parties intéressées. L'USGS est en train de constituer une base nationale de données sur l'âge radiométrique et une autre sur la paléontologie pour faciliter l'accès à ces données très importantes.

L'USGS a été chargée de la coordination des activités fédérales reliées aux données et aux informations spatiales sur les ressources en eau douce des États-Unis. Nous collaborons étroitement avec d'autres organismes gouvernementaux pour déterminer les besoins, élaborer des normes, planifier des projets, partager des ressources, procéder à des transferts de technologies et évaluer les résultats, ce qui nous permet d'améliorer les communications, de faciliter la collaboration et d'en arriver à un consensus. Nous avons formé des partenariats avec des organismes fédéraux, des gouvernement des États et locaux et le secteur privé.

Je crois que le fait de mettre l'accent sur la coordination des données à référence spatiale entre les différents organismes fédéraux, d'État, nationaux et municipaux, de se conformer à des normes, de fournir des index de données et de coordonner une multitude de renseignements constitue un pas en avant très important aux États-Unis. Je parle ici non seulement des données géoscientifiques traditionnelles, mais aussi des données sur la propriété des biens fonciers, le cadastre, la géodésie, la végétation et le recensement, soit toutes les données à référence spatiale dont nous avons besoin pour nous attaquer aux types de problèmes auxquels la société doit faire face à l'heure actuelle.

J'aimerais vous remercier d'avoir fait preuve de patience et de m'avoir permis de vous livrer mes réflexions sur l'évolution du rôle des commissions géologiques nationales. Peut-être que le changement le plus marquant est le fait que nous soyons tous assis ici, dans une même pièce, à discuter de questions internationales et planétaires qui nous intéressent mutuellement.

Il est clair que le rôle de l'USGS a été élargi et qu'il le sera encore dans l'avenir. Nous verrons la qualité de l'environnement, l'aménagement équilibré des ressources de la Terre et une meilleure compréhension des questions géoscientifiques internationales prendre de plus en plus le devant de la scène. En arriver à une meilleure compréhension de nos ressources intérieures — terres, eau, énergie et minéraux — est un objectif dont l'importance se maintiendra. Comme les États-Unis font partie intégrante

de l'économie mondiale, la collecte de renseignements sur les ressources et l'environnement de la planète constitue également une priorité élevée pour l'USGS. Nous aurons toujours pour objectif de fournir des informations géoscientifiques impartiales au public. De plus en plus, nous poursuivons cet objectif grâce à la combinaison de notre expertise et de nos partenariats avec d'autres organismes.

Ce que j'ai dit à propos de l'USGS peut fort bien s'appliquer directement à votre propre commission géologique. Nous sommes concernés par l'interdépendance accrue des nations. Au cours de la

dernière année, beaucoup d'obstacles politiques ont disparu et nous avons vu notre monde rapetisser. Nous appartenons à une communauté planétaire. Aucun de nos pays ne peut subvenir entièrement à ses besoins énergétiques et minéraux. D'une façon ou d'une autre, nous dépendons tous les uns des autres. Par conséquent, l'importance des ressources planétaires et des problèmes environnementaux pour l'avenir de chacune de nos commissions géologiques ne cesse de prendre de l'ampleur. Ensemble, en tant que partenaires issus d'une même communauté planétaire, nous pouvons répondre à ces questions et relever les défis du XXI^e siècle.

Discussion: Thème II

A.J. Naldrett: J'aimerais revenir sur les questions d'intérêt planétaire. Nous sommes tous d'accord que le vert, ou écologie, est une bonne chose et que le brun, ou pollution, est une mauvaise chose. Mais plus nous voulons devenir verts lorsqu'il s'agit de l'exploitation des ressources — une activité qui est évidemment à l'origine de votre commission et de la nôtre aussi — plus l'exploitation minière et la transformation des minéraux deviennent coûteuses. Nous vivons dans une société capitaliste dont l'éthique est de maximiser le rendement des investissements. Il est donc parfaitement logique et conforme à cette éthique que nous investissions de l'argent là où le rendement est le plus élevé. Les sociétés minières ontariennes dépensent une infime portion de leur budget d'exploration en Ontario. Elles en dépensent une certaine partie au Québec, où les choses sont un peu plus faciles, mais c'est à l'extérieur du pays que le gros de ce budget est dépensé, au Chili notamment. Est-ce que l'écologisme en Amérique du Nord est toujours aussi louable lorsqu'il signifie une détérioration de l'environnement en Amérique du Sud? Nous avons constaté, lors de la préparation de Rio '92, que les pays en développement sont prêts à accepter nos investissements, mais qu'ils ne sont pas disposés à se conformer à nos exigences environnementales. Votre travail consiste à donner des conseils à votre gouvernement et, parfois, ces conseils ne sont pas ceux attendus. Quels seraient vos recommandations sur cette question?

D.L. Peck: Quel que soit le conseil que je donne, je suis très prudent. Mon gouvernement a pris position face à ce vaste domaine. Il y a eu un certain nombre de discussions franches à l'interne. Je puis dire ce que je pense mais avec prudence. Mon point de vue face à l'exposé est le suivant : nous sommes en présence d'une économie planétaire et d'un système terrestre planétaire également, et nous devons nous adapter à cette situation. Je ne crois pas que mon rôle soit de dire si diverses nuances de «vert» ou de «brun» aux États-Unis ou dans d'autres pays sont appropriées. Un de nos mandats est de mieux comprendre les processus naturels et la géologie afin de maximiser les investissements dans le domaine de l'exploration. Nous devons aussi mieux comprendre les processus de la pollution résultant de l'exploitation minière afin de la minimiser rapidement, selon les politiques du pays où cette exploitation a lieu. Pour ce qui est des conseils que je puis donner sur les politiques, je dirige l'USGS (*U.S. Geological Survey*) depuis plus de dix ans et j'ai eu à traiter avec quatre secrétaires de l'Intérieur, le premier ayant été Jim Watt. On aime toujours se vanter des nouvelles percées dans le domaine des sciences de la Terre. Je montrais donc à Watt une

sorte de radar-navette nous permettant de voir les paléovallées à travers les sables du désert égyptien et de déterminer l'ancien climat de l'Égypte. Je lui livrais mes commentaires sur cette façon de jeter un regard sur le passé lorsqu'il m'a dit que c'était très intéressant mais que, comme la Terre s'était formée il y a 6 000 ans, il ne voyait pas l'intérêt de tout cela. Je dois avouer que je me suis tu.

G.O. Kesse: L'aide du BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières) aux pays en développement est assez importante et nous avons entretenu de bonnes relations avec cet organisme. Je me demande pourquoi l'aide de l'USGS n'a pas été aussi élevée. Quels sont vos projets à l'égard des pays en développement?

D.L. Peck: Tom Ovenshine, le chef de notre bureau de la géologie internationale, est ici et il pourrait vous fournir plus de détails. Le financement direct que nous recevons nous est attribué par le biais du département de l'Intérieur et de son comité des crédits, selon 50 articles d'exécution dont aucun n'a trait à l'aide aux pays en développement. Tous ces articles sont approuvés par les membres du Congrès des États et ils servent principalement à des études menées aux États-Unis, parfois ailleurs dans le monde si cela s'avère utile pour compléter les recherches effectuées aux États-Unis. Une certaine importance est donc accordée à l'étude des séismes à l'étranger parce que nous pouvons ainsi mieux comprendre de quelle façon les effets des tremblements de terre aux États-Unis peuvent être minimisés. Nos activités outre-mer sont financées par des organismes comme la Banque mondiale; dans le cas de pays comme l'Arabie saoudite et le Venezuela, le financement vient de l'AID (*Agency for International Development*). Dans les années 1950 et 1960, notre programme international était très important et nous sommes fiers de pouvoir dire que nous avons contribué à la mise sur pied des commissions géologiques du Chili, du Pérou, du Brésil et du Libéria. Avec la révolution verte, l'AID a mis l'accent sur l'agriculture, la botanique et la culture de riz de meilleure qualité et a réduit radicalement son financement des programmes sur les ressources minérales. Depuis, nous avons éliminé ces programmes parce que nous ne pouvons pas les financer, même si nous avons effectué des démarches pour trouver de tels fonds.

U.G. Cordani: Je ne parlerai pas en tant que président de l'Union internationale des sciences géologiques mais en tant que géoscientifique du Brésil, un pays du tiers monde. Nous sommes tous d'accord qu'il faut adopter une attitude écologique et tout le monde parle de l'environnement.

C'est pour cette raison qu'il y aura une conférence sur l'environnement et le développement à Rio en 1992. Tony Naldrett a parlé de l'aspect économique de l'exploration minière. Comme cette activité devient coûteuse en Amérique du Nord et que des coûts environnementaux y sont associés, beaucoup de multinationales et de gouvernements se tournent vers l'exploration dans les pays du tiers monde. Ces derniers ne veulent pas assumer le coût de cette exploration parce que leurs priorités sont très différentes. La famine et la survie sont des problèmes qui n'ont pas la même dimension dans une société industrielle. Lorsque vous considérez l'ensemble du système, vous constatez que les pressions exercées sur l'environnement par les activités d'exploration dans les pays du tiers monde seront encore plus grandes à l'échelle de la planète. Y a-t-il une réponse? Nous sommes entre géologues et nous connaissons les problèmes. Comment pouvons-nous faire en sorte de les éviter? Comment pouvons-nous tirer parti de Rio '92? Quels conseils les grandes commissions géologiques peuvent-elles donner?

P.J. Cook : Combien de personnes ici présentes prendront part à la conférence de Rio? Une, deux, trois, quatre? Très peu de spécialistes des sciences de la Terre s'y rendront.

Monsieur Peck a une responsabilité particulière dont il ne veut probablement pas se charger parce que, aux États-Unis, un géologue est à la tête du programme sur le changement environnemental planétaire. On trouve un géologue à ce poste dans peu de pays, sinon aucun. Nous devons reconnaître que les sciences de la Terre sont le point de départ d'une grande partie des programmes sur le changement environnemental planétaire. Pourtant, ce message ne passe pas vraiment. Alors, Dallas, allez-y! Dans ce domaine particulier, je crois que vous êtes le porte-étendard, non seulement des États-Unis mais des sciences de la Terre à l'échelle de la planète, ce qui est peut-être une perspective un peu rebutante pour vous.

E.A. Babcock: Je vais prendre le grand risque de répondre à cette question du point de vue de l'industrie minière canadienne. Je me fonde sur une enquête très poussée menée par la Direction de la politique minière auprès de l'industrie canadienne. Cette dernière, qui est énorme, affirme qu'elle adoptera un comportement aussi écologique dans les pays moins développés qu'au Canada. Les sociétés minières n'ont pas l'intention de faire du pillage. Si elles ne font pas d'exploration au Canada à l'heure actuelle, c'est qu'il existe au pays un énorme chevauchement de compétences en matière d'environnement. La délivrance des permis est un processus complexe et une grande partie des terres sont incluses dans les revendications territoriales des autochtones et dans les projets de parcs. De plus, il faut tellement de temps pour obtenir la permission d'exploiter

une mine qu'il est préférable, pour les sociétés minières, d'aller dans un pays où elles se sentent mieux accueillies et où elles pourront exploiter une mine plus rapidement. Donc, ce n'est pas que les sociétés minières essaient d'éviter de se conformer aux normes environnementales. C'est plutôt que nous avons réussi à créer un système trop bureaucratique.

D.L. Peck: Après m'être frappé la tête contre un mur de briques pendant quatre ans, j'ai démissionné de la présidence du comité sur la transformation du globe. Je crois que, dans ce programme et dans de nombreux autres, nous devons commencer à accorder moins d'attention aux frontières séparant nos disciplines étroites. J'ai entendu des conversations superficielles où l'on utilisait à l'occasion le mot géologue, parfois le mot chercheur, ou encore le terme spécialiste de la croûte terrestre, et j'ai trouvé que cela reflétait un point de vue trop étroit. La Terre, c'est aussi les océans, l'atmosphère et l'eau qui coule dans les rivières ou qui s'infiltre dans les roches sous-jacentes. Pour comprendre tout cela, il faut un véritable partenariat formé de toutes ces disciplines. Parfois, les météorologues ont un esprit aussi étroit que les géologues. Ils ne semblent pas vraiment aimer les paléoclimats ni apprécier le fait que nous puissions mettre leurs modèles informatiques à l'essai et y déceler des erreurs. Mais nous avons une grande ouverture d'esprit. Tout ce que nous avons à faire, c'est de convaincre les météorologues d'être réceptifs.

B.J. Skinner: Je ne suis pas d'accord avec Peter Cook et ce, à mes risques et périls. J'aimerais vous rappeler que le Conseil international des unions scientifiques a tenu une vaste conférence préparatoire. L'été dernier, les participants se sont réunis deux fois pendant de longues périodes à Vienne et les résultats des délibérations seront publiés sous forme de livre par la *Cambridge University Press* en mai prochain. Il s'agissait d'une préparation scientifique à la conférence de Rio. Un grand nombre de géologues, d'hydrologues et de gens bien connus y ont pris part. Une bonne moitié des rapports ont trait à la géologie. Nous n'avons donc pas été laissés pour compte, mais nous n'avons pas non plus rendu un grand service à notre profession. Vous pourrez lire dans le prochain numéro de *GSA Today*, ou dans celui qui suivra, un article écrit par quatre ou cinq de ces géologues (dont deux ou trois sont ici aujourd'hui : Umberto Cordani, Digby McLaren et moi-même). Nous avons dû conclure que, même si les rapports décrivent clairement les problèmes (en fait, la preuve est parfaitement claire, il n'est pas besoin d'aller plus loin, nous savons et vous savez quels sont les problèmes), nous ne sommes pas capables, en tant que groupe, d'affirmer haut et fort que nous connaissons les problèmes et que nous avons des solutions à proposer. Comme tous les autres groupes, nous avons fini par user de faux-fuyants. Nous avons dit qu'il fallait faire plus de recherches.

THÈME III: DES RESSOURCES POUR LA SOCIÉTÉ

**L'évolution des ressources utilisées par la société: des métaux aux matériaux
et des combustibles fossiles aux énergies renouvelables - Le rôle des
commissions géologiques changera-t-il?**

M. Kürsten et F.W. Wellmer

Les matériaux nouveaux: la situation actuelle et les tendances

H. Czichos

Discussion

L'évolution des ressources utilisées par la société: des métaux aux matériaux et des combustibles fossiles aux énergies renouvelables—Le rôle des commissions géologiques changera-t-il?

F.-W. Wellmer¹ et M. Kürsten²

Wellmer, F.W. et Kürsten, M., L'évolution des ressources utilisées par la société: des métaux aux matériaux et des combustibles fossiles aux énergies renouvelables—Le rôle des commissions géologiques changera-t-il?; dans Les commissions géologiques nationales au XXI^e siècle, compilation de Bouchard, D.S. et al.; Commission géologique du Canada, Bulletin 446, p. 17-25, 1993

Résumé

La société moderne dépend de plus en plus d'un nombre toujours croissant de nouveaux matériaux: alliages, céramiques, polymères et composés aux propriétés améliorées. Ces nouveaux matériaux ne représentent toutefois que le sommet de la «pyramide de matériaux» nécessaire au bien-être d'un pays. En fin de compte, un pays continue d'avoir besoin des ressources minérales et énergétiques traditionnelles.

Du point de vue de la valeur, la base de la pyramide repose encore sur les combustibles fossiles, dont d'énormes volumes servent à fabriquer des matériaux de construction. Mais les nouveaux matériaux montrent clairement l'importance croissante de l'innovation et du savoir-faire dans l'emploi intelligent de matériaux, tant nouveaux que traditionnels. Cela est corroboré par la stagnation ou même la baisse des facteurs d'intensité d'utilisation (unité de matériau utilisée, divisée par le produit national brut (PNB) unitaire), dans le cas des matériaux traditionnels, et, dans le secteur de l'énergie, par le découplage de la croissance du PNB et de la consommation d'énergie.

Dans les pays très développés comme l'Allemagne, il n'y a pas que le secteur tertiaire et des industries comme l'électronique et l'industrie chimique à connaître une croissance supérieure à la moyenne; le secteur de la fabrication des métaux non ferreux en connaît une, lui aussi. Malgré la disponibilité de nouveaux matériaux, la substitution et les pressions politiques qui poussent de plus en plus au recyclage maximal des matériaux, la demande de la plupart des matériaux primaires continue d'augmenter, même si ce n'est pas de beaucoup. Cela veut dire que les spécialistes des sciences de la Terre doivent trouver de nouvelles ressources pour l'avenir. Ils doivent voir les choses dans une optique plus large, notamment en suivant le cycle de vie complet des matériaux et en considérant l'ensemble des étapes, y compris les rebuts d'exploitation et de traitement, afin de minimiser le gaspillage des matériaux et la pollution de l'environnement. Cette optique est d'autant plus nécessaire que les transformateurs exigent des matériaux bruts d'une qualité toujours plus élevée, tant pour des raisons environnementales que parce qu'ils désirent fournir un produit final de qualité aux consommateurs de notre société moderne.

¹President, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), P.O. Box 51 01 53, D-3000 Hannover 51, Stilleweg 2, Germany

²Head, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, P.O. Box 51 01 53, D-3000 Hannover 51 - Stilleweg 2, Germany

Abstract

Modern societies depend more and more on an ever increasing number of new materials such as alloys, ceramics, polymers, compounds with better properties. Such new materials, however, represent only the tip of the "pyramid of materials" necessary for the well-being of a nation. Basically a nation still needs the classical mineral and energy resources.

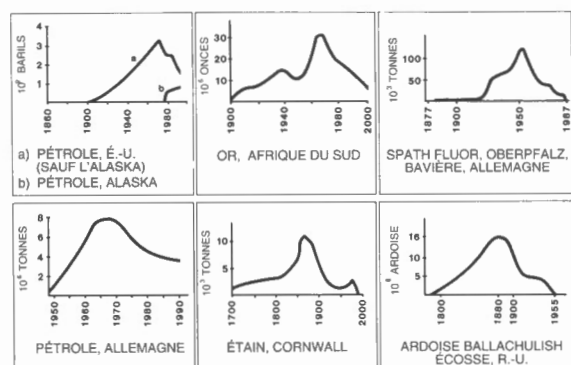
As far as value is concerned the foundation of the pyramid still rests on fossil fuels, with regard to tonnage consumed on construction materials. But new materials make most evident the growing importance of inventiveness and know-how in the intelligent use of both new and old materials. We find this fact reflected in the stagnant or even decreasing intensity of use factors (unit material consumed divided by unit gross national product (GNP)) for classical materials, and in the energy field in the decoupling of growth of GNP and energy consumption.

In highly developed countries like Germany not only the service sector and industries like the electronic and chemical branches show above average growth but also the non-ferrous metal manufacturing industry. Despite new materials available, substitution, and increasing political pressure to recycle materials as much as possible, growth rates for most primary raw materials still remain positive, though often small. This is a challenge to earth scientists to find the new resources for the future. Earth scientists must take a global view, following materials in their life cycle from source to end use. They must consider total material flow systems, including waste from exploitation and processing in order to minimize material loss and environmental impact. Equally, such a global view is required because of the increasingly higher quality standards in raw materials asked for by the processors due to environmental guidelines and in attempting to provide the right quality of the final product to be consumed by modern societies.

Merci beaucoup, monsieur le président. Avant de commencer, j'aimerais offrir, au nom de l'Institut fédéral des géosciences et des ressources naturelles (dont le sigle est BGR en allemand), tous mes vœux à la Commission géologique du Canada à l'occasion du 150^e anniversaire de sa fondation. Depuis de nombreuses années, un climat de confiance et une collaboration très fructueuse règnent entre notre commission et celle du Canada et nous en sommes fiers. J'espère qu'il en sera encore ainsi dans l'avenir.

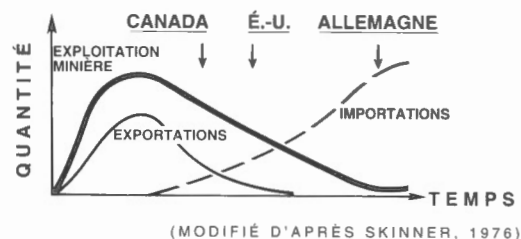
Mon exposé porte sur l'évolution des ressources utilisées par la société. La figure 1 donne des exemples de la courbe en cloche de la production des centres miniers depuis le début de leur exploitation. Ces exemples ont été utilisés par Skinner pour construire un diagramme quantité-temps montrant les étapes traditionnelles de l'exploitation, de l'exportation et de l'importation de produits miniers dans des pays industrialisés (figure 2).

Figure 1. Exemples de courbes de production à vie.



PRODUCTION ANNUELLE

Figure 2. Évolution de l'exploitation minière, des exportations et des importations dans un pays industrialisé (modifié d'après Hewett, 1929 et Skinner, 1976).



Le Canada est un bon exemple de pays minier exportateur de matières premières; il se trouve donc dans une position enviable sur le côté gauche de la figure 2. En Allemagne, le cycle de l'exploitation des métaux vient de prendre fin avec la fermeture des deux dernières mines de métaux il y a à peine deux semaines. Il s'agit de la mine filonienne de plomb-zinc Bad Ground, dans les monts Hartz, et de la célèbre mine Meggan où l'on exploitait un gîte de plomb-zinc de type Sedex. En ce qui concerne les sources primaires, l'Allemagne doit donc maintenant importer tous les métaux dont elle a besoin. Néanmoins, elle peut encore être considérée comme un pays minier, mais seulement sur le plan de la potasse, du lignite (l'Allemagne est en fait le plus grand producteur mondial de lignite), du charbon, de la fluorine, de la barytine et du graphite.

Je vais utiliser le graphique de Skinner (figure 2) pour démontrer comment le rôle d'une commission géologique peut changer en regard des tendances nationales de l'exploitation, de l'exportation et de l'importation de produits miniers. Je reviendrai à ce diagramme. Je veux d'abord traiter de l'élément demande du marché des ressources minérales, puis de l'état de l'offre. En conclusion, je me pencherai sur l'évolution du rôle des commissions géologiques.

Les nouveaux matériaux influent sur les caractéristiques de la demande, ce que nul ne peut ignorer. Le bien-être d'une société moderne dépend de plus en plus d'un nombre toujours plus grand de nouveaux matériaux comme les alliages, les céramiques, les polymères et les composites dont les propriétés sont constamment améliorées. Dans les pays industrialisés, les entreprises consacrent généralement environ de 3 à 8 pour 100 de leurs recettes aux recherches portant non seulement sur les nouveaux produits, mais aussi sur les nouveaux matériaux. Des matériaux de toutes sortes font l'objet d'une concurrence et d'une substitution constantes.

La société moderne est certainement fascinée par les nouveaux matériaux. C'est le cas notamment des matériaux supraconducteurs et des matériaux magnétiques à aimantation permanente. Il y a aussi les céramiques comme celles des boucliers thermiques qui protègent les navettes spatiales lors de leur retour sur la Terre; la conductibilité calorifique de ces céramiques est tellement faible qu'il est possible de tenir une tuile chaude sans se brûler les doigts. Mentionnons aussi les nouveaux composites à base de polymères, comme ceux utilisés pour les avions furtifs parce qu'ils ne peuvent être détectés par les radars, et, plus près de nous, la fibre de verre qui remplace les fils de cuivre dans les câbles. Le bateau qui gagnera cette année la coupe America de la course de voiliers au large de San Diego, que ce soit un yacht des États-Unis—les tenants du titre—ou du pays challenger, sera certainement fabriqué avec des composites à base de

polymères les plus perfectionnés. Par contre, nous lisons dans les journaux des articles peu rassurants sur la fermeture de centres de production des métaux traditionnels, sur les villes en décadence autour d'aciéries abandonnées ou sur les menaces de fermeture des chantiers navals, comme c'est le cas actuellement dans la portion orientale de l'Allemagne. Toutefois, en un sens, il ne s'agit que de cas isolés et il est dangereux de tirer prématurément des conclusions quant à l'avenir des matières premières traditionnelles si nous ne disposons pas de statistiques factuelles. Il est préférable d'être systématique et de partir des faits qui sont pertinents aux tâches des commissions géologiques.

LA PYRAMIDE DES MATÉRIAUX ET LES TAUX DE CROISSANCE

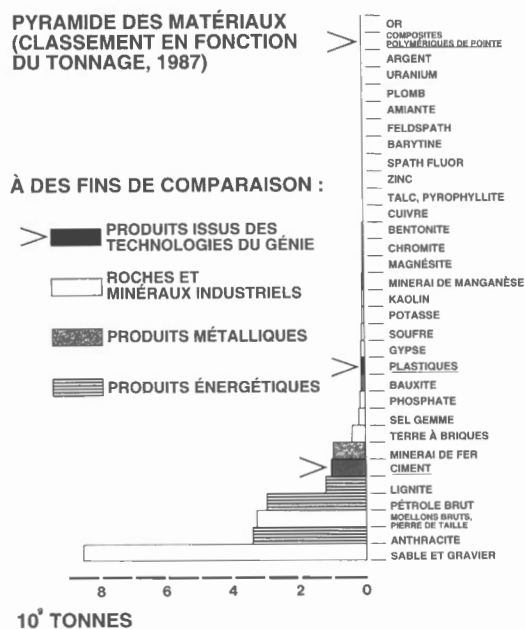
Il est possible de présenter les statistiques sur les minéraux du globe sous forme de pyramide de la valeur, du tonnage ou du volume. La base de la pyramide de la valeur comprend toujours les combustibles fossiles et celle de la pyramide du tonnage, les matériaux de construction (figures 3a et 3b). Ces pyramides reflètent certains des besoins fondamentaux de l'humanité : les gens doivent être logés, les maisons doivent être chauffées et les gens et les biens doivent être transportés. Dans l'avenir, ces besoins de base seront peut-être satisfaits d'une manière plus efficace—un sujet qui sera discuté plus tard—mais, en principe, ils ne changeront pas.

J'ai ajouté certains nouveaux matériaux dans la pyramide de la valeur, par exemple, les polymères de pointe, les céramiques techniques et les nouveaux produits en acier; tous ces matériaux sont évidemment fabriqués à partir des matériaux primaires de la pyramide (figure 3a). Dans la figure 3b, la valeur de ces matériaux est présentée par rapport aux matières premières traditionnelles.

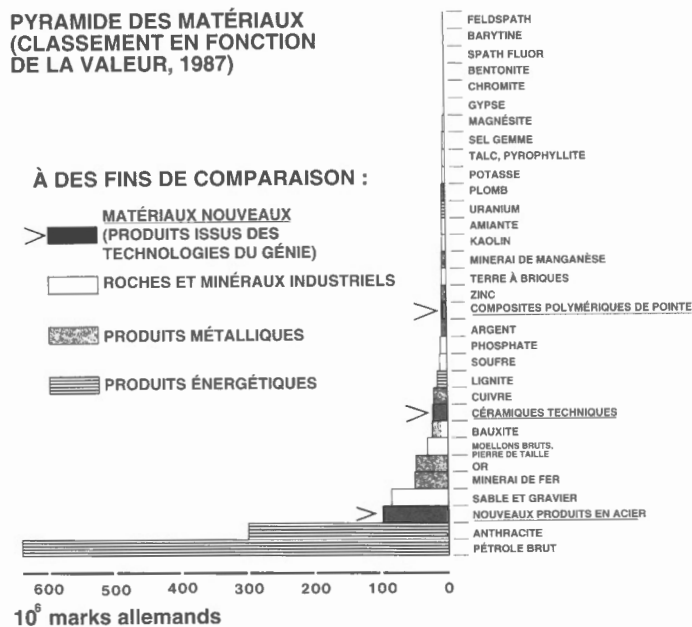
Examinons maintenant les taux de croissance. Beaucoup de gens sont fascinés par le taux de croissance des nouveaux matériaux modernes. Tandis que les taux de croissance des métaux varient actuellement entre 0,5 et 3,0 pour 100 par année, ceux des nouveaux matériaux atteignent jusqu'à 20 pour 100 par année dans certains cas. Il faut toutefois examiner ces taux dans leur contexte.

Dans un graphique tonnage-temps, la quantité de la plupart des matériaux consommés au fil des ans présente habituellement une courbe en S. Au début, la consommation augmente lentement puis s'accélère (stade de croissance) avant de se stabiliser (stade de maturité). Ce principe est illustré pour l'aluminium à la figure 4 (partie du haut).

Figure 3. Pyramide des matériaux fondée sur le tonnage (3a) et la valeur (3b); année de référence : 1987 (Sources : Czichos, 1988; Glenz, 1989; Sorrell, 1989; Lawatschek, 1990; *Ceramic Industry Staff Report*, 1991).



3a



3b

Dans la pratique, les courbes de consommation ne sont pas lisses: elles fluctuent en fonction des périodes de prospérité et de récession économiques. Si l'on trace la courbe des taux de croissance, établis selon une moyenne de 5 ans, par rapport au temps, on obtient une courbe comme celle de la figure 4 (partie du bas). Dans le cas de l'aluminium, on peut voir que le taux de croissance diminue à mesure que la consommation augmente et que l'on s'approche du stade de la maturité. La baisse du taux de croissance est une nécessité mathématique. Par conséquent, le taux élevé de croissance d'un nouveau matériau est largement fonction de l'âge et de la maturité du matériau en tant que produit. C'est ce qu'illustre la figure 5, où les taux de croissance des nouveaux matériaux sont indiqués en fonction des prix. Une tendance nette se dégage.

L'ÉLÉMENT DEMANDE DU MARCHÉ DES PRODUITS MINÉRAUX DE BASE

Les tendances de la consommation et la structure industrielle

Nous allons maintenant examiner l'élément demande du marché des produits minéraux de base, particulièrement du

point de vue de la structure industrielle. Nous utiliserons surtout des données sur l'Allemagne étant donné que, à notre avis, cet État est représentatif des nombreux pays industrialisés qui continuent de consommer de 75 à 85 pour 100 de toutes les matières premières produites dans le monde et ce, malgré une certaine accélération de la croissance des nouveaux pays industrialisés.

Il est généralement reconnu que, dans des pays comme l'Allemagne, où les coûts énergétiques sont élevés, la croissance du produit national brut (PNB) s'est dissociée de la croissance de l'énergie primaire et de la consommation totale des métaux depuis les crises du pétrole des années 1970.

Il vaut toutefois la peine d'examiner cette notion en détail. De tous les métaux consommés, c'est l'acier qui domine pratiquement sur toute la ligne. Cependant, si l'on exclut l'acier, il devient évident que la consommation des métaux communs en Allemagne augmente plus ou moins parallèlement au PNB (figure 6). De plus, si nous ne tenons compte que de l'électricité plutôt que de l'ensemble de l'énergie primaire, nous avons encore une fois une ligne parallèle à celle du PNB.

Voici comment nous interprétons la figure 6: plus l'utilisation d'une matière première ou d'une forme d'énergie est rationnelle, plus elle se modèle sur la croissance du PNB.

Figure 4. Aluminium : consommation mondiale annuelle (partie du haut) et taux de croissance établis selon des moyennes quinquennales (partie du bas).

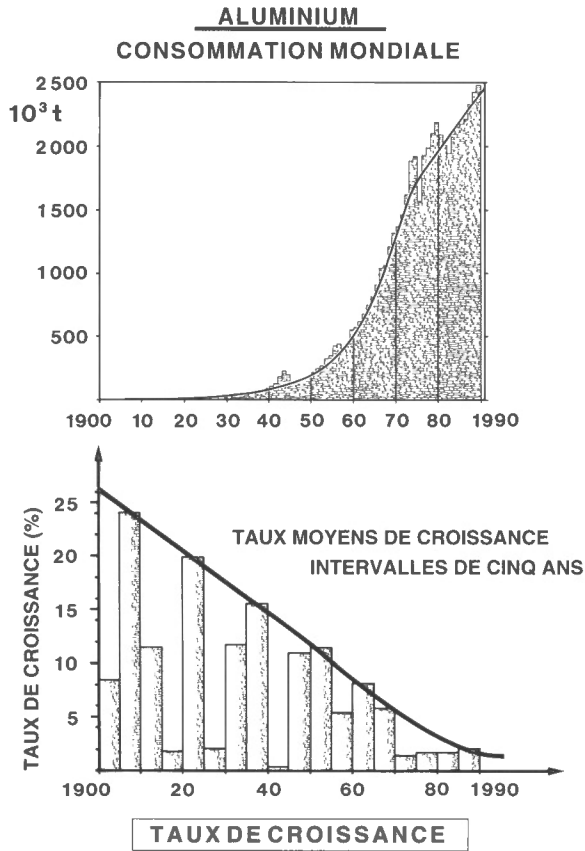


Figure 5. Taux annuels moyens de la croissance mondiale des nouveaux matériaux, en pourcentage, de 1983 à 1990, par rapport aux ventes mondiales de ces matériaux, en francs français (Source : Bureau d'informations et de prévisions économiques, 1986).

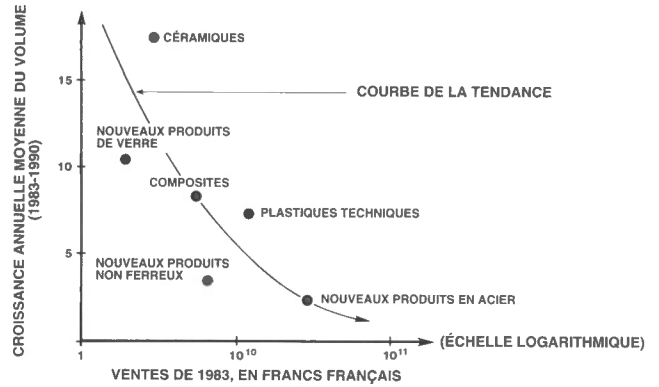
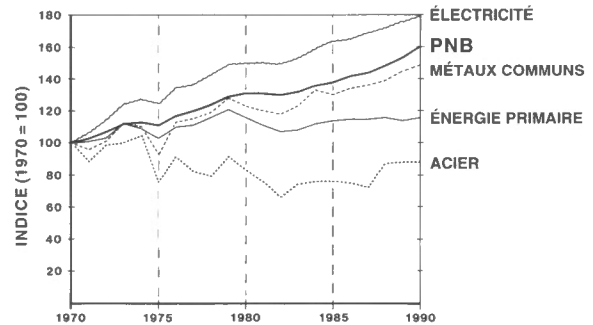
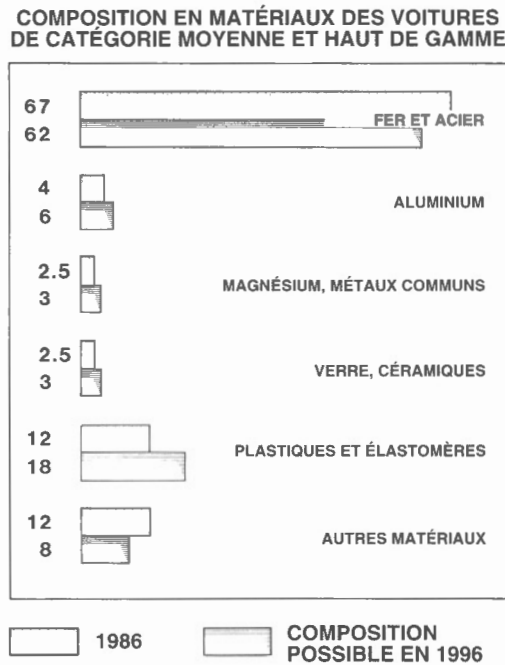


Figure 6. Tendances relatives du produit national brut (PNB) et consommation d'acier, de métaux communs, d'énergie primaire et d'électricité en République fédérale d'Allemagne, de 1970 à 1990 (Sources : IISI, 1991; VIK, 1991; Metallgesellschaft AG).



Pour corroborer cette interprétation, considérons le jouet favori des humains, la voiture. Une comparaison des matériaux entrant dans la fabrication des voitures de catégorie moyenne et haut de gamme en 1986 et en 1996 est présentée à la figure 7. Les projections pour 1996 sont tirées d'une étude du centre de recherches de Mercedes, un constructeur allemand (Razim et Kanuit, 1989). D'après la figure 7, il y aura une diminution de la proportion d'acier et de fer et une augmentation de celle de tous les autres matériaux légers, qu'il s'agisse de métaux ou de plastiques. La production de voitures facilement recyclables fait l'objet d'immenses pressions. Les constructeurs allemands offrent maintenant une garantie de reprise de toutes les voitures à la fin de leur vie, et l'Allemagne est sur le point d'imposer une taxe ou des droits sur les déchets afin de forcer les compagnies à recycler le plus possible.

Figure 7. Comparaison de la composition en matériaux des voitures de catégorie moyenne et haut de gamme, 1986 et 1996 (Source : Razim et Kaniut, 1989).



Si nous nous attardons plus en détail à l'acier entrant dans les voitures, il vaut la peine d'examiner les statistiques américaines (tableau 1). En ne tenant compte que des types d'acier inoxydable les plus récents et de l'acier à grande résistance et à faible alliage (acier GRFA), nous constatons des taux de croissance positifs, ce qui vient étayer notre interprétation précédente: plus l'utilisation d'une matière première ou d'une forme d'énergie est rationnelle, plus elle se modèle sur la croissance du PNB (figure 6).

Tableau 1. Production de véhicules légers (É.-U.) : croissance annuelle des nouveaux matériaux.

Matériau	% de croissance annuelle	
	1977-1989	1989-1994 (projection)
Acier GRFA	5,4	3,4
Acier inoxydable	2,1	2,8
Aluminium	4,1	4,2
Magnésium	-	12,3
Métaux frittés	6,3	6,6
Plastiques techniques	10,9	8,7
Élastomère thermoplastique	6,6	9,8
Céramiques techniques	-	49,6

Source : *American Metal Market*, 4.4.1990

L'analyse de la structure de l'industrie allemande appuie encore davantage cette interprétation. La figure 8 montre les taux moyens de croissance de certains secteurs industriels allemands. Ils sont reportés sur l'axe des abscisses pour 1970 à 1980 et sur l'axe des ordonnées pour 1981 à 1989 (les données les plus récentes dont nous disposons). Le champ compris entre les deux axes peut être divisé par des lignes pointillées selon qu'il s'agit de secteurs en expansion ou en perte de vitesse, c'est-à-dire dont le taux de croissance est supérieur ou inférieur à zéro. Les lignes pleines sont cependant plus intéressantes; elles indiquent les taux moyens de croissance de tous les secteurs pour chaque période. Comme nous avons eu une récession dans la première partie des années 1980, ce qui a entraîné une rationalisation considérable, il est peut-être prématuré et contre-indiqué de tirer des conclusions sur

l'avenir en ne comparant que les niveaux de rendement atteints pendant chacune des deux périodes. Il serait davantage fondé de comparer les taux de croissances du premier quadrant (I) de la figure 8 (portion hachurée), qui inclut tous les secteurs industriels ayant eu un rendement négatif dans les années 1970 et 1980, et

ceux de tous les autres quadrants (II, III et IV), c'est-à-dire les secteurs ayant eu un rendement positif pendant au moins une décennie.

Les conclusions générales suivantes peuvent être tirées de la figure 8:

Figure 8. Taux moyens de croissance de secteurs économiques allemands, de 1981 à 1989 (en ordonnée) et de 1970 à 1980 (en abscisse) [Source : Bureau fédéral de la statistique, taux de croissance interpolés de 1970 à 1980 et de 1981 à 1989 et pondérés pour chaque année (voir Wellmer, 1989)]. Les quadrants I à IV sont expliqués dans le texte.

Production primaire

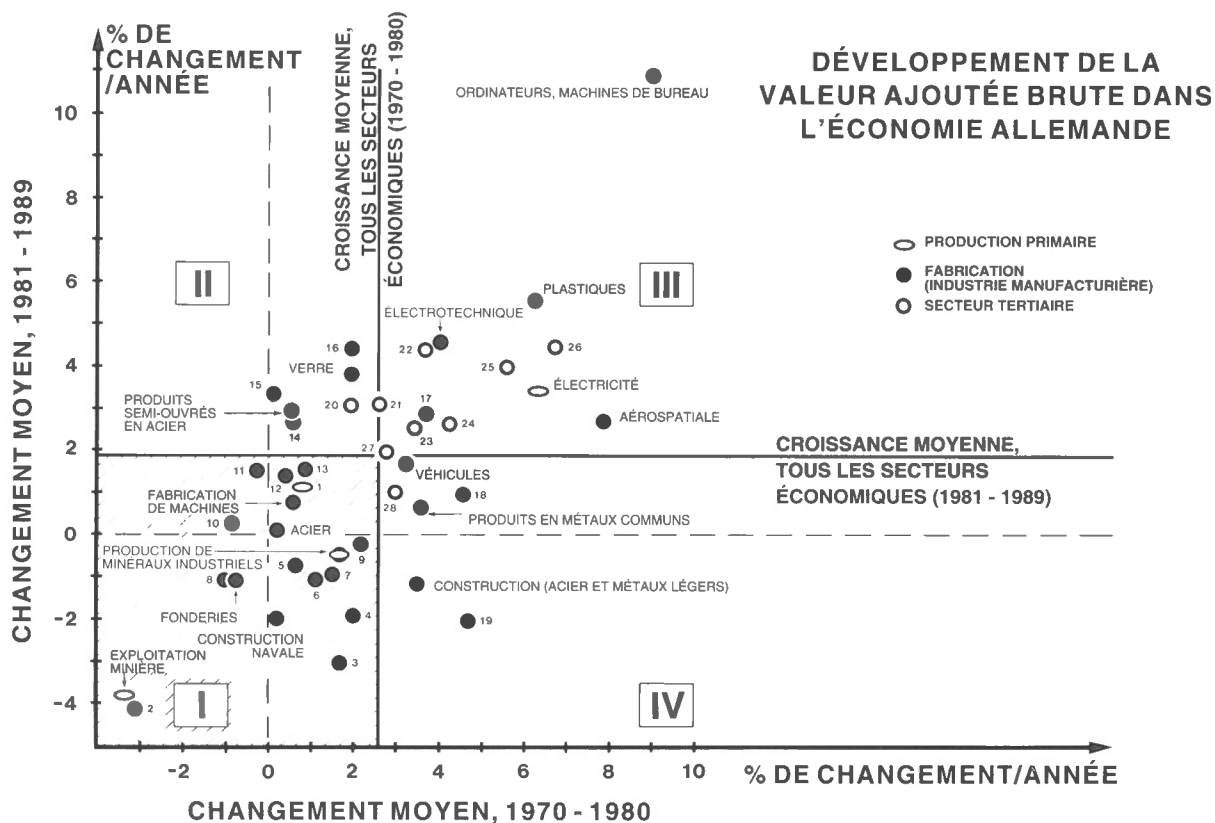
- 1. agriculture, foresterie
- 2. cuir
- 3. raffinage du pétrole brut
- 4. transformation du bois
- 5. industrie de la construction
- 6. industrie du tabac
- 7. industrie alimentaire
- 8. industrie du vêtement
- 9. rénovations, ajouts (bâtiment)
- 10. textiles
- 11. instruments de musique, jouets
- 12. transformation du papier et du carton
- 13. imprimerie
- 14. caoutchouc

15. bois

- 16. transformation de la cellulose et du papier
- 17. industrie chimique
- 18. mécanique de précision, industrie de l'optique
- 19. porcelaine, céramiques industrielles

Services

- 20. transport
- 21. ménages
- 22. assurances
- 23. assurance sociale
- 24. agences immobilières
- 25. institutions bancaires
- 26. services postaux
- 27. commerce
- 28. services municipaux



- 1) Les industries du secteur primaire, à l'exception de la production d'électricité, sont en perte de vitesse. Cette situation est particulièrement vraie dans le cas de l'industrie minière.
- 2) L'industrie manufacturière présente un tableau non uniforme. Certains secteurs ont un rendement négatif (cuir, textile, etc.) tandis que d'autres ont un rendement positif. Les industries dont la croissance est la plus rapide, notamment celles des plastiques, de l'informatique et des machines de bureau, appartiennent à ce groupe.
- 3) Le secteur tertiaire, l'industrie des services, montre une croissance plus ou moins continue.

Dans le cas des industries consommant des métaux, on observe une diminution du rendement des industries traditionnelles de transformation en produits de base (aciéries, p. ex.) et de l'industrie de la construction navale. Toutefois, toujours d'après la figure 8, d'autres industries consommant des métaux, comme celles de l'électricité, de la construction automobile et, bien sûr, de l'aérospatiale, mais également les secteurs de l'acier semi-ouvré et des produits de métaux communs, ont connu une croissance au-dessus de la moyenne pendant au moins une des deux périodes considérées. La croissance de l'industrie de la transformation des métaux communs a été au-dessus de la moyenne dans les années 1960 et 1970, mais elle a diminué en 1988 et en 1989. Cette industrie est généralement de taille moyenne, présente une grande souplesse et fait preuve d'innovation lorsqu'il s'agit de trouver des débouchés et de fabriquer de nouveaux produits «intelligents».

La consommation de matières premières

Pour les représentants des pays producteurs de matières premières, comme nos hôtes canadiens, il est intéressant de savoir comment le développement industriel d'un pays consommateur de ces matières se traduit en termes de consommation de métaux.

J'ai déjà mentionné les fortes pressions politiques exercées en Allemagne en vue de maximiser le recyclage des déchets. Le ratio matériaux primaires-matériaux secondaires est intéressant. Par conséquent, vous voudrez sans doute savoir quel pourcentage de l'augmentation de la consommation s'appliquera aux sources primaires et secondaires respectivement. Il est évident que l'offre de matériaux de sources secondaires a augmenté ces dernières années, mais de plus en plus de matériaux provenaient et proviennent toujours de sources primaires. Les courbes des figures 9a et 9b montrent la consommation de matériaux des sources primaires et secondaires et la consommation totale.

Avant de passer à l'élément offre, il faut s'appuyer sur des statistiques pour démontrer que l'Allemagne est effectivement représentative d'un grand nombre de pays industrialisés. Diverses statistiques pourraient être utilisées, mais j'ai choisi le facteur de l'intensité d'utilisation, c'est-à-dire la consommation unitaire de métaux par unité du PNB. Les courbes des figures 10a et 10b sont typiquement en forme de cloche: une augmentation de l'intensité d'utilisation correspondant à celle du PNB pour les pays en développement jusqu'aux

Figure 9. Consommation de cuivre (a) et d'aluminium (b) de source primaire et de source secondaire en République fédérale d'Allemagne entre 1950 et 1990 (Source : Metallgesellschaft AG).

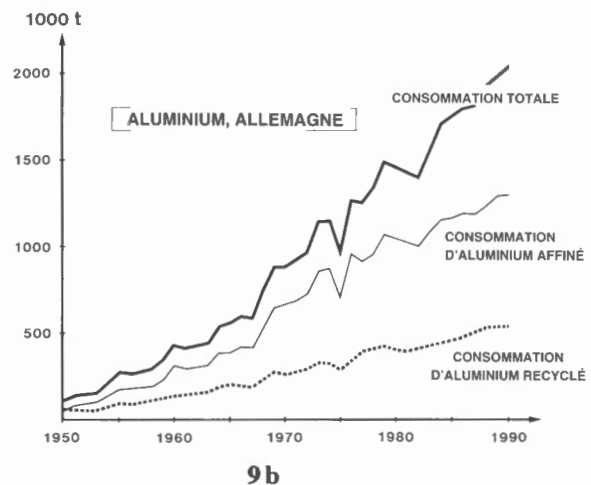
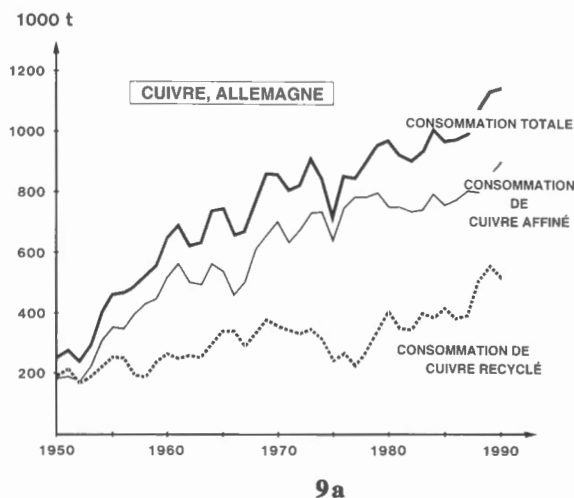
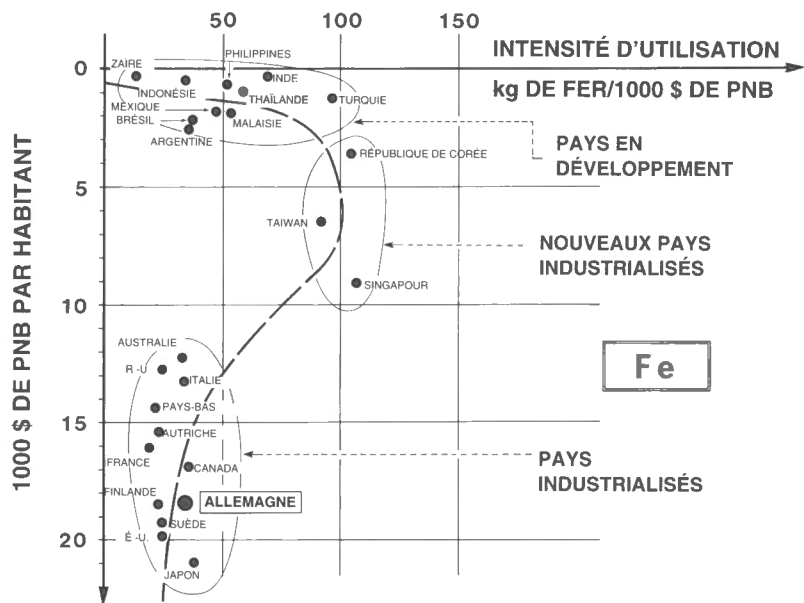
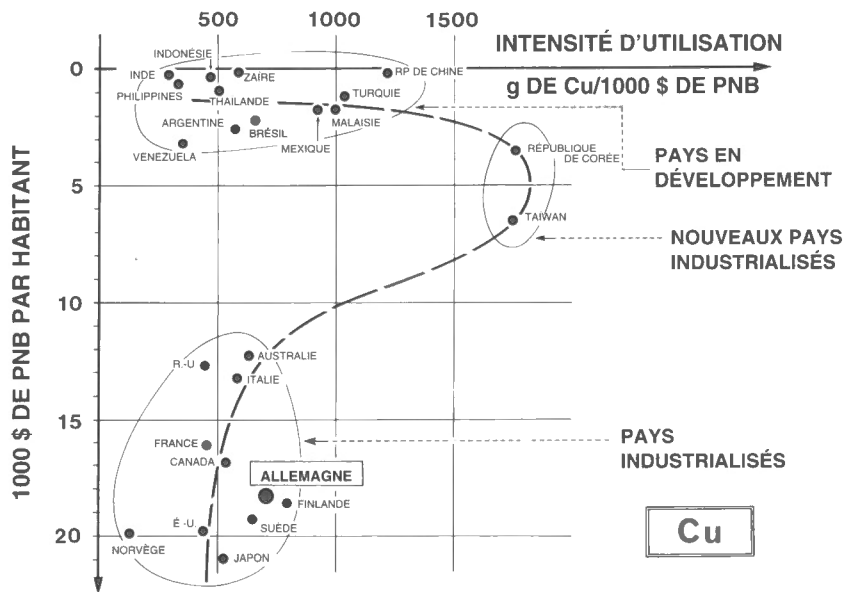


Figure 10. Comparaison mondiale des facteurs de l'intensité d'utilisation dans le cas de l'acier (a) et du cuivre (b); année de référence : 1988 (Sources : Banque mondiale, 1989; IISI, 1991; Metallgesellschaft AG).



10a



10b

nouveaux pays industrialisés, puis une diminution de l'intensité d'utilisation et du PNB à mesure que l'on s'approche des pays industrialisés. Dans les deux cas (acier et cuivre), l'Allemagne se trouve dans le groupe des pays fortement industrialisés.

L'ÉLÉMENT OFFRE DU MARCHÉ DES PRODUITS MINÉRAUX DE BASE

La base de ressources et les réserves

Une des principales tâches des commissions géologiques, particulièrement celles des pays producteurs de matières premières, est d'être à l'avant-garde de l'industrie des minéraux. Les commissions fournissent à cette dernière des données géologiques, géophysiques et géochimiques de base, et elles mettent au point des façons de repérer la nouvelle génération de gisements métallifères renfermant les futures réserves de minéraux.

Ce dernier point soulève la question de la base de ressources d'un produit. La proportion de cette base pouvant être convertie en réserve grâce à des travaux d'exploration et d'exploitation dans un avenir proche fluctue considérablement. Cette conversion est influencée de façon positive ou négative par les facteurs suivants principalement :

- les tendances des prix des produits,
- les tendances des coûts d'exploitation,
- les innovations technologiques et
- les contraintes environnementales dans le pays producteur de même que dans le pays consommateur.

Permettez-moi de vous livrer quelques commentaires sur ces quatre facteurs.

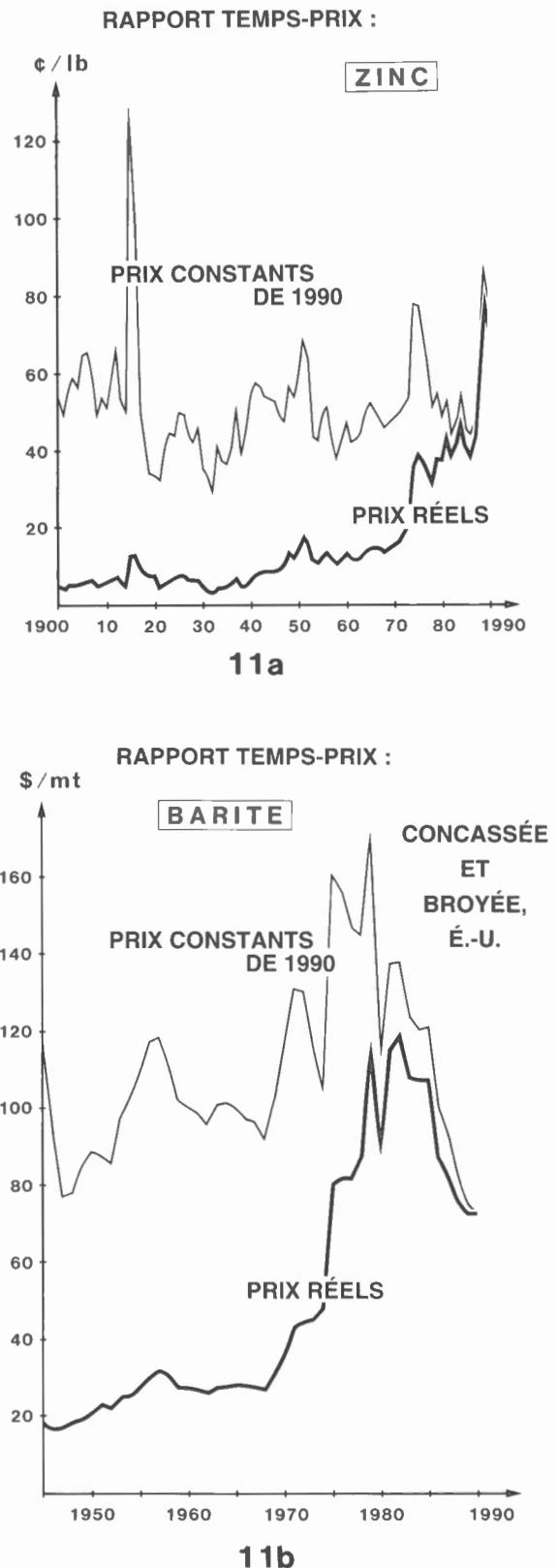
Les prix des produits

Tout membre de la communauté minière est au fait de l'impact marquant des prix des métaux sur l'exploitabilité des gisements métallifères. Les deux graphiques de prix (figures 11a et 11b) montrent que la plupart des prix des produits n'ont pratiquement pas augmenté en termes réels depuis le début du siècle.

Les coûts d'exploitation

Aujourd'hui, la plupart des sociétés minières fonctionnant à l'intérieur d'une économie de marché n'investissent dans les nouveaux projets majeurs d'exploitation minière que si les coûts de mise en valeur .

Figure 11. Courbes des prix du zinc (a) et de la barytine (b), en termes réels (\$ US de 1990) et selon la valeur nominale, de 1900 à 1990 (indice d'inflation : indice des prix de production des É.-U.).



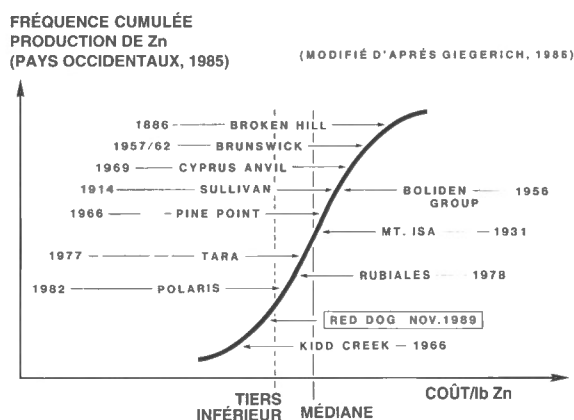
des gisements en question correspondent au tiers inférieur de la courbe de la fréquence des coûts (règle du tiers inférieur, Wellmer, 1989). Il en résulte des pressions constantes de rationalisation, et les autres producteurs se trouvent ainsi repoussés vers la portion de la courbe où les coûts sont le plus élevés. La figure 12, un graphique modifié à partir du rapport de Giegerich sur le projet «Red Dog» en Alaska, indique la première année de production des principaux producteurs de zinc. La tendance suivante se dégage: les coûts sont le plus élevés pour les plus anciens centres de production. De toute évidence, d'autres influences contribuent à cet effet, dont l'épuisement des portions des gîtes présentant une teneur élevée et les pressions visant l'exploitation des portions à teneur plus faible afin de prolonger la durée de vie des mines.

Les innovations technologiques

Deux procédés innovateurs ont changé la situation de l'offre de certains produits:

- la mise au point, dans les années 1960, du procédé Imperial Smelting (haut fourneau à zinc) qui a permis le traitement de concentrés mixtes plomb et zinc à grain fin; grâce à ce procédé, on peut maintenant exploiter les gîtes de plomb-zinc à grain très fin dont les concentrés de plomb et de zinc ne pouvaient être produits de façon rentable auparavant (Cizzarz et al., 1974);

Figure 12. Courbe de fréquence cumulée des coûts de production du zinc dans les grands centres de production en 1985 (pays occidentaux). Les dates correspondent au début de la production des divers centres miniers (modifié d'après Giegerich, 1986).



- les procédés de décarburation argon-oxygène et sous vide-oxygène qui ont permis l'utilisation de la chromite présentant un faible ratio Cr-Fe (Harnisch et al., 1986).

Les contraintes environnementales

À titre d'exemple, le tableau 2 établit, pour les usines allemandes de transformation des métaux non ferreux, une comparaison entre les normes d'émission de 1974 et celles beaucoup plus strictes imposées depuis peu.

Tableau 2. Normes d'émission pour l'industrie des métaux non ferreux en Allemagne (tiré de Liesegang, 1986).

Métal	Règlement technique sur l'air	
	1974 limite supérieure	1986 limite supérieure
Cadmium	20 mg/m ³	0,2 mg/m ³
Mercure	20	0,2
Thallium	20	0,2
Arsenic	20	1
Cobalt	50	1
Nickel	20	1
Sélénium	20	1
Tellure	20	1
Antimoine	50	5
Plomb	20	5
Chrome	20	5
Cyanure	-	5
Fluorure	20	5
Cuivre	75	5
Manganèse	-	5
Platine	-	5
Palladium	-	5
Rhodium	-	5
Vanadium	20	5
Étain	-	5

LA MONDIALISATION DU MARCHÉ DES MINÉRAUX

Ces restrictions plus sévères et les contraintes exercées par les coûts ont eu diverses conséquences dont l'une est la tendance à utiliser des matières premières de plus en plus propres dans nos fonderies et nos usines. Quatre exemples de cette tendance sont présentés aux tableaux 3 et 4 :

- minerai de fer pour les hauts fourneaux allemands;
- concentrés de barytine et de célestine pour l'industrie chimique de la barytine;
- concentrés de fluorine.

Bien que les exigences touchant la qualité des matériaux semblent présenter peu de différence au premier coup d'oeil (voir les tableaux), elles ont signifié, en fait, la fin de la production de certaines mines et même de districts miniers.

Tableau 3. Teneur en éléments secondaires du minerai de fer des hauts fourneaux d'Allemagne.

	1976	1986
	%	%
Al ₂ O ₃	2,0	1,4-1,6
Mn	0,6-1,0	0,1-0,3
P	0,08-1,0	<0,04
K ₂ O + Na ₂ O	<0,15	0,05-0,08

(Source: Kegler et Wens, 1987)

Table 4. Changement des exigences touchant la qualité des concentrés de métaux communs.

Concentré	Impureté	Années 1970	Années 1990
Concentré mixte de Pb-Zn	Hg	70-80 g/t	<30 g/t
Concentré de Zn	Cd	sans objet	<0,2 %
	S élémentaire	2-3 % accepté	<0,5 %
	Th	sans objet	sensible
	Se	sans objet	sensible

(source: comm. pers., diverses industries.)

Les contraintes exercées par les coûts, le fait que les prix n'aient pas augmenté en termes réels à long terme et les exigences plus élevées en matière de qualité forcent les centres de production à se tourner vers un nouveau secteur de concentration. La figure 13 montre la part des trois plus importants producteurs mondiaux de minerai de fer, de bauxite et de cuivre.

Comme autre conséquence, mentionnons le fait que, avec la révolution dans le domaine du transport des marchandises, les marchés des matières premières se sont davantage mondialisés, ce qui signifie que la concurrence entre les pays producteurs est beaucoup plus grande. Les pays consommateurs achètent n'importe où dans le monde, là où ils trouvent le produit «propre» qui leur convient. Il est fini le temps où les mines allemandes de minerai de fer à faible teneur pouvaient survivre parce qu'elles étaient situées près d'un haut fourneau. Des mines ont dû fermer non seulement parce que le minerai de fer étranger était de meilleure qualité, mais aussi à cause de la révolution dans le domaine du transport en vrac (voir la figure 14).

Aujourd'hui, il est tout aussi coûteux de transporter du minerai de fer du Brésil jusqu'à Rotterdam que de l'acheminer par barge sur le Rhin jusqu'aux hauts fourneaux du district de la Ruhr, en Allemagne; en outre, le transport ferroviaire jusqu'à des centres industriels enclavés coûte encore plus cher.

Figure 13. Part (%) de la production mondiale de bauxite, de minerai de fer et de cuivre de chacun des trois plus grands producteurs mondiaux (Sources: Kuck et Cvetic, 1991; Metallgesellschaft AG; base de données du BGR).

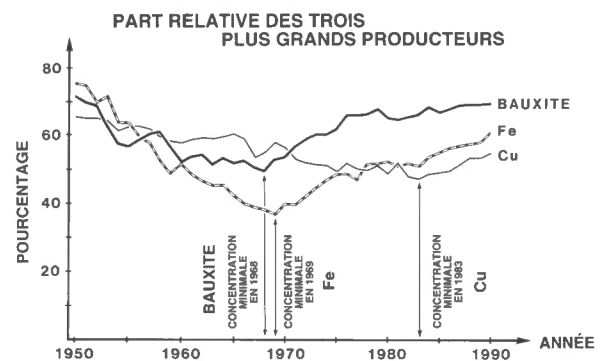
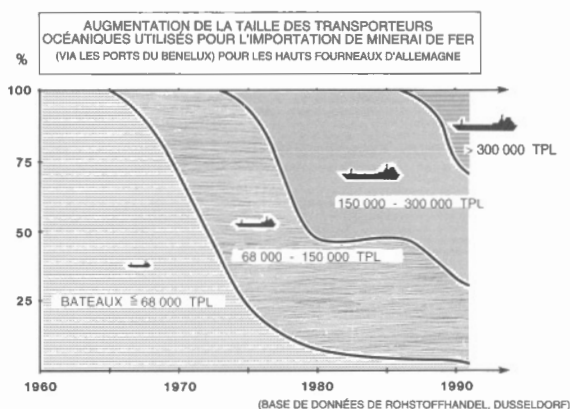


Figure 14. Rotterdam (Source : Comm. pers., Rohstoffhandel, Dusseldorf).



LA TÂCHE DES COMMISSIONS GÉOLOGIQUES DES PAYS PRODUCTEURS DE MATIÈRES PREMIÈRES

Après nous être penchés sur les divers aspects de la base de ressources et les réserves, nous allons revenir au rôle des commissions géologiques des pays producteurs. Pour ces commissions, il est important de constituer une base solide de données et d'expertise de façon que des gîtes puissent être découverts et qu'ils permettent de concurrencer en coût et en qualité les marchés mondiaux de produits primaires. Cela signifie que ces gîtes devraient être au cœur même de la base de ressources et des réserves mentionnées précédemment.

Enfin, et c'est là un élément qui est loin d'être négligeable, ces gîtes devraient être suffisamment importants pour qu'ils aient un impact sur l'économie nationale et qu'ils alimentent des centres miniers comme ceux de Kalgoorlie, de Broken Hill et des monts Isa en Australie, ou de Timmins, d'Elliot Lake, de Mattagami et de Chibougamau au Canada. Une des avenues de la recherche pourrait donc être la caractérisation de l'environnement géologique de gisements géants comme celui de Kidd Creek. La Commission géologique du Canada a entrepris un programme d'étude des environnements géologiques d'importants camps de métaux communs.

On peut donc conclure que le travail des commissions géologiques des pays producteurs de matières premières est et sera fondamentalement axé sur la valeur, car les

gîtes minéraux s'épuiseront et devront être remplacés. Comme il a été indiqué précédemment, en dépit d'une utilisation plus efficace des matières premières, tous les pays du monde continueront d'avoir besoin de ressources primaires.

LA TÂCHE DES COMMISSIONS GÉOLOGIQUES DES PAYS CONSOMMATEURS DE MATIÈRES PREMIÈRES

Plus un pays devient un consommateur plutôt qu'un producteur de matières premières, plus le travail des commissions géologiques doit être axé sur le volume. Pourquoi en est-il ainsi? Je vais illustrer cette orientation sur le volume à l'aide d'exemples sur les matériaux de construction, l'eau souterraine et l'élimination des déchets.

a) Les matériaux de construction

Lorsqu'un pays minier devient un pays consommateur uniquement, cette transition se traduit par un écart de plus en plus grand entre la production de minéraux industriels et de matériaux de construction et la production totale de métaux (tableau 5). Après la fermeture des mines de métaux, comme c'est le cas en Allemagne actuellement, il ne reste plus que des minéraux industriels, et les industries exploitant les carrières alimentent principalement les marchés locaux en matériaux de construction (ces derniers se mesurent, pour la plupart, en mètres cubes). Les commissions géologiques de l'Allemagne doivent donc s'assurer que, dans la planification de l'utilisation des terres, les endroits où l'on trouve des ressources minérales près de la surface ne deviennent pas inexploitablement en raison d'autres formes de mise en valeur ou même de la réglementation, car ce sont ces endroits qui nous fourniront les matériaux de construction dont nous aurons besoin dans l'avenir. Si nous combinons la profondeur des carrières et la superficie en cause, nous avons affaire à du volume.

b) L'eau souterraine

L'eau, comme tous les liquides, se mesure en volume. Une des principales tâches des commissions géologiques dans ce domaine est, d'une part, de repérer les réserves d'eau souterraine d'où l'eau peut être pompée pour approvisionner les principaux centres démographiques et, d'autre part, de contribuer à la protection de ces réserves. Ici encore, ces réserves se traduisent en volume.

c) L'élimination des déchets

i) Un des grands problèmes auxquels notre pays densément peuplé doit faire face aujourd'hui est de trouver des sites pour l'aménagement de décharges. D'après les dernières statistiques (qui remontent à 1987), environ 230 millions de tonnes de déchets, soit l'équivalent de 230 millions de mètres cubes, ont dû être éliminés chaque année dans la décennie 1980 (BMU, 1990; BMT, 1990)

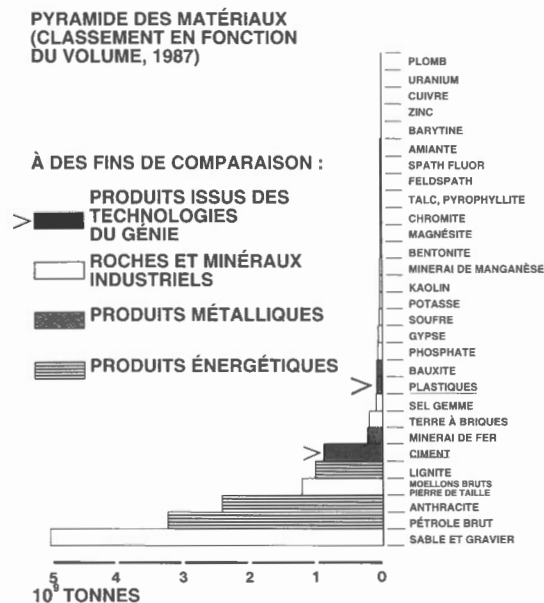
**Tableau 5. Production minière (non énergétique) :
Minéraux industriels + matériaux de construction.**

Pays	Ratio de la valeur	Minerai métallique
Communautés européennes ¹		9,8
É.-U. ²		1,7
Canada ³		0,42
Australie ⁴		0,21
République d'Afrique du Sud ⁵		0,13

Sources :

- 1 Base de données du BGR, 1992
- 2 USBM, *Mineral Commodity Summaries*, 1992
- 3 EMR, Industrie minière du Canada, jan. 1991
- 4 BMR, Industrie minière de l'Australie, rapport annuel de 1987
- 5 MB, Industrie minière de l'Afrique du Sud, 1991

Figure 15. Pyramide des matériaux fondée sur le volume; année de référence : 1987 (Sources : voir les figures 3a et 3b).



ii) Le BGR est directement responsable de l'élimination des déchets nucléaires étant donné que, d'après notre Constitution, tout ce qui touche le nucléaire relève du gouvernement fédéral. Pour un pays producteur de matières premières, l'uranium utilisé dans la fabrication des barres de combustible présente une valeur. Lorsque ces barres de combustible sont entièrement consommées, elles posent un problème de volume. L'Allemagne doit trouver l'espace nécessaire pour que les déchets nucléaires puissent être éliminés de façon sécuritaire pendant de nombreux siècles. D'ici l'an 2000, les déchets s'élèveront à environ 3 400 m² de matière fortement radioactive (calogène) et à quelque 175 000 m² de matière peu radioactive (production négligeable de chaleur) (BFS, 1991). Les plans actuels prévoient l'utilisation d'une mine de fer désaffectée pour les déchets peu radioactifs; dans le cas des déchets fortement radioactifs, on utiliserait un dôme de sel (celui-ci fait actuellement l'objet de recherches).

d) La dernière mine de minerai de fer en Allemagne

La dernière mine productive de minerai de fer en Allemagne (Wohlverwahrt-Nammen) est toujours exploitée, non pas en raison de la valeur de sa production, c'est-à-dire le minerai de fer, mais bien de son volume, c'est-à-dire l'espace souterrain dans lequel les cendres volantes des centrales électriques peuvent, en contre-partie de droits élevés bien sûr, être entreposées comme matériau de remblai.

Après vous avoir parlé de la pyramide de la valeur des minéraux, j'aimerais maintenant aborder la pyramide du volume (figure 15), à laquelle s'ajoutent les produits basés sur les technologies du génie et qui présentent d'énormes problèmes d'élimination, soit le ciment (le béton est un déchet de démolition) et les plastiques. En matière d'élimination, tout ce qui ne peut être recyclé ou incinéré soulève un problème de volume.

Lorsqu'on augmente l'efficacité du recyclage, que ce soit par suite de la sensibilisation du public, des pressions politiques ou des contraintes imposées par les coûts, cela peut évidemment avoir un impact marquant sur les matières premières que nous utilisons. La figure 16 montre la quantité de verre recyclé en Allemagne ainsi que celle des matières premières ainsi épargnées.

Un autre pas en avant doit être franchi. Aujourd'hui, les géoscientifiques devraient avoir une vision plus globale et suivre le cycle entier des matériaux, depuis leur extraction jusqu'à leur élimination. Pour minimiser les pertes de matières premières et les impacts environnementaux, ils devraient tenir compte de l'ensemble des voies qu'empruntent les matériaux, dont les déchets provenant de l'exploitation et de la transformation des matières premières. En Allemagne, le coût du repérage de sites d'élimination des déchets et la taxe prévue sur les déchets encouragent les fonderies et les centrales électriques en

particulier, de même que les usines en général, à produire le moins de résidus possible. Dans ce contexte, des résidus comme le gypse et le soufre élémentaire des centrales électriques, ou les cendres volantes entrant dans la fabrication du ciment, sont en train de remplacer d'autres matières premières dont la valeur est peu élevée (figure 17). Par conséquent, l'élément volume présente une certaine valeur en raison de son effet d'entraînement.

Figure 16. Quantité de verre recyclé en République fédérale d'Allemagne; consommation théorique de sable siliceux de verrerie, si le verre n'était pas recyclé, et consommation réelle, tenant compte du recyclage du verre (Sources : Comm. pers., Association allemande des fabricants de verre).

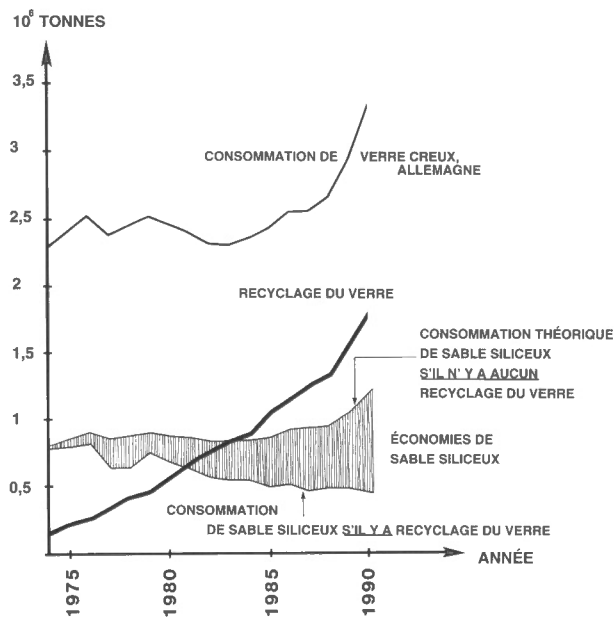


Figure 17. Schéma de la circulation des produits et des matériaux d'une centrale électrique.

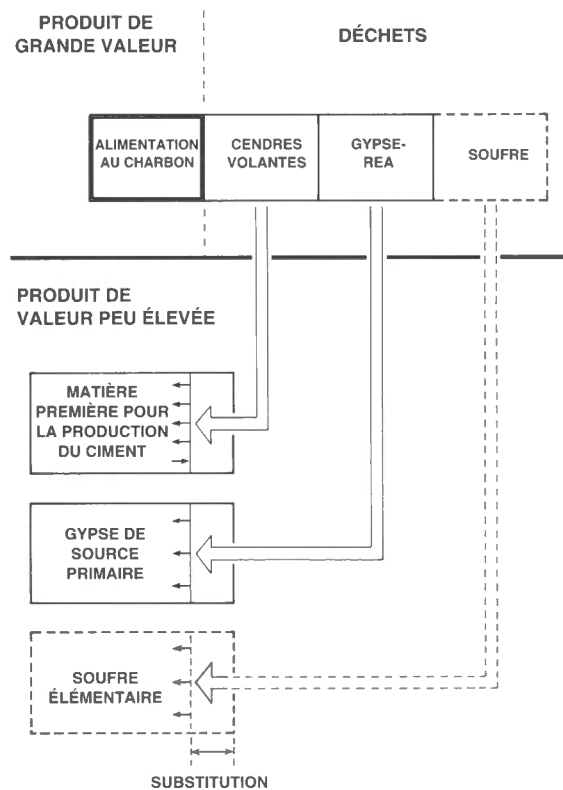
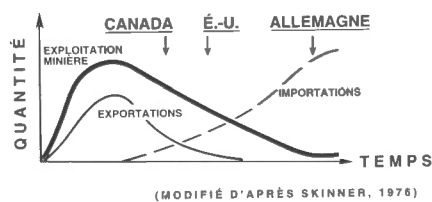
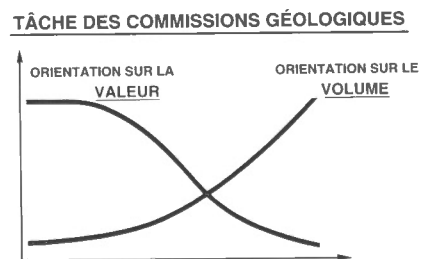


Figure 18. Évolution des tâches des commissions géologiques (portion du bas modifiée d'après Hewett, 1929 et Skinner, 1976).



CONCLUSIONS

J'ai débuté mon exposé avec le diagramme de la figure 2 illustrant la transition entre un pays minier et un pays consommateur de matières premières. J'aimerais terminer avec ce même diagramme et y ajouter un graphique sur l'évolution des fonctions des commissions géologiques (figure 18).

En résumé, je ne prévois pas beaucoup de changements dans les tâches des commissions géologiques des pays producteurs de minéraux; toutefois, des changements significatifs devraient découler de l'importance accrue de certaines caractéristiques propres aux pays consommateurs. Lorsqu'un pays producteur devient un pays consommateur, le volume des ressources minérales finit par avoir préséance sur leur valeur. Les espaces vides pouvant servir de dépôts et de sites d'entreposage deviennent de plus en plus importants et cela aussi se traduit en volume.

RÉFÉRENCES

Bfs (Federal Office for Radiation Protection)

1991: Abfallmengen - Erhebung. 1990. Information Circular 10/91; Salzgitter, 4 pp

Ceramic Industry Staff Report

1991: 9th Annual Giants in Ceramics.- Ceramic Industry (1991),p. 21-23, Solon/Ohio August

Czichos, H.

1988: New Materials: Research Trends and Technological Impact. *In* Raw Materials for New Technologies, M. Kursten (ed.) Proc. 5. Int. Symp. Fed. Inst. Geos. Natur. Resources, Hannover, 19.-20.10.1988, Stuttgart (Schweizerbart), p. 15-38

Glenz, W.

1989: Die Kunststoffindustrie der Welt. - Kunststoffe, Munchen, v. 79,11, p. 1238-1240

Harnisch, H., Steiner, R., and Winnacker, K.

1986: Chemische Technologie. Metals, Munchen & Wien (Hanser), v. 4, 724 pp

Lawatschek, J.

1990: Mengen- und Wertbetrachtungen der 50 wichtigsten mineralischen Rohstoffe der Welt. Doctoral Thesis, University of Erlangen - Nurnberg, 269 pp

Razim, C. and Kanuit, C.

1989: Innovation durch moderne Werkstofftechnik im Automobilbau. Proceedings, Plastic Symposium of German Assoc. of Engineers (VDI), Mannheim, 15./16.3.1989

Skinner, B.J.

1976: Earth Resources, Engle Wood Cliffs, N.J. (Prentice Hall), 152 pp

Sorrell, C.A.

1989: Advanced Materials Minerals Yearbook, US Bureau of Mines, Washington D.C., p. 1-15

Wellmer, F.-W.

1989: Economic Evaluations in Exploration, Berlin/Heidelberg etc. (Springer), 163 pp

Les matériaux nouveaux: la situation actuelle et les tendances

H. Czichos

Czichos, H., Les matériaux nouveaux: la situation actuelle et les tendances; dans Les commissions géologiques nationales au XXI^e siècle, compilation de Bouchard, D.S. et al.; Commission géologique du Canada, Bulletin 446, p. 17-25, 1993

Résumé

Tous les pays industrialisés et en voie d'industrialisation ont maintenant pris conscience de la grande importance que revêtent la science et le génie des matériaux pour les progrès technologiques et économiques. Pour augmenter la valeur des produits et des ouvrages de génie, il faut que la R-D mène à des matériaux et produits d'une précision, d'une qualité et d'une fiabilité élevées, offrant une transformabilité, des performances et une durabilité améliorées. Par ailleurs, la mise au point et l'utilisation des matériaux et produits de pointe doivent satisfaire à des exigences environnementales. La communication présente un aperçu de la situation actuelle et des tendances dans le domaine des matériaux de pointe, aperçu basé sur une récente étude réalisée pour la Communauté européenne.

Abstract

The great importance of materials science and engineering for future techno-economic developments has now been recognized in all industrialized and industrializing countries. For a strategy to increase the value of products and engineering structures, R&D should result in materials and products of high consistency, quality and reliability, and with improved processability, performance and durability; besides that, environmental requirements must be met in the development and application of advanced materials and products. This paper gives an overview on status and development trends of advanced materials based on a recent study for the European Communities.

Permettez-moi d'abord, au nom de l'Institut fédéral de recherches et d'essais sur les matériaux, dont les bureaux sont à Berlin, en Allemagne, de féliciter la Commission géologique du Canada à l'occasion de cet anniversaire très important.

INTRODUCTION : LA GAMME DES MATÉRIAUX NOUVEAUX

Les matériaux constituent la matière physique de tout ce qui est produit par les humains; ils sont donc un élément clé de toutes les techniques de pointe. Les diverses

¹Vice President, Bundesanstalt für Materialforschung und Prüfung (BAM), Unter den Eichen 87, D-1000 Berlin 45, Germany

exigences d'ordre technique, social et environnemental sont la force agissante de la mise au point des «matériaux nouveaux», par exemple: le rendement, l'intégrité et la fiabilité améliorées des composantes et systèmes mécaniques; la plus grande durabilité des produits; des machines plus efficaces et moins énergivores; des structures légères et très résistantes; des technologies de l'information à grande vitesse; et une productivité accrue.

Bien qu'il n'existe pas de définition précise des «matériaux nouveaux», ces derniers peuvent englober, dans un sens large:

a) les matériaux présentant une nouvelle composition ou microstructure:

- matériaux non homogènes
- matériaux amorphes
- matériaux nanocristallins

b) les matériaux se prêtant à des applications non traditionnelles grâce à une mise au point et à un traitement améliorés:

- synthèse
- conception
- production (y compris les montages et raccordements)

c) les matériaux aux propriétés améliorées:

- propriétés structurales
 - mécaniques
 - thermiques
- propriétés fonctionnelles

- électriques
- magnétiques
- optiques
- biologiques
- propriétés relatives au rendement
 - comportement complexe (y compris la corrosion et la tribologie)
 - compatibilité environnementale (y compris le recyclage et la sédimentation)
 - qualité, sécurité, fiabilité

Cet exposé passe en revue le rôle de soutien et de facilitation des matériaux nouveaux dans le domaine des techniques de pointe contemporaines et à venir.

L'IMPACT DES MATÉRIAUX SUR LES TECHNIQUES DE POINTE CONTEMPORAINES

Il est généralement reconnu que les techniques de pointe industrielles et celles des matériaux jouent un rôle clé dans l'économie de tous les pays industrialisés. En 1988, la contribution des industries manufacturières au produit national brut des principaux blocs commerciaux, notamment les États-Unis d'Amérique, le Japon et les Communautés européennes (CE), s'élevait à environ 28 pour 100, 41 pour 100 et 28 pour 100, respectivement. Un survol de la production et de l'emploi des principaux secteurs industriels des CE est présenté au tableau 1

Tableau 1. Survol de la production et de l'emploi dans divers secteurs industriels des Communautés européennes (CE) (1988).

Secteur industriel	Production (10 ⁹ ECU)	Emploi (x 10 ³)
Construction et génie civil	412,6	8447
Produits chimiques	263,9	1678
Véhicules à moteur, pièces et accessoires	206,7	1815
Génie mécanique	190,9	2344
Génie électrique	187,8	2391
Fabrication d'articles en métal	145,5	2123
Production de métaux	125,8	920
Industrie textile	84,3	1548
Traitement du caoutchouc et des plastiques	80,7	981
Fabrication de produits à base de minéraux	80,1	977
Ordinateurs et équipement de bureau	39,9	239
Transport aérien	24,7	259
Mise au point d'instruments	20,3	309

Les aspects suivants peuvent servir d'indicateurs de l'importance des divers secteurs:

- les taux d'exportation des CE vers d'autres pays du monde et
- la part des CE dans les exportations mondiales de produits.

Ces indicateurs sont fournis à la figure 1 pour les secteurs industriels de base.

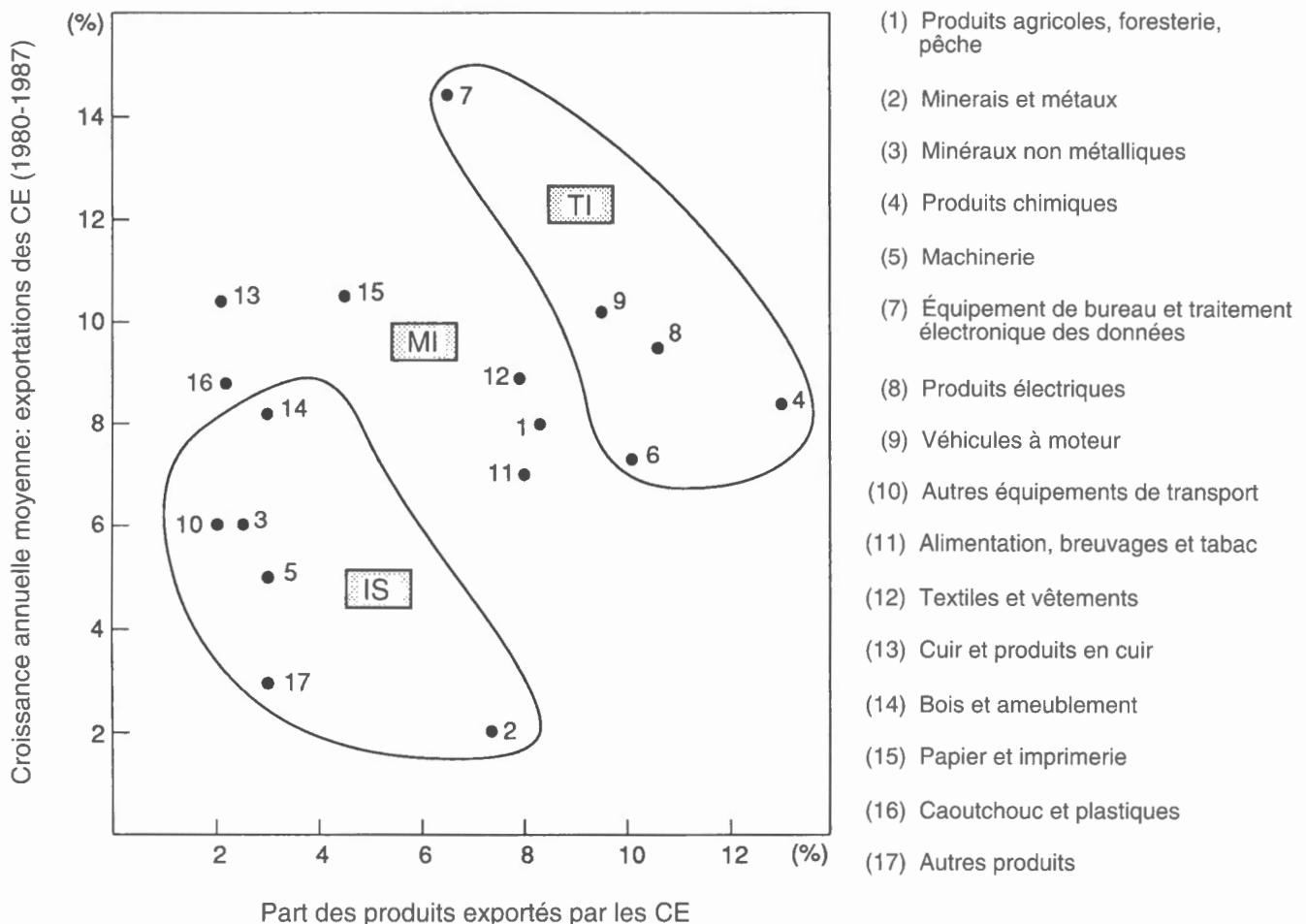
D'après leur importance dans les échanges commerciaux des CE, les secteurs industriels peuvent être répartis en trois niveaux : «très important» (TI), «modérément important» (MI) et d'«importance secondaire» (IS). Les secteurs ayant actuellement une importance dominante sont les suivants:

- produits chimiques,
- équipement de bureau et traitement électronique des données,
- produits électriques,
- véhicules à moteur et
- machinerie.

En raison de l'impact des divers produits et techniques de pointe, tous les pays industrialisés se préoccupent grandement de maintenir ou d'augmenter la compétitivité des secteurs industriels grâce à des améliorations et à des innovations technologiques. D'après une étude de l'Organisation pour la coopération et le développement économiques (OCDE) intitulée *New Technologies in the 1990s* (1988), pour qu'une technologie ait des effets économiques marquants et des répercussions sur l'emploi, elle doit:

- i) générer une vaste gamme de nouveaux produits et (ou) de services;
- ii) pouvoir être appliquée dans de nombreux secteurs de l'économie;
- iii) permettre de réduire les coûts et d'améliorer le rendement des procédés, produits et systèmes existants;
- iv) être bien reçue par l'ensemble de la société et soulever le minimum d'opposition, ce qui mènera à un cadre réglementaire favorable; et
- v) soulever de la part des industries un vif intérêt fondé sur la rentabilité prévue et les avantages concurrentiels.

Figure 1. Importance relative des secteurs de production pour lesquels il y a exportation des Communautés européennes (CE) vers d'autres pays du monde (TI= très important, MI= modérément important, IS= importance secondaire).



Dans ce contexte, la technologie des matériaux joue un rôle crucial de facilitation (OCDE, 1990) sur le plan des composants et des produits industriels, y compris leur conception et leur traitement, sous les principaux angles suivants:

a) Composants structuraux et produits

Les composants structuraux sont les éléments de tout produit technique ou système mécanique soumis à des charges et à des contraintes mécaniques et (ou) thermiques. Il est toujours nécessaire d'améliorer et de mettre au point de nouveaux matériaux structuraux, particulièrement dans les secteurs suivants:

- dans l'industrie mécanique et la robotique, grâce à de nouveaux équipements et à des techniques de traitement comme le soudage, le montage, le placage et l'utilisation du laser;
- dans l'industrie automobile, grâce à l'amélioration des propriétés de l'acier, au remplacement des métaux par des plastiques et aux essais visant à alléger les véhicules;
- dans l'industrie aérospatiale, où les composites gagnent du terrain et où certains alliages comme l'aluminium-lithium semblent prometteurs;
- dans le secteur de l'habitation, en raison des propriétés avantageuses des nouveaux matériaux sur le plan de l'isolation thermique, de la suppression des vibrations et de la stabilité mécanique;
- dans le domaine de la santé, où les biomatériaux utilisés pour les implants ou les prothèses prennent de plus en plus d'importance; et
- dans l'industrie des sports et des loisirs.

b) Composants et produits fonctionnels

Dans les secteurs industriels de pointe, les matériaux jouent un rôle fonctionnel de facilitation lorsque leurs normes de rendement sont très élevées dans certains domaines ou qu'ils sont dotés de toute une gamme de propriétés utiles, notamment celles de nature électrique, magnétique ou optique. Les matériaux sont souvent l'élément clé de nouveaux systèmes techniques comme les semi-conducteurs au silicium en électronique, les fibres de verre pour les télécommunications par câble, les terres rares pour les aimants ou les applications optiques et les céramiques pour les moteurs à combustion et les détecteurs.

c) Conception

Les progrès accomplis dans la mise au point des matériaux élargissent la gamme des choix à la disposition des concepteurs industriels et leur permettent de sélectionner très tôt les qualités et les attributs les plus souhaitables des produits. L'adaptation des matériaux aux besoins des clients est étroitement associée à l'introduction de la conception assistée par ordinateur et à d'autres technologies de l'information.

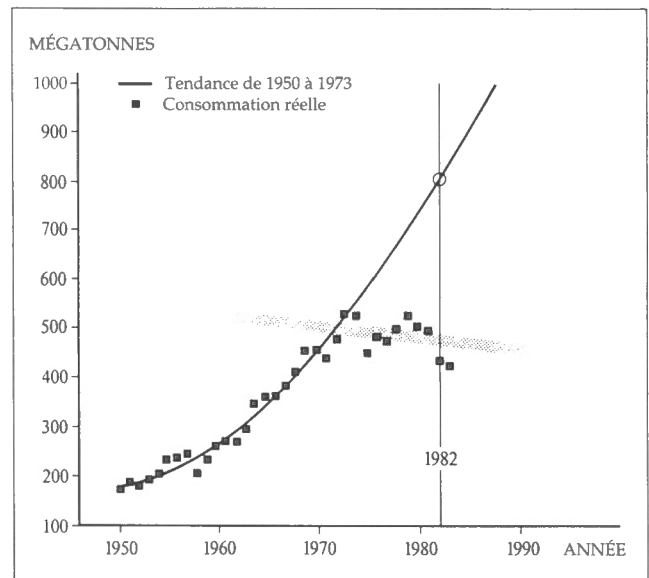
d) Transformation

Les nombreuses méthodes contemporaines servant au traitement et à la transformation des matériaux nouveaux —p. ex., moulage réactif ou par injection, extrusion, estampage, formage des superplastiques, solidification ultra-rapide, métallurgie des poudres, méthodes sol-gel, métallisation sous vide, épitaxie— influent sur le marché en raison de l'équipement requis pour produire les pièces correspondantes. Les possibilités de robotiser et d'informatiser la production de ces matériaux viennent s'ajouter à la gamme des applications possibles.

En ce qui a trait aux tendances possibles des technologies industrielles reliées aux matériaux, il faut tenir compte des deux grandes dimensions suivantes (Czichos *et al.*, 1988):

- i) L'utilisation plus efficace des matériaux et le remplacement de ces derniers par des matériaux nouveaux peuvent réduire de façon significative la demande de minéraux et de métaux traditionnels. Prenons le cas de la consommation d'acier dans les pays occidentaux au cours des trois dernières décennies. Cette consommation ne s'élevait qu'à 50 pour 100, dans les années 1980, de ce qui avait été prévu par extrapolation de la consommation réelle entre 1950 et 1973 (voir la figure 2) (Murthy et Taylor, 1988). Dans son étude de 1972 sur les

Figure 2. Consommation d'acier dans les pays occidentaux.



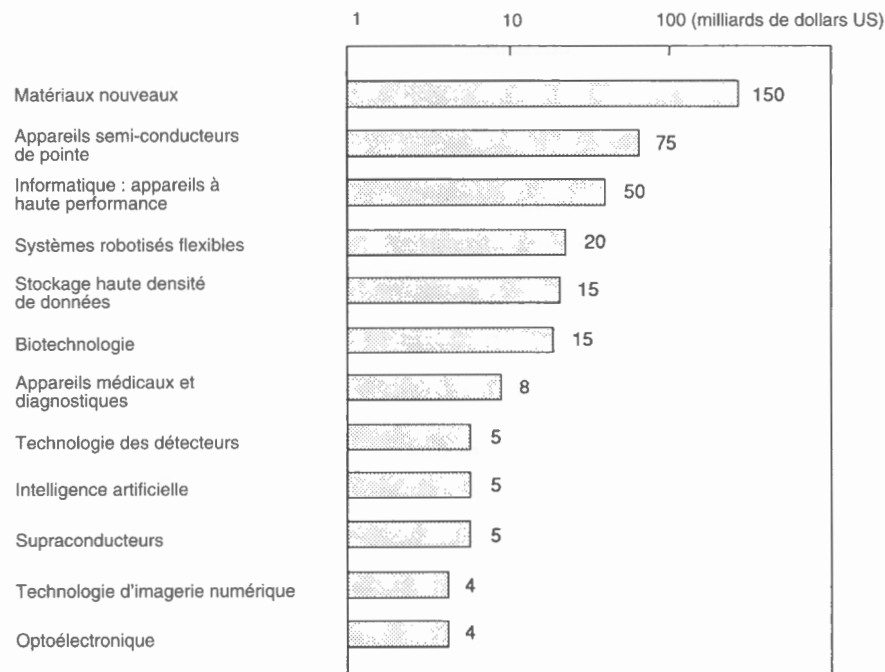
limites de la croissance, le Club de Rome avait prévu que les gîtes existants des métaux d'importance pour l'industrie, comme le plomb et le zinc, seraient épuisés en l'an 2000, mais ces prévisions pessimistes ne se sont pas avérées. Aujourd'hui, quelque 20 ans plus tard, aucune pénurie de ressources minérales n'est prévue avant plusieurs décennies encore (Kürsten et al., 1988).

ii) La deuxième dimension des technologies des matériaux de pointe a trait aux possibilités qu'elles font naître quant aux nouveaux produits et substituts. Les matériaux techniques forment la base de presque tous les nouveaux produits industriels, de l'équipement optoélectronique et des détecteurs perfectionnés au stockage haute densité des données et aux appareils semi-conducteurs de pointe. La figure 3 présente les ventes prévues pour certains «domaines de pointe» en l'an 2000 aux États-Unis.

L'introduction de nouveaux matériaux et la mise au point plus poussée des matériaux traditionnels ont entraîné des changements dans la plupart des secteurs industriels. Les changements qui se produisent dans l'industrie de l'automobile et des aéronefs sont peut-être les plus notables en raison de leurs répercussions futures.

Les changements survenus en dix ans dans les matériaux entrant dans la fabrication des voitures particulières aux États-Unis sont indiqués au tableau 2 (Murthy et Taylor, 1988). On constate que, de façon générale, le fer et l'acier sont de plus en plus remplacés par des plastiques, des composites et l'aluminium. Il faut toutefois souligner que, même si la proportion de fer et d'acier diminue au total, le pourcentage des aciers à grande résistance et à faible alliage augmente.

Figure 3. Ventes prévues dans divers secteurs techniques des États-Unis en l'an 2000 (Source : US Department of Commerce).



Les tendances relatives aux applications des matériaux aux structures des avions commerciaux sont présentées à la figure 4 (Murthy et Taylor, 1988). Il est prévu que, d'ici l'an 2000, les composites renforcés par des fibres ou, peut-être, les alliages aluminium-lithium auront remplacé la plupart des alliages traditionnels d'aujourd'hui dans la structure des avions.

Dans une étude récente menée en France, Ullmann (1989) a tenté d'établir une perspective d'ensemble du marché mondial des nouveaux matériaux par catégorie de produits et par secteur industriel. D'après le tableau 3, les produits en acier, nouveaux ou améliorés, comptent pour la moitié de tous les nouveaux matériaux dont les taux moyens de croissance annuelle devraient se situer autour de 2 pour 100. Les céramiques, qui ne représentent que le dixième des ventes totales, devraient connaître un taux de

croissance de quatre à cinq fois supérieur à celui des produits en acier.

Les positions relatives des différents secteurs ne sont pas les mêmes lorsque nous examinons les taux de croissance de l'utilisation de nouveaux matériaux (voir la figure 5). L'emballage, le génie aérospace, les véhicules automobiles ainsi que les sports et les loisirs présentent les plus hauts taux de croissance sur le plan de la consommation, l'emballage venant en tête de liste. Le haut taux de croissance prévu de l'utilisation de nouveaux matériaux dans le secteur de l'emballage est attribuable non pas à une augmentation de la production, mais bien au changement rapide prévu des matériaux utilisés. Par contre, jusqu'ici, le secteur de la construction a été lent à adopter les nouveaux matériaux.

Tableau 2. Changements dans l'utilisation des matériaux entrant dans la fabrication des voitures américaines, en une décennie.

Matériaux	1976	kg/voiture 1986	Taux de croissance (% annuel)
Fer et acier	1278	1010	-2,4
Plastiques et composites	73	97	+2,9
Aluminium	38	63	+5,0
Verre	39	38	0
Autres	262	217	-1,9
Total	1692	1426	-1,7

Figure 4. Tendances de l'utilisation des matériaux dans la fabrication des avions commerciaux.

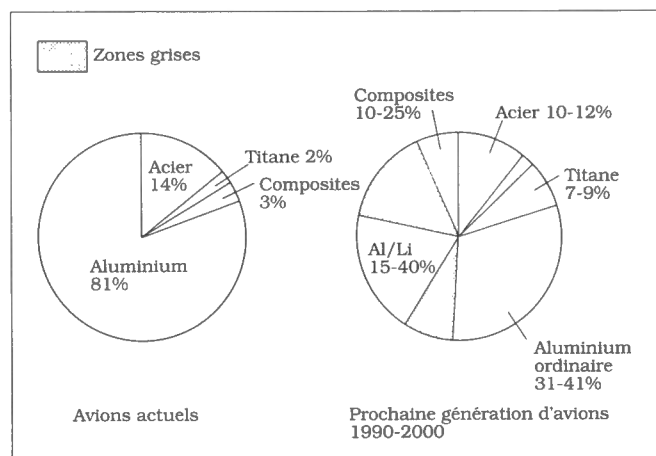
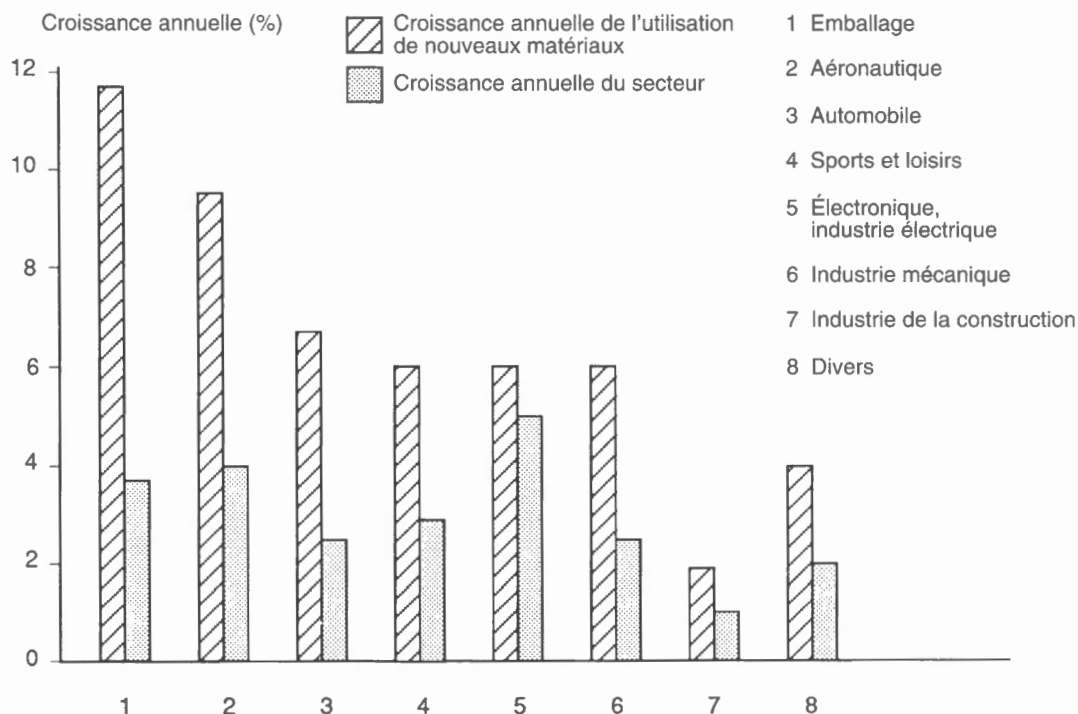


Tableau 3. Répartition : marché des nouveaux matériaux (1988).

Nouveaux matériaux	Marché (GF)	Croissance annuelle 1988-1995 (%)
Nouvel acier	365	+2,8
Thermodurcis techniques	123	+4,9
Matériaux utilisés en électronique	119	+12,0
Métaux non ferreux	107	+2,8
Composites	99	+8,9
Thermoplastiques techniques	90	+8,7
Céramiques	60	+11,9
Nouveaux matériaux en verre	39	+9,6
Total	1002	+6,5

Figure 5. Prévisions sur la croissance des nouveaux matériaux selon les secteurs d'utilisation finale en Europe (1988).



LES TENDANCES DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT DES TECHNIQUES DE POINTE INDUSTRIELLES ET DE CELLES DES MATÉRIAUX

Une étude a été effectuée au nom de la Commission des communautés européennes dans le but de déterminer de façon générale les besoins en recherche-développement des techniques de pointe industrielles et de celles des matériaux en Europe (Czichos *et al.*, 1991). Un questionnaire a été envoyé à quelque 700 institutions (industries, universités et organismes de recherche) de tous les pays des Communautés européennes. Des entrevues ont aussi eu lieu avec des partenaires des secteurs suivants : avionnerie et aérospatiale, automobile, construction et génie civil, céramiques, génie chimique, génie électrique, électronique, mise au point des instruments, sidérurgie, machinerie, génie mécanique et centrales électriques. Les 140 questionnaires qui ont été remplis et retournés reflétaient les vues des principaux secteurs industriels, technologiques et scientifiques dans les proportions suivantes: industrie, 70 pour 100; universités, 24 pour 100; et organismes de recherche, 6 pour 100.

Les questionnaires reçus ont été évalués à l'aide d'un programme de banque de données. À partir des réponses,

3 010 entrées ont été informatisées et les réponses ont été distribuées d'après les différents aspects reliés aux matériaux de base.

Selon la figure 6, un large éventail de secteurs industriels s'intéressent à la recherche-développement des techniques de pointe industrielles et de celles des matériaux, notamment:

- les industries chimiques,
- le génie électrique,
- le génie mécanique,
- l'industrie des véhicules à moteur,
- l'aérospatiale et
- le génie civil.

D'autres industries particulières—environ 50 pour 100 des réponses reçues—ont été regroupées sous le terme général d'«industries mécaniques».

La figure 7 résume les buts généraux qui, selon les réponses des diverses industries, devraient être poursuivis en priorité dans la recherche-développement des techniques de pointe industrielles et de celles des matériaux. Soixante-quinze pour cent de toutes les réponses sont reliées aux sujets d'importance globale (à moyen terme) suivants:

- la réduction des coûts,
- la compatibilité environnementale et
- les économies d'énergie et de matériaux.

Figure 6. Industries intéressées à la recherche et au développement (928 entrées = 100%).

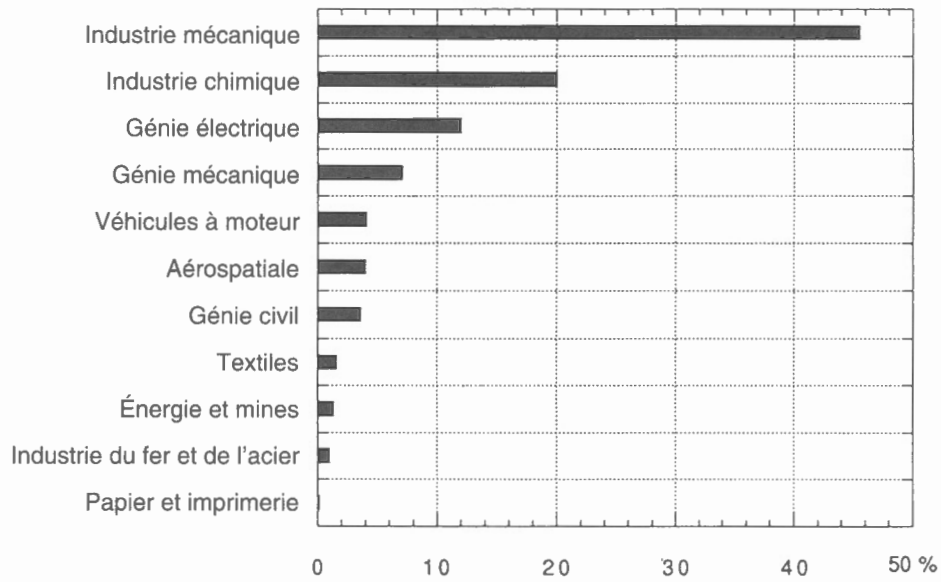
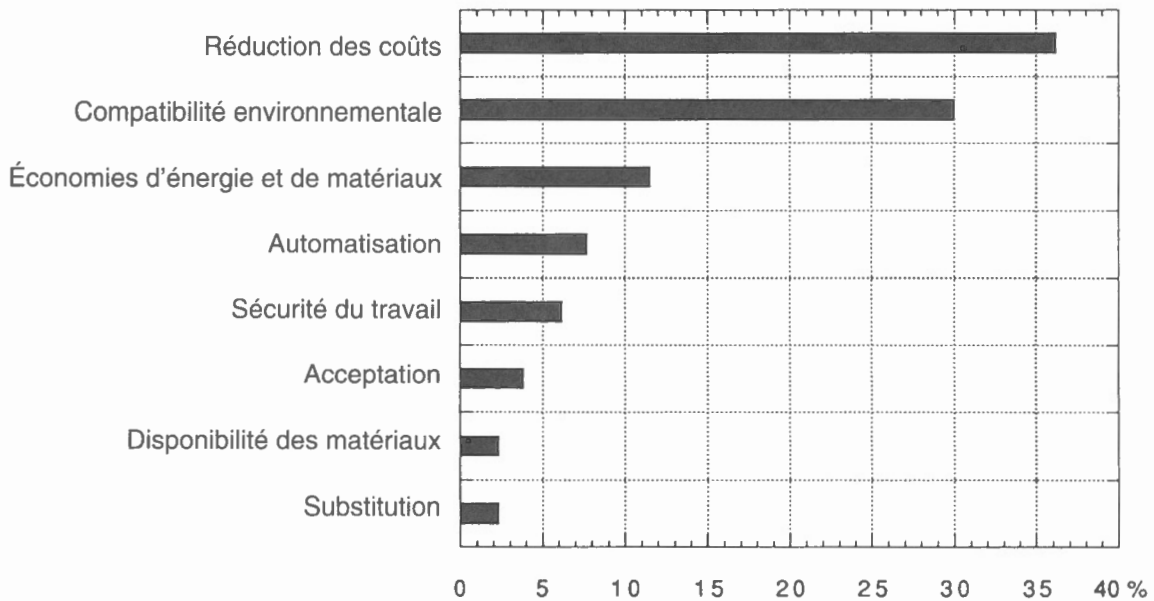


Figure 7. Activités générales associées à la recherche-développement dans le domaine des techniques de l'industrie et des matériaux (130 entrées = 100%).



Quant aux produits industriels pouvant résulter d'une intensification de la recherche et du développement, les éléments suivants ont une importance primordiale (environ 80 pour 100 des répondants), comme il ressort de la figure 8:

- le recyclage,
- le rendement à long terme et
- les caractéristiques fonctionnelles.

SUGGESTIONS TOUCHANT LA RECHERCHE-DÉVELOPPEMENT DES MATÉRIAUX ET DE LEURS PROPRIÉTÉS

Dans le domaine des matériaux, ce sont, dans l'ordre, les composites (30 pour 100), les céramiques (20 pour 100), les métaux et alliages (19 pour 100) et les polymères (17 pour 100) qui ont soulevé le plus d'intérêt (voir la figure 9). Les suggestions quant aux principales propriétés des matériaux devant faire l'objet de recherche-développement sont indiquées à la figure 10.

Figure 8. Caractéristiques des produits : suggestions de recherche-développement (156 entrées = 100%).

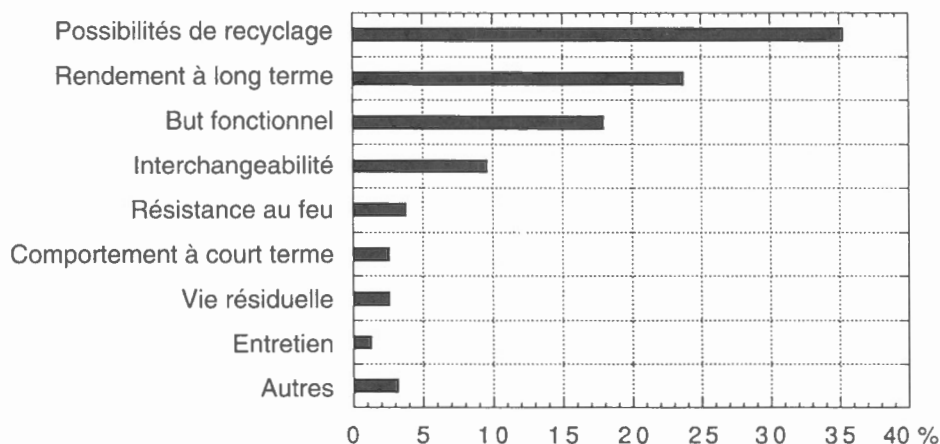


Figure 9. Types de matériaux : suggestions de recherche-développement (596 entrées = 100%).

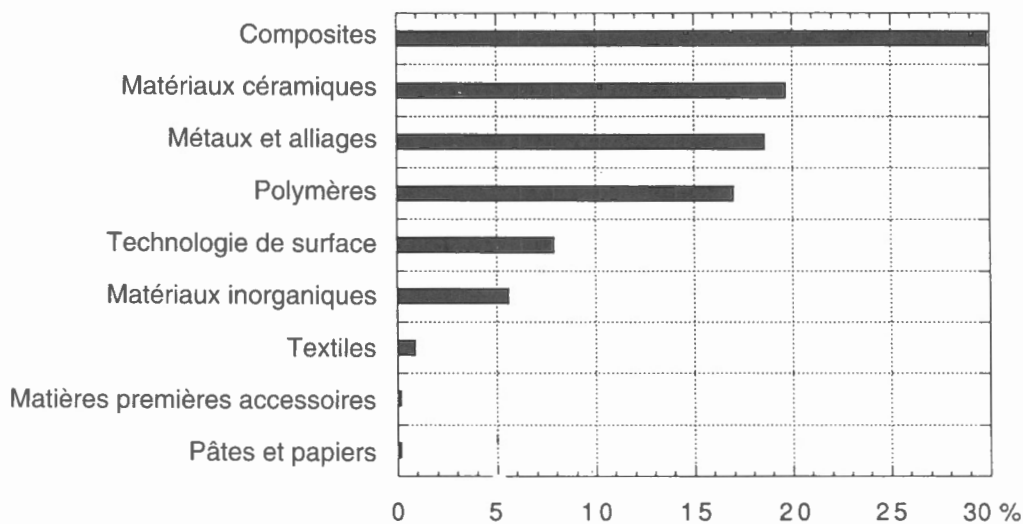
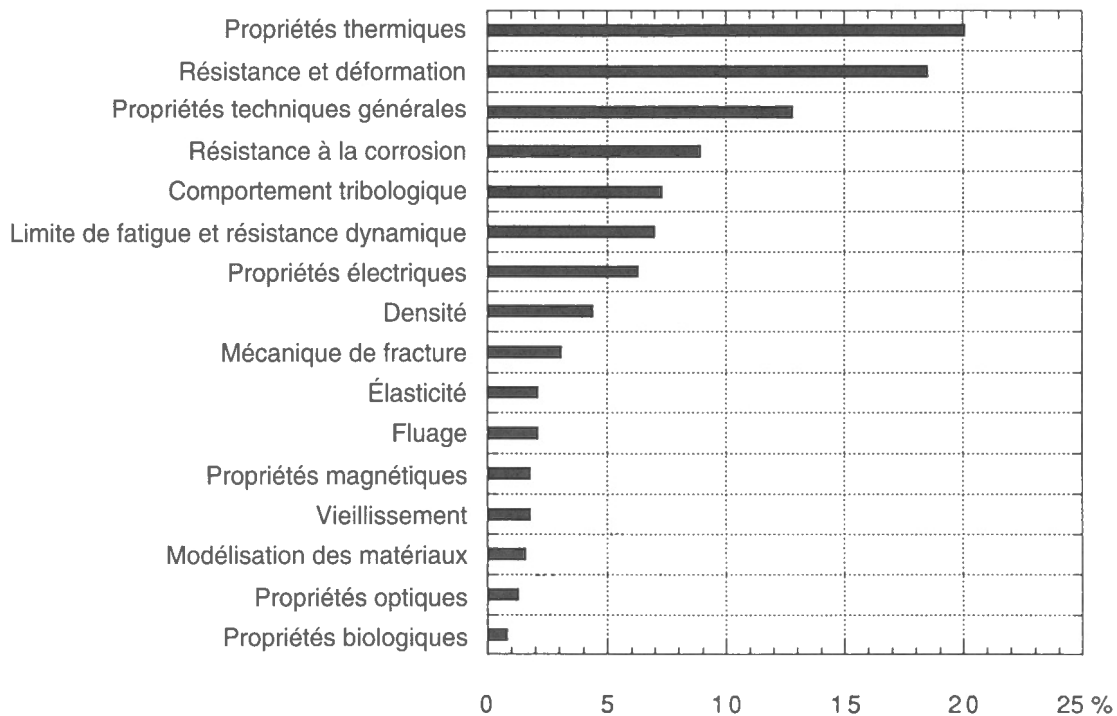


Figure 10. Propriétés des matériaux : suggestions de recherche-développement (383 entrées = 100 %).



Dans les questionnaires, une grande variété de détails accompagnaient les suggestions touchant la recherche-développement future, en Europe, des matériaux et de leurs propriétés. Les sujets reliés aux principales classes de matériaux mentionnés ci-dessus et qui sont corrélés en substance sont indiqués ci-après, selon leur ordre approximatif d'importance.

Composites

Aux fins du présent exposé, on a subdivisé les entrées relatives à tous les composites (100 pour 100) selon qu'il s'agissait de composites à matrice polymérique (47 pour 100), métallique (15 pour 100) et céramique (7 pour 100). Les composites de béton et les autres entrées générales non précisées constituent le reste du pourcentage. Voici le détail des sujets présentant un intérêt.

a) Composites à matrice polymérique

- rendement à température élevée
- rigidité accrue et faible densité
- haute résistance et ténacité, plus grande tolérance aux dommages et propriétés de compression
- résistance accrue aux agents agressifs

Les types suivants de composites à matrice polymérique ont été mentionnés parce qu'ils présentaient un intérêt spécial:

- composites à matrice thermoplastique
- composites avec renforcement de fibres courtes, submicroniques et d'ordre moléculaire
- composites avec renforcement de trichite
- composites pour traitement à basse température

D'autres indications touchaient l'amélioration des propriétés mécaniques des matériaux par le biais de recherches dans les domaines suivants:

- effets de l'orientation des fibres
- propriétés de l'interface fibre-matrice, par exemple, les effets du détachement

b) Composites à matrice métallique

Principaux sujets:

- composites à matrice d'aluminium avec fibres céramiques; amélioration de la résistance et de la rigidité
- composés à la fois hautement résistants en général et offrant une grande résistance à la corrosion
- composés et structures ayant des profils de propriétés spéciales

Ici encore, l'effet de l'orientation des fibres sur les propriétés mécaniques des matériaux soulevait un intérêt.

c) Composites à matrice céramique

Principaux sujets:

- résistance aux températures élevées et aux attaques chimiques
- amélioration de la résistance, de la ténacité et de la tolérance aux dommages

Le renforcement des matériaux à l'aide de trichite et d'autres fibres courtes, de même que l'effet tant de l'orientation des fibres que des propriétés de l'interface fibre-matrice sur le détachement des fibres soulevaient également un intérêt.

Matériaux céramiques (céramiques structurales monolithiques)

Pour ce qui est de la classe des céramiques structurales monolithiques, les améliorations des aspects suivants présentaient un intérêt général:

- résistance en général
- propriétés en présence d'une température élevée : résistance en général, résistance au fluage et inhibition de la croissance des grains
- fragilité et ténacité
- limite de fatigue
- résistance à la corrosion à haute température
- résistance aux attaques chimiques
- comportement tribologique (frottement, usure)

Des diverses céramiques structurales, celles fabriquées à partir de matériaux autres que des oxydes (SiC , Si_3N_4 , B_4C , BN) semblaient présenter un intérêt spécial, tandis que les améliorations voulues de la fiabilité des structures céramiques en général pouvaient donner lieu à d'autres activités de recherche-développement dans le domaine des poudres et des agglomérés ($<1\mu\text{m}$) comme matériaux de base des céramiques structurales. Dans ce contexte, la chimie de surface des poudres et la fabrication et l'application des «nanomatériaux» a été mentionnée.

Autres matériaux céramiques pouvant faire l'objet d'activités de recherche-développement:

- céramiques fonctionnelles ayant des propriétés électriques, magnétiques et optiques spéciales
- revêtements céramiques
- verre et vitrocéramiques: amélioration de la résistance et de la ténacité
- matériaux réfractaires pour les fours de fusion, etc.
- cermets (composés céramique-métal)

La mise au point de modèles constitutifs adéquats des mécanismes de détérioration des matériaux fragiles a été mentionnée comme sujet général de recherche-développement.

Métaux et alliages

Comme activité de recherche-développement présentant un intérêt spécial, on a fait état des matériaux métalliques dont le comportement à température élevée (résistance en général, résistance au fluage et résistance à la corrosion) pourrait être amélioré en vue d'applications aux turbines à gaz, aux moteurs à réaction, aux chaînes de traitements chimiques, etc.:

- aciers réfractaires
- superalliages réfractaires de type polycristallin, à solidification directionnelle et monocristallin
- alliages à base de nickel obtenus par des procédés mécaniques
- composés intermétalliques du type Ni-Al, par exemple, pour des applications à température élevée
- alliages au titane pour la gamme des températures moyennes

On souhaite la mise en oeuvre d'autres activités de recherche visant l'amélioration des métaux de faible densité, dont les suivants :

- alliages à l'aluminium et au titane (résistance aux températures élevées) obtenus par des procédés mécaniques
- alliages Al-Li pour l'industrie des avions (densité, rigidité)
- alliages au lithium (densité extrêmement faible)

En outre, les métaux nanocristallins et les alliages amorphes obtenus au moyen de techniques de solidification rapide devraient faire l'objet d'autres recherches.

On a demandé d'apporter des améliorations à un grand nombre de matériaux traditionnels, particulièrement sur le plan des effets économiques et de la compétitivité :

- aciers micro-alliés: élargissement des domaines d'application et acceptation dans la réglementation
- matériaux métalliques fondus obtenus grâce à des traitements de pointe; recyclage facile
- fonte à graphite sphéroïdal obtenue par trempe bainitique
- aciers inoxydables à structure duplex
- matériaux et structures obtenus par le biais de la métallurgie des poudres; densité relative plus élevée
- métaux aux propriétés superplastiques
- alliages magnétiques avec minimisation des pertes

Enfin, on a indiqué que d'autres recherches sur la corrélation de la microstructure et des propriétés mécaniques des métaux et alliages pourraient faire partie des activités générales à venir.

Polymères

Pour la classe des polymères et des mélanges de polymères, un des principaux domaines d'intérêt associés

à la recherche-développement était centré sur l'amélioration des propriétés de ces matériaux à des températures élevées:

- résistance au fluage
- résistance thermique (p. ex., aux températures de brasage)
- stabilité hydrothermique
- conductibilité thermique
- résistance au feu sans utilisation d'éléments halogènes

Une importance a également été attribuée à la conductivité électrique, particulièrement à la réversibilité électrique (commutateur arrêt/marche), de même qu'aux faibles charges électriques. La résistance et la ténacité étaient généralement perçues comme étant deux propriétés qui pourraient améliorer les polymères. Les propriétés suivantes:

- résistance aux attaques chimiques et aux agents agressifs
- coefficient de frottement peu élevé et haute résistance à l'usure
- propriétés optiques spéciales

présentaient un intérêt spécial, tandis qu'une bonne biodégradabilité et les possibilités de recyclage revêtaient une importance capitale pour les futures applications de cette classe de matériaux.

Des activités de recherche-développement devraient également être entreprises sur les biomatériaux polymériques (utilisés à l'intérieur du corps humain). Sur ce plan, on a besoin de matériaux «sur mesure» possédant des propriétés mécaniques adéquates, ne se dégradant pas à l'intérieur du corps et ne libérant pas de monomères toxiques.

Des propriétés passablement différentes s'appliquaient aux matériaux polymériques pouvant être améliorés en vue de leur application dans l'industrie du textile et de la chaussure. Ces propriétés étaient les suivantes: faible densité, capacité d'absorption élevée, résistance à l'usure et porosité spéciale.

Autres matériaux

En plus des sujets de recherche-développement propres aux quatre principales classes de matériaux, des suggestions ont porté sur d'autres types de matériaux:

- matériaux pour les technologies de l'information: micro-électronique, plaquettes; matériaux avec optique intégrée; matériaux d'une grande pureté et de composition spéciale en informatique; substrats pour revêtements minces; semi-conducteurs à structure en diamant
- matériaux de revêtement: revêtements faits de matériaux durs (résistance à l'usure); implantation

ionique, durcissement au laser; revêtements minces obtenus par pulvérisation aux fins de l'informatique, revêtements résistant aux chocs; revêtements fonctionnels à rendement superficiel élevé et résistants à la corrosion

- matériaux supraconducteurs à haute température (SHT): application aux techniques énergétiques (serpentins, aimants, etc.); densité de courant critique élevée; systèmes composés de céramiques SHT sur substrats métalliques; traitement des poudres SHT pour câbles
- matériaux pour applications dans le domaine du génie civil: béton avec ciments composites et additifs polymériques, micro-béton renforcé de fibres (de verre ou d'acier)
- matériaux et fibres de carbone pour matériaux composites
- diamant polycristallin avec conductivité électrique accrue et propriétés thermiques améliorées; applications aux revêtements
- matériaux pour procédés catalytiques.

RÉFÉRENCES

Czichos, H., Helms, R. and Lexow, J.

1991: Industrial and Materials Technologies: Research and Development Trends and Needs. Berlin, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), 97 p.

Czichos, H., Vitro, R. A., Lexow, J. F. and Eade, D. P. (Editors)

1988: Materials Technology and Development. Advance Technology Alert System (ATAS). United Nations New York, Bulletin 5, 156 p.

Kürsten, M., Blümel, G., Lahner, L. and Schmidt, H.

1988: Raw materials resources. In Materials Technology and Development., H. Czichos, *et al* (eds.); United Nations, New York, p. 24-30.

Murthy, M. K. and Taylor, S.

1988: Substitutes resulting from advances in materials technologies. In Materials Technology and Development, H. Czichos *et al.* (eds.); United Nations New York, p. 88-93.

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)

1988: New Technologies in the 1990's. OECD, Paris, 126 p.

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)

1990: Advanced Materials - Policies and Technological Changes. OECD, Paris, 187 p.

Panorama of EC Industry

1990: Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

Ulmann, B.

1989: New Materials Market Outlook. Bureau d'Information et de Prévisions Economiques (BIPE), Neuilly-sur-Seine, France

Discussion: Thème III

K. Skinner: L'amiante, un matériau que l'on a retiré de tous les immeubles, est constitué de fibres, comme les composites. En marge du dernier exposé, pourrait-on me fournir des indications quant à l'orientation des activités dans le domaine des composites?

H. Czichos: D'un point de vue strictement technique, l'amiante est un merveilleux matériau. Toutefois, nous devons reconnaître que ce type de matériau peut être dommageable pour la santé et nous devons trouver des substituts. Dans notre pays, il y a huit à dix ans, nous avons réuni les fabricants et les utilisateurs de produits en amiante. Dans une action concertée, nous avons élaboré un programme sur les substituts. Des progrès ont été accomplis et nous pouvons remplacer l'amiante dans certains cas.

En ce qui a trait aux composites en général, ceux-ci ont certaines propriétés très intéressantes. Par exemple, dans des domaines donnés du génie mécanique, il est possible de fabriquer des cordes élastiques pour automobiles. La prochaine génération d'avions comprendra des matériaux faits de composites de fibres de carbone. Il faut donc considérer d'abord les exigences fonctionnelles et les propriétés requises puis tenir compte d'autres aspects comme le recyclage et les valeurs sociales. Aujourd'hui, nous devons avoir recours à une approche systémique pour combiner ces aspects. Par le passé, les ingénieurs s'intéressaient principalement à la fonction des matériaux. En résumé, dans certains secteurs des composites, il y a beaucoup de recherches axées sur les applications.

C. Staudt: Professeur Kürsten, votre tableau des sites présentant des possibilités quant au volume semblait très

rassurant. Toutefois, si un pays met fin à sa phase de production, cela pourrait avoir pour conséquence une grande réduction des tâches de sa commission géologique et celle-ci n'aurait plus qu'à s'occuper de tels sites. Votre tableau tient-il compte des répercussions possibles?

M. Kürsten: J'ai dit que l'aspect volume avait de plus en plus préséance sur la production. Bien sûr, cet aspect est incorporé dès le départ. C'est un changement de rapport.

Z. Johan: Il y a plusieurs semaines, nous avons tenu une importante réunion à Paris sur la production et l'élimination des déchets, et les scientifiques et les industriels s'y sont livrés à de grandes discussions. Il en est résulté une équation qui se traduit comme suit : vous polluez davantage, vous dépolluez davantage, vous faites beaucoup plus d'argent. Nous essayons de faire quelque chose pour l'environnement. Croyez-vous que nous devrions nous pencher sur un nouvel équilibre de la structure industrie-société?

M. Kürsten: Nous avons certainement besoin de trouver un équilibre mais ce que nous devons faire, maintenant, c'est considérer l'ensemble du système. Nous devons commencer par les matières premières et penser en même temps au produit final, aux déchets. Il nous faut considérer tous nos produits industriels depuis leur source jusqu'à leur élimination. C'est peut-être là une des réponses à l'interrogation de monsieur Kesse : «Vous nous donnez vos déchets et vous voulez que nous vous fournissions nos précieuses matières premières?» Nous devons insister sur la mise en place de systèmes globaux qui tiennent compte de l'ensemble du cycle.

**THÈME IV: LES NOUVEAUX HORIZONS ET LES NOUVELLES
TECHNIQUES GÉOSCIENTIFIQUES DE POINTE**

Nouveaux horizons et nouvelles techniques de pointe

N. Williams

Les risques géologiques au Japon

K. Ogawa et K. Kodama

Discussion

Nouveaux horizons et nouvelles techniques de pointe

N. Williams¹

Williams, N., Nouveaux horizons et nouvelles techniques de pointe; dans Les commissions géologiques nationales au XXI^e siècle, compilation de Bouchard, D.S. et al.; Commission géologique du Canada, Bulletin 446, p. 17-25, 1993

Résumé

De nouveaux horizons s'ouvrent aux commissions géologiques, dont l'un des plus importants est celui qui découle du défi de plus en plus grand que présente le développement durable. Au rôle traditionnel des commissions géologiques, qui consiste à entreprendre les travaux qui permettront de garantir la disponibilité des ressources minérales, des combustibles fossiles et de l'eau, vient s'ajouter une nouvelle fonction importante dans le domaine de la géoscience environnementale : veiller à ce que la gestion des terres, les décisions d'occupation des sols et la gestion des ressources soient compatibles avec la protection de l'environnement.

Pour remplir ces rôles, les commissions géologiques doivent chercher à mieux comprendre la géologie de l'écorce terrestre et ses richesses, ainsi que le régolite (couche de roches altérées autochtones et allochtones recouvrant la roche consolidée) et son interaction avec la biosphère, l'hydrosphère et l'atmosphère. Les technologies qui permettront de relever le défi du développement durable évoluent rapidement et sont surtout orientées vers de nouvelles méthodes d'acquisition et d'interprétation des données. La plupart des progrès ont été rendus possibles par le bond spectaculaire de l'informatique au cours des vingt-cinq dernières années.

La compréhension de la géologie de l'écorce terrestre est améliorée par plusieurs méthodes qui allient la puissance des ordinateurs modernes à des méthodes éprouvées de prospection géologique et géophysique. En Australie, l'accord national de cartographie géoscientifique que le Bureau des ressources minérales, de la géologie et de la géophysique a conclu avec les commissions d'état et territoriales mène à la production d'une deuxième génération de cartes et fichiers géoscientifiques à l'échelle régionale. Les buts visés sont les suivants :

- optimiser les conditions de prospection des minéraux et des combustibles;*
- constituer une base fiable d'information pour l'évaluation des ressources potentielles de minéraux et de combustibles;*
- renforcer la base d'information géoscientifique qu'exigent une gestion judicieuse de l'environnement et de bonnes décisions d'aménagement du territoire.*

Alors que la première génération de cartes géologiques à échelle régionale en Australie reposait sur la photographie aérienne, la deuxième génération repose sur des levés magnétiques et radiométriques aéroportés systématiques et de grande qualité. En manipulant les données ainsi obtenues, à l'aide de techniques de traitement des images, les géoscientifiques peuvent cartographier,

¹Associate Director, Bureau of Mineral Resources, GPO Box 378, Canberra, 2601, Australia

non seulement l'assise rocheuse, mais aussi le régolite et l'assise rocheuse qu'il dissimule, avec une rapidité et une rentabilité qui étaient encore impossibles il y a peu de temps. Cette approche permet de repérer rapidement les erreurs dans les cartes de première génération, mais, plus encore, elle permet souvent de repérer des caractéristiques importantes que l'on n'avait pas soupçonnées ou imaginées auparavant. Vu l'évolution des techniques de modélisation et d'inversion géophysiques, on s'attend à voir ces fichiers prendre de plus en plus d'importance dans la production de modèles géologiques tridimensionnels robustes de l'écorce, notamment quand on les inverse conjointement avec d'autres données géophysiques comme celles qui proviennent de levés gravimétriques et sismiques. La connaissance du régolite progresse rapidement, car aux études traditionnelles sur le terrain viennent s'ajouter les résultats des levés radiométriques aéroportés, ainsi que des levés faits par radiomètre multispectral à balayage installé à bord d'avions et de satellites.

Un autre horizon important est l'incorporation de la dimension temporelle pour la création de modèles quadridimensionnels. Les progrès de la géochronologie permettront de faire avancer de nombreux domaines des sciences de la terre, par exemple la stratigraphie séquentielle, où on a besoin d'une plus grande précision de datation; la gîtologie, où on a besoin de mieux dater les processus de minéralisation; et la géoscience environnementale, où on a besoin de mesurer le rythme des changements naturels pour mieux comprendre les changements anthropiques. Un progrès technologique qu'il convient de mentionner en particulier dans le domaine de la géochronologie est la mise au point de microsondes ioniques comme SHRIMP. Ces outils de datation efficaces commencent maintenant à avoir des retombées considérables sur la stratigraphie séquentielle et sur les études de gîtologie.

Il est peu probable que l'efficacité de ces nouvelles approches soit limitée par la technologie. Certains faits semblent plutôt indiquer que c'est la pensée géologique conceptuelle qui freinera les progrès, parce que les géoscientifiques en viennent à dépendre de plus en plus de la puissance des ordinateurs pour produire des images géoscientifiques et des modèles géologiques spectaculaires, et accordent moins d'attention à la géologie sur le terrain et à l'importance de l'intuition scientifique dans la formulation de nouveaux concepts géoscientifiques. Les systèmes d'information géographique offrent le moyen de relever ce défi, mais il faut s'assurer que ceux qui utilisent ces outils ont des connaissances géoscientifiques suffisantes pour tirer le plus grand parti de la technologie.

Sur le plan du développement durable, le plus grand problème qui se pose aux géoscientifiques, notamment à ceux qui travaillent pour des commissions géologiques, est de savoir comment présenter leurs interprétations des données et leurs concepts d'une façon que puissent saisir rapidement et avec précision les décideurs et tous ceux que toucheront les décisions prises. Si les résultats ne sont pas d'un abord facile, il est à craindre qu'on négligera la valeur des données géoscientifiques dans l'aménagement du territoire et la gestion des ressources.

Abstract

Geological surveys face many new frontiers, the most important of which arises from the growing challenge of sustainable development. In addition to the traditional role of undertaking work to ensure the availability of resources of minerals, fossil fuels, and water, a new and important emerging role is in environmental geoscience to ensure sound land management, land-use decisions, and resource management.

To fulfil these roles geological surveys must strive for new insights into both the geology of the earth's crust and its endowment of resources, and the regolith (weathered, in-situ and transported material which covers the bedrock) and its interaction with the biosphere, hydrosphere, and atmosphere. Technologies to meet the challenges of sustainable development are evolving rapidly and are aimed mostly at new approaches to data acquisition and interpretation. Most advances have been made possible by spectacular improvements over the last twenty-five years in the performance of computers.

New insights into the geology of the earth's crust are being gained in several ways that combine the power of modern computers with well-proven geological and geophysical survey methods. In Australia the National Geoscience Mapping Accord between the Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics, and the state and territory geological surveys is producing a second generation of regional-scale geoscience maps and databases to:

- optimise the environment for mineral and fuel exploration;*
- provide a reliable information base for the assessment of potential mineral and fuel resources; and*
- strengthen the geoscientific information base required for sound environmental management and land use decision making.*

Whereas the first generation of regional scale geological maps in Australia was underpinned by aerial photography, the second generation mapping is founded upon high-quality systematic airborne magnetic and radiometric surveys. By manipulating the data from these surveys using image processing techniques, geoscientists can map not only bedrock but also the regolith and the bedrock it conceals in a rapid and cost effective fashion that was impossible only a short time ago. The approach allows quick identification of errors in the first generation maps, but more importantly, it is routinely revealing features of importance that were either previously unsuspected or unimagined. As geophysical modelling and inversion procedures evolve, it is anticipated that these same data sets will become increasingly important in the generation of robust three dimensional geological models of the crust, especially when they are jointly inverted with other geophysical data such as those from gravity such as those from gravity and seismic surveys. Knowledge of the regolith is advancing rapidly as traditional field studies are being complemented by the results of airborne radiometric surveys, and surveys involving both aircraft and satellite mounted multispectral scanners.

Another important frontier is the incorporation of the time dimension to create four-dimensional models. Improvements in geochronology will benefit many aspects of geoscience such as sequence stratigraphy, where there is a need for greater precision in dating; metallogeny, where there is a need for better dating of mineralizing events; and environmental geoscience, where there is a need to measure rates of natural change as a framework for understanding anthropogenic change. One noteworthy technological advance in geochronology has been the development of ion-microprobes like SHRIMP as effective dating tools which are just beginning to have major impact on both sequence stratigraphy and metallogenic studies.

The effectiveness of these new approaches is unlikely to be limited by technology. Rather, there is evidence that conceptual geological thinking will limit progress because geoscientists are becoming more reliant on the power of computers to produce spectacular geoscientific images and geological models, and are paying less attention to field geology and the importance of scientific intuition in the development of new geoscientific concepts. Geographical information systems offer a means of meeting the challenge but care must be taken to ensure that those using these tools have a geoscientific background that is sufficiently strong to take full advantage of the technology.

In terms of sustainable development, probably the greatest challenge facing geoscientists, particularly those working in geological surveys, is how to present their data interpretations and concepts in ways that can be quickly and accurately appreciated by decision makers, and those who will be affected by their decisions. Unless outputs are user friendly there is a great danger that the value of geoscientific input to land use planning and resource management will be overlooked.

Je suis très heureux de participer à cette conférence internationale soulignant le 150^e anniversaire de la Commission géologique du Canada (CGC). Au nom de l'organisation soeur de l'Australie, le BMR (Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics), j'aimerais offrir mes félicitations à la CGC pour avoir atteint un jalon aussi important et souhaiter à son personnel, qui fait partie de l'une des véritables grandes commissions géologiques nationales du monde, tout le succès possible dans ses projets à venir.

Comparativement à la CGC, le BMR est un organisme relativement récent, sa création remontant à 1946. C'est sans doute en raison du jeune âge du BMR que Chris Findlay nous a invités à présenter un exposé sur les nouveaux horizons et les nouvelles techniques de pointe. Dans son invitation, Chris suggérait de traiter des «nouveaux horizons» en matière de connaissances et des «nouvelles techniques de pointe» dans le sens des outils nécessaires à l'acquisition ou à l'application de ces connaissances.

Je commencerai par un bref survol de quelques-uns des nouveaux horizons devant lesquels se trouvent les commissions géologiques aujourd'hui. Je me pencherai ensuite sur la façon dont ces horizons sont abordés grâce à une combinaison de techniques éprouvées d'acquisition de données géoscientifiques et de nouvelles technologies assistées par ordinateur. Pour terminer, je traiterai brièvement de certaines priorités naissantes qui orienteront les travaux à venir des commissions géologiques nationales.

Parmi les nouveaux horizons qui s'ouvrent aux commissions géologiques, la notion de développement durable occupe une place prééminente. Cette notion est devenue un enjeu majeur au cours des deux dernières décennies en raison des préoccupations croissantes touchant les effets des activités humaines sur l'environnement. L'idée de développement à tout prix ne fait plus l'objet d'un consensus universel et, de jour en jour, nous constatons que la conservation et la protection de l'environnement retiennent de plus en plus l'attention.

Les demandes conflictuelles adressées aux commissions géologiques, c'est-à-dire l'exploitation des ressources d'une part et la gestion de l'environnement d'autre part, ont été traitées en détail aujourd'hui et je ne les aborderai pas. Je vais plutôt me concentrer sur les principales tâches des commissions géologiques, soit l'acquisition et l'interprétation des différents ensembles de données géoscientifiques nécessaires à la découverte et à l'aménagement des ressources naturelles d'une part, de même qu'à la conservation et à la gestion de l'environnement d'autre part. Dans le premier cas, les données forment la base de notre compréhension de la géologie et des ressources de la croûte terrestre; dans le deuxième, elles nous aident à expliquer la géologie de surface de la Terre et son interaction avec la biosphère, l'atmosphère et l'hydrosphère.

Ces dernières années, d'important progrès ont été réalisés dans la façon dont les géoscientifiques peuvent acquérir, manipuler et interpréter les données; la plupart de ces progrès peuvent être attribués aux grandes améliorations apportées à la performance des ordinateurs. Dans son invitation, Chris Findlay reconnaissait que «les nouveaux horizons et les nouvelles techniques de pointe» sont un sujet très vaste dans le contexte de l'ensemble des sciences de la Terre. Il nous suggérait donc d'être sélectif et de nous concentrer sur les horizons et techniques auxquels le BMR s'intéresse particulièrement.

Nous avons donc tenu compte de cette suggestion et le reste de mon exposé aura une saveur nettement australienne. Je me servirai des récents résultats de l'accord national de cartographie géoscientifique (ANCG) de l'Australie pour illustrer comment les ordinateurs et d'autres nouvelles techniques de pointe ont révolutionné la cartographie géoscientifique à l'échelle régionale et nous ont permis de comprendre plus rapidement le continent australien.

L'ANCG remonte à 1988, année au cours de laquelle Woods a procédé à une étude du BMR. Pendant cette étude, notre industrie de l'exploration des minéraux a fait remarquer que, si l'Australie voulait rester concurrentielle dans la production des minéraux, il lui fallait revoir la base géologique sur laquelle repose l'exploration des minéraux. Il a été avancé que, même si la première génération de cartes géologiques à l'échelle du 1/250 000 avaient bien servi l'Australie, elles avaient de l'âge et leur utilité diminuait. L'industrie a en outre fait valoir que, comme il devenait de plus en plus probable que les gîtes non encore découverts seraient enfouis sous la surface, il serait nécessaire de produire une deuxième génération de cartes géologiques, ce travail allant bien au-delà d'une simple révision des cartes existantes. On a suggéré d'inclure dans les nouvelles cartes la troisième dimension, la profondeur, et de déployer des efforts particuliers pour expliquer la géologie du substratum rocheux de vastes étendues recouvertes de régolite—matériaux altérés *in situ* et transportés—et susceptibles de contenir des réserves.

Le terrain Yilgarn, en Australie occidentale, constitue un bon exemple de l'étendue du front pionnier profondément altéré de l'Australie et d'un modelé superficiel typique de ce front. Il est fort probable que ce terrain contient de l'or, du nickel, du cuivre et du zinc, ce qui viendrait corroborer le message fort simple de l'industrie: «Franchissez l'obstacle du régolite!»

Comme il a déjà été mentionné par monsieur Playford, l'étude de Woods reconnaissait l'importance de renforcer la cartographie géologique en Australie et, comme moyen d'y arriver, on y recommandait la conclusion d'un accord national de cartographie géoscientifique par le BMR et les commissions géologiques des États et territoires.

Cet accord a été mis en oeuvre en 1990. Ses objectifs sont les suivants:

- optimiser le cadre de l'exploration des minéraux et des combustibles fossiles par le biais de données, de cartes et de rapports géoscientifiques;
- fournir une base fiable pour l'évaluation des ressources en minéraux et en combustibles non encore découvertes; et
- renforcer le fonds de connaissances géoscientifiques sur lequel pourraient s'appuyer les décisions touchant l'environnement et l'utilisation des terres.

Pour que ces objectifs soient atteints, l'ANCG ne peut être basé uniquement sur les méthodes utilisées pour les cartes de la première génération étant donné que, au mieux, cela mènerait simplement à une deuxième édition des cartes existantes. En vue de franchir l'obstacle du régolite, les partenaires de l'ANCG ont adopté la méthode mise à l'essai par l'industrie australienne de l'exploration pour relever le même genre de défi mais à une échelle plus locale, soit sur un tènement d'exploration. Des études sur le terrain étayées par des levés géophysiques

systématiques aéroportés de grande qualité et comprenant la collecte simultanée de données magnétiques et radiométriques constituait la base de cette méthode. Ce n'est pas la première fois que l'on a recours à des levés géophysiques aéroportés pour appuyer la cartographie et l'exploration; ce qui est nouveau et ce qui a réellement permis d'améliorer de plusieurs ordres de grandeur l'utilité des levés, c'est l'emploi de systèmes puissants de traitement des images pour afficher, manipuler et interpréter les données géophysiques.

Le BMR utilise son propre aéronef de même qu'un aéronef affrété pour recueillir de nouvelles données répondant aux normes de l'ANCG, soit une altitude de 100 m et des espacements de 400 m. Une image gravimétrique de l'Australie, produite à l'aide de la base de données gravimétriques du BMR, comporte un espacement des stations d'environ 11 km.

La valeur réelle de la combinaison des données des levés géophysiques et du traitement des images peut se traduire par un vieil adage : «une image vaut mille mots». Grâce à cette méthode, les géologues et les géophysiciens disposent d'un moyen puissant de communication qui supprime rapidement les obstacles entre la géologie et la géophysique. Toutefois, il est un autre élément tout aussi important: cette méthode facilite la communication entre les géoscientifiques et des tiers, et je crois qu'elle offre beaucoup de potentiel quant à l'introduction d'arguments de nature géoscientifique dans des enjeux plus vastes comme le débat sur la planification de l'utilisation des terres et la gestion de l'environnement.

D'un point de vue strictement technique, d'autres importants avantages peuvent découler de l'utilisation de données géophysiques et de systèmes de traitement des images. Ainsi, la collecte de données est non envahissante et rapide et les extraits peuvent fournir des aperçus géoscientifiques qu'il serait difficile, voire impossible, d'obtenir par d'autres moyens.

L'ANCG nous a permis de constater que les levés magnétiques sont particulièrement utiles dans la délimitation des caractéristiques géologiques du substratum rocheux, tant dans les secteurs à affleurements qu'en profondeur, tandis que les levés radiométriques s'avèrent très utiles pour délimiter la géologie du substratum rocheux dans les régions à affleurements et, surtout, pour cartographier et comprendre le régolite.

Pour illustrer les grandes possibilités des méthodes utilisées dans le cadre de l'ANCG, j'aimerais d'abord mentionner quelques exemples tirés du projet de la zone de plissement de Lachlan. Ce projet, qui a été lancé dans le cadre de l'ANCG, a été entrepris par le BMR et la commission géologique de la Nouvelle-Galles du Sud; les ensembles de données géophysiques ont été recueillis l'année dernière par les partenaires de l'ANCG en collaboration avec un entrepreneur privé (GEOTERREX). Le levé couvre la région cartographique de Bathurst

(1/250 000), dont la limite orientale n'est qu'à 100 km à l'ouest de Sydney. Cette région, qui couvre 140 km d'est en ouest et 100 km du nord au sud, a une grande importance historique, car elle a été la scène, en 1851, de la première grande découverte de gîtes d'or puis de la première ruée vers l'or en Australie. L'exploration, la découverte et l'exploitation des minéraux s'y poursuivent toujours d'ailleurs. La région est intéressante sur le plan géologique et elle a longtemps été un site d'étude privilégié pour le personnel et les étudiants des universités de Sydney et de Canberra, situées tout près, de même que pour le personnel du BMR et de la commission géologique de la Nouvelle-Galles du Sud.

La carte géologique de première génération de la région de Bathurst a été publiée à l'échelle de 1/250 000 en 1968. Il ne serait donc pas exagéré de conclure que nous comprenons bien la géologie de la région. Or, il reste encore beaucoup à apprendre, ce qui se fera grâce à des méthodes utilisées dans le cadre de l'ANCG.

La géologie de la région de Bathurst se caractérise par de vastes étendues de sédiments et de roches volcaniques de l'Ordovicien, du Silurien et du Dévonien, qui sont orientés nord-sud et déformés en plis serrés. On y trouve en abondance des granites siluriens de type S et des granites carbonifères de type I. Des basaltes tertiaires couvrent de vastes zones dans le quadrant nord-ouest de la région cartographique et se prolongent jusqu'à certains endroits dans le quadrant sud-est.

Des images magnétiques récentes montrent les éléments clés de la géologie de la région cartographique de Bathurst, y compris les granites carbonifères de type I et une zone importante d'andésites ordoviciennes au sud-est. En outre, les images radiométriques font voir les granites de type I qui sont riches en potassium, les zones de basaltes tertiaires et les régolites qui en sont dérivés et qui sont pauvres en potassium, ainsi que les siltstones, les shales et les tufs volcaniques plissés du Silurien et du Dévonien dans le nord-ouest de la région cartographique.

Puisqu'en général, les images radiométriques reflètent fidèlement la géologie du substratum rocheux déjà cartographié, nous pouvons tirer deux importantes conclusions. Premièrement, la plus grande partie du régolite est dérivée du substratum rocheux altéré *in situ*. Deuxièmement, le degré d'altération est faible. Ces deux conclusions concordent avec le modèle d'érosion de la région et sont importantes pour la planification des stratégies visant la protection des terres et l'exploration des minéraux.

La cartographie de deuxième génération offre d'autres avantages, notamment l'intégration de nouvelles données et de données existantes, dont on voit des exemples dans la région de Bathurst. La région comporte des plutons granitiques siluriens qui recoupent des andésites ordoviciennes à magnétisme élevé. De part et d'autre des andésites se trouvent des roches volcaniques et des

granites siluriens à faible susceptibilité magnétique qui produisent une limite de magnétisme nette entre les masses rocheuses. Cette limite n'avait pas été reconnue au cours des travaux de cartographie de première génération; or, elle présente une importance considérable pour ce qui est de l'exploration. Lors de travaux récents, on a découvert une zone de roches volcaniques siluriennes profondément altérées qui sont associées à cette limite. Ailleurs dans le sud-est de l'Australie, ces roches siluriennes sont très susceptibles de contenir des gisements de sulfures massifs volcanogènes.

Dans la région de Bathurst, les données radiométriques s'avèrent particulièrement utiles pour reconnaître les différents lithotypes de même que les différences au sein d'un même lithotype, ce qui était impossible à faire par simple observation de la géologie. Ces données radiométriques ont permis de distinguer les roches volcaniques d'âges différents et de reconnaître les composantes distinctes de plutons granitiques que l'on avait cartographiés à l'origine comme pluton unique. De plus, cette information nous a renseignés sur l'histoire de la mise en place et de la différenciation des plutons granitiques.

Un deuxième exemple de projet mis en oeuvre dans le cadre de l'ANCG est celui du Queensland septentrional. Ce projet a lieu dans le nord de la péninsule de Cape York, région éloignée de l'Australie, et réunit le BMR et la commission géologique du Queensland. Mes exemples sont tirés de la région cartographique d'Ebagoola, qui couvre la partie sud de la province géologique appelée «enclave de Coen».

La carte géologique de première génération d'Ebagoola a été publiée en 1977 à l'échelle du 1/250 000. Elle couvre 165 km d'est en ouest et 110 km du nord au sud.

Les éléments importants de la région cartographique sont une zone centrale comportant trois ceintures importantes de roches métamorphiques à orientation nord-sud que séparent des granites paléozoïques, et de vastes étendues de roches sédimentaires tertiaires et plus récentes à l'est et à l'ouest du complexe central igné et métamorphique.

Jusqu'en 1991, on croyait que les trois ceintures métamorphiques dataient du Protérozoïque. Or, les récents travaux de datation menés par le BMR révèlent qu'elles remontent en fait au Paléozoïque, tout comme les granites adjacents. La géologie du Paléozoïque de la région d'Ebagoola ressemble donc à celle de la région de Bathurst, sauf que le régolite d'Ebagoola est beaucoup plus complexe que celui de Bathurst.

Les images radiométriques se sont avérées particulièrement utiles pour l'interprétation du régolite, qui est étroitement associé à l'évolution physiographique de la région cartographique. La région comporte trois zones physiographiques principales, soit les hautes terres

centrales, la plaine côtière orientale et la plaine occidentale.

Les hautes terres centrales sont un modelé d'érosion que recouvre en grande partie un matériau résiduel épais formé par altération chimique *in situ*. De nos jours, le régolite se compose presque entièrement de quartz résiduel. Puisqu'il n'y a pas de potassium, de thorium ou d'uranium dans le régolite, il ne donne essentiellement aucune réponse radiométrique. Par contre, la réponse radiométrique est forte là où y a décapage actif du régolite et, par conséquent, mise à nu de matériaux granitiques frais riches en feldspath potassique.

Dans la plaine côtière orientale, les processus de sédimentation dominant. Les sédiments dérivés du granite et des roches métamorphiques à l'ouest forment de vastes cônes d'épandage alluviaux et des dépôts de cours d'eau anastomosés. Le long de la côte, ces sédiments ont été remaniés par l'action des marées et des vagues, puis déposés pour former des levées de plage et des plaines à chêniers. La distribution et l'origine des sédiments de la plaine orientale se traduisent sur l'image par une haute teneur en potassium, qui indique une source granitique, et une haute teneur en thorium, qui indique une source métamorphique.

Contrairement aux deux autres provinces, la plaine occidentale présente une certaine stabilité et se caractérise par divers paléomodelés qui reflètent une altération profonde de longue date. Les numérations peu élevées de potassium et relativement élevées de thorium à l'intérieur de la province sont associées à des sols sableux très altérés. Les plateaux résiduels très altérés sont couverts de matériau renfermant de la bauxite ou du fer pisolitique. Ils apparaissent clairement sur les images en raison d'une signature marquée de thorium qui indique la présence de minéraux résistant à l'altération, comme la monazite. Les cours d'eau s'écoulant vers l'ouest sur la plaine occidentale sont nettement visibles sur les images, car ils contiennent en abondance des matériaux radiométriques relativement frais décapés des hautes terres centrales.

Un important escarpement de 200 m de hauteur sépare la plaine côtière et les hautes terres centrales. Cet escarpement recule activement vers l'ouest, et il y a capture et détournement vers l'est de rivières qui s'écoulaient auparavant vers l'ouest. Les points de capture se caractérisent par un creusement rapide et un décapage du régolite.

En résumé, les réponses radiométriques marquées représentent des sites d'affleurement du substratum rocheux et d'érosion active, tandis que les réponses faibles indiquent la présence d'abondants matériaux profondément altérés. L'imagerie radiométrique peut donc être utilisée pour cartographier l'activité géomorphologique, et elle présente des possibilités fort intéressantes pour les études de la dégradation des terres, permettant aux

géoscientifiques de cartographier rapidement les zones d'érosion et d'amincissement du sol.

J'ai noté ci-dessus que la datation effectuée par le BMR avait indiqué que les roches métamorphiques de la feuille d'Ebagoola remontent au Paléozoïque. La quatrième dimension, soit le temps, est un autre important horizon de notre ANCG. La microsonde ionique sensible à haute résolution SHRIMP I (*Sensitive High Resolution Ion Microprobe*) vient étayer nos études de datation. Elle a été conçue par W. Compston et ses collègues de l'Université nationale d'Australie, à Canberra, et est parrainée conjointement par l'université et le BMR. Elle sert principalement à la datation du zircon.

Comme on a affaire à un petit secteur d'analyse et que plusieurs centaines de grains de zircons peuvent être placés sur un même support d'échantillons, la microsonde SHRIMP est un instrument de datation très efficace et d'une grande souplesse d'utilisation. Deux autres microsondes du même genre sont en construction. L'une d'elles permettra à l'Université nationale d'Australie et au BMR d'étendre leurs activités à Canberra; l'autre, qui sera utilisée à Perth, sera consacrée à la géochronologie de l'Australie occidentale et sera exploitée par un consortium formé des universités de Perth et de la commission géologique de l'Australie-Occidentale.

Nous sommes loin d'avoir utilisé pleinement les données géophysiques que je viens de décrire. Une quantité considérable de travail reste à faire dans le domaine de la modélisation géophysique et de l'inversion. L'inversion des données magnétiques, soit seules ou conjointement avec d'autres ensembles de données comme les données gravimétriques ou sismiques, est une priorité dont l'objectif final devrait être l'élaboration de modèles tridimensionnels fiables qui contribueront aux activités clés des commissions géologiques, notamment au soutien de l'exploration, à l'évaluation des ressources minérales et à la planification de l'utilisation des terres.

Le plein potentiel de la radiométrie en tant qu'outil de cartographie n'est pas encore réalisé. Il ressort de nos travaux dans la région d'Ebagoola que la radiométrie sera un bienfait des plus avantageux pour la cartographie du régolite. Des essais visant à déterminer la meilleure façon de procéder sont en cours, non seulement à Ebagoola, mais aussi dans plusieurs régions visées par l'ANCG. Je suis confiant que la radiométrie aura un effet de plus en plus marquant sur la cartographie à venir. La collecte de données sur des éléments radioactifs autres que le potassium, le thorium et l'uranium pourrait également être valable, et il faudrait examiner cette possibilité.

La cartographie ne devrait pas être considérée comme une fin en soi. C'est plutôt une activité qui nous donne un aperçu géologique des divers rôles des levés géologiques dont je viens de parler. Les systèmes d'information géographique, ou SIG, qui nous permettent de procéder rapidement à des superpositions et à des manipulations d'une gamme d'ensembles de données différents, joueront un rôle de plus en plus grand dans ces projets. Je crois qu'ils constitueront un outil puissant qui aidera les commissions géologiques à surmonter un de leurs principaux obstacles, soit la présentation de leurs données, de leurs interprétations et de leurs notions sous une forme permettant aux décideurs et à ceux touchés par leurs décisions de les comprendre rapidement et avec précision.

La base géologique du développement durable risque fort d'être négligée si notre contribution n'est pas reconnue en dehors de la communauté géoscientifique.

Note du rédacteur: Cet exposé a été rédigé par la Commission géologique du Canada à partir d'une copie de la présentation orale de l'auteur.

Les risques géologiques au Japon

Katsuro Ogawa¹ et Kisaburo Kodama²

Ogawa, K. et Kodama, K., *Les risques géologiques au Japon; dans Les commissions géologiques nationales au XXI^e siècle, compilation de Bouchard, D.S. et al.; Commission géologique du Canada, Bulletin 446, p. 17-25, 1993*

Résumé

L'un des aspects de l'industrialisation est la très forte concentration de la population et de l'activité humaine dans plusieurs mégalopoles. La région métropolitaine de Tokyo est un parfait exemple de ce genre de villes, où sont réunies un grand nombre des importantes fonctions du cerveau d'une société moderne : siège du gouvernement central, centre des affaires et centre financier, plaque tournante des transports et des communications, centre de la recherche et des activités culturelles.

Cette concentration et cette intégration complexe des réseaux de communication et des installations informatisées ont rendu Tokyo plus vulnérable aux dangers géologiques, en particulier aux séismes. On estime qu'une même intensité de séisme causerait des pertes sociales et économiques de plus en plus lourdes. Autrement dit, les autorités s'inquiètent plus qu'avant des dégâts que peut causer un petit séisme.

Les mesures prises par les autorités centrales et locales pour réduire le danger que peuvent représenter les séismes dans la région de Tokyo comprennent la prédiction des séismes, la construction de bâtiments parasismiques et à l'épreuve du feu, ainsi que des mesures de protection civile. Les efforts de prédiction doivent porter sur deux types de séisme : les grands séismes de magnitude 8 (M8), que l'on prédit pour la région de Tokai, à 180 km au sud-est de Tokyo, et les plus petits séismes (M6-7) prévus dans la région de Tokyo. Il existe des théories de prédiction du grand séisme, qui, pense-t-on, devrait se produire à la limite entre la plaque des Philippines et le Japon. On a donc installé des instruments de surveillance pour guetter tout séisme précurseur. Il reste des problèmes dans le cas des petits séismes, qui, malgré leur plus faible intensité, risqueraient de dévaster les villes voisines. On n'a pas encore établi où ces séismes risquent de se produire, parce que les chocs précurseurs sont trop petits pour être détectés par les instruments en place. Les répliques d'un séisme de magnitude 7 s'étendent sur une distance de 50 km, tandis que celles d'un séisme de magnitude 6 ne s'étendent que sur 16 km. C'est cette petite envergure qui rend le problème particulièrement difficile.

Dans ce contexte, la responsabilité de la Commission géologique du Japon se limite aux processus géologiques. Nos activités comprennent la cartographie des failles vivantes dans les zones sujettes aux séismes, la surveillance en temps réel de la géochimie des eaux souterraines, la sismologie historique et la pétrophysique expérimentale. La coordination de ces activités avec celles d'autres organismes du gouvernement vise à faire de ces efforts un élément du programme national de prévision sismique.

La coopération internationale dans un grand nombre de ces domaines profitera à tous et contribuera à une meilleure compréhension des processus géologiques.

¹Director General, Geological Survey of Japan, 1-1-3 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

²Director of Research Planning Office, Geological Survey of Japan, 1-1-3 Higashi, Tsukuba, Ibaraki, 305, Japan

Abstract

One of the aspects of industrialization is the huge concentration of population and human activities in several megalopolises. Greater Tokyo area is a typical example of such cities with many important functions of a nerve centre of modern society, such as central government, business and financial centres, hubs of traffic and communication, and research and cultural activities.

Tokyo has become more vulnerable to geologic hazards, especially earthquakes, due to this concentration and complicated integration of communication networks and computer controlled facilities. The estimated social and economic loss is increasing for the same scale of natural disruption; or in other words, a smaller scale earthquake has become of greater concern to authorities.

The measures taken by the central and local governments to mitigate hazards of potential earthquakes in the Tokyo area include earthquake prediction, earthquake-resistant and fireproof construction, and emergency social regulations. There are two types of earthquakes that the prediction efforts have to address; the huge earthquake of magnitude eight (M8) which is predicted in the Tokai area 180 km south east of Tokyo and the smaller earthquakes (M6-7) expected within the Greater Tokyo area. There are prediction theories for the huge earthquake which is expected along the boundary between the Philippine plate and the Japanese island, and monitoring facilities have accordingly been set up for any precursor quakes. Problems still remain for the smaller earthquakes, although the risk of them is still devastating to the cities nearby. Possible locations of these types of earthquakes have not been identified yet, because precursor shocks are too small to be detected with existing monitoring facilities. The size of the aftershock area of an earthquake at M7 is 50 km, and that of M6 is only 16 km. This small size makes the problem very difficult to deal with.

The responsibility of the Geological Survey of Japan in this context is limited to geologic processes. Our activities comprise mapping of active faults in earthquake prone areas, real time monitoring of ground water geochemistry, historical seismology, and experimental petrophysics. These activities are coordinated with those of other government agencies to make these efforts part of the national endeavour for earthquake prediction.

International cooperation in many of these fields will be mutually beneficial and will help promote better understanding of geologic processes.

INTRODUCTION

Il me fait plaisir de prendre la parole au cours de cette conférence spéciale et j'aimerais remercier la Commission géologique du Canada de m'avoir donné cette occasion.

Les risques géologiques et les problèmes environnementaux de la planète sont des questions distinctes qui doivent être abordées à l'intérieur des différentes disciplines des sciences de la Terre. Toutefois, ces deux types d'enjeux sont à l'interface des activités humaines croissantes et de la Terre, et ils présentent des caractéristiques communes. Les solutions ne viendront pas des seules sciences de la Terre, mais d'une conception globale des activités humaines. Dans bien des cas, les causes fondamentales de ces problèmes échappent au contrôle des humains, par exemple, les risques géologiques posés par les séismes et les éruptions volcaniques. À l'heure actuelle, il semble que les problèmes environnementaux comme l'explosion démographique et les aspirations de tous et chacun face au développement échappent aussi à notre contrôle. Ce que l'on attend des géosciences, ce sont des données plus

précises menant à une compréhension scientifiquement fondée de la Terre. Le principal thème de cet exposé est : «Le XXI^e siècle doit devenir le siècle de la Terre.»

La Commission géologique du Japon (CGJ), comme de nombreuses autres commissions du monde, est responsable des domaines géologiquement reliés comme les ressources naturelles et l'environnement. Nous examinons actuellement le nouveau rôle que devra jouer notre commission à mesure que nous approcherons du XXI^e siècle. Le présent exposé porte sur la situation actuelle et sur la place que tient la CGJ dans l'étude des risques géologiques reliés particulièrement aux séismes et aux éruptions volcaniques. Nous croyons que les problèmes que nous tentons de résoudre sont propres à de nombreuses commissions géologiques.

L'expansion des activités humaines au Japon est caractérisée par l'étalement de l'industrie et des projets domiciliaires dans des zones géologiquement dangereuses plutôt que par une augmentation nette de la population. Un des aspects de l'industrialisation est la concentration massive de la population et des activités humaines dans

plusieurs mégapoles. La région métropolitaine de Tokyo est un exemple typique de ces villes qui remplissent de nombreuses fonctions importantes et qui sont le centre nerveux de la société moderne; on y trouve notamment le gouvernement central, le quartier des affaires et de la finance, le pivot de la circulation automobile et des communications, de même que des centres de recherche et d'activités culturelles. Tokyo est devenue plus vulnérable aux risques géologiques, et particulièrement aux séismes, en raison de cette concentration et d'une intégration complexe de réseaux de communications et d'installations commandées par ordinateur. Les pertes sociales et économiques estimatives provoquées par des perturbations naturelles d'une intensité donnée continuent d'augmenter et les autorités se préoccupent de plus en plus des séismes à petite échelle.

Les mesures prises par les gouvernements central et locaux pour atténuer l'impact des séismes dans la région de Tokyo comprennent les prévisions des séismes, des constructions parasismiques et ignifugées, de même que des règlements sur les mesures d'urgence. Les prévisions doivent porter sur deux genres de séismes : premièrement, l'énorme séisme de magnitude huit (M8) prévu pour la région de Tokai, à 180 km au sud-ouest de Tokyo; deuxièmement, les plus petits séismes (M6-7) prévus pour la région métropolitaine de Tokyo. Il existe des théories prédictives quant à l'énorme séisme qui se produira éventuellement le long de la frontière de plaques séparant la plaque de la mer des Philippines et l'archipel nippon, et des installations de surveillance ont été mises en place pour la détection de tout signe prémonitoire. Des problèmes subsistent toujours quant aux séismes de faible intensité, qui sont plus fréquents.

Les endroits où pourraient survenir des séismes M6-7 n'ont pas encore été repérés. Même si des signes prémonitoires existent, le niveau très élevé de bruit causé par les activités humaines et industrielles peuvent rendre la détection extrêmement difficile.

La CGJ participe au programme de prévisions touchant les deux genres de séismes dans la région de Tokyo.

Des risques volcaniques existent également au Japon. Le pays compte 77 volcans classés comme étant «actifs», leur activité allant d'éruptions continues à des fumerolles et à des secousses volcaniques, sans compter les volcans maintenant assoupis mais qui ont connu des éruptions au cours de l'histoire. Beaucoup de volcans sont situés près de régions densément peuplées, de zones industrielles et de grandes lignes de transport et de communication. Par exemple, lors de l'industrialisation de la région de Tokaido (Tokyo-Shizuoka), on n'a pas dûment tenu compte des risques volcaniques associés au plus gros volcan du Japon, le mont Fuji, qui n'est qu'à 20 km de la région.

Dans ce contexte, la responsabilité de la CGJ se limite aux processus géologiques. Nos activités comprennent la

cartographie des failles actives dans les régions propices aux séismes, la cartographie géologique des volcans actifs, la surveillance en temps réel de la géochimie de l'eau souterraine dans la région de Tokai et le mouvement du volcan Unzen, sur l'île Kyushu, la sismologie et la volcanologie historiques et la pétrophysique expérimentale. Ces activités sont coordonnées avec celles d'autres organismes gouvernementaux en vue de l'intégration de ces efforts et des projets nationaux portant sur la prévision des séismes et des éruptions volcaniques.

APERÇU DE L'ENVIRONNEMENT GÉOLOGIQUE DE L'ARCHIPEL NIPPON EN REGARD DES SÉISMES ET DES ÉRUPTIONS VOLCANIQUES

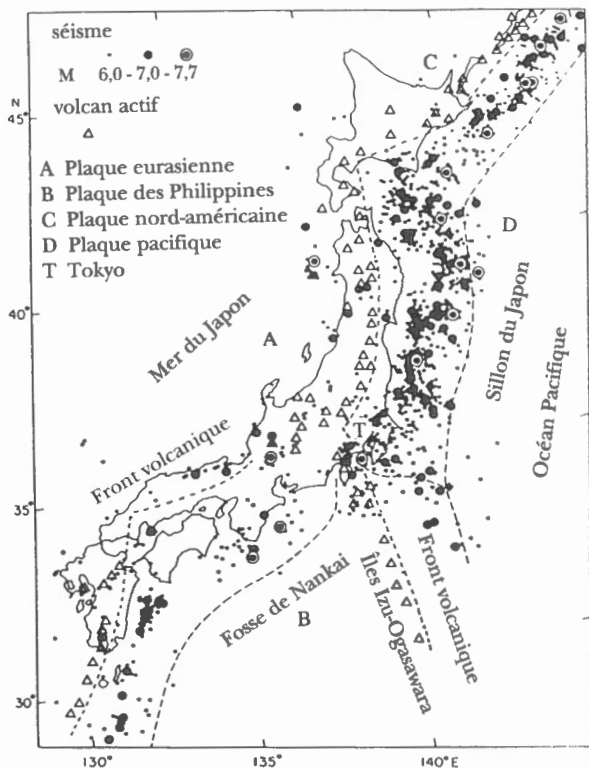
L'archipel nippon est situé dans la zone tectonique péripacifique, où la subduction des plaques s'accompagne de séismes et d'éruptions volcaniques. Deux systèmes d'arc volcanique et de fosse océanique sont associés à l'archipel. Un aspect critique de cette situation est la collision de la région des îles Izu-Ogasawara, sur la plaque de la mer des Philippines, et de l'île principale juste au sud du mont Fuji. À partir de cet endroit et en allant vers le nord, la frontière de plaques se trouve sur l'île. Le déplacement relatif devient particulièrement compliqué dans les environs de Tokyo, où la plaque pacifique, la plaque de la mer des Philippines, la plaque eurasienne et la plaque nord-américaine sont en interaction.

LES PRÉVISIONS TOUCHANT LES SÉISMES ET LES ÉRUPTIONS VOLCANIQUES

Le séisme de Tokai et celui de la région métropolitaine de Tokyo

Le séisme de Tokai, qui devrait se produire au sud-ouest de Tokyo, le long de la fosse Nankai, est la cible la plus pressante des observations attentives et des prévisions. Ce séisme sera du type interplaque (plaque de la mer des Philippines et plaque eurasienne). Des séismes M8 se sont produits de façon récurrente dans cette région dans le passé, le dernier datant de 1946. Les estimations de la fréquence des séismes, les régions n'ayant connu aucun séisme important dernièrement, l'observation de déformations tectoniques, la magnitude prévue du séisme et la proximité de grandes villes sont autant d'éléments contribuant au niveau actuel de sensibilisation et d'attentes.

Figure 1. Séismes et volcans sur le territoire des îles du Japon (modifié de Uto, 1982).



La région métropolitaine de Tokyo est une zone urbaine tentaculaire incluant quatre grandes villes situées dans le bassin sédimentaire de Kanto; sa population dépasse les 30 millions. Le séisme de 1923 a réduit la région métropolitaine de Tokyo en cendres et a tué 99 333 personnes. Bien que l'hypocentre de ce séisme ait été situé à 60 km vers le sud, la région a été complètement détruite parce que les villes sont construites sur des formations meubles.

On croit que cette région sera davantage touchée par le séisme prévu de Kanto qu'elle ne l'a été par le séisme de 1923, étant donné la forte hausse de la population et la présence d'installations modernes comme les conduites de gaz enfouies, les voies ferrées souterraines et les gratte-ciel, sans compter la diminution des espaces vacants pouvant servir de zones de sécurité. Certains rapports prévoient plusieurs centaines de milliers de victimes.

Le programme de prévision des séismes et le rôle de la CGJ

Le gouvernement japonais s'efforce de prévoir les séismes susceptibles de toucher la région métropolitaine de Tokyo dans un proche avenir. Les principaux organismes prenant part au programme de prévision des séismes sont indiqués au tableau 1. Sous la direction du premier ministre, qui est responsable d'émettre les avertissements sur les séismes, six ministères et leurs instituts de recherche sont chargés du programme de prévision des séismes.

Le programme comprend trois catégories d'activités :

- 1) les observations et les recherches entourant les prévisions à long terme;
- 2) les observations et les recherches entourant les prévisions à court terme; et
- 3) la recherche fondamentale dans le domaine des prévisions et la conception de nouvelles techniques de pointe.

Les prévisions à long terme incluent les observations géodésiques, sismologiques et géomagnétiques et celles sur les marées; la cartographie des failles actives et des déformations tectoniques; et les études historiques des séismes antérieurs.

Tableau 1. Principaux intervenants du programme de prévision des séismes au Japon.

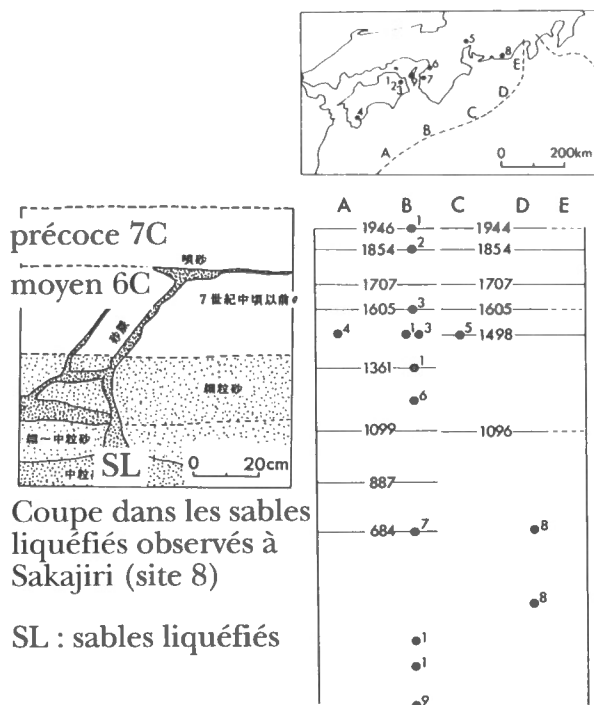
—	Premier ministre (donne l'avertissement d'un danger de séisme)
—	Centre de la promotion pour la prévision des séismes
—	Conseil de la géodésie (Programme national de prévision)
—	Bureau du Premier ministre
—	* Institut national de recherches : sciences de la Terre et prévision des catastrophes
—	* Organisation nationale du territoire
—	Ministre des affaires internes
—	* Organisation des services d'incendie
—	Ministre de la construction
—	* Institut des levés géographiques
—	Ministre des transports
—	* Organisation des prévisions météorologiques
—	* Organisation de la sécurité en mer
—	Ministre du commerce international et de l'industrie
—	* Commission géologique du Japon
—	Ministre de l'éducation (Bureau du Conseil de la géodésie)
—	* Universités nationales
—	* Observatoire astronomique national

Les prévisions à court terme englobent la surveillance des changements du mouvement crustal, la sismicité, les champs de pesanteur et géoélectromagnétiques, la géochimie des gaz et les niveaux de l'eau souterraine dans les trous de sonde.

La recherche fondamentale porte notamment sur la mécanique des roches, la mesure des contraintes crustales et les propriétés physiques locales de la croûte terrestre.

Les chercheurs de la CGJ ont mis au point une nouvelle méthode géologique pour déterminer l'âge des séismes anciens en observant les sables liquéfiés de divers endroits (Figure 2). En combinant des méthodes géologiques et radiométriques, ils ont pu déterminer avec précision l'âge des principaux séismes survenus au cours des vingt derniers siècles dans l'ouest du Japon. Le tableau chronologique des séismes fournit des informations utiles dans la prévision des tremblements de terre dans certaines régions.

Figure 2. Exemple d'une chronologie de séismes établie à l'aide de la méthode des sables liquéfiés.



Coupe dans les sables liquéfiés observés à Sakajiri (site 8)

SL : sables liquéfiés

Toujours dans le domaine des prévisions à long terme des séismes, l'emplacement et la nature des failles actives fournissent des renseignements qui sont précieux pour évaluer la probabilité d'un séisme dans une région donnée. La CGJ a cartographié les failles actives de l'archipel nippon à l'échelle du 1/500 000.

La CGJ a commencé à appliquer des techniques modernes comme l'établissement de profils de sismique réflexion pour repérer les failles actives enfouies dans les régions de sédimentation active. Dans la région de Tokyo, une série de jeunes failles recouvertes de sédiments et orientées nord-sud se trouve sous la baie de Tokyo (Sugiyama et Endo, 1992).

La prévision des éruptions volcaniques et le rôle de la CGJ

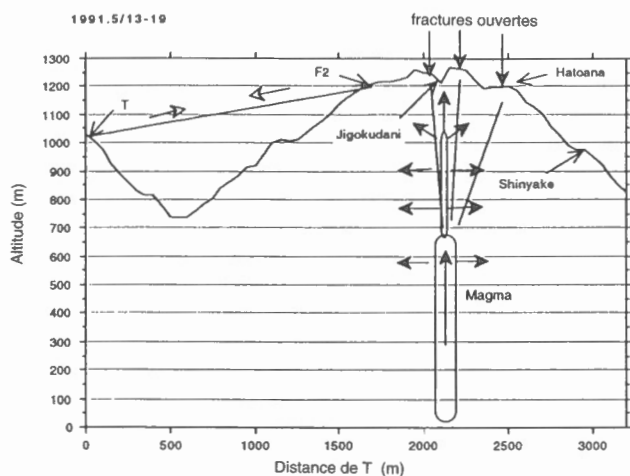
Contrairement au programme de prévision des séismes, qui relève du premier ministre, la prévision des éruptions volcaniques est la responsabilité des gouvernements locaux et des universités; cette situation s'explique du fait que l'échelle des éruptions et la superficie touchée sont considérées comme étant plus petites que celles associées aux séismes. Cette attitude des gouvernements se traduit par des budgets restreints et un système médiocre de prévision des éruptions volcaniques, ce qui soulève des controverses chaque fois qu'une catastrophe se produit.

La CGJ a procédé à la cartographie géologique des principaux volcans actifs et a réussi à dresser l'historique des éruptions de plusieurs volcans. En plus des recherches sur les prévisions à long terme, comme la cartographie géologique, la CGJ tente d'appliquer une nouvelle technique aux prévisions à court terme. On a fait appel à la mesure électronique des distances pour le volcan Unzen, qui est entré en activité à la fin de 1990. Une équipe de la CGJ a établi un réseau de stations de mesure autour du volcan au début de mai 1991. À compter du 10 mai 1991, la distance le long de la ligne de base séparant les stations F2 (au sommet du mont Unzen) et T1 (à 1,6 km au sud de la station F2) a continuellement diminué. Cette diminution était de 20 cm (0,012 5 pour 100) cinq jours plus tard (16 mai). Elle a été interprétée comme étant le résultat d'une migration vers le haut de la chambre magmatique (Figure 3).

Un avertissement d'éruption imminente a été envoyé au bureau météorologique et au comité des prévisions des éruptions volcaniques. Quatre jours plus tard (20 mai), on a observé la première apparition d'un dôme de lave. Le 24 mai, le premier écoulement pyroclastique d'importance atteignait la ville de Shimabara, à 8 km à l'est du mont Unzen. Grâce à l'émission d'un ordre d'évacuation, il n'y a eu aucune victime. Toutefois, un écoulement pyroclastique inattendu et encore plus important a atteint

des villages le 6 juin et a fait 43 victimes, dont trois volcanologues (un Américain et deux Français). L'éruption précédente du mont Unzen, en 1792, avait fait plus de 15 000 victimes dans les régions de Kumamoto, à 40 km à l'est du volcan, et de Shimabara. Si l'échelle et la forme de l'éruption de 1991 avaient été les mêmes qu'en 1792, on croit que l'ampleur de la catastrophe aurait été décuplée en raison de la forte augmentation de la population vivant dans la région. Le niveau d'éruption est le même depuis deux ans mais il est possible qu'il augmente. La CGJ poursuit ses travaux de surveillance à l'aide de la mesure électronique des distances, les données en temps réel étant transférées à l'administration centrale de la commission à Tsukuba via la téléométrie.

Figure 3. Interprétation du mouvement du mont Unzen résultant de la migration vers le haut d'une chambre magmatique.



À la CGJ, nous nous occupons principalement de l'évaluation des risques volcaniques et des prévisions à long terme plutôt que de la surveillance des volcans et des prévisions à court terme en raison de la nature de nos disciplines. Toutefois, des études fondamentales sur la mise au point de nouvelles techniques comme la mesure électronique des distances, qui sont utiles dans les prévisions à court terme, nous préoccupent également.

La collaboration internationale

Le rôle des géoscientifiques dans le domaine de la prévision, de la prévention et de l'atténuation des catastrophes associées aux processus géologiques prendra de plus en plus d'importance au XXI^e siècle. Pour nous acquitter de notre mission, il faut que les pays dont les environnements géologiques se ressemblent unissent leurs efforts afin de partager leur expérience, de transférer des technologies et de promouvoir la formation des chercheurs, ce qui nous aidera tous à faire face à nos problèmes communs, sans compter ceux que nous n'avons pas encore prévus.

Nous terminerons cet exposé en soulignant l'importance d'un terme clé, la «collaboration internationale». Celle-ci est essentielle si nous voulons faire face au XXI^e siècle, tant dans le domaine des risques géologiques que dans celui des préoccupations environnementales, et vivre dans une plus grande harmonie sur cette Terre que nous partageons tous.

RÉFÉRENCES

- Sangawa, A.**
1992: «Evidences of past earthquakes revealed by the recent excavation at archaeological sites». *Historical Earthquake*, vol. 7 (sous presse).
- Sugiyama, Y., and Endo, H.**
1992: Seismic reflection survey of the Arakawa fault and concealed active faults in the Tokyo metropolitan area. *Compte rendu de la 99^e réunion annuelle de la Société géologique du Japon* (sous presse).

Discussion: Thème IV

D.L. Peck: J'ai l'impression que, aux États-Unis, et peut-être au Japon également, les glissements de terrain et les coulées de débris entraîneraient davantage de pertes humaines et certainement plus de pertes matérielles que les éruptions volcaniques et les séismes. Avez-vous mis en oeuvre des programmes sur les glissements et les coulées?

K. Ogawa: Oui. Les glissements de terrain les plus dangereux sont ceux qui accompagnent les éruptions volcaniques. Dans le cas de l'éruption du mont Unzen il y a environ 200 ans, le nombre de personnes tuées par le magma lui-même était très peu élevé; la plupart des gens ont été tués par l'énorme glissement de terrain qui s'est produit. Nous étudions donc particulièrement les glissements de terrain associés aux volcans.

H. Czichos: Quel est le phénomène physique ou le mécanisme qui vous permet de détecter une éruption quatre jours à l'avance?

K. Ogawa: À mesure que la chambre magmatique migre vers le haut, la montagne bouge à cause de l'intrusion de magma. Nous observons la distance séparant des points fixes sur le sommet de la montagne. Ces points se rapprochent à cause de la montée du magma.

A. Darnley: Au sujet de l'utilité des méthodes radiométriques employées en Australie, si l'on tient compte, d'une part, de l'utilité de trois éléments dans l'obtention de renseignements supplémentaires sur la surface et le régolite et, d'autre part, du fait que les méthodes radiométriques sont une technique physique qui permet de recueillir des informations géochimiques, le

BMR (*Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics*) prévoit-il procéder à des levés géochimiques multi-éléments pour compléter la base de données existante?

N. Williams: Le nouvel accord de cartographie prévoit un programme d'analyse géochimique systématique des sédiments des cours d'eau à l'échelle de la reconnaissance, à tous les 10 km environ. La nouvelle génération de données géochimiques sur ces sédiments vient tout juste d'être publiée pour la région de Cape York.

E. Zen: Lors de vos études faisant appel à des méthodes électriques, vous penchez-vous sur la profondeur du régolite et sur l'évolution historique des sols?

N. Williams: Les travaux radiométriques que j'ai décrits ont servi de fondement à de nombreuses études sur place du régolite. Nous mettons surtout l'accent sur la portion qui se trouve sous les sols plutôt que sur les sols eux-mêmes. La CSIRO (*Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization*) s'occupe du principal programme de cartographie des sols du gouvernement fédéral, mais nous tentons de fournir la base géologique des travaux sur les sols. Nous venons tout juste d'entreprendre un vaste programme-pilote dans le centre de la Nouvelle-Galles du Sud; nous procédons à la cartographie d'une région avec la CSIRO (le personnel de la conservation des sols de la Nouvelle-Galles du Sud). Nous touchons la géologie, le régolite, la biosphère, l'hydrosphère, etc. Nous comptons sur les sondages effectués par les sociétés minières, notamment, pour les données sur la profondeur. Nous n'utilisons pas de méthodes électriques au sol pour la cartographie détaillée.

THÈME V : LA COMMUNICATION, LA COOPÉRATION ET LA COLLABORATION INTERNATIONALES

**La collaboration internationale entre organismes non gouvernementaux dans le
domaine des sciences de la lithosphère**

U.G. Cordani

Le Programme international de corrélation géologique: le passé, le présent et l'avenir

A.J. Naldrett

Discussion

La collaboration internationale entre organismes non gouvernementaux dans le domaine des sciences de la lithosphère

U.G. Cordani¹

Cordani, U.G., La collaboration internationale entre organismes non gouvernementaux dans le domaine des sciences de la lithosphère ; dans Les commissions géologiques nationales au XXI^e siècle, compilation de Bouchard, D.S. et al.; commission géologique du Canada, Bulletin 446, p. 131-136

Résumé

De tous les champs d'activité humaine, la science est celui qui se prête le mieux à la coopération internationale, vu que sa mission consiste à élargir la sphère des connaissances pour le plus grand bien de l'humanité. Dans ce sens, la science possède un caractère transnational universel. De par leur nature, les sciences de la Terre ont, en plus, une importante dimension régionale, étant donné que leur progrès exige des observations et des relevés dans toutes les parties du globe, puis des communications et des échanges de renseignements. Les besoins de coopération internationale sont évidents.

Les activités scientifiques internationales se déroulent au sein de deux grandes structures. L'une est gouvernementale et relève des Nations Unies, où la coopération internationale se fait surtout dans le cadre de l'UNESCO. L'autre est non gouvernementale et relève du Conseil international des unions scientifiques (CIUS). Le CIUS comprend 20 unions scientifiques qui traitent chacune d'un domaine bien précis. Trois d'entre elles concernent les sciences de la Terre: l'Union de géodésie et de géophysique internationale (UGGI), créée en 1919, l'Union géographique internationale (UGI), établie en 1922, et l'Union internationale des sciences géologiques (UISG), fondée en 1961.

L'UISG vise, entre autres, à stimuler la recherche fondamentale ou appliquée pour résoudre des problèmes géologiques et à favoriser la coopération interdisciplinaire internationale en géologie et dans les sciences connexes. Les activités scientifiques de l'UISG sont poursuivies par des comités ou commissions internationaux (de la stratigraphie, de la tectonique, etc.) ou par des organisations affiliées et des associations ou sociétés internationales autonomes comme l'UIEQ, l'AIGI, l'ASDI, l'AIGC, la SEG, etc.

Tout comme les autres unions et le CIUS lui-même, l'UISG ne poursuit pas de recherches, mais permet aux milieux scientifiques d'exécuter des travaux qui s'avèreraient impossibles (ou très difficiles) sans une bonne organisation internationale. Elle se contente de fournir une mise de fonds initiale pour les réunions de coordination nécessaires, où ont lieu les échanges d'informations scientifiques, la planification des recherches et la discussion des données et des interprétations.

Depuis quelques années, la géologie prend des dimensions de plus en plus mondiales. Cela est dû au modèle unificateur de la tectonique des plaques, ainsi qu'au nouveau concept qui consiste à voir dans la Terre un ensemble complet aux parties interdépendantes. Au nombre des programmes

¹President, Union internationale des sciences géologiques, Instituto de Geociencias, Universidade de Sao Paulo, Caixa Postal 20899, Sao Paulo, Brazil

internationaux de portée planétaire qui ont donné de bons résultats dans le domaine des sciences de la Terre, citons l'Année géophysique internationale (fin des années 50), l'étude du manteau supérieur (années 60) et le Projet géodynamique (années 70). Ces deux derniers programmes ont été poursuivis conjointement par l'UGGI et l'UISG. Leur successeur, le Programme international d'étude de la lithosphère, lancé en 1981, entame maintenant une nouvelle phase dans les années 90 et promet d'aboutir à de grands résultats.

L'UISG encourage également des activités de recherche, de concert avec l'UNESCO. Son point de mire à cet égard est le Programme international de corrélation géologique, lancé en 1972, qui continue encore à donner de bons résultats. Par ailleurs, l'UISG collabore à certains grands programmes interdisciplinaires comme le Programme international sur la géosphère et la biosphère (changement planétaire) du CIUS et la Décennie internationale de la prévision des catastrophes naturelles, où l'UNESCO joue aussi un rôle important.

Les organisations internationales ne fournissent que la coordination scientifique; les recherches sont effectuées par des chercheurs dans leur propre institution, et c'est pourquoi la participation et l'appui des organisations nationales sont essentiels. Dans de nombreux pays, les commissions géologiques sont les organismes qui font le plus de recherches géologiques, notamment dans le tiers monde, où l'infrastructure universitaire n'est généralement pas très développée. Réciproquement, l'expérience internationale retirée d'une participation utile à des programmes internationaux peut grandement profiter aux commissions géologiques, car les échanges de personnel et d'informations aboutissent à de meilleures interprétations des problèmes régionaux et mondiaux.

Abstract

Science is the best field of human activities for international cooperation, since its mission is to create and develop new knowledge, which then belongs to mankind; in this sense, it has a universal transnational character. The Earth Sciences, in addition, have a built in strong regional component, because their development requires observations and measurements in all parts of the world, followed by complete communication and exchange of information. The needs for international cooperation are obvious.

There are two main structures for international scientific activities. One of them is governmental, related to the United Nations, where scientific cooperation is mainly dealt with within UNESCO. The other is non-governmental, and related to ICSU, the International Council of Scientific Unions. ICSU comprises 20 scientific unions, dealing with specific fields, three of which belong to the Earth Sciences: IUGG (International Union of Geodesy and Geophysics), established in 1919, IGU (International Geographical Union) formed in 1922, and IUGS (International Union of Geological Sciences) organized in 1961.

The aims of IUGS include the encouragement of research on geological problems of fundamental or applied character, and the promotion of international inter-disciplinary cooperation in geology and related sciences. The scientific activities of the Union are carried out by international committees or commissions (Stratigraphy, Tectonics, etc.) or by affiliated organizations and autonomous international associations or societies such as INQUA, IAEG, AGID, IAGC, SEG, etc.

IUGS, similarly to the other sister Unions, and ICSU itself, does not perform actual research, but allows the scientific community to accomplish activities otherwise impossible (or very difficult) without adequate international organization. It provides only seed money for the necessary coordinating meetings, in which exchange of scientific information, planning of research, and discussion of data and interpretations, are made.

More and more, in recent years, geology has acquired a global perspective because of the unifying model of plate tectonics and because of the new concept of treating the earth as a complete system whose parts are inter-related. Among the successful international programs of global perspective involving the Earth Sciences, are the International Geophysical Year (late 50's), the Upper Mantle Program (60's) and the Geodynamics Projects (70's). The latter two were run in partnership

between IUGG and IUGS as inter-union programs. Their successor, the International Lithosphere Program, started in 1981 and is entering a new phase in the 90's which promises great achievements.

IUGS also promotes research activities together with UNESCO. Its main purpose in this respect is the International Geologic Correlation Program, started in 1972 and still successfully continuing. In addition, IUGS collaborates also in some of the major interdisciplinary programs, such as the ICSU International Geosphere-Biosphere Program (Global Change) and the International Decade for Natural Disaster Reduction, for which there is also a strong UNESCO component.

Since the international organizations provide only scientific coordination, the research is carried out by scientists in their own institutions and thus the participation and support by national organizations is essential. In many countries, the geological surveys are the strongest organizations in geological research, especially in the Third World, where academic institutions are usually not well developed. Reciprocally, the international experience through effective participation in international programs may greatly benefit the geological surveys because of the exchange of personnel and information, which leads to improved interpretations of the regional and global problems.

J'aimerais remercier les organisateurs de m'avoir fourni l'occasion de participer aux célébrations du 150^e anniversaire de la Commission géologique du Canada (CGC). Je suis particulièrement heureux de pouvoir m'entretenir avec autant d'amis du monde entier, car le Canada, et particulièrement la CGC, a toujours été associé de très près à l'Union internationale des sciences géologiques (UISG). Jim Harrison a été le premier président de cet organisme et Bill Hutchison m'a précédé en tant que président. Mais l'UISG a aussi été associée de près au Canada à cause des travaux extrêmement importants et très fructueux effectués bénévolement par un grand nombre de membres de la CGC, notamment Ray Price, Chris Findlay, Jim Monger, Mike Berry et de nombreuses autres personnes. Un hommage spécial doit être rendu à Tony Berger et à Vera Lafferty, qui ont conçu Episodes, la revue bien connue de l'UISG. Les Canadiens se sont occupés de cette revue pendant dix ans, ce qui a beaucoup aidé l'Union.

Mon exposé porte sur la collaboration internationale dans le domaine des sciences de la Terre. Vous savez que la science est le domaine des activités humaines qui se prête le mieux à la collaboration internationale, étant donné que sa mission est de repousser toujours plus loin les frontières de la connaissance, celle-ci appartenant ensuite à l'humanité entière. En ce sens, elle a un caractère universel, transnational. En outre, les sciences de la Terre ont une composante régionale intrinsèque très marquée, étant donné que leur développement exige des observations et des mesures dans toutes les parties du monde, ces activités faisant ensuite l'objet de communications et d'échanges complets d'information.

En plus des programmes bilatéraux ou multilatéraux instaurés spontanément et conjointement par différents pays, il existe deux grandes structures servant de cadre à des activités scientifiques internationales. L'une d'elles, la gouvernementale, est reliée aux Nations Unies, où la collaboration scientifique relève principalement de l'Unesco (Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture). D'autres programmes

des Nations Unies, comme celui pour le développement, celui pour les secours en cas de catastrophe et celui pour l'environnement, comportent également, jusqu'à un certain point, un volet géoscientifique.

L'autre structure est non gouvernementale et est reliée au Conseil international des unions scientifiques (CIUS), qui regroupe 20 unions s'intéressant à des domaines particuliers, dont trois ont trait aux sciences de la Terre. Il s'agit de l'Union internationale de la géologie et de la géophysique (UIGG), de l'Union géographique internationale (UGI) et de l'UISG. D'autres unions oeuvrent dans différentes disciplines. Le CIUS lui-même s'occupe d'activités interdisciplinaires; parmi les nombreux comités scientifiques, mentionnons le SCAR (recherche dans l'Antarctique) et le COSPAR (recherche spatiale). Il existe également des comités interunion comme la Commission internationale d'étude de la lithosphère, qui est chargée du Programme international d'étude de la lithosphère.

Dans le système du CIUS, les affaires administratives relèvent de l'assemblée générale des 20 unions et de tous les membres nationaux, qui représentent 75 pays. Le comité de l'assemblée générale se réunit annuellement et le conseil exécutif tient des réunions deux, trois ou quatre fois par année, selon les besoins. La structure du CIUS est fondée sur les unions scientifiques, qui s'occupent d'une seule discipline et qui ont un caractère international. Les membres nationaux sont des académies, des sociétés ou des associations nationales de pays donnés, c'est-à-dire des organismes scientifiques non gouvernementaux. Le CIUS compte également des associés scientifiques et offre la possibilité de partager des préoccupations et des services; il sert de cadre à des activités scientifiques interdisciplinaires qui concernent tous les comités scientifiques et programmes internationaux, le plus important étant le Programme international sur la géosphère et la biosphère.

Il y a interaction entre le CIUS et de nombreux organismes scientifiques différents, particulièrement ceux

qui sont intergouvernementaux. Le plus important est l'Unesco, mais il y en a beaucoup d'autres, comme l'Organisation météorologique mondiale, l'Agence internationale de l'énergie atomique, etc. Le CIUS fait affaire avec un grand nombre de ces organismes intergouvernementaux, et des entreprises conjointes sont mises en oeuvre dans le domaine des sciences.

La conférence internationale ASCEND 21 (*An Agenda of Science for Environment and Development into the Twenty First Century*) est une initiative du CIUS visant à faciliter l'élaboration d'un programme scientifique pour la conférence Rio '92 des Nations Unies. ASCEND 21, qui a eu lieu à Vienne en décembre dernier, a réuni 250 scientifiques, ingénieurs et spécialistes des sciences sociales du monde entier. Il s'agissait d'un véritable effort interdisciplinaire et un rapport complet sera publié en mai (le mois prochain), juste à temps pour la conférence Rio '92. Je suis certain que ce livre, qui jettera un regard sur l'avenir, sera fascinant.

L'UISG est l'une des 20 unions scientifiques du CIUS. Elle a été mise sur pied en 1961 par suite du Congrès géologique international de cette année-là. De tels congrès se tiennent depuis le siècle dernier et le prochain aura lieu au Japon, en août-septembre 1992. Je suis très fier de dire que l'UISG est l'une des unions les plus actives du CIUS dans la promotion de la collaboration internationale.

Les objectifs fondamentaux de l'UISG sont de favoriser l'étude des problèmes géoscientifiques, de faciliter la collaboration interdisciplinaire dans le domaine des sciences de la Terre et d'appuyer et de parrainer les congrès géologiques internationaux. L'UISG est dotée d'un conseil formé de ses pays membres, qui sont au nombre de 96; le CIUS lui-même en compte un moins grand nombre. Les réunions du conseil ont lieu tous les quatre ans, à l'occasion des congrès géologiques. L'UISG possède également un comité exécutif dont les réunions ont lieu chaque année, et un bureau qui tient des réunions plus fréquentes. Les membres de ce bureau se réuniront mercredi prochain ici même, à Ottawa, et profiteront de l'occasion pour s'attaquer à certaines tâches de l'UISG. Le secrétariat permanent de l'Union est à Trondheim, en Norvège. Ses conseils consultatifs formulent des avis à l'intention du comité exécutif. La structure scientifique comprend des commissions, des comités, des programmes conjoints et des organismes affiliés.

Les commissions interviennent dans de nombreuses sous-disciplines des sciences de la Terre: stratigraphie, tectonique, pétrologie, etc. Ainsi, la Commission sur la stratigraphie est plus ancienne que l'UISG et compte environ 2 000 membres du monde entier. Elle formule des recommandations de portée planétaire, celles-ci étant essentielles aux corrélations stratigraphiques. Les autres commissions fonctionnent de la même façon. Il existe également des conseils consultatifs dont les fonctions sont rattachées aux publications, aux développements de

la recherche et aux applications de la télédétection à la géologie; ces conseils font des recommandations au comité exécutif. On compte aussi des organismes affiliés—environ trente sociétés ou associations indépendantes—qui se livrent à des travaux scientifiques dans leur sphère d'intérêt respective, par exemple, l'Association paléontologique internationale, l'Association internationale de minéralogie, l'Union internationale pour l'étude du Quaternaire (UNQUA), la Commission de la carte géologique du monde et la *Geological Society of America*. Certains de ces organismes sont beaucoup plus gros que l'UISG elle-même.

Tout comme ses autres unions soeurs et le CIUS, l'UISG n'effectue pas de recherches. Elle permet plutôt à la communauté scientifique de se livrer à des activités qu'il serait impossible ou très difficile de mener sans une organisation internationale adéquate. Elle ne fournit que des capitaux d'amorçage pour la tenue des réunions de coordination nécessaires; ces réunions permettent aux participants d'échanger des informations scientifiques, de planifier les recherches et de discuter et d'interpréter des données.

On vous a fourni des chiffres sur les grosses commissions géologiques du monde dont les budgets d'exploitation annuels sont de l'ordre de 100 millions de dollars ou plus. La plus grande partie des recettes du CIUS, soit 43 pour 100 ou 1,5 million de dollars, vient des contributions des organismes membres. Les recettes totales sont légèrement supérieures à 3 millions de dollars.

Les plus grosses unions scientifiques, soit celle de la chimie pure et appliquée, celle des sciences biologiques et celle des sciences géologiques, ont chacune un budget inférieur à 1 million de dollars. Le budget annuel de l'UISG est de l'ordre de 600 000\$, tandis que celui du Programme international de la géosphère et de la biosphère ne dépassait pas 1,3 million de dollars en 1990. Ces sommes viennent d'académies nationales, de certaines sociétés internationales et de sources extérieures comme l'Unesco. En bref, l'ensemble du système non gouvernemental des sciences coûte environ 10 millions de dollars, ce qui est nettement moins que les budgets annuels de fonctionnement de l'une ou l'autre grosse commission géologique. Toutefois, les coûts-avantages de ces activités sont très peu élevés, car les coûts d'amorçage extrêmement réduits des activités de coordination (comme le Programme international de corrélation géologique) génèrent des fonds de recherche additionnels dont les facteurs de multiplication sont supérieurs à 1 000.

L'UISG est une union scientifique récente. Avant sa création, seules l'Union géographique internationale et l'Union internationale de la géologie et de la géophysique s'occupaient de collaboration internationale dans le domaine des sciences de la Terre. Au début du siècle, ces deux unions se sont intéressées principalement à

l'acquisition de données régionales, à l'exploration de territoires inconnus, à des expéditions, etc. Au cours des trois ou quatre dernières décennies, il y a eu une évolution de la modélisation et de l'interprétation des données. Je crois que la principale réalisation des sciences géologiques est l'apparition, vers la fin des années 1960, d'une notion unificatrice de la tectonique des plaques qui expliquait la dynamique observée de la planète. Cette notion est considérée comme étant un aboutissement de l'étude du manteau supérieur, laquelle avait été entreprise par l'UIGG au début des années 1960 afin d'examiner le manteau supérieur et son influence sur le développement de la croûte terrestre. L'UISG, qui a été créée en 1961, a été invitée par l'UIGG à devenir co-partenaire de ce projet (Jim Harrison était alors le président de l'UISG). Le projet d'étude du manteau supérieur, lui-même un prolongement direct de l'Année géophysique internationale, avait été planifié en 1957-1958 par le CIUS. L'UIGG a joué un grand rôle lors de l'Année géophysique internationale : elle a contribué à régler certains problèmes donnés touchant l'ensemble de la planète par le biais d'observations dans des régions éloignées et relativement inaccessibles, comme l'Arctique et l'Antarctique. Sont issus de cette entreprise un grand nombre des comités scientifiques du CIUS, dont le SCOR (recherche océanographique) et le COSPAR (recherche spatiale), de même que l'étude du manteau supérieur précitée.

L'étude du manteau supérieur a été suivie, dans les années 1970, du Projet international de géodynamique. Là encore, il s'agissait d'un partenariat formé de l'UIGG et de l'UISG. Ce projet a permis de se pencher sur la croûte terrestre en tant que système dynamique et de procéder à de nombreux essais relatifs à la théorie de la tectonique des plaques, particulièrement dans les océans. Le projet a donné lieu à une quantité extraordinaire de données de grande qualité; elles ont pratiquement toutes confirmé les prévisions découlant de la théorie de la tectonique des plaques.

Le Projet international de géodynamique a été suivi du Programme international d'étude de la lithosphère, dont le but principal est la compréhension de l'origine et de l'évolution des continents. Il comporte davantage de recherches appliquées et il permet de se pencher sur les risques géologiques, les catastrophes naturelles, les ressources naturelles et la protection de l'environnement. Tous ces programmes internationaux de recherche coopérative, dont les plus importants sont de nature géoscientifique, sont principalement issus de la famille des unions scientifiques, en particulier de l'UIGG et de l'UISG.

L'UISG compte également des partenaires à l'extérieur du CIUS, le meilleur exemple étant le Programme international de corrélation géologique, qui est coparrainé par l'Unesco. Je ne vous parlerai pas de ce programme, car monsieur Naldrett le fera en détail. Parmi les autres programmes mis en oeuvre avec l'Unesco, mentionnons

le Programme de modélisation des dépôts et celui des applications géologiques de la télédétection. Le premier prévoit des ateliers et des travaux dans des gisements de minerai choisis principalement dans les pays en développement. L'interaction des géologues locaux et des géologues de premier plan spécialisés dans les ressources naturelles est très fructueuse. Le Programme des applications géologiques de la télédétection vise le transfert de technologies, notamment celles de la télédétection, aux pays en développement. À titre d'exemple, j'aimerais mentionner l'effort déployé l'année dernière en Colombie pour repérer, grâce à l'étude d'images satellitaires, les régions propices aux glissements de terrain dans les Andes.

Le Projet Circum-Atlantique est un vaste programme visant la préparation de cartes, la constitution de banques de données, etc., sur la région de l'Atlantique et les pays qui l'entourent. La Décennie internationale de la prévention des catastrophes naturelles est un programme mondial auquel prennent part beaucoup d'unions du CIUS. Ce programme a pour origine une résolution de l'Assemblée générale des Nations Unies qui consacrait la décennie 1990 à la réduction des catastrophes naturelles. La plus grande partie des efforts à cet égard seront déployés par les gouvernements, car il s'agira de faire des prévisions et de la prévention plutôt que de fournir du secours et des dédommagements. Il y a aussi le Programme international de la géosphère et de la biosphère, qui est le principal projet du CIUS; l'UISG et de nombreuses unions soeurs y participent également. Il faut souligner ici que les activités du CIUS entourant la transformation du globe incluent le Programme de la géosphère et de la biosphère à titre de composante du programme principal de recherches. Le Programme mondial de recherches sur le climat, le Comité scientifique sur les problèmes de l'environnement, de même que beaucoup d'unions et de comités scientifiques participent également au programme sur la transformation du globe en mettant en oeuvre leurs propres projets. Le Programme international de la géosphère et de la biosphère n'est, malgré son ampleur, qu'un projet parmi tant d'autres sur la transformation du globe.

Comme les organismes internationaux ne s'occupent que de coordination scientifique et que la recherche est effectuée par des scientifiques au sein de leur institution respective, la participation et le soutien des organismes nationaux sont essentiels. Dans de nombreux pays, les commissions géologiques sont les organismes les plus spécialisés dans le domaine des sciences de la Terre; c'est particulièrement le cas dans les pays du tiers monde, où les établissements universitaires ne sont habituellement pas très développés. Par conséquent, les commissions géologiques jouent un rôle de premier plan dans la collaboration internationale. Leur contribution aux activités de l'UISG a toujours été très marquante. Notre secrétariat permanent se trouve dans les locaux de la Commission géologique de la Norvège. Le président de notre conseil consultatif sur le développement de la

recherche est Roye Rutland, du *Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics* d'Australie. Parmi les membres du comité exécutif de l'Union, il y a Robin Brett, de l'*U.S. Geological Survey*, ainsi que Michael Schmidt-Thomé, Mohammed Bensaid et Godfried Kesse, des commissions géologiques de l'Allemagne, du Maroc et du Ghana, respectivement.

L'UISG compte de nombreux membres de commissions géologiques prenant part à des programmes comme celui de la modélisation des dépôts, dont le premier président a été Chris Findlay. Une sous-commission spéciale de l'UISG s'occupe de la gestion des données sur la transformation du globe et des systèmes d'information; elle se compose de représentants des principales commissions géologiques du monde. Le but de cette sous-commission est la normalisation et l'échange des données géologiques et géophysiques.

J'aimerais souligner les liens symbiotiques unissant l'UISG et les commissions géologiques. La contribution

de ces dernières aux activités de l'UISG est nécessairement très importante et l'UISG éprouverait des difficultés insurmontables sans le soutien des commissions. Réciproquement, les commissions bénéficient de l'interaction et de la participation active que supposent les programmes internationaux, car ceux-ci se prêtent à des échanges de personnel et d'information. Leurs géologues peuvent ainsi compter sur une expertise qu'ils mettent ensuite à profit dans l'interprétation des données régionales et l'exécution de programmes mondiaux.

J'espère que les quelques exemples que je vous ai présentés auront fait ressortir l'importance de la collaboration internationale dans le développement scientifique de la géologie. De plus, ces exemples illustrent le caractère symbiotique de la participation des organismes scientifiques gouvernementaux et non gouvernementaux. Chacun y gagne si ces activités sont menées adéquatement pour l'avancement de la science et le bénéfice de la société.

Le Programme international de corrélation géologique: le passé, le présent et l'avenir

A.J. Naldrett¹

Naldrett, A.J., Le Programme international de corrélation géologique: le passé, le présent et l'avenir; dans Les commissions géologiques nationales au XXI^e siècle, compilation de Bouchard, D.S. et al.; Commission géologique du Canada, Bulletin 446, p. 17-25, 1993

Résumé

Le PICG est l'un des quatre grands programmes scientifiques de l'UNESCO, les trois autres étant l'Homme et la biosphère, le Programme hydrologique international et la COI. C'est, en outre, le plus grand programme de la Division des sciences de la Terre, qui a été lancé en 1972, à la suite d'une initiative conjointe d'UNESCO et de l'UISG. Son budget, qui s'élève actuellement à quelque 280 000 dollars américains par an et dont 60 p. 100 provient d'UNESCO et 40 p. 100 des États-Unis et du Royaume-Uni, par l'entremise de l'USGS, est administré par un secrétariat basé à UNESCO et sert à assurer le financement de démarrage de quelque 45 à 55 projets. La somme de 5 500 \$ en moyenne par projet permet, au plus, à deux ou trois personnes par projet par an d'assister à une conférence, mais, en raison de l'enthousiasme que soulèvent les projets, cela est suffisant pour valoir aux recherches coopératives internationales des investissements correspondant à près de mille fois la somme fournie par le PICG.

De nouveaux projets sont proposés par les chercheurs eux-mêmes, et un comité de scientifiques choisis conjointement par UNESCO et l'UISG examine chaque année les projets proposés, ainsi que les progrès des projets en cours. La direction générale du PICG est assurée par son conseil d'administration, qui, lui aussi, se réunit une fois par an. Les atouts du programme sont le fait que les projets sont proposés par les chercheurs (ce qui veut dire que tous ceux qui y participent s'y intéressent vivement), la durée limitée des projets (cinq ans en général, ce qui veut dire que les projets ne perdent pas leur élan), et le fait qu'il donne aux projets de recherche le sceau de la légitimité (ce qui leur permet d'attirer plus facilement l'appui et le financement à l'échelle internationale). Cette légitimité découle du très grand prestige scientifique du PICG : la validité scientifique et l'ampleur de l'appui international sont les principaux critères utilisés pour choisir de nouveaux projets et appuyer des projets en cours. L'une des lacunes du programme est qu'il peut difficilement s'orienter vers des priorités : il y réagit au lieu de les prévoir.

Si l'on se tourne vers l'avenir, on se rend compte que les géologues doivent aborder divers problèmes et assumer divers rôles s'ils veulent continuer d'avoir un emploi. À mon avis, le projet 259, qui porte sur la cartographie géochimique internationale, est une indication de ce que l'avenir

¹Past-President, Society of Economic Geologists, Department of Geology, University of Toronto, Toronto, Ontario, M5S 1A1

nous réserve. Il s'agit d'un grand projet de collaboration entre des institutions publiques de plus de 40 pays. La tâche ne sera pas terminée dans les délais impartis. On aura seulement eu le temps de découvrir comment la mener à bien. Toutefois, le PICG l'a aidé à démarrer, et le projet a maintenant pris un élan suffisant pour continuer tout seul sur sa lancée. Je pense que le PICG servira de plus en plus de banc d'essai à certaines initiatives internationales qu'il faut lancer pour nous aider à nous adapter à l'évolution de notre monde, quand les ressources de chercheurs individuels éparpillés sur tout le globe ne suffisent pas. Vu qu'il excelle à réunir des chercheurs du monde entier, je suis convaincu que le PICG aidera les spécialistes des sciences de la terre, depuis les spécialistes de la géochimie isotopique jusqu'aux spécialistes de la géologie structurale, en passant par les paléontologues et les thermodynamiciens chimistes, à se concentrer sur les problèmes de la survie sur une planète surpeuplée.

Abstract

The IGCP, along with MAB, IHP and IOP, constitutes one of the four main scientific programs within Unesco, and is the largest program within the Division of Earth Sciences. It was formed in 1972 as a result of a joint initiative of Unesco and the IUGS. Money (currently about US \$280,000 per year), 60% provided by Unesco and 40% by the USA and UK through USGS, is administered by a Unesco-based secretariat and acts as a seed for between 45 and 55 projects. The average of US \$5,500 per project does no more than fund attendance at a conference of 2-3 people per project per year, but because of the enthusiasm within projects, this is sufficient to harness and focus on international collaborative research an average of close to 1,000 times more money than the IGCP seed.

New projects are proposed by the researchers themselves, and the proposals are reviewed yearly, together with the progress of on-going projects, by a scientific committee chosen jointly by Unesco and IUGS. Overall direction of IGCP falls to the board which also meets yearly. The strengths of the program lie in the grass-roots origins of its projects (which means that all of those involved are keenly interested), in the limited life-span of the projects (generally 5 years, which means that they don't become stale), and in its ability to add a legitimacy to research projects (which enables them to attract a wide level of well-funded international support). The legitimacy comes from the very high scientific stature of IGCP: good science and wide international support are the prime criteria on which new projects are selected and on-going projects are supported. A perceived drawback is that the programme does not lend itself to being targeted at priorities; the IGCP is reactive rather than proactive.

Looking to the future, we are faced with different problems and different roles that geologists must tackle if they wish to stay employed. It is my view that Project 259, which is concerned with International Geochemical Mapping, is a signpost for things to come. This is a major collaborative effort between governmental institutions in over 40 countries. It will not finish its task within the allotted time frame, it will only finish finding out how to accomplish its task. However IGCP assisted in its birth and Geochemical Mapping now has the momentum to continue on its own. I see IGCP playing an increasing role as a proving ground for some of the international initiatives that are needed to help us cope with our changing world and for which the resources of individual scientists scattered across the globe are insufficient. I believe that IGCP, with its outstanding ability to bring researchers together from all parts of the world, will help in focusing geoscientists of all kinds, from isotope geochemists to paleontologists, from chemical thermodynamicists to structural geologists, on the problems associated with survival on a crowded planet.

Avant de commencer, j'aimerais vous dire combien je suis honoré de parler du Programme international de corrélation géologique à l'occasion de la célébration du 150^e anniversaire de fondation de la Commission géologique du Canada (CGC). Je n'ai jamais travaillé pour la Commission mais, pour tout chercheur canadien, les membres du personnel de la CGC ont fait des

contributions tellement importantes, leurs connaissances sont si étendues et leurs conseils si éclairés que, en très peu de temps, employé de la CGC ou non, celle-ci pénètre dans votre système et fait partie de votre environnement. Il devient impossible de s'en passer. *Happy Anniversary!*

LES DÉBUTS

Le Programme international de corrélation géologique (PICG) a vu le jour ici même au Canada il y a 20 ans, lorsque l'Union internationale des sciences géologiques (UISG) a approuvé sa création lors de la réunion de son comité exécutif pendant le Congrès géologique international tenu à Montréal. Il a été conçu comme étant un projet conjoint de l'UISG et de l'Unesco et il est toujours perçu de cette façon. Au cours des 20 dernières années, il est devenu l'un des quatre principaux programmes de l'Unesco, les trois autres étant le Programme sur l'homme et la biosphère, le Programme hydrologique international et la Commission océanographique intergouvernementale.

Le PICG fait partie de la division des sciences de la Terre de l'Unesco. Ses activités sont supervisées par un conseil et ses projets, nouveaux et en cours, sont examinés par un comité scientifique. Les premières rencontres de ce conseil et de ce comité ont eu lieu en mai 1973. Les membres sont choisis conjointement par l'Unesco et l'UISG parmi les candidatures proposées par les pays participants. Sir Kingsley Dunham, du Royaume-Uni, a été le premier président du conseil et Digby McLaren, du Canada, a fait partie du conseil et en est devenu le président en 1977. Parmi les Canadiens ayant fait partie du comité scientifique, mentionnons Ted Irving, W.W. Hutchison, Bosco Loncarevic et Ray Price, qui est l'actuel président du comité. Jusqu'à maintenant, le conseil et le comité ont tenu des réunions sur une base annuelle, mais cela risque de changer dans l'avenir en raison de contraintes financières.

Le PICG est administré par un géologue de carrière rattaché à l'Unesco; il agit à titre de secrétaire et dirige un petit secrétariat. Felix Ronner, d'Autriche, a été le premier secrétaire du PICG. Lui ont succédé Eckardt von Braun, de l'Allemagne de l'Ouest, en 1975, puis Endre Dudich, de la Hongrie, en 1986. Endre quittera son poste cette année et j'aimerais profiter de l'occasion pour souligner jusqu'à quel point la communauté géologique internationale lui est redevable de l'immense travail qu'il a accompli.

FONCTIONNEMENT

La plupart des pays coordonnent leurs activités menées dans le cadre du PICG par le biais de comités nationaux, qui étaient au nombre de 91 l'année dernière. Quelque 180 projets ont été mis sur pied depuis la création du PICG en 1972-1973. Ceux-ci sont proposés par des chercheurs lorsqu'ils perçoivent le besoin de faire appel à la collaboration internationale dans un domaine scientifique particulier; ils demandent ensuite l'appui de leurs collègues et de comités nationaux puis soumettent au secrétariat une proposition de projet scientifiquement fondé et bénéficiant d'un appui international. Le comité

scientifique examine les propositions puis recommande au conseil de les approuver ou de les rejeter. Le conseil prend ensuite une décision et formule une recommandation quant au niveau général de financement. Bien que des projets se soient étalés sur quatre à dix ans, la durée maximale des projets actuels est de cinq ans.

Les fonds du PICG viennent de deux sources: l'Unesco et l'UISG. En fait, cette dernière ne fait pratiquement que canaliser les contributions venant des États-Unis et du Royaume-Uni; ces deux pays ne sont pas membres de l'Unesco, mais ils participent très activement à tous les aspects du PICG. Pour les années 1992 et 1993, le PICG et d'autres programmes feront l'objet d'une redistribution de 21 pour 100 des contributions de l'Unesco, une réduction de cette ampleur étant typique de l'organisme. Pour faire face à cette réduction, il a fallu procéder encore une fois à un élagage important lors de la réunion de cette année du conseil. Cet élagage a été le plus implacable dans les recommandations faites à l'UISG et à l'Unesco touchant les membres du conseil et du comité scientifique; il a été suggéré de réduire grandement le nombre des membres et d'abrèger la durée des réunions dans les années à venir. Finalement, malgré les réductions, le financement de 1991 est resté pratiquement le même en 1992, la moyenne étant d'environ 6 000 \$ par projet.

Que peut-on faire avec 6 000 \$? C'est justement ce qui est fait qui est au coeur du succès du PICG. Cette somme peu élevée sert d'amorce à la tenue d'une, de deux ou de trois réunions par année et par projet. Normalement, cet argent permet de couvrir une partie des coûts occasionnés par la présence de quelques conférenciers clés); ceux-ci attirent entre 50 et 100 autres personnes qui assistent aux réunions grâce aux fonds qu'elles ont elles-mêmes trouvés. De ce seul fait, les capitaux d'amorçage de l'Unesco deviennent de 25 à 50 fois plus élevés, et ce n'est qu'un début.

Les participants aux projets du PICG se livrent concurrence pour obtenir des fonds, soit d'organismes de financement où les projets sont sélectionnés par des pairs, soit d'institutions gouvernementales. Ces fonds servent ensuite à atteindre les objectifs de recherche du projet en question. Sur le plan des recherches effectuées, le facteur de multiplication de la somme initiale de 6 000 \$ est nettement supérieur à 200 dans la plupart des cas. Cet argent aurait été dépensé de toute façon, sauf que, grâce au PICG, il sert à des projets coopératifs de portée internationale.

FORCES ET RÉALISATIONS

Qu'est-ce qui attire les géoscientifiques vers le PICG? Dans la plupart des cas, les structures géologiques ne respectent pas les frontières internationales, même si les deuxièmes tiennent parfois compte des premières. Les géologues ont besoin de mener des études au-delà de ces

frontières et le PICG leur permet d'y arriver. S'il en est ainsi, c'est grâce à la crédibilité des deux organismes parrainant le programme, soit l'Unesco et l'UISG. Cette crédibilité permet de convaincre les gouvernements d'autoriser et même d'encourager leurs chercheurs à prendre part aux projets.

En raison de sa nature internationale et de l'influence de l'Unesco, le PICG peut établir des liens entre les pays développés et ceux qui le sont moins, ce qui a pour résultat la formation de réseaux d'information. Certains projets ont été expressément conçus pour faire appel à l'équipement perfectionné et à l'expertise technique d'un pays industrialisé d'une part et, d'autre part, à l'expertise de terrain et aux connaissances locales des géologues d'un pays moins développé.

Le succès du PICG à l'intérieur de la communauté géoscientifique se traduit de nombreuses façons. Il a été particulièrement mis en évidence lors du dernier Congrès géologique international tenu à Washington, où près de la moitié des séances présentaient des liens avec le PICG. Un tel succès vient des forces du programme, qui résident dans le fait que les projets viennent des chercheurs eux-mêmes (tous ceux qui y prennent part s'y intéressent vivement), dans la durée limitée des projets (l'enthousiasme est maintenu) et dans la capacité du PICG de conférer une légitimité aux projets de recherche (ils peuvent attirer un appui international étendu et, donc, être financés adéquatement). Cette légitimité découle du calibre hautement scientifique du PICG; un fondement scientifique solide et un soutien international étendu, tels sont les critères primordiaux sur lesquels se fondent le choix des nouveaux projet et l'appui de ceux en cours. Beaucoup de projets plus fructueux que d'autres se sont «réincarnés» sous une autre forme, avec des objectifs quelque peu différents et habituellement sous une nouvelle direction. Dans d'autres cas, des commissions ou des sous-commissions d'organismes internationaux sont nées des cendres des projets du PICG.

PROBLÈMES ET FAIBLESSES

Même si ce succès est gratifiant, il s'est accompagné de problèmes. Les fonds consacrés au programme n'ont pas augmenté; comme je l'ai mentionné précédemment, les budgets ont été réduits de 21 pour 100 cette année. L'année dernière, nous avons eu 27 propositions de projets, un nombre record. En étant très sévères dans nos choix, en refusant toute prolongation non approuvée les années précédentes et en n'acceptant que 10 projets, nous avons pu maintenir l'augmentation à un projet, ce qui signifie néanmoins que 55 propositions ont été financées en 1991, un autre nombre record. J'ai déjà mentionné aussi l'élagage auquel nous avons dû procéder cette année et j'ai souligné que le financement moyen par projet avait pu être maintenu pratiquement constant. Mais il a fallu payer un prix, c'est-à-dire refuser de prolonger plusieurs projets, ce qui n'aurait pas été le cas dans un climat

financier plus propice, et rejeter plusieurs nouvelles propositions intéressantes. Résultat: nous finançons actuellement 48 projets.

Comme le financement venant de l'Unesco n'a pas connu la même croissance que le programme—en fait, ce financement n'est même pas resté constant—cela signifie que les fonds venant des États-Unis et du Royaume-Uni représentent 45 pour 100 de l'appui financier accordé aux projets. Si cette tendance se maintient, nous devrons bientôt dire que le PICG est un programme des États-Unis et du Royaume-Uni bénéficiant de l'aide de l'Unesco. Le danger, c'est que les fonds venant de l'un ou l'autre pays pourraient soudainement ne plus être versés, selon les caprices d'un comité ou d'une personne influente cherchant à diriger les fonds ailleurs ou à réduire le budget. Si cela se produisait, le PICG ne pourrait plus fonctionner.

J'ai traité jusqu'ici de l'historique du PICG, de sa structure et de son fonctionnement, de ses succès également et des facteurs qui y sont sous-jacents. J'ai aussi parlé des préoccupations que soulève son financement à l'avenir.

Le programme comporte-t-il des faiblesses? L'une d'elles découle directement de ce qui fait surtout sa force. Comme des groupes individuels de chercheurs proposent des projets et que ceux-ci partent de la base, le programme ne peut être ciblé sur des priorités. Il est réactif plutôt que proactif.

Je n'ai pas besoin de dire à la plupart d'entre vous qui êtes des directeurs ou des dirigeants de commissions géologiques nationales que le monde dans lequel nous vivons est différent de celui d'il y a 20 ans. Dans presque tous les pays développés, les industries minières et pétrolières survivent à peine ou sont en déclin.

Nous tous qui sommes ici savons qu'une carte géologique n'est pas un énoncé des faits mais une interprétation des faits à la lumière des idées dominantes. À mesure que les idées évoluent, les cartes changent et les idées évoluent encore davantage. Malheureusement, on dénote au sein des gouvernements l'attitude suivante: une fois qu'une région a été cartographiée et qu'une opinion a été exprimée, le travail est terminé. Pour une raison quelconque, nous n'avons pas réussi à transmettre le message que la recherche géologique et les recommandations des géologues évoluent avec le temps, tout comme la recherche médicale et les recommandations des médecins. Cela signifie qu'il est difficile d'amener les non-géologues à se rendre compte de l'importance des projets comportant une nouvelle cartographie de la même région ou le remaniement des cartes, qu'il s'agisse des projets reliés à la corrélation géologique autour de la marge de Tethys, de l'étude des terranes circum-Atlantique ou circum-Pacifique, ou de l'ultramétamorphisme et de son importance; tous sont vitaux pour nous et pour l'avancement de notre science.

Ce que je veux souligner, c'est qu'il ne fait pas de doute que le PICG se ressent de l'inaptitude pratiquement universelle des géologues à «vendre» l'importance de leur travail. En octobre dernier, j'ai assisté à la conférence générale de l'Unesco en tant que président du conseil du PICG. Toutes les questions scientifiques sont examinées lors de la réunion de la Commission III. L'ordre du jour prévoit que les présidents des programmes déposent leur rapport puis, lors d'«interventions» de 5 à 10 minutes préparées longtemps à l'avance, chaque pays commente tour à tour les progrès accomplis à l'intérieur du programme «Science» de l'Unesco. Au total, 95 pays ont fait des interventions: 78 ont parlé du bon travail effectué dans le cadre du Programme hydrologique international et de la Commission océanographique internationale; 75, du Programme sur l'homme et la biosphère; et 32 seulement, du PICG. Les pays qui ont louangé ce dernier étaient presque exclusivement du tiers monde; en fait, aucun pays de l'Europe occidentale n'a fait mention du PICG dans son intervention. Les commentaires des intervenants sont dénombrés et analysés par le personnel de l'Unesco qui s'en sert ensuite comme munition; bien que le PICG n'ait fait l'objet d'aucun commentaire négatif, les éloges nettement moins nombreuses que nous avons reçues par rapport aux autres programmes ne plaident pas beaucoup en notre faveur auprès de ceux qui nous appuient.

Pourquoi en a-t-il été ainsi? La Commission océanographique internationale n'a jamais manqué de souligner son importance dans la surveillance des courants océaniques—qui sont corrélés aux stocks de poissons et aux conditions météorologiques—et de la pollution des océans. Les porte-parole du Programme hydrologique international s'empressent toujours de faire état de leur rôle dans la constitution d'un inventaire des stocks d'eau douce de la Terre, des conseils qu'ils peuvent donner dans le domaine du transport transfrontière de l'eau et de la surveillance de la pollution de l'eau souterraine. Les représentants du Programme sur l'homme et la biosphère ont fait appel aux médias plus souvent que les porte-parole de tous les autres programmes dans la publicité entourant notamment les réserves de la biosphère ou leur contribution à l'étude de l'environnement. Les projets du PICG sont proposés par des chercheurs qui ont tendance à penser en fonction du temps que mettent les processus géologiques à se dérouler plutôt qu'en fonction du «temps réel» de la durée d'une vie humaine; ces projets donnent donc l'impression de manquer de pertinence. Le programme des sciences de la Terre ayant reçu le plus d'attention lors de la conférence générale de l'Unesco est celui connexe à la Décennie internationale de la prévention des catastrophes naturelles parrainée par les Nations Unies.

Vous, mesdames et messieurs, comptez parmi les géologues les plus influents de votre pays et vous pouvez faire votre part pour aider le PICG. Vous pouvez découvrir qui prépare l'intervention de votre pays devant la Commission III; il s'agit habituellement de votre

commission nationale pour l'Unesco, si elle existe, ou d'une personne de votre ministère des Affaires extérieures. Vous pouvez expliquer à ces gens l'importance du PICG et leur demander de faire état de ce programme dans leur intervention. Vous pouvez même rédiger quelques mots, une phrase au plus, qui seront insérés dans cette intervention.

DES IDÉES POUR DEMAIN

Même si nous réussissons davantage à faire connaître l'importance de notre science, il n'en demeure pas moins que le PICG doit évoluer. Quelle devrait être la forme de cette évolution et quel serait le point de départ? Je ne crois pas que sa structure de base devrait changer, ni la façon dont les projets sont proposés ou évalués, car ces éléments sont trop fondamentaux pour ce qui est de la nature même et du succès du PICG.

À mon avis, le projet 259, celui de la cartographie géochimique internationale, est un poteau indicateur d'événements à venir. Ce projet a été proposé par Arthur Darnley de la CGC, qui suggérait de dresser des cartes géochimiques du monde entier montrant une variété d'éléments et les ratios de ces éléments. Beaucoup de ces cartes sont déjà disponibles pour des portions restreintes de la planète, mais elles ont été dressées à l'aide de différentes techniques analytiques et selon diverses normes. Ce qu'il fallait, c'était prendre des décisions quant à la façon de combiner ces cartes, aux éléments sur lesquels concentrer les efforts, au moyen de normaliser les résultats venant d'une multitude de laboratoires et à la façon de combler les lacunes.

Il s'agissait d'une vaste entreprise qui a fait l'objet d'un accueil hésitant de la part du comité scientifique et du conseil parce qu'il ne semblait pas comporter d'objectif facilement réalisable et qu'il était beaucoup trop étendu et imprécis pour être mené à bien en cinq ans. Ces points de vue, exprimés dès le départ, se sont avérés justes; toutefois, au cours de ses cinq années d'existence, le projet 259 du PICG a obtenu un appui international extraordinairement étendu. Il a permis de démontrer que les principales caractéristiques géochimiques peuvent être déterminées, en Chine, d'après un échantillon de sol prélevé tous les 1 400 km²; au Labrador, d'après un échantillon de sédiments lacustres tous les 625 km²; et en Finlande, d'après un échantillon de till tous les 300 km². L'incroyable utilité des échantillons de sol, auxquels viennent s'ajouter les échantillons de sédiments des cours d'eau et des lacs, a été démontrée en regard des échantillons de dépôts alluviaux d'inondation dans la détermination des caractéristiques à grande échelle visées par le projet. Des comités techniques ont été créés et chargés de s'occuper des problèmes éprouvés sur le terrain ainsi que dans le domaine des analyses, dans la gestion des données et dans les levés de reconnaissance radiométriques et globaux, de concert avec des comités régionaux de l'Amérique du Nord, de la Fennoscandie, des

Communautés européennes, de l'Europe de l'Est, de l'ancienne URSS, de la Chine, de l'Inde, de l'Afrique méridionale et de l'Australie. Le projet 259 se terminera sur une lancée extraordinaire et aura bénéficié de la participation de 80 institutions nationales, principalement les commissions géologiques que vous, les membres de cet auditoire, représentez.

À présent, nous veillons à ce que ce rejeton du PICG, maintenant rendu à maturité, tienne la promesse de ses débuts avec nous. Parmi les indications qu'il y parviendra, mentionnons la création en 1990 d'un groupe de travail sur la cartographie géochimique du globe, sous l'égide de l'Association internationale de géochimie et de cosmochimie, et l'intention avouée de proposer un programme sur les «conditions géochimiques internationales de base», qui succéderait au projet 259.

Je crois que d'autres programmes du genre, qui font appel à la collaboration internationale et qui tiennent compte des besoins de notre monde en évolution, peuvent trouver protection auprès du PICG au cours de leurs cinq premières années d'existence. Si vous êtes de cet avis et que vous envisagez élaborer une proposition, rappelez-vous que le projet doit bénéficier d'un appui international étendu; il doit répondre aux exigences scientifiques du

PICG, la collecte de données seulement n'étant vraisemblablement pas suffisante; et il doit permettre d'atteindre certains objectifs concrets en cinq ans, même si ces objectifs ne sont qu'une étape préliminaire à l'établissement d'un programme beaucoup plus vaste.

En conclusion, je crois que le PICG peut, dans l'avenir, jouer un rôle de plus en plus important en tant que terrain d'essai pour certains projets internationaux dont nous avons besoin pour affronter les changements que subit la planète et face auxquels les ressources de chercheurs individuels disséminés à travers le monde sont insuffisantes. Le PICG, qui a la capacité extraordinaire de réunir des chercheurs de toutes les régions du monde, peut amener les géoscientifiques de toutes les spécialités—des géochimistes des isotopes aux paléontologues et des thermodynamiciens de la chimie aux spécialistes de la géologie structurale—à se concentrer sur les problèmes associés à la survie sur une planète surpeuplée. C'est la communauté des géoscientifiques qui déterminera si le PICG peut s'acquitter de cette mission ou non; c'est à nous qu'il revient de soumettre des projets visant ces objectifs. Ceux d'entre vous qui jouent un rôle prépondérant au sein de leur commission géologique nationale ont une responsabilité particulière, celle de veiller à ce qu'il en soit ainsi.

Discussion: Thème V

Intervenant non identifié: Je crois que le COGEO-Environnement peut représenter un enjeu assez important.

U.G. Cordani: Oui. Il n'existe que depuis deux ans, mais du très bon travail a déjà été accompli. Son président, Frederick Wolf, fait partie de la Commission géologique de Norvège.

D.L. Peck: Les organismes parrainant ce congrès ont indiqué qu'il serait peut-être souhaitable de créer un comité ou une organisation des commissions géologiques. L'UISG (Union internationale des sciences géologiques) a été formée par suite d'un Congrès géologique international qui s'adressait, du moins en partie, aux commissions géologiques. Quelle est votre réaction face à cette proposition? Y a-t-il un lien logique entre un comité des commissions géologiques et l'Union?

U.G. Cordani: Il est bon que des efforts distincts soient déployés dans la même direction. Je suis en faveur de la création d'une organisation des commissions géologiques qui représenterait le volet géologique des programmes des gouvernements du monde entier et qui aurait une incidence directe sur les décideurs. En plus de la transformation du globe et de l'environnement, il faut s'occuper de l'aménagement des ressources; nous pouvons nous pencher sur les prix des minerais et sur d'autres aspects importants pour la communauté géologique. L'UISG est très près de cette communauté et beaucoup de ses membres sont issus des services géologiques. Nous

tenons donc compte des aspects géologiques et techniques et de la profession en général. L'UISG représente des géologues du monde entier. Le congrès international est notre plus importante rencontre et il constitue une excellente occasion d'établir des liens. C'est vous qui déciderez si une organisation des commissions géologiques doit voir le jour. L'UISG a h-te de pouvoir compter sur un partenaire qui l'aidera à rendre la géologie plus visible, une tâche qui n'est pas facile. De nombreux conférenciers ont souligné la difficulté que nous avons à communiquer avec les politiciens et les décideurs. Même nos collègues occupant des postes d'économiste ou de conseiller juridique n'ont pas suffisamment de connaissances géologiques pour nous comprendre. Toutefois, nous avons une part de responsabilité à cet égard parce que nous vivons dans l'isolement. Nous devons changer d'attitude face aux communications pour rendre la géologie plus visible. Nous pouvons prendre des mesures distinctes, parallèles ou convergentes pour y arriver. Les commissions géologiques sont une partie importante de la communauté géologique.

Intervenant non identifié: La collaboration entre les commissions, les universités, les musées, etc., est importante. Je crois qu'un grand nombre de personnes ici présentes ont commencé à s'intéresser aux sciences de la Terre en étudiant attentivement le contenu des vitrines des musées, même lorsque ces derniers n'abritaient pas les collections auxquelles nous sommes maintenant habitués.

PERSPECTIVES RÉGIONALES

Les activités géologiques et la collaboration internationale en Chine

Zhu Xun

L'évolution des commissions géologiques en Afrique

C.A. Kogbe

Les commissions géologiques de l'Amérique latine: perspectives régionales

C.O. Berbert

Discussion

Les activités géologiques et la collaboration internationale en Chine

Zhu Xun¹

Zhu, Xun, Les activités géologiques et la collaboration internationale en Chine; dans Les commissions géologiques nationales au XXI^e siècle, compilation de Bouchard, D.S. et al.; Commission géologique du Canada, Bulletin 446, p. 17-25, 1993

Résumé

Le vaste territoire de la Chine est riche en ressources minérales. Après 40 ans de travaux géologiques depuis la fondation de la nouvelle Chine, on y a trouvé 163 variétés de minéraux utilisables et des réserves prouvées pour 149 d'entre eux.

Le ministère de la Géologie et des Ressources minérales de la Chine est un organisme qui relève directement du Conseil d'État responsable de l'administration centrale des travaux géologiques nationaux. Il a un effectif de 400 000 personnes, dont près de 90 000 spécialistes de la géologie, dont la tâche consiste surtout à poursuivre des travaux de géologie de base, approfondis, innovateurs et publics. Son vigoureux programme de recherche se poursuit dans cinq académies, où des dizaines d'instituts effectuent des recherches fondamentales, ainsi que des recherches technologiques et méthodologiques dans différentes disciplines. Les bureaux de géologie et des ressources minérales situés dans 30 provinces, municipalités et régions autonomes du pays, ainsi que leurs équipes géologiques, effectuent des levés géologiques régionaux, la cartographie géologique à des échelles diverses, ainsi que la prospection de divers types de minéraux. Par ailleurs, les différents services des mines ont une équipe géologique spéciale, qui procède à la prospection détaillée des minéraux relevant de sa compétence, avant toute mise en valeur.

Les ressources minérales prouvées jusqu'à présent sont loin de suffire aux besoins de développement économique national. La tâche qui nous attend est considérable. Nos priorités pour l'avenir doivent consister à renforcer la recherche sur les ressources minérales afin de résoudre certains problèmes cruciaux de la prospection, par exemple en établissant de meilleurs modèles des gisements, en concevant des théories efficaces et en mettant au point des méthodes intégrées de prospection. Il faudrait se concentrer sur les ressources énergétiques, les métaux précieux, le cuivre et les minéraux utilisés en agriculture.

La coopération internationale joue un rôle très important dans l'avancement des sciences de la terre. Jusqu'à présent, notre ministère a établi des liens avec 116 pays ou régions, a signé 38 accords de coopération bilatérale avec 22 pays, participe à 28 organisations scientifiques internationales et reste en communication constante avec 12 organisations des Nations Unies.

L'organisation mondiale de commissions géologiques qui est proposée serait une excellente tribune, car elle permettrait aux géoscientifiques du monde entier d'échanger des idées à propos des problèmes communs auxquels ils doivent faire face, de chercher ensemble des solutions et de partager le résultat de leurs recherches, ce qui ne peut que profiter à l'avancement des sciences de la terre à l'échelle internationale, et se traduire en progrès pour l'humanité.

¹Deputy Director, Science and Technology Department, Ministry of Geology & Mineral Resources, 64 Funei Dajie, Beijing, China

Abstract

The broad territory of China boasts rich mineral resources. After 40 years of geological work since the foundation of New China, 163 varieties of usable minerals have been found, for 149 of which reserves have been proven.

The Ministry of Geology and Mineral Resources of China is an agency directly under the State Council responsible for the unified administration of national geological work. It has a team of 400,000 people, including nearly 90,000 geological professionals, mainly conducting basic, comprehensive, frontier and public geological work. Its strong research program has 5 academies and their tens of institutes carrying out basic research and technological and methodological research in different disciplines. Bureaus of geology and mineral resources located in 30 provinces, municipalities and autonomous regions of the country and their subordinate geological teams undertake regional geological surveys, geological mapping of all kinds of scales as well as prospecting and exploration of various kinds of minerals. There is also a special geological team in different mining departments of China undertaking the detailed exploration for minerals of their respective responsibility needed before development can take place.

The mineral resources proved to date are far from enough to meet the need of national economic construction. The work ahead is tough. The priorities for the future should be to strengthen the research in mineral resources in order to solve some key issues in mineral prospecting, like establishing better deposit models, effective theory and comprehensive methods for mineral exploration. The priority commodities should be energy, precious metals, copper and minerals for agricultural use.

International cooperation is very important to the development of geosciences. Our ministry has established contacts with 116 countries or regions in the world so far, signed 38 bilateral cooperative agreements with 22 countries, participated in 28 international academic organizations and kept constant contacts with 12 organizations in the United Nations.

The World Organization of Geological Surveys proposed could be a good forum for the international geoscientific community to exchange discussion about the common challenges we face, jointly seek solutions, and share the results and experience of geoscientific research which will be beneficial to the development of international geoscience and the common advance of mankind.

J'aimerais féliciter la Commission géologique du Canada (CGC) à l'occasion de son 150^e anniversaire de fondation et souligner son importante contribution aux sciences de la Terre. Les travaux menés par le ministère de la Géologie et des Ressources minérales (MGRM) de la Chine en collaboration avec la CGC ont été fructueux. C'est un honneur pour moi d'avoir la possibilité de vous parler, au nom de ce ministère, des activités géologiques et de la collaboration internationale en Chine.

La Chine est fière des grandes ressources minérales de son vaste territoire. Depuis la fondation de la «Nouvelle Chine» en 1949, des travaux systématiques de levés géologiques et d'exploration ont été menés. Plus de 200 000 gîtes minéraux ont été découverts, 163 espèces de minéraux utiles ont été trouvés et des réserves ont été établies pour 149 d'entre elles, dont 60 sont d'importance.

Plus de 130 espèces de gîtes minéraux sont exploités en Chine; 95 pour 100 de l'énergie et 80 pour 100 des matières premières utilisées par l'industrie sont tirées des ressources minérales. L'industrie minière est devenue l'une des importantes bases de l'économie nationale. Le pays compte 8 800 entreprises minières d'État,

125 000 associations minières collectives de canton et 115 000 puits de mine de propriété privée. Aux 3 milliards de tonnes de matériaux de construction produites chaque année viennent s'ajouter 2,1 milliards de tonnes de minerai. Ce minerai a une valeur d'environ 122 milliards de yuans, ce qui place la Chine au troisième rang des producteurs de minerai à l'état solide. La production annuelle brute de charbon s'élève à 1,08 milliard de tonnes et vient au premier rang de l'ensemble de la production; le pétrole et le gaz (139 millions de tonnes) viennent au cinquième rang; le minerai de fer et les métaux non ferreux, au quatrième rang; la phosphorite, au troisième rang; et le ciment, au deuxième rang. En général, les produits minéraux ont comblé les besoins des industries suivantes: agriculture, production d'énergie, sidérurgie, métaux non ferreux, produits chimiques et matériaux de construction. Un assez grand nombre de produits minéraux sont exportés.

Le MGRM est une organisation fonctionnelle relevant du conseil d'État responsable de l'administration unifiée des travaux géologiques et des ressources minérales de tout le pays. La Chine compte environ 1,1 million de géoscientifiques, employés et travailleurs effectuant des

travaux géologiques dans l'ensemble du pays; de ce nombre, 400 000 personnes, dont 90 000 professionnels, sont à l'emploi du MGRM. Leurs travaux comprennent des recherches fondamentales, globales et originales. Les employés et les travailleurs sont répartis entre 30 bureaux provinciaux, 6 bureaux régionaux de la géologie du pétrole, l'Académie chinoise des sciences géologiques et quatre autres instituts de recherche. En plus de cette académie et de ces instituts, 120 organismes de recherche géoscientifique, 105 départements de géologie, collèges et universités et 900 groupes géologiques sont répartis dans tout le pays.

Nous effectuons des études multidisciplinaires et des recherches géologiques à l'intérieur des terres et au large et nous procédons à des levés à l'aide de techniques aéroportées.

Les travaux géologiques menés en Chine—dont 60-80 pour 100 sont axés sur l'exploration des ressources minérales et énergétiques—peuvent être divisés en trois catégories: géologie fondamentale, géologie économique et géologie globale de l'environnement. Les travaux géologiques fondamentaux sont menés par des géoscientifiques de l'Académie chinoise des sciences géologiques, par des groupes des commissions géologiques régionales et par des équipes de géophysiciens ou de géochimistes des bureaux provinciaux, des départements de géologie et des collèges et universités. Un levé géologique de tout le continent chinois a été effectué à l'échelle du 1/1 000 000; un levé au 1/200 000 couvre les deux tiers du pays, tandis qu'un autre, au 1/50 000, couvre plus de 700 000 km². D'autres levés géochimiques ont été effectués à des échelles allant de petite à moyenne.

Des recherches géologiques en profondeur sont menées dans plusieurs régions choisies. Depuis les années 1970, et particulièrement au cours de la dernière décennie, les géologues chinois ont attaché de l'importance à la recherche sur la géologie océanique et antarctique et sur la géologie de la planète.

Des études théoriques ont porté sur les sujets suivants: production de pétrole à partir des faciès terrestres; géotectonique; modèles métallogéniques pour le fer associé à la porphyrite, pour le tungstène et l'étain associés au porphyre et pour l'or associé aux roches altérées; et théorie métallogénique élaborée pour Nanling et la zone tectonique de Yanshanian.

Dès les années 1950, des travaux géologiques globaux sur l'environnement (c.-à-d. faisant appel à l'hydrogéologie, à la géologie appliquée et à l'écogéologie) ont été entrepris dans l'ensemble du pays et l'accent a été mis sur les levés hydrogéologiques et géologiques régionaux. Vers la fin de cette décennie, on a établi des sites d'essai à grande échelle du bilan de l'eau souterraine et des systèmes de surveillance de la pollution de l'eau souterraine. Dans les années 1960, des travaux de recherche et de surveillance de

la subsidence du sol ont été entrepris à Shanghai et à Tianjin. Au cours de la décennie suivante, un projet de recherche environnementale sur le cycle de l'eau souterraine à l'intérieur des régions planes a été lancé. À la fin des années 1980, un système de surveillance multifonctionnel de l'eau souterraine comprenant 18 000 sites d'observation avait été mis en place, et le levé et la cartographie hydrogéologiques à l'échelle du 1/200 000 couvraient plus de 8 millions de kilomètres carrés du continent chinois. L'exploration et l'exploitation des sources d'eau ont été fructueuses jusqu'à un certain point. Les recherches en géologie appliquée ont permis de recueillir des renseignements en vue de projets de construction (ports, chemins de fer, tunnels et installations d'irrigation) et ont servi de fondement à la planification de constructions urbaines et à certains projets clés. Récemment, l'exploration de l'eau souterraine, les engrais minéraux, l'alimentation animale et la planification des terres agricoles ont fait l'objet d'une attention particulière.

Les géoscientifiques chinois appliquent la théorie géochimique élaborée par le professeur Li Siguang dans la surveillance des risques sismiques. En outre, partout en Chine, les catastrophes géologiques comme la subsidence du sol, les géosutures, les glissements de terrain et les coulées de débris font l'objet de programmes de surveillance et de mesures de lutte.

En plus des groupes géologiques relevant du MGRM, on compte pratiquement autant d'équipes géologiques à l'emploi des ministères de l'Énergie, de l'Industrie métallurgique, de l'Industrie chimique et de l'Industrie légère, de la Société nationale chinoise de l'industrie des métaux non ferreux et du Bureau d'État des matériaux de construction.

Malgré les grandes réalisations découlant des travaux géologiques considérables menés au cours des 40 dernières années, les gîtes minéraux attestés ne permettent toujours pas de répondre aux demandes sans cesse croissantes visant le développement économique national. Nous, les géoscientifiques chinois, devons donc faire face à des défis de taille.

Bien que les ressources minérales brutes soient abondantes, la moyenne par personne est inférieure à la moitié de celle observée ailleurs dans le monde. La Chine dispose de peu de ressources en chromite, diamant et sylvanite. Les ressources en fer et en cuivre sont relativement rares. Les réserves de manganèse sont composées en grande partie de minerais pauvres qu'il est difficile d'enrichir de façon économique. De plus, les eaux souterraines ne sont pas réparties également en Chine; le manque d'eau a des effets néfastes sur la production industrielle et agricole et sur la vie de tous les jours des résidents du nord de la Chine. Les catastrophes géologiques entraînent souvent des pertes humaines et matérielles. La profondeur toujours plus grande à laquelle on trouve des ressources minérales et les difficultés que

cela présente pour l'exploration des minéraux constitueront sans doute des défis de plus en plus grands sur le plan des théories et des techniques géologiques.

Le gouvernement chinois a élaboré un plan quinquennal et un programme décennal de développement économique national. Concurrément, le MGRM a conçu quelques «programmes décennaux» (notamment sur l'exploration des minéraux, la réduction des risques et la promotion de la géologie fondée sur la science et la technologie) et a déterminé les principales tâches dont il devra s'acquitter dans l'avenir.

En combinant les renseignements sur la géochimie, la géophysique et la télédétection aux applications de la nouvelle théorie métallogénique, nous pouvons étayer la recherche de cuivre, de métaux nobles, de pétrole et d'autres minéraux dont nous avons un urgent besoin. Nous déployons tous les efforts voulus pour faire une découverte capitale de nouveaux types de gîtes minéraux à grande échelle. Il a été suggéré d'intensifier la recherche détaillée dans le domaine de la géologie minière afin d'améliorer le ratio de récupération et d'accroître les années pendant lesquelles les mines sont exploitables. Il faudrait également marquer des progrès dans le traitement du minerai et les techniques de transformation afin que les minerais pauvres et ceux provenant de gîtes minéraux de composition complexe puissent être exploités pleinement.

La recherche sur la géologie de l'environnement est importante puisqu'elle nous permet de comprendre l'interaction entre les humains et le milieu naturel. Un assez grand nombre de projets clés reliés à la protection de l'environnement géologique et à la réduction des risques géologiques ont été menés.

Nous partageons tous la même planète. L'étude géoscientifique de la Terre ne peut donc se faire adéquatement que grâce à la collaboration et aux échanges internationaux. Nous accordons une plus grande importance à la collaboration internationale. Le MGRM a accompli des progrès marquants dans les échanges internationaux grâce à la mise en oeuvre de la politique de réforme chinoise et à l'ouverture sur le monde extérieur. Par suite de ces changements, le MGRM a pu mettre en oeuvre, jusqu'à maintenant, des programmes d'échange avec 115 pays ou régions et a signé 88 documents de collaboration bilatérale avec 30 pays; il entretient des rapports constants avec 12 organisations des Nations Unies et il fait partie de 28 organismes géoscientifiques internationaux. Les programmes de collaboration et d'échange prennent diverses formes. Par exemple, beaucoup de géoscientifiques chinois ont été envoyés à l'étranger pour étudier de nouvelles notions dans le domaine des géosciences, de la technologie et de la

gestion; en retour, nous avons accueilli des milliers de géologues étrangers afin de partager avec eux nos expériences et nos idées. Certains projets coopératifs sont étalés sur deux ou trois ans et permettent de faire de grands progrès. Beaucoup de conférences internationales, de cours de formation, d'ateliers et de symposiums ont été tenus en Chine dans le but d'échanger les résultats de la recherche géoscientifique, de discuter en profondeur de sujets spéciaux propres aux différents domaines des sciences de la Terre et de former de jeunes géoscientifiques. Grâce au développement de la collaboration économique internationale reliée aux sciences de la Terre, les géoscientifiques chinois ont pu entreprendre diverses tâches pour de nombreux autres pays, notamment des levés et des travaux de cartographie géologiques régionaux, l'exploration et la reconnaissance ou l'évaluation économique des gîtes minéraux, des analyses chimiques et des essais expérimentaux. Nous nous préparons maintenant à accueillir les participants du 30^e Congrès géologique international à Beijing, en 1996. Nos collègues géoscientifiques de l'étranger sont invités à collaborer avec nous dans un cadre élargi afin de promouvoir l'avancement des sciences de la Terre et de contribuer davantage aux progrès sociaux de l'humanité.

Nous approuvons la proposition de nos collègues du Canada et d'autres pays visant la création d'un comité mondial des commissions géologiques et nous nous engagerons à cet égard en tant que pays commanditaire. Nul doute que ce comité deviendra une tribune internationale de cercles géoscientifiques et qu'il permettra à ces derniers de discuter de problèmes communs à divers pays et de trouver des solutions à ces problèmes, de même que de faire état de leurs réalisations et de partager leurs expériences afin d'accélérer l'avancement des sciences de la Terre.

La demande de ressources minérales s'accroît parce que, d'une part, la population et le développement économique ne cessent d'augmenter et que, d'autre part, les ressources minérales consommées ne sont pas renouvelables. Comme il devient de plus en plus difficile de trouver de nouveaux gîtes minéraux, l'écart entre l'offre et la consommation de ressources minérales deviendra de plus en plus grand. C'est pourquoi nous, les géologues, devrions persuader les gens de prendre soin des ressources minérales par égard pour les générations à venir.

Nous aimerions proposer aux Nations Unies de décréter une «journée mondiale de la protection des ressources minérales». Chaque année, à l'occasion de cette journée, la protection de ces ressources ferait l'objet de publicité partout dans le monde afin que les gens soient sensibilisés à l'importance et à la grande valeur de nos ressources minérales.

L'évolution des commissions géologiques en Afrique

C.A. Kogbe¹

Kogbe, C.A., L'évolution des commissions géologiques en Afrique; dans Les commissions géologiques nationales au XXI^e siècle, compilation de Bouchard, D.S. et al.; Commission géologique du Canada, Bulletin 446, p. 17-25, 1993

Résumé

Pour simplifier les choses, on peut diviser l'histoire des commissions géologiques d'Afrique en deux périodes: la période coloniale et la période postcoloniale.

Comme celles d'autres parties du globe, les commissions géologiques d'Afrique ont été établies pour effectuer la cartographie géologique de différents territoires.

On les a chargées d'étudier et d'évaluer les ressources minérales et de faire état des résultats de leurs travaux sur le terrain et en laboratoire dans des rapports et cartes géologiques. Ce principal objectif reste encore de nos jours la raison d'être de la plupart des commissions géologiques du continent.

À l'époque coloniale, les commissions géologiques avaient les moyens voulus pour la cartographie géologique sur le terrain et l'exploration minérale. Les expéditions sur le terrain étaient difficiles, mais on disposait des moyens nécessaires pour les mener à bien. Les roches, minéraux et fossiles ramassés lors des expéditions étaient par la suite analysés au siège de la commission géologique, en Afrique, ou étaient expédiés à d'autres laboratoires en Angleterre, en France, en Belgique ou au Portugal, pour y être analysés par des experts. Les commissions géologiques ont obtenu des résultats remarquables pendant les vingt à trente premières années de leur existence. Plus de la moitié du continent a été cartographié et le cadre géologique du continent a été défini. De nombreux gîtes minéraux ont été découverts et plus tard exploités par des compagnies minières européennes. Les commissions géologiques africaines avaient une très grande importance économique pour les puissances coloniales, qui ont toujours veillé à ce que ces commissions reçoivent un financement suffisant. Les résultats justifiaient certes les investissements.

Quand les pays d'Afrique ont obtenu leur indépendance, le rôle des commissions géologiques n'a pas changé, mais leurs budgets ont baissé. Le matériel vétuste n'a pas été remplacé. Les rares véhicules dont on disposait pour les expéditions sur le terrain laissaient fort à désirer. Malheureusement, les commissions géologiques sont devenues des institutions bureaucratiques, et cette situation déplorable est encore celle qui prévaut dans la plupart des pays d'Afrique, à de très rares exceptions comme l'Afrique du Sud, le Botswana et l'Égypte.

Pour continuer d'exister en tant qu'institutions nationales, les commissions géologiques d'Afrique doivent changer d'optique. Elles doivent cesser de se concentrer sur la production de cartes et

¹President, Geological Society of Africa, Rockview International, 1-5 rue, Gutenberg, 75015 Paris, France, and Editor-in-Chief of the Journal of Africa Earth Sciences

devenir des centres de mise en valeur des ressources minérales, qui, en plus des minéraux, doivent englober l'eau et les combustibles fossiles.

Pour s'acquitter de ce nouveau rôle, les commissions géologiques devront rechercher la coopération régionale afin de minimiser les dépenses et de maximiser les résultats. Il est impératif de disposer de laboratoires bien équipés et possédant le matériel d'analyse le plus moderne, une base de données informatisée et l'accès à des services de télédétection. La géologie a fait énormément de progrès au cours des dernières décennies. L'Afrique ne peut se permettre d'être à la traîne.

Abstract

The history of geological surveys in Africa can be conveniently subdivided into two periods: the colonial period and the post colonial period.

African geological surveys, like their counterpart in other parts of the world, were established to execute geological mapping of different territories.

They were charged with the investigation and evaluation of mineral resources. Geological reports and maps were produced to record the results of field and laboratory investigations. This major objective still constitutes the "raison d'être" of most of the surveys in the continent.

During the colonial period, the geological surveys were adequately equipped for carrying out geological field mapping and mineral exploration. Field conditions were difficult but facilities were provided to guarantee the success of field expeditions. The rocks, minerals and fossils collected during field campaigns were later analyzed at the Survey Headquarters in Africa or they were dispatched to "back-up" laboratories in England, France, Belgium, or Portugal for further study by experts. Remarkable results were attained by the surveys in the first two to three decades of their existence. Over 50% of the continent was mapped and the geological framework of the continent was defined. Many mineral deposits were found and later exploited by European mining companies. The geological surveys in Africa were of primary economic significance to the colonial masters and funding the Surveys adequately was a priority. The results definitely justified the investment.

With political independence, the surveys did not change their role but the level of funding declined. Old equipment was not replaced. Field vehicles were either inadequate or non existent. The surveys unfortunately became bureaucratic institutions and this sad situation is still prevalent in most African countries with the very rare exception of a few countries like South Africa, Botswana, and Egypt.

To continue to exist as national institutions, African geological surveys must change their outlook. They must evolve from the basic task of producing maps and become centres for mineral resources development. The mineral resources outlook must be broad-based and should include minerals, water and fossil fuels.

To achieve this new role, regional cooperation is necessary to minimize the financial out-lay and maximise the benefits. Well-equipped laboratories with up-to-date analytical equipment, computerised database and access to remote sensing facilities have become imperative. Geology has made tremendous progress in the last few decades. Africa cannot afford to be left behind.

INTRODUCTION

Je vais vous parler très brièvement de l'évolution des commissions géologiques en Afrique.

L'histoire de ces commissions peut facilement être divisée en deux périodes: la coloniale et la postcoloniale.

Les commissions géologiques d'Afrique, tout comme celles des autres régions du monde, ont été mises sur pied en vue de la cartographie géologique de différents territoires. Elles ont été chargées de faire des recherches sur les ressources minérales et d'évaluer ces ressources. Les résultats des travaux sur le terrain et en laboratoire ont fait l'objet de rapports et de cartes géologiques. Ce

grand objectif constitue toujours la raison d'être de la plupart des commissions géologiques du continent.

Au cours de la période coloniale, les commissions géologiques disposaient des ressources voulues pour la cartographie géologique sur le terrain et pour l'exploration. Les conditions de terrain étaient difficiles, mais les installations nécessaires étaient fournies pour assurer le succès des expéditions. Les roches, minéraux et fossiles prélevés pendant les campagnes étaient analysés ultérieurement à l'administration centrale des commissions géologiques africaines; ils pouvaient aussi être expédiés à des laboratoires «auxiliaires» en Angleterre, en France, en Belgique ou au Portugal où des experts procédaient à d'autres études. Au cours de leurs deux ou trois premières décennies d'existence, les commissions géologiques ont obtenu des résultats remarquables. Plus de 50 pour 100 du continent—la deuxième plus grande masse continentale de la planète—a été cartographié et le cadre géologique de l'Afrique a été défini. Les nombreux gîtes minéraux découverts ont été exploités par la suite par des sociétés minières d'Europe. Les commissions géologiques d'Afrique avaient une importance économique primordiale pour les métropoles et il était prioritaire de s'assurer que leur financement était adéquat. Les résultats ont assurément justifié l'investissement.

L'indépendance politique des colonies n'a pas entraîné un changement du rôle des commissions, mais le niveau de financement a diminué. Le vieil équipement n'a pas été remplacé et les véhicules de terrain sont devenus inadéquats ou inexistant. Les commissions se sont malheureusement transformées en institutions bureaucratiques et cette triste situation existe encore dans la plupart des pays d'Afrique.

Pour continuer d'exister en tant qu'institutions nationales, les commissions géologiques d'Afrique doivent changer d'optique. Elles doivent évoluer et dépasser leur fonction de base, qui est la production de cartes, pour devenir des centres de mise en valeur des ressources minérales. La perception de ces ressources doit être élargie de façon à inclure, en plus des minéraux, l'eau et les combustibles fossiles.

Pour que les commissions puissent assumer ce nouveau rôle, elles doivent pouvoir compter sur la collaboration régionale pour minimiser les dépenses et maximiser les résultats. Des laboratoires bien équipés, dotés d'appareils d'analyse modernes et de bases de données informatisées, de même que l'accès à des installations de télédétection sont devenus prioritaires. Au cours des dernières décennies, des progrès énormes ont été accomplis dans le domaine de la géologie et l'Afrique ne peut se permettre d'accuser du retard.

Dans ses grandes lignes, l'histoire des commissions géologiques d'Afrique ressemble à celle des commissions de la plupart des autres pays du monde, mais les détails de

leur développement et de leurs réalisations sont forts différents. L'emplacement géographique de chaque pays a joué un rôle déterminant dans le développement du secteur géoscientifique. Pendant la période coloniale, l'accent était surtout mis sur la cartographie géologique et l'échelle des cartes variait d'une région à l'autre. En termes généraux, on peut affirmer que les pays de l'est, du nord et du sud de l'Afrique ont été cartographiés avec plus de soin et à des échelles beaucoup plus grandes que les pays de l'ouest et du centre du continent africain.

Le Malawi, par exemple, est l'un des pays les mieux cartographiés du continent, sinon du monde. Il possède un ensemble complet de cartes géologiques à jour à l'échelle du 1/100 000, et le nombre des bulletins et rapports descriptifs correspond presque à celui des cartes. Par contre, on ne dispose pas de levés adéquats pour certaines portions du Nigeria, ni de cartes topographiques pour l'ensemble du pays. La présence de ressources minérales ayant une grande valeur économique a également constitué un important facteur de l'effort cartographique, comme il ressort des cartes détaillées à grande échelle des provinces minérales, notamment la zone de cuivre en Zambie et au Zimbabwe et la province d'étain du plateau Jos, au Nigeria.

LA PÉRIODE COLONIALE

Pendant la période coloniale, le potentiel minéral des différentes régions d'Afrique a été le facteur qui a le plus influé sur le développement du secteur géoscientifique. Ce phénomène n'est pas surprenant, étant donné que la plupart des pays ont été conquis et régis, au départ, par des sociétés minières ou commerciales qui s'intéressaient aux métaux précieux comme l'or et l'argent. En fait, la Zambie et le Zimbabwe ont été conquis puis gouvernés par la *British South Africa Company* de Cecil John Rhodes. Le développement de la plupart des pays de l'Afrique méridionale a également été grandement touché par l'exploitation minière, que ce soit sur le plan de l'exploitation elle-même, des routes de transport des minéraux ou de la main-d'oeuvre minière.

Dans la plupart des pays africains anglophones, les commissions géologiques ont évolué plus ou moins de la même façon. Elles constituaient des services à l'intérieur des ministères des Mines. Nous aborderons plus loin certaines structures organisationnelles.

Dans les anciennes colonies françaises de l'ouest et du centre de l'Afrique, les commissions ou services géologiques ont été régionalisés pendant la période coloniale. On trouve un bureau administratif à Dakar, au Sénégal, et un autre à Brazzaville, au Congo, qui s'occupent respectivement des territoires africains de l'ouest et du centre. Après avoir obtenu son indépendance, chaque pays a créé son propre service géologique, celui-ci relevant d'un directeur chargé d'administrer une direction des mines et de la géologie. Il

est important de souligner le lien entre la géologie et l'exploitation minière dans les anciennes colonies françaises. Cette dualité explique la présence des services géologiques à l'intérieur du Bureau des mines et de la géologie. La cartographie géologique représente le principal secteur d'activités et plusieurs groupes de terrain relevant de chefs de groupe ont été créés. Ces groupes ont par la suite été appuyés par du personnel administratif et de laboratoire. Dans les anciennes colonies britanniques, la structure est différente. Pendant et après la période coloniale, les commissions géologiques étaient sous la responsabilité d'un directeur relevant directement du ministre ou de l'administrateur en chef du ministère concerné.

La Commission géologique du Nigeria est l'une des plus anciennes des pays africains anglophones. Elle a été créée en 1911 par le ministère des Colonies une fois terminée la mission de la commission des levés minéralogiques. La commission géologique s'occupe principalement de cartographie géologique sur le terrain. En Afrique du Nord, l'histoire et la tradition des commissions géologiques sont plus anciennes qu'en Afrique occidentale, centrale et orientale. La commission égyptienne est la plus ancienne et la plus réputée. Elle a été créée en 1896 par H.G. Lyons et, dès le départ, son personnel a été composé d'hommes très compétents ayant publié des mémoires qui font encore partie des archives géologiques les meilleures et les plus authentiques sur cette portion du continent. L'organisme, qui est maintenant connu sous le nom de Commission géologique et autorité minière d'Égypte, est responsable de la cartographie géologique et de l'exploration des minéraux. Elle détient des actions directes dans les opérations minières et elle est représentée au sein des conseils d'administration de plusieurs sociétés minières.

La Commission géologique du Maroc a été fondée en 1912. En 1945, elle a été subdivisée en trois sections s'occupant respectivement des recherches sur les ressources minérales, de la cartographie géologique et des recherches hydrogéologiques. En 1960, elle est devenue une division de la Direction générale des mines et de la géologie. En 1978, elle devenait elle-même une direction générale autonome, son directeur s'occupant de la gestion des activités suivantes:

- la cartographie géologique et les recherches connexes à l'intérieur des terres et au large,
- les recherches géologiques et structurales de subsurface et
- la préparation d'inventaires des ressources minérales et de publications géoscientifiques.

LA PÉRIODE POSTCOLONIALE

À quelques exceptions près, les commissions géologiques d'Afrique ont subi une diminution radicale de leurs activités depuis l'indépendance des colonies.

Cette diminution est étroitement associée à l'importance réduite du rôle des commissions géologiques. Au cours de la période postcoloniale, les conflits armés dans de nombreuses régions d'Afrique ont également empêché la mise en oeuvre de projets de cartographie sur le terrain. En général, cette situation s'applique à l'ensemble du continent, mais plus particulièrement aux pays suivants: Ouganda, Angola, Mozambique, Nigeria, Mauritanie, Rwanda, Éthiopie, Somalie, Sierra Leone, Libéria, Tchad et Zimbabwe. Parmi les autres facteurs contribuant à la diminution des activités des commissions géologiques, mentionnons:

- un budget limité (pour les programmes sur le terrain),
- l'absence d'installations modernes pour les travaux sur le terrain et pour les analyses et
- des problèmes de main-d'oeuvre : nombre insuffisant de géoscientifiques et de personnel technique.

Cette tendance négative présente toutefois des exceptions notables. Les commissions géologiques de l'Égypte, du Maroc, du Botswana et de la République du Sud possèdent des laboratoires et des bibliothèques fort impressionnants selon les normes internationales, mais elles éprouvent elles aussi certains problèmes de main-d'oeuvre en raison des salaires peu élevés et de la concurrence livrée par les sociétés minières qui offrent de meilleures perspectives d'emploi au personnel expérimenté que l'on trouve habituellement au sein des commissions géologiques.

Ce déclin des commissions géologiques, particulièrement dans les pays subsahariens, ne peut être arrêté et renversé que par une sensibilisation renouvelée des gouvernements à l'importance de ces organismes dans le développement national. L'atteinte de cet objectif est une responsabilité qui relève principalement de la communauté géoscientifique. Les priorités doivent être redéfinies et il faut porter une plus grande attention aux aspects des sciences de la Terre qui ont été virtuellement négligés jusqu'ici. Ces aspects incluraient les ressources hydriques, la géologie de l'environnement et la mise en valeur des minéraux non métalliques ou industriels. Il est également important de souligner l'absolue nécessité d'une collaboration régionale dans le secteur géoscientifique.

LES REGROUPEMENTS RÉGIONAUX

En Afrique, l'histoire de la collaboration économique régionale remonte aux années précédant de peu l'indépendance des colonies. Les premières unions économiques ont été modelées sur les unions douanières et les marchés communs des pays d'Europe. Ces premières tentatives ont été éphémères en raison du climat politique instable qui régnait sur presque tout le continent après l'indépendance.

Il y a environ dix ans, la Commission économique pour l'Afrique, reconnaissant qu'il devenait urgent de compter sur la collaboration régionale si l'Afrique voulait exploiter ses ressources minérales dans les plus brefs délais, a entrepris de mettre sur pied deux centres régionaux de mise en valeur des ressources minérales, un à Dodoma, en Tanzanie, et l'autre à Brazzaville, au Congo. Les deux institutions n'ont pas réussi, en pratique, à atteindre les buts visés pour les raisons suivantes:

- un intérêt et un appui financier insuffisants de la part des États de la région;
- l'absence d'un appui financier adéquat de la part de la Commission économique pour l'Afrique;
- des problèmes de main-d'oeuvre; et
- le mauvais emplacement géographique des institutions (particulièrement celui de Dodoma, en Tanzanie).

Le fait que les commissions géologiques de la plupart des pays d'Afrique se soient si peu développées depuis l'indépendance des colonies dans les années 1960 traduit le besoin d'une approche beaucoup plus réaliste de la mise en valeur des ressources minérales. Cette approche doit faire appel à une valorisation et à une exploitation systématiques régionales à l'intérieur d'un cadre de programmes économiques multinationaux. Une telle façon de procéder aurait comme avantage supplémentaire de renforcer le développement économique intra-africain.

L'ASSOCIATION DES SERVICES GÉOLOGIQUES AFRICAINS

L'Association des services géologiques africains (ASGA) est l'une des mesures audacieuses prise pour promouvoir la communication et la collaboration entre les différentes commissions géologiques nationales du continent. Les deux principaux objectifs de l'ASGA sont:

- promouvoir la coordination des cartes géologiques à une échelle internationale;
- faire en sorte que l'information géoscientifique reliée au continent africain circule de façon régulière.

L'ASGA est affiliée à la Commission de la carte géologique du monde. Ses activités n'ont jamais été aussi peu nombreuses que maintenant, malgré les réalisations initiales. Cette situation peut être attribuée au fait que le motif ayant présidé à la création de l'Association vient de l'extérieur du continent. La leçon à tirer est la suivante: les pays d'Afrique doivent être prêts à susciter et à instaurer la collaboration régionale et internationale voulue pour promouvoir le développement du secteur géoscientifique à l'intérieur du continent. L'Afrique doit être consciente de ses responsabilités.

On trouve sur le continent africain 45 commissions géologiques qui, du nord au sud, peuvent être subdivisées en trois catégories:

- les grosses commissions, comme celles de l'Égypte, du Nigeria et de l'Afrique du Sud, qui comptent entre 100 et 500 géoscientifiques;
- les commissions de taille moyenne, comme celles du Maroc, du Ghana et du Kenya, qui emploient entre 50 et 100 géoscientifiques environ;
- les petites commissions, comme celles du Togo et du Swaziland, avec trois ou quatre géoscientifiques.

Pour ces commissions géologiques nationales, une façon de s'en sortir serait de collaborer entre elles; les commissions de taille moyenne pourraient être renforcées financièrement et techniquement de façon à devenir des centres de commissions géologiques sous-régionales où les géologues des petites commissions pourraient avoir accès à une bibliothèque et à des installations techniques adéquates. Les commissions sous-régionales devraient être dotées de laboratoires appropriés, de bibliothèques bien pourvues, d'un soutien de haut niveau, de personnel scientifique et technique et d'installations de terrain convenables. Elles devraient elles-mêmes être reliées aux centres régionaux de mise en valeur des ressources minérales, dont l'un à Pretoria, par exemple, pour l'Afrique méridionale, un autre à Lagos pour le centre ouest de l'Afrique et un autre au Caire pour l'Afrique du Nord. Je crois que la collaboration internationale serait plus facile si la communauté internationale pouvait être reliée aux centres régionaux des ressources minérales d'Afrique, car ses effets pourraient se faire sentir du haut en bas de l'échelle.

Les commissions géologiques de l'Amérique latine: perspectives régionales

C.O. Berbert¹

Berbert, C.O., Les commissions géologiques de l'Amérique latine: perspectives régionales; dans Les commissions géologiques nationales au XXI^e siècle, compilation de Bouchard, D.S. et al.; Commission géologique du Canada, Bulletin 446, p. 17-25, 1993

Résumé

Les organisations latino-américaines qui jouent le rôle de commission géologique ont, dans chaque pays, des structures très différentes étant parvenues à divers stades d'évolution, des plus simples aux plus développés. Dans quelques-uns de ces pays, il n'existe pas une organisation bien définie, mais il y a des groupes de géologues, généralement liés à des universités, qui exécutent des travaux géoscientifiques, y compris des levés géologiques, presque toujours à petite échelle. Dans d'autres pays, les activités en géologie sont réalisées dans une seule institution, qui s'occupe aussi bien d'inspection minière, de réglementation que de statistiques minières, à la manière d'une commission géologique ou d'un bureau des mines, comme par exemple le SERNAGEOMIN du Chili. La plupart de ces institutions sont des organismes publics liés à des ministères des mines et de l'énergie, des travaux publics et des communications, de l'infrastructure et d'autres semblables. Au Brésil, les activités de la commission géologique sont exécutées par une compagnie, caractérisée par un grand développement technologique dans le traitement des données géoscientifiques.

La géologie de l'environnement est une préoccupation de presque toutes les commissions géologiques et est en train de devenir, chez chacune d'elles, une priorité pour l'avenir, spécialement en ce qui concerne les risques géologiques, la pollution causée par l'exploitation minière, la pollution des eaux et l'expansion urbaine. Dans les pays avec une forte exploitation minière les activités les plus importantes sont liées à des études détaillées des provinces minières et ont pour but d'augmenter les réserves ou de découvrir des nouveaux gîtes, comme au Mexique, au Chili et au Pérou. Dans ces pays, les levés géologiques détaillés sur de vastes régions (employant ou non la géochimie et la géophysique) sont limités. Le Brésil est une exception et développe, depuis 1985, un programme de levés géologiques régionaux, à l'échelle de 1/250 000 et 1/100 000, devant s'étendre sur une période de quinze ans.

Toutes les organisations de la région considèrent que la coopération technico-scientifique internationale est d'une grande importance pour le développement des sciences de la Terre et principalement les plus grands pays de la région soutiennent des accords avec des institutions de l'Europe (France, Angleterre, Allemagne, Italie, Belgique), de l'Amérique du Nord (États-Unis, Canada) et de l'Asie (Japon). Au cours des dernières années, il y a eu un accroissement de la coopération avec la Chine, le Maroc, l'Angola et le Mozambique.

¹President of the Board of Directors, Geological Services of Latin America & the Caribbean, Av. Pasteur 404 Urca, Rio de Janeiro (RJ), Brazil

Abstract

The Latin American organizations which perform the role of geological surveys have each, according to their own country, a considerably different structure and are in variable stages of development, ranging from an incipient stage to a mature one. In some of these countries, no organization built along clearly defined lines can be found, but instead only groups of geologists belonging to universities perform geoscientific work comprising geological surveys usually in small scale. In other countries of the region, all geological activities are carried out by the same department that may also conduct mining inspection, regulation and statistics, just as the Geological Survey and the Bureau of Mines do. In this case, an example is SERNAGEOMIN in Chile. Most of the institutions in the region are really government agencies connected to a Ministry of Mines and Energy, Public Works and Communications, Infra-Structure or some other denomination. In Brazil, the activities of geological survey are performed by a company that is distinguished by its high technological development in the geoprocessing field.

Almost all geological surveys are very much concerned with environmental geology and it is considered by all of them as a priority for the future, especially as regards geological hazards, mining pollution, water pollution and urban expansion. In countries displaying major mining exploitation, the principal activities are connected with detailed studies on mining provinces, in order to increase the discovery of new deposits, such as Mexico, Chile and Peru. In these countries, intense geological surveys over a vast region (either employing geochemistry and geophysics or not) are limited. Brazil is an exception on account of a Regional Geological Mapping Program that has been in progress since 1985 in the 1:250,000 and also the 1:100,000 scale. This plan was made for 15 years.

All the agencies of the region believe that international technical scientific cooperation is of the utmost importance toward the development of the geosciences. As a result, mainly the larger countries of the region maintain a reciprocal exchange with institutions in Europe (France, England, Germany, Italy, Belgium), in North America (U.S., Canada) and in Asia (Japan). There has been an increase in the cooperation with China, Morocco, Angola and Mozambique in the last few years.

J'aimerais féliciter les organisateurs de cette conférence qui nous a donné l'occasion de partager nos connaissances avec nos collègues d'autres commissions et de réfléchir sur nos rôles dans le développement de l'humanité. En préparant mon exposé, j'ai eu l'impression d'être dans la tour de Babel, cette tour de la Bible où tout le monde parle une langue différente. J'ai reçu des commissions géologiques de l'Amérique latine et des Caraïbes des documents en anglais, en français et en espagnol, plus quelques-uns en hollandais. Aucune de ces langues n'est ma langue maternelle. Au Brésil, nous parlons le portugais. Au cours des derniers jours, vous avez entendu différentes prononciations de l'anglais. Il y a eu l'anglais prononcé à l'allemande, à la française et à la chinoise, sans compter l'anglais d'Australie. Aujourd'hui, je vous donnerai l'occasion d'entendre parler anglais à la brésilienne!

L'Amérique latine et les Caraïbes comptent plus de 30 pays dont les cultures, les coutumes et les idéologies sont différentes. La superficie totale de ces pays est supérieure à 30 millions de kilomètres carrés. Les institutions géologiques sont structurées différemment et en sont à diverses étapes de développement. Certaines, très jeunes, sont constituées de groupes de géologues universitaires se livrant à des études géoscientifiques. D'autres ont atteint un stade de développement assez avancé et comptent quelques centaines de géologues.

C'est le cas de la commission brésilienne, qui emploie presque 400 géologues. Certaines institutions sont relativement vieilles et ont connu de nombreux remaniements au cours de leur existence. Elles évoluent encore aujourd'hui en raison des changements politiques, des nouveaux défis posés par les pressions exercées sur l'environnemental et des besoins sociaux.

Les commissions géologiques de l'Amérique latine peuvent être structurées sous forme de services ou d'organisations équivalentes relevant d'une direction générale ou d'une commission, laquelle s'occupe également d'autres services ou organisations dont les responsabilités incluent la surveillance de l'exploitation minière, la réglementation, les minéraux économiques et les statistiques. L'exploitation minière est normalement en tête de liste des priorités; les activités géologiques deviennent alors secondaires ou restreintes aux régions minières, et les budgets qui leur sont consacrés sont moins importants. La plus grande partie des commissions géologiques de l'Amérique latine et des Caraïbes sont de ce type, notamment celles du Chili, de l'Équateur, du Guyana, du Mexique, du Paraguay, du Pérou, du Salvador, du Venezuela et de l'Uruguay.

On trouve un autre type d'institutions qui sont indépendantes mais qui jouent le rôle de commissions géologiques nationales. Dans ce cas, le bureau des mines

et la commission géologique relèvent habituellement du même ministère: Mines et Énergie, Travaux publics et Communications, Infrastructure, de l'Intérieur, etc.

La commission géologique du Brésil est un exemple de cette dernière forme d'organisation. Il y a encore deux ans, le Service national de la production des minéraux était chargé de la surveillance de l'exploitation minière, de la réglementation, des autorisations et des concessions relatives aux activités d'exploration et d'exploitation, de l'économie minière, des minéraux et des statistiques, de même que des services géologiques. La cartographie géologique était effectuée sous contrat par un organisme parapublic, la Compagnie de recherche sur les ressources minérales (dont le sigle est CPRM en portugais), qui effectuait aussi la prospection et l'exploration des minéraux et dont les budgets venaient du ministère des Mines et de l'Énergie. En janvier 1991, la CPRM s'est chargée de toutes les activités et responsabilités de la commission géologique du Brésil, tandis que le Service national de la production des minéraux a continué de jouer le rôle d'un bureau des mines. Cette situation est restée la même jusqu'à ce qu'une réforme récente des ministères brésiliens entraîne la division du ministère de l'Infrastructure en deux ministères, celui des Transports et des Communications et celui des Mines et de l'Énergie.

Le nouveau ministère des Mines et de l'Énergie comprend deux secrétariats différents, celui des mines et de la métallurgie et celui de l'énergie. La CPRM relève de ce ministère par le biais du Secrétariat des mines et de la métallurgie. Ses activités sont approuvées et surveillées par un conseil d'administration auquel est subordonné le directeur exécutif. La CPRM compte deux directeurs techniques, un directeur administratif, deux chefs et huit bureaux régionaux (directions régionales).

La CPRM remplit quatre fonctions principales, soit la dotation des bureaux régionaux situés dans la capitale des principaux États brésiliens, la conduite de levés géologiques et hydrologiques de base, la prospection des minéraux et la mise en oeuvre de projets spéciaux portant notamment sur la protection de l'environnement et le traitement des données. Elle poursuit également des activités à l'étranger aux termes de contrats commerciaux ou d'ententes de collaboration scientifique.

La Direction générale de la géologie et des ressources hydrologiques est chargée de la cartographie géologique du pays, des ressources hydriques nationales et de la bonne marche de la CPRM.

La Direction générale de la recherche de minéraux est responsable de la prospection des minéraux; elle met également en oeuvre des projets spéciaux, particulièrement des sondages, et se livre à des activités dans d'autres pays.

Cette forme de structure a connu du succès. Au cours des 22 dernières années, la CPRM a découvert certains des

plus gros gîtes minéraux du Brésil et elle a transféré les droits miniers au secteur privé. Des gîtes renfermant des minéraux comme l'étain (la plus grosse mine d'étain du monde), le phosphate, le cuivre, le nickel, etc., ont été découverts. Les commissions géologiques de la Bolivie, du Cuba et de la Colombie se livrent à des activités similaires.

Toutes les institutions ayant répondu au questionnaire que je leur ai fait parvenir ont reconnu que l'objectif immédiat de leur commission géologique était de s'occuper des priorités sociales. Toutes sont engagées dans des projets touchant l'environnement et l'hydrogéologie; la cartographie géologique constitue également pour elles un moyen de connaître le potentiel du sol et du sous-sol pour ce qui est de l'agriculture, des matières premières et de l'exploitation minière en général. Dans les pays de la côte du Pacifique, la découverte de nouveaux gîtes de métaux est plus importante.

La structuration des cartes géologiques, hydrologiques et géophysiques nationales soulève des préoccupations. Le traitement des données n'est pas avancé, sauf au Brésil où la CPRM veille au maintien d'un vaste système d'information géographique comprenant de nombreuses banques de données que le public peut consulter gratuitement. En Amérique latine, les principales priorités sont donc les cartes nationales, la géologie de base, la géochimie, la géophysique ainsi que la prospection et l'exploration des minéraux. Dans certains pays comme le Brésil, l'hydrogéologie est importante; dans d'autres, l'accent est mis sur la géologie de l'environnement, mais personne ne sait vraiment par où commencer dans ce domaine. D'autres activités comprennent la métallurgie et la géologie appliquée. Certaines commissions géologiques comme celle du Guyana font de l'exploitation minière et la mise en marché des minéraux.

Dans quelques pays, les institutions géologiques et minières exploitent des laboratoires de chimie et de métallurgie leur permettant de se livrer à des activités minières. Ailleurs, les laboratoires sont mal équipés et les analyses et les études poussées doivent être effectuées à l'extérieur.

La collaboration technique entre les commissions géologiques de l'Amérique latine et celles d'autres pays existe depuis longtemps. Toutefois, elle est habituellement à sens unique: nous bénéficions de la collaboration des pays industrialisés, mais nous ne leur apportons pas, en fait, notre propre expérience. Les principaux pays ayant établi une tradition de collaboration avec l'Amérique latine et les Caraïbes sont les États-Unis, le Canada, le Japon, le Royaume-Uni, la France et l'Allemagne. Il y a aussi l'Espagne, l'Italie, la Belgique, la Suède, l'Afrique du Sud et, plus récemment, la Chine, le Maroc et d'autres pays d'Afrique. Nous collaborons peu entre nous. Nous avons beaucoup d'expérience à partager mais nous ne le faisons pas. Il est nettement plus facile

de collaborer et de communiquer avec d'autres pays de l'hémisphère Nord que de nous entraider. Je suppose que c'est une question de culture.

La collaboration avec les autres pays inclut la formation à l'étranger, des dons en espèces et l'exécution conjointe de projets, principalement dans le domaine de la cartographie géologique.

Afin d'analyser le futur, j'aimerais mentionner quelques problèmes. La principale difficulté des commissions géologiques de tous les pays, et non seulement de celles de l'Amérique latine, a trait aux communications avec les politiciens et la société dans son ensemble. Les géologues savent comment s'adresser à leurs homologues, à leurs collègues et aux groupes qui les entourent, mais ils n'arrivent pas à communiquer avec la société ni avec les politiciens. Cette préoccupation a été soulevée deux ou trois fois au cours de cette conférence. Une communication inadéquate entraîne une discontinuité dans les programmes. Cela se traduit par des ressources financières insuffisantes pour les programmes et ceux-ci ne peuvent être poursuivis. Donc, à défaut de communications adéquates, la société n'apporte pas son appui.

Pour régler ce problème, il faut intégrer les programmes et collaborer avec d'autres institutions et organismes; il faut aussi former les diplômés universitaires au sein de nos commissions grâce à des programmes menés en collaboration avec des organismes scientifiques et des institutions d'enseignement.

En Amérique latine et ailleurs dans le monde, il existe de nombreuses façons de changer notre situation, de nous faire reconnaître par la société et par les politiciens. L'exploitation minière continuera d'être une priorité en Amérique latine. L'Amazonie est une immense région dont la cartographie géologique est inadéquate. Cette région couvre plus de 7 millions de kilomètres carrés —

l'équivalent de l'Australie—et nous ne la connaissons pas du tout. Elle s'étend dans beaucoup de pays d'Amérique du Sud. Sa superficie équivaut à 46 fois celle de l'Angleterre ou à plusieurs fois celle de l'Europe. Nous devons faire des recherches et dresser des cartes et nous devons connaître le potentiel minéral de cette région. La tâche n'est pas facile. L'Amazonie est presque entièrement couverte de jungles ou de futaies. De nombreuses régions propices à l'exploitation de l'or y sont découvertes.

L'exploitation minière ne peut toutefois pas être la seule priorité de nos commissions géologiques. Je crois que nous devons nous orienter vers les minéraux. Nous devons démontrer à la société que l'agriculture est tributaire des minéraux et que les matériaux de construction sont importants. Nous devons nous tourner vers l'extérieur et reconnaître que la société joue un rôle de premier plan. Autrement, je crois que, d'ici dix ans, nous les géologues serons une race éteinte. Je suis pas mal certain de ce que j'avance. Nous devons nous assurer de travailler ensemble dans le domaine des questions environnementales.

Je crois que la situation des commissions géologiques de l'Amérique latine et, d'après ce que j'ai entendu ici, des autres pays du monde, est peu réjouissante. Nous pouvons changer cette situation si nous réfléchissons sur notre rôle dans la société.

J'aimerais féliciter la Commission géologique du Canada en mon propre nom, au nom de la CPRM et au nom de tous les directeurs et présidents des commissions géologiques de l'Amérique latine et des Caraïbes pour son 150^e anniversaire de fondation. Je suis très fier d'être ici pour souligner cet événement avec les gens de la commission canadienne. C'est un honneur pour moi d'avoir été invité à cette conférence.

Discussion: Perspectives régionales

Intervenant non identifié: La diminution de l'appui financier et la pénurie de fonds auxquelles tous les pays semblent faire face ont constitué un thème commun à de nombreux exposés. Quelle est la situation, en Chine, quant au financement du programme géologique?

Zhu Xun: En Chine, l'appui financier des activités géologiques vient du gouvernement. Chaque année, 4 milliards de renminbis sont investis dans le secteur géologique mais notre ministère, celui de la Géologie et des Ressources minérales, ne reçoit que la moitié de cette somme, soit 2 milliards de renminbis.

A. Darnley: La Chine a accompli des progrès vraiment remarquables dans la cartographie géochimique systématique. Ainsi, au cours des dix dernières années, le territoire cartographié est passé de moins de 5 pour 100 à 50 pour 100. Où que j'aille, je suis toujours fier de citer ce résultat comme exemple de ce qui peut être fait à l'aide d'une méthode aussi énergique. Quant à ce qui a été dit à propos de l'Afrique, le Projet international de cartographie géochimique vise, par la création de groupes régionaux, à encourager les commissions géologiques nationales à travailler ensemble. On envisage la tenue d'ateliers de formation qui permettraient de développer le savoir-faire local et de s'attaquer aux problèmes entourant les aspects tant économiques qu'environnementaux des sciences de la Terre.

P.J. Cook: Je suis content que Cornelius Kogbe ait mis autant en évidence le volet environnemental des géosciences, car au cours des deux dernières années, j'ai constaté que les organismes de développement étaient

prêts à accroître nettement leurs efforts touchant les aspects géoscientifiques de l'environnement. La création de centres géologiques régionaux suggérée par monsieur Kogbe est une très bonne idée. Le problème, c'est qu'il est généralement beaucoup plus facile d'obtenir de l'aide sur une base bilatérale. Lorsqu'on a affaire à une structure multilatérale, les difficultés sont plus nombreuses, ce qui soulève un véritable problème pratique pour de nombreux pays. En outre, les pressions doivent venir des pays eux-mêmes. Cela ne nous apporte rien de penser que nous devrions offrir une aide géologique au Zimbabwe, par exemple. C'est le Zimbabwe qui doit faire des démarches auprès des organismes de développement et ceux-ci seraient heureux de réagir à sa demande.

G.O. Kesse: Je suis d'accord avec monsieur Kogbe quant à cette faiblesse, mais qui se chargera des mesures à prendre?

C.A. Kogbe: Le temps est venu pour les gouvernements africains de mettre en oeuvre des projets qui sont dans leur propre intérêt. Un de ces projets est de fournir à nos politiciens les renseignements nécessaires et de leur expliquer la logique de notre raisonnement. Ils pourront ensuite constater que la mise sur pied d'institutions régionales est dans l'intérêt de leur propre pays et de la région. Ils devront fournir des capitaux de lancement et créer des institutions, celles-ci pouvant être structurées autour des commissions géologiques existantes. Par exemple, les commissions de l'Égypte, de Pretoria ou de Lagos pourraient former le noyau de certains de ces centres régionaux.

SYNTHÈSE DES ORATEURS

Thème I: Les commissions géologiques en transition

J.O. Carlsson et G.O. Kesse

Thème II: L'exploitation des ressources et la protection de l'environnement: un argument en faveur de la mise sur pied d'une association de commissions géologiques

B.J. Skinner

Thème III: Des ressources pour la société

J. McOuat

Thème IV: Les nouveaux horizons et les nouvelles techniques géoscientifiques de pointe

V. Sattran

Thème V: La communication, la coopération et la collaboration internationales

D. Ross

Les commissions géologiques en transition - première partie

J.O. Carlsson¹

De toute évidence, nous sommes arrivés à une époque où les commissions géologiques doivent s'adapter à des situations qui sont nouvelles à de nombreux points de vue. Nous sommes dans une période de transition où il ne s'agit pas seulement d'affirmer, par exemple, que les problèmes environnementaux jouent un rôle plus important dans la société et que nous devons nous adapter à ce phénomène. Les questions touchant les problèmes environnementaux, l'utilisation des terres, les réserves et les risques, l'aménagement durable des ressources naturelles, l'approvisionnement en eau souterraine, etc., font naître de nouveaux défis. De plus, les gouvernements changent d'attitude: plutôt que de simplement nous attribuer des fonds et nous laisser régler les questions stratégiques sur ce qui devrait être fait, dans quel but, à quel niveau, à quel coût et en combien de temps, les gouvernements ont commencé à déterminer des cibles, tant quantitatives que qualitatives. Et ils veulent que nos organismes soient évalués d'après les cibles qu'ils ont fixées, non d'après celles que nous avons fixées. Les gouvernements nous demandent de générer nos propres fonds, etc.

Je regrette que, lors d'une conférence portant sur les commissions géologiques au XXI^e siècle, nous n'ayons pu consacrer davantage de temps à ces questions fondamentales, à la façon d'aborder les nouvelles exigences et demandes imposées aux commissions géologiques. Peter Cook a décrit la façon dont la *British Geological Survey* (BGS) s'adapte à ces nouvelles demandes et exigences. Cette adaptation est un processus continu. Peter fait preuve d'ouverture d'esprit face aux nouvelles situations. Il soulève des questions difficiles. Pour certains, il utilise peut-être des mots qui ne seraient pas tolérés dans les églises, mais il pose, en fait, des questions auxquelles nous devons tous répondre parce que nos objectifs sont fixés par la société et non par nous.

Lors de son exposé qu'il n'a pas eu le temps de nous présenter au complet hier, Peter Cook a indiqué que, de

l'avis de la BGS, l'application d'une méthode pratique ne nuit pas à la science mais peut en fait la mettre en valeur. En outre, un grand nombre des principes de base de la BGS ont été remis en question par des gens de l'extérieur de la commission, et il n'est plus possible d'affirmer que cette dernière est la mieux placée pour déterminer ce qu'elle devrait faire. Le client est maintenant l'arbitre de ce qui est exigé d'une commission et celle-ci doit s'adapter ou périr. La BGS pourrait connaître un recul si elle n'effectuait plus de contrats de recherche scientifique, principalement parce qu'il est peu probable que le gouvernement, quel que soit le parti au pouvoir, fournisse les fonds publics nécessaires pour combler les pertes de revenus venant du secteur privé. Il faut également reconnaître que les contrats de recherche scientifique ont entraîné l'adoption de méthodes pratiques et la nécessité d'une assurance et d'un contrôle de la qualité. Aujourd'hui, la qualité se mesure du point de vue du client, non de celui du producteur. La coupure des liens solides qui se sont développés entre les clients et la BGS entraînera une perte et rendra éventuellement la recherche moins pertinente. Je vous recommande vivement de lire le texte complet de l'exposé de monsieur Cook. Les termes qui y sont utilisés auront un effet sur les commissions géologiques au XXI^e siècle.

Ray Price a souligné qu'il fallait adapter l'information géoscientifique dont disposent les commissions géologiques aux besoins de la société. Cela signifie que ce n'est pas seulement l'information fournie qui doit répondre aux besoins du clients, mais aussi le genre de renseignements et tous les extrants. Cela suppose en outre que nos activités de base doivent être adaptées aux exigences du client.

Il serait peut-être utile de faire la distinction entre les activités axées sur le client et celles axées sur l'offre. Lorsqu'une organisation axe ses activités sur les besoins de ses clients, les problèmes de ces derniers constituent le point de départ et ils peuvent être réglés par la production

¹Director General, Geological Survey of Sweden, Box 670, S-751 28 Uppsala, Sweden

d'un ensemble d'extrants. Ceux-ci exigent que certains renseignements géologiques particuliers soient disponibles. C'est ce qui détermine les opérations ou les activités de base qui devraient être entreprises par la commission géologique. En dernier ressort, c'est aussi ce qui détermine quelles compétences doivent être disponibles et la façon dont elles doivent être structurées.

Dans une organisation dont les activités sont axées sur l'offre, le personnel en place est l'élément déterminant—et limitatif— des activités de base pouvant être entreprises, des renseignements géologiques qui seront disponibles, des extrants qui seront produits et, enfin, des problèmes qui seront réglés. Ici, le client est censé s'adapter à ce que l'organisation veut produire.

Parmi les autres questions importantes qui ont été abordées, mentionnons l'équilibre entre les programmes

de base et les activités commandées. La géophysique, la géochimie et la géochronologie présentent un potentiel de plus en plus grand et l'on observe un besoin grandissant de compétences en physique et en chimie. De plus, un besoin se fait sentir sur le plan des activités de recherche-développement visant à étayer le développement continu des compétences. Monsieur Johan, de France, a présenté un intéressant modèle d'interaction entre une organisation géologique et un réseau universitaire.

Enfin, sur le plan de l'importance des bases de données intégrées et interactives, Dallas Peck a demandé que nous abolissions les murs entre les différentes disciplines des sciences de la Terre. Mentionnons également le grand défi que nous devons relever pour rendre la géologie visible.

Les commissions géologiques en transition - deuxième partie

G. Kesse¹

J'aimerais d'abord unir ma voix à celle de tous les conférenciers qui ont remercié la Commission géologique du Canada (CGC) de les avoir invités à participer aux célébrations de son 150^e anniversaire de fondation et à cette très importante Conférence internationale des commissions géologiques. Je souhaite à la CGC tout le succès possible pour les années à venir.

Hier, nous avons eu le privilège d'entendre parler des commissions géologiques des États et provinces de trois pays, soit l'Australie, le Canada et les États-Unis d'Amérique.

En Australie, les commissions géologiques des États ont été créées bien avant tout organisme géoscientifique national. Par exemple, la commission de Victoria a été créée en 1852, celle du Queensland, en 1868, celle de la Nouvelle-Galles du Sud, en 1875, celle de l'Australie-Méridionale, en 1882, celle de la Tasmanie, en 1883, et celle de l'Australie-Occidentale, en 1888. Bien que la fédération des colonies ayant formé le Commonwealth d'Australie remonte à 1901, le *Commonwealth Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics* (BMR) n'a été créé qu'en 1946. Depuis, il fonctionne essentiellement comme une commission géologique nationale. La commission géologique du Territoire du Nord a été créée en 1978.

Avant 1946, c'est-à-dire avant la création du BMR, les droits minéraux appartenaient aux États, aux termes de la Constitution australienne. Les levés géologiques étaient donc considérés comme une responsabilité des États plutôt que du Commonwealth. En 1946, au lendemain de la Deuxième Guerre mondiale, on a ressenti le besoin de mettre sur pied un organisme national qui faciliterait la cartographie géologique du continent et qui conseillerait le gouvernement du Commonwealth sur les questions touchant les ressources terrestres, d'où la création du BMR. L'autre organisme fédéral assumant des responsabilités dans le domaine des géosciences est la *Commonwealth Scientific and Industrial Research*

Organization (CSIRO), qui a commencé à faire des recherches sur les minéraux en 1926.

Le rôle premier des commissions géologiques des États et territoires est de rassembler des données sur la géologie de leur État ou territoire, d'interpréter ces données, de transmettre les résultats au gouvernement, à l'industrie et au grand public et de donner des conseils sur les questions touchant l'environnement, l'utilisation des terres et les ressources. Les commissions consacrent le gros de leurs efforts à la cartographie géologique, mais elles font également des recherches détaillées dans des domaines comme la géologie structurale, la pétrologie, le régolite, la géologie de l'environnement, la géochronologie, la constitution des bases de données, etc.

Pour sa part, le BMR agit comme conseiller auprès du gouvernement, de l'industrie et du grand public sur des sujets d'intérêt national touchant la géologie du continent, l'environnement et l'utilisation des terres, de même que les ressources et leur exploitation. Le BMR est également responsable de travaux géoscientifiques dans le territoire antarctique australien et divers territoires insulaires. Il assume aussi un rôle plus important que les commissions géologiques dans la géologie extracôtière. Toutefois, l'administration courante des ressources minérales et pétrolières extracôtières a été déléguée par le biais de la réglementation au gouvernement de l'État ou du territoire concerné.

La recherche menée par le BMR est orientée sur le terrain et la cartographie est effectuée en étroite collaboration avec les commissions géologiques des États prenant part à l'accord national de cartographie géoscientifique, qui est coordonné lors de la conférence annuelle des géologues en chef des administrations. Aux termes de cet accord, le BMR et les commissions géologiques des États mettent en oeuvre un programme visant la production d'une nouvelle génération de cartes géoscientifiques du continent. Le BMR effectue également des recherches approfondies dans les domaines dont s'occupent les

¹Director, Geological Survey of Ghana, P.O. Box M 80, Accra, Ghana

commissions géologiques mais se concentre sur les secteurs d'importance nationale. Il est chargé de l'acquisition et du traitement d'une grande quantité de données géophysiques, ces données étant surtout recueillies par le biais de levés géophysiques aéroportés et de levés sismiques. Il est en outre le principal organisme responsable de la surveillance sismique et géomagnétique dans toute l'Australie.

Les principales recherches géoscientifiques de la CSIRO sont menées par quatre divisions chargées respectivement des géosciences de l'exploration, de la géomécanique, des ressources hydriques et des sols.

De l'avis des industries minières et pétrolières, la cartographie et la manipulation des données géoscientifiques sont les plus importantes fonctions du BMR et des commissions géologiques des États. Toutefois, depuis peu, le manque de ressources adéquates a des répercussions sur le niveau de service offert, particulièrement en cartographie. Si les fonds consacrés à la cartographie continuent d'être insuffisants, il est probable que cela aura des effets néfastes à long terme sur l'exploitation minière, qui est la principale industrie du pays, de même que sur la gestion de l'environnement et la planification de l'utilisation des terres.

Contrairement à ce qui s'est passé en Australie, les commissions géologiques des provinces et territoires du Canada ont été créées après la commission nationale. La plus ancienne est celle du Nouveau-Brunswick, qui a été créée en 1846. Viennent ensuite les commissions de Terre-Neuve (1864), de la Nouvelle-Écosse (1865), de l'Ontario (1891), de la Colombie-Britannique (1895), etc. La plus jeune est celle de la Saskatchewan (1931).

Depuis leur création, les commissions provinciales ont maintenu des relations de travail étroites avec le secteur privé et ont consacré presque tous leurs efforts à soutenir l'exploration et la valorisation des minéraux en fournissant des cartes géologiques détaillées et des rapports sur les secteurs prometteurs. Elles ont aussi étudié systématiquement les gîtes minéraux et conseillé les prospecteurs quant aux endroits où trouver divers types de minéralisation ou de minéraux et quant à la meilleure façon de procéder à cet égard. L'importance accordée aux diverses catégories de programmes varie d'une province à l'autre.

On trouve des commissions géologiques dans toutes les provinces, mais elles varient considérablement quant à leur taille et à l'ampleur de leurs activités. La portée et l'échelle des travaux de chaque commission sont fonction de l'assiette fiscale (taille de la population), de même que des particularités du terrain et des ressources minérales potentielles de la province. Par exemple, certaines commissions ont à leur emploi un grand nombre de spécialistes de la roche dure et leurs travaux portent donc nécessairement sur les zones ou les terrains présentant un potentiel minéral élevé; d'autres orientent plutôt leurs

recherches sur les sous-sols phanérozoïques, tandis que certaines maintiennent un équilibre entre ces deux champs d'activité.

De façon générale, les ressources pétrolières et hydriques sont exclues de la sphère de compétence des commissions géologiques provinciales, exception faite de la Saskatchewan et de l'Alberta. Certaines provinces possèdent des directions distinctes des ressources hydriques au sein de leur ministère de l'Environnement ou des Richesses naturelles. La plupart des commissions provinciales comprennent des sections sur la géologie de surface et sur les minéraux industriels, et elles s'occupent des questions touchant l'utilisation des terres. Toutes les provinces ont mis sur pied des comités de liaison sur l'exploration des minéraux; ces comités sont formés de représentants de divers groupes d'industries et de la CGC. Les liens et les recherches conjointes avec les universités sont bien établis et plusieurs provinces apportent leur soutien à des instituts ou à des conseils de recherches dont les activités s'ajoutent à celles des commissions géologiques.

Au cours des années 1990, les commissions géologiques provinciales devront s'attaquer aux questions suivantes:

- 1) l'environnement, les risques géologiques et les préoccupations entourant l'utilisation des terres;
- 2) un niveau élevé de participation à l'exécution de programmes coopératifs interorganismes;
- 3) la mise à jour des bases de données d'archive pour les rendre compatibles avec les techniques de traitement électronique;
- 4) la production plus rapide de cartes et de rapports; et
- 5) une représentation plus efficace et plus étendue au sein des comités intergouvernementaux et interorganismes sur le développement industriel.

On reconnaît que les commissions doivent communiquer plus efficacement avec la clientèle industrielle, le public et les décideurs des secteurs public et privé. De cette façon, leurs travaux seront reconnus dans le contexte de la solution des problèmes auxquels notre société est confrontée.

Somme toute, on peut affirmer que les commissions géologiques provinciales et territoriales du Canada ont joué un rôle exceptionnel dans la facilitation, la coordination et la promotion d'une sensibilisation accrue à la valeur prouvée et potentielle des richesses minérales et énergétiques de chaque région.

Tout comme en Australie, au moins 36 commissions géologiques d'État ont été mises sur pied avant l'*U.S. Geological Survey* (USGS), dont la fondation remonte à 1879. La première commission, celle de la Caroline du Nord, a été créée en 1823. À l'heure actuelle, on trouve une commission géologique dans chacun des 50 États. Toutes sont responsables de la détermination du cadre géologique et des ressources minérales de leur État respectif en regard de l'environnement et de l'économie.

Les effectifs des commissions d'État vont de 146 dans l'Illinois à 1 au Massachusetts et au Rhode Island. Au total, les 50 commissions comptent 2 162 employés et leur budget de fonctionnement s'élève à 129 millions de dollars, dont 15 millions viennent des organismes fédéraux.

À l'heure actuelle, les questions environnementales sont probablement la principale justification politique de l'existence des commissions géologiques, étant donné que ces dernières sont toutes engagées dans les domaines suivants : repérage des sites des décharges et des centrales électriques, délimitation des risques géologiques, remise en état des sites miniers, cartographie au radon, tracé des routes de transport, atténuation de la pollution des eaux souterraines et planification de l'utilisation des terres.

Un élément fondamental des programmes des commissions géologiques d'État est la reconnaissance que la cartographie géologique détaillée est la base de toute recherche géologique, qu'elle soit scientifique ou appliquée. L'*Association of American State Geologists* s'est opposée vivement au fait que les géologues quittent le terrain pour travailler en laboratoire, et l'on signale qu'il y a environ deux semaines, la *National Geologic Mapping Act* a été adoptée par le Congrès américain. En résumé, les 50 commissions géologiques d'État forment une communauté géologique dynamique qui est fière de fonctionner à l'interface des progrès scientifique et des besoins du public et qui est fière aussi de ses 160 années de réalisations.

Exception faite de la situation canadienne, il est intéressant de noter que les commissions géologiques des États de l'Australie et des États-Unis sont beaucoup plus anciennes que les commissions fédérales; il ne fait pas de

doute que les activités des premières ont influé sur l'utilité des deuxièmes. Au départ, toutes les commissions géologiques se sont occupées de cartographie géologique. Même si les activités ont été réorientées vers la géologie de l'environnement, on n'insistera jamais assez sur l'utilité des cartes géologiques de base pour les commissions. Il est important de souligner que des efforts de sensibilisation du public et des politiciens sont actuellement déployés par l'*Association of American State Geologists* pour que les commissions d'État et l'USGS reçoivent l'autorisation et les fonds voulus pour procéder à des travaux de cartographie géologique détaillée. Nous devons tous nous préoccuper de l'environnement; cependant, la cartographie géologique est incontournable. Les diverses commissions d'État doivent collaborer avec leur commission nationale. Nous ne pouvons parler de collaboration à l'échelon international si celle-ci n'existe pas à l'échelon national. Il est intéressant de noter que, même si les ressources humaines et matérielles étaient parfois limitées, les commissions d'État ont réussi à appliquer des normes élevées dans leurs travaux. C'est là une leçon pour toutes les commissions géologiques du monde, particulièrement à l'heure où la plupart des pays éprouvent des difficultés économiques. Un autre point à souligner est l'étroite collaboration existant entre les commissions d'État et le secteur privé, notamment dans le domaine de l'exploration des minéraux. Il est clair que les commissions d'État ont l'avantage d'être implantées plus solidement dans leur État que les commissions nationales. Il existe un lien évident entre la taille des commissions d'État et la gamme de leurs capacités. Les plus grosses commissions nationales semblent subir moins de contraintes financières et sont donc en mesure d'assumer une charge de travail plus importante et beaucoup plus diversifiée.

L'exploitation des ressources et la protection de l'environnement: un argument en faveur de la mise sur pied d'une association de commissions géologiques

B.J. Skinner¹

Bien que les conférenciers aient abordé, pour la plupart, au moins un aspect de la production minérale et de l'environnement, je ne pourrai pas, dans les quelques minutes qui me sont allouées, reprendre tous les points soulevés dans leurs brillants exposés. Je devrai donc généraliser jusqu'à un certain point.

L'un après l'autre, les conférenciers ont réaffirmé que le principal mandat d'une commission géologique est de recenser les richesses minérales de la région relevant de sa compétence et d'évaluer les secteurs présentant un potentiel d'exploitation (en tant que base) en vue de rendre l'exploration des minéraux plus efficace. Nombre de conférenciers ont également reconnu que les préoccupations environnementales sont des enjeux de plus en plus importants. La *British Geological Survey* (BGS) et le *Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics* (BMR) ont même donné des exemples fascinants de programmes à grande échelle mis en oeuvre pour explorer les minéraux ou appuyer cette activité et qui sont devenus des composantes de programmes de surveillance environnementale. Le modèle présenté par la BGS avait trait à la cartographie géochimique régionale et l'exemple précis donné par Peter Cook était la contamination par le plomb dans certaines vallées d'Écosse. Incidemment, la cartographie géochimique régionale est un programme qui avait été recommandé par le Conseil international des unions scientifiques à la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (Rio '92) en tant qu'outil très utile pour la surveillance environnementale. L'exemple du BMR cité par Neil Williams touchait la cartographie radiométrique et le niveau extraordinaire de détail qu'elle peut fournir sur l'érosion et le transport des sédiments dans un terrain difficile comme celui de la région de Cape York, en Australie.

La conclusion que j'ai tirée des exposés est la suivante: bien que certaines commissions géologiques et leurs organisations soeurs puissent compter sur des plans d'action environnementale bien élaborés, beaucoup d'autres organismes sont toujours aux prises avec des problèmes environnementaux et ne savent pas très bien dans quelle direction se tourner ni comment avancer.

L'exploitation minière a été reconnue une ou deux fois comme une des principales causes de la dégradation de l'environnement. Cela crée un dilemme, car les activités d'évaluation et d'exploration des commissions géologiques sont conçues pour aider l'industrie même qui doit faire l'objet d'une surveillance environnementale. Il est vrai que l'exploitation minière peut détruire le paysage —et je vais vous fournir quelques exemples—mais elle a aussi ses bons côtés. Le premier exemple est une mine d'or de Nouvelle-Guinée, celle du mont Victor. Comme les activités minières se sont déroulées dans une région caractérisée par de fortes pluies, un terrain abrupt et une altération marquée, la remise en état du site est pratiquement irréalisable. Les dirigeants de la mine maintenant fermée ont pris toutes les mesures préventives possibles; néanmoins, les activités minières ont entraîné une dégradation considérable de l'environnement. Cette mine est un exemple de la nécessité d'équilibrer une dégradation certaine et inévitable du milieu naturel et l'exploitation d'un produit souhaité.

Le deuxième exemple est une autre mine d'or, celle de Serra Bellada, au Brésil. Lorsque l'exploitation minière a commencé, le gouvernement a restreint les travaux à des détenteurs de petits claims. Il a été impossible d'exercer une surveillance environnementale sur la horde de gens qui se déplaçaient continuellement à quatre pattes sur un terrain profondément altéré recevant des pluies abondantes. Cette mine a été la scène d'un problème touchant non

¹Professor, Yale University, 91-A Yale Station, New Haven, CT, 06520, U.S.A.

seulement un environnement humain, mais également un milieu naturel régional. Elle est un exemple d'un problème environnemental résultant d'une mesure gouvernementale.

Mon troisième exemple a trait aux anciennes mines exploitées par des compagnies disparues depuis longtemps. À un site minier non restauré de Leadville, au Colorado, l'exploitation à plus de 10 000 pi de profondeur a pris fin il y a plus de 50 ans, mais les tas de déblais sont restés là, intacts, parce qu'ils ne sont la responsabilité de personne. À un autre endroit, dans l'Illinois, les déblais d'une mine de charbon attendent depuis près de 45 ans. À long terme, la remise en état de tels sites est une responsabilité publique.

La plupart des terrains miniers exploités peuvent, bien sûr, être remis en état si leur restauration est planifiée. Un secteur autour de Fairfield, au Texas, non loin de Dallas, a servi à l'exploitation du lignite utilisé pour la production d'électricité. À mesure que le secteur est exploité, il est restauré grâce à l'aménagement d'installations de drainage adéquates. Les terres restaurées ressemblent beaucoup à ce qu'elles étaient à l'origine. Cela vous intéresse peut-être de savoir que le taux de chargement en bétail des terres non exploitées s'élevait au quart de celui de certaines terres restaurées, même dix ans après la remise en état.

L'absence de planification constitue une partie des problèmes environnementaux. Lentement—trop lentement dans beaucoup de pays—la surveillance et la stabilisation de l'environnement commencent à être intégrées à la mise en valeur des mines. Monsieur Naldrett a soulevé le problème de la lenteur en des termes qui m'ont frappé. Il a demandé: «Est-ce que l'écologie au Canada est valable s'il signifie la dégradation de l'environnement au Chili?» D'après moi, ce genre de question devrait convaincre les commissions géologiques du monde entier de la nécessité de mettre sur pied une association internationale. Ce faisant, vous pourriez contribuer à l'atténuation et peut-être même à la prévention des catastrophes environnementales non intentionnelles.

Je crois qu'une catastrophe se prépare sur l'île Lihir, une île volcanique située immédiatement au nord de la Nouvelle-Guinée. On trouve dans le caldeira un des gîtes aurifères les plus gros et les plus riches qui aient été découverts ces dernières années. Selon les plans, le puits aurait 300 m de profondeur et serait aménagé dans des roches dont les températures se situent autour de 140 °C. La barrière étroite entre l'île et la mer aura quelques dizaines de mètres et s'élèvera à environ 5 ou 6 m seulement au-dessus du niveau de la mer. Tous ces renseignements sont tirés du rapport annuel de la société minière qui se propose d'exploiter la mine. Si vous regardez une carte du monde montrant la répartition et la fréquence des cyclones, vous constaterez que l'île Lihir est en plein coeur de la région sujette aux cyclones les plus

violents et les plus fréquents du monde. Vous pouvez imaginer la situation au fond d'un puits de 300 m lorsqu'un cyclone se produit et que la barrière ne s'élève qu'à 5 ou 6 m environ au-dessus du niveau de la mer. La mine n'est pas encore ouverte et j'espère qu'elle ne le sera pas.

Jusqu'à ce moment-ci de la conférence, personne n'a attiré l'attention sur ce qui constitue selon moi les deux plus importants enjeux sous-jacents à toutes les questions touchant la production de minéraux et l'environnement et qui, par conséquent, concerne toutes les commissions géologiques. Il s'agit de la consommation ostentatoire et de la croissance démographique. Je vais donc terminer mon exposé en parlant brièvement de ces deux enjeux.

Nous, les habitants du monde industriel, sommes accusés—peut-être à juste titre—d'une consommation ostentatoire. Selon la façon dont les calculs sont faits, sur une population mondiale totale de 5,5 milliards de personnes, il y en a 1 milliard dans les pays industrialisés qui utilisent chacune entre 15 et 20 t métriques de ressources minérales par année. Comment utilisons-nous ces ressources? Chacun de nous a un stock d'environ 500 t de matériaux en usage. J'entends par là les matériaux que nous utilisons continuellement—immeubles publics, routes, systèmes de transport, etc.—et qui ont une longue durée de vie. Ce calcul vient d'une estimation relativement simple que j'ai faite et il pourrait y avoir un écart d'environ 100 t par personne. Des 15 t utilisées par personne et par année, j'estime à environ 10 t les matériaux servant à l'entretien et à la réparation du stock existant et à environ 2 pour 100 les matériaux utilisés pour les services. Cela ne constitue pas une consommation ostentatoire. C'est dans les 5 t qui restent que nous pouvons faire des réductions. À moins de démanteler la société, nous ne diminuerons probablement pas beaucoup notre taux de consommation. Nous pouvons le réduire mais de très peu. Notre mission est donc d'aider les autres 4,5 milliards de personnes à posséder un stock égal ou équivalent de matériaux en usage de sorte qu'elles puissent également profiter d'un niveau de vie des plus élevés.

La Terre peut probablement supporter les pressions qui lui sont imposées si nous constituons le stock d'une façon éclairée et responsable. C'est là une partie du message de la Commission Brundtland. Ce que la Terre ne peut supporter, c'est une population dont l'accroissement naturel (excédent des naissances sur les décès) continue au rythme actuel de 95 millions de personnes par année, soit trois nouvelles personnes à la seconde. Le noeud des problèmes environnementaux réside dans cet accroissement démographique. Une population stable peut entretenir de l'espoir. Celle qui connaît une explosion démographique a très peu d'espoir parce qu'un problème déjà difficile s'aggrave chaque jour.

Prenons toutes les terres émergées et excluons celles qui sont couvertes de glace en permanence et celles qui se

trouvent au-dessus de 5 000 m d'altitude, où nous ne pouvons pas vraiment vivre. Il ne reste plus, pour chaque personne, que ce que j'appelle un quadrilatère vital de 160 m de côté. De ce quadrilatère, seule une fraction de 53 m de côté est boisée ou arable d'une façon ou d'une autre (les estimations sur les terres arables viennent de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture); une portion de 33 m de côté seulement est suffisamment arable pour se prêter à la culture d'aliments. La superficie de ces parcelles de terre diminue devant une population qui atteindra, d'ici 2025, les 9,5 milliards si nous ne tenons compte que de la reproduction de la population actuelle. Si nous dépassons le taux de renouvellement, la population mondiale sera encore plus nombreuse.

L'atmosphère et l'hydrosphère ne sont pas les seules composantes du patrimoine mondial que nous devons tous

partager et dont nous devons nous préoccuper sur le plan environnemental. Nous savons que nous avons agressé l'atmosphère et l'hydrosphère. Nous nous inquiétons tous de ces deux composantes. Toutefois, le régolite aussi fait partie du patrimoine mondial. C'est la communauté géologique qui est le groupe le mieux formé pour comprendre la fragilité du régolite. Il est temps que nous fassions valoir que cette ressource fragile est également agressée.

J'aimerais terminer en demandant instamment aux commissions géologiques du monde entier d'assumer la responsabilité du régolite, la composante la plus négligée du patrimoine mondial. Son pouvoir tampon doit être très étendu mais il n'est pas infini. Tel est, je crois, le thème global qui devrait nous réunir dans une nouvelle association.

Des ressources pour la société

J. McOuat¹

Je suis très heureux d'avoir été invité à m'entretenir avec vous et d'avoir eu l'occasion d'apprendre autant de choses au cours des deux ou trois derniers jours. Un des éléments qui me rend quelque peu différent de vous est le fait que je sois un de vos «clients». Je représente l'industrie minière et, en raison de la nature du travail de notre entreprise (nous avons travaillé dans quelque 65 pays), j'ai été le client d'un grand nombre d'entre vous à des moments différents. Étant donné que je suis un explorateur canadien, vous pouvez peut-être me considérer également comme un des derniers représentants d'une race. L'industrie de l'exploration est malheureusement en train d'émigrer à un rythme relativement rapide. Bien que je sois géologue, je n'ai jamais été payé à ce titre. On m'a payé pour trouver plus d'argent dans le sol qu'il n'en coûte pour l'en extraire. Vous qui êtes ici constituez ma source de renseignements. Si vous saviez combien je vous en suis reconnaissant! J'aimerais bien que quelques politiciens sachent combien il est difficile de trouver une mine et jusqu'à quel point nous comptons sur vous.

Je vous entretiendrai ce matin des *ressources pour la société*. Je trouve ce thème particulièrement intéressant en regard des commentaires réalistes de Ray Price touchant le doublement de la population mondiale au cours de sa vie active. Nous venons tout juste d'avoir un autre exemple de la gravité du problème que nous devons surmonter pour protéger notre propre mode de vie et améliorer celui des autres. Messieurs Kürsten et Wellmer ont soulevé un certain nombre de points sur lesquels j'aimerais revenir.

Le premier point est qu'il n'y a pas de dissociation des métaux par rapport au produit national brut (PNB). Cela signifie probablement que les sociétés industrialisées auront besoin de plus de métaux si elles veulent augmenter leur PNB. Cela veut aussi dire que l'utilisation des métaux s'accroîtra rapidement partout dans le monde, particulièrement à mesure que les pays en développement atteindront un niveau de vie proche du nôtre. Il faut davantage de métaux et les pays utilisateurs-importateurs font l'objet de pressions nationales énormes pour recycler les matériaux. Il existe davantage de

possibilités de recycler les métaux que la plupart des autres produits. Je me demande si les pays producteurs devraient subir les mêmes pressions que les pays consommateurs sur le plan du recyclage ou s'ils devraient tout simplement expédier leurs vieux véhicules aux pays qui font du recyclage, étant donné que ces derniers développeront les capacités voulues à cet égard.

Les prix des minéraux n'ont pas augmenté en dollars constants. Par conséquent, vos scientifiques et mon industrie ont fait leur travail pour le monde entier. Nous avons pu maintenir la production et un approvisionnement adéquat malgré une augmentation rapide de la demande et ce, sans qu'il y ait une véritable hausse des prix. Nous y sommes arrivés grâce à des découvertes, à notre productivité, aux améliorations technologiques et à une efficacité globale. La situation peut certainement changer dans les pays industrialisés, étant donné que les coûts réels de l'exploitation minière augmentent rapidement à cause des exigences touchant les permis et la remise en état des sites, à cause également des ratios plus élevés risques/avantages financiers et des évaluations des impacts environnementaux. Je me demande si les prix réels du tonnage brut ont augmenté pour des produits comme le sable, le gravier, le ciment, etc., ou s'ils augmenteront tout simplement à mesure que les gîtes accessibles s'épuiseront, les clients—par opposition aux producteurs—étant alors aux prises avec une hausse réelle des prix en raison des coûts du transport.

La notion de volume-espace qui nous a été présentée était très intéressante. Le seul parallèle que je puisse établir au Canada, par exemple, est le différend qui oppose la ville de Timmins et le Gouvernement de l'Ontario: la ville de Toronto serait fort heureuse de pouvoir expédier ses déchets dans le nord et la ville de Timmins, de pouvoir les transporter jusque dans les mines abandonnées, mais le gouvernement provincial n'autorisera ni l'une ni l'autre ville à procéder comme certaines municipalités d'Allemagne à l'heure actuelle.

La concurrence mondiale touchant les marchés et les prix des minéraux a toujours été une réalité pour l'industrie

¹President, Watts, Griffiss and McOuat, Consulting Geologists and Engineers, 8 King Street, East Suite 400, Toronto, Ontario, M5C 1B5

minière canadienne. Il semble que l'Allemagne, du moins, et peut-être aussi le Japon, soient prêts à laisser leurs industries minières concurrencer d'autres industries sur les marchés et à ne pas leur offrir de protection au nom de l'intérêt national, comme le font beaucoup de pays pour leurs approvisionnements alimentaires.

L'élimination des déchets et la gestion de l'eau sont deux nouvelles tâches pour les commissions géologiques. Je me demande si ces dernières ne devraient pas procéder à des vérifications environnementales. Les commissions géologiques devraient-elles appliquer des politiques de remise en état, surveiller les travaux de restauration ou établir des critères de remise en état? Les commissions géologiques ne semblent pas très engagées dans ces dossiers.

Les matériaux techniques: Les nouveaux produits font naître des demandes de minéraux nouveaux et différents et de nouvelles normes ont été établies. Toutefois, du point de vue des commissions géologiques et des explorateurs des minéraux, la demande est encore peu élevée, même si elle croît très rapidement. Le marché est incertain quant à ce qu'il veut et un gîte de classe internationale peut dominer l'ensemble du marché. Les minéraux industriels et les terres rares ont toujours été perçus de cette façon. Les commissions géologiques et l'industrie minière se fient aux anciennes normes. À l'heure actuelle, les nouveaux produits—et le fait qu'ils soient respectueux ou non de l'environnement—ne sont pas un élément caractéristique de nos intérêts, du moins à mon avis.

Des ressources pour la société: Cette notion signifie le maintien du statu quo pour les commissions géologiques et pour les industries minières. Les populations augmentent, les gens souhaitent améliorer leurs conditions de vie et la consommation s'accroît toujours dans les pays industrialisés. Heureusement que le recyclage existe, sinon nous ne pourrions probablement pas répondre à la demande.

Quelques commentaires généraux: Les commissions géologiques des pays comme le Canada, l'Australie et les États-Unis, qui sont considérés comme les trois plus gros producteurs de minéraux, sont aux prises avec des responsabilités accrues et des budgets réduits. Comme la demande touchant la protection du milieu naturel et l'utilisation des terres est en hausse, la cartographie et la recherche doivent être en baisse. Toutefois, on ne peut pas fonctionner de la sorte. Le public a les commissions géologiques à l'oeil comme jamais depuis l'époque des héros de la géologie qui étaient considérés comme de grands explorateurs, ceux par qui la richesse devenait réalité, et non pas comme des pilleurs et des profanateurs des ressources de la Terre. Le problème, aujourd'hui, c'est l'ignorance consternante du public. À ma connaissance, la seule voix qui ait atteint l'oreille du public est celle d'un auteur américain, John McPhee. C'est un auteur très connu mais je doute que vous soyez nombreux à avoir lu ses livres.

En plus de s'intéresser à la science pure, les commissions géologiques devaient auparavant aider l'industrie minière à découvrir des gîtes minéraux, améliorer les niveaux de vie et accroître la richesse nationale. Aujourd'hui, on vous demande d'améliorer les niveaux de vie sur la base, principalement, de la protection de l'environnement. L'accroissement des richesses est secondaire. Cela m'amène à conclure qu'il y a trois sortes de commissions géologiques présentes dans cette salle: celles de l'Allemagne et du Japon, qui sont parvenues à maturité et qui axent leurs efforts sur l'exploitation des carrières, la réduction des déchets, l'eau et les risques géologiques; celles du Canada, de l'Australie et des États-Unis, qui sont aussi évoluées que les précédentes mais qui font en plus de la cartographie, des recherches et des découvertes de gîtes minéraux; celles, enfin, des pays en développement, dont nous n'avons pas beaucoup entendu parler et qui font face à des problèmes réels. Elles ont absolument tout ce qu'il faut pour devenir des commissions géologiques comme les autres mais elles sont sous-financées. De plus, elles sont écrasées par des sociétés d'exploration et d'exploitation minières. Leur tâche est très rebutante. Ce que nous devons faire, c'est aider ces commissions à établir leurs mines et leur industrie minière.

Je n'ai pas beaucoup entendu parler des répercussions que pourrait avoir, à long terme, une réduction marquée de la cartographie sur le terrain. Dans 100 ans, utiliserons-nous les cartes d'aujourd'hui? Il y a quelques années, nous avons mis en oeuvre un programme en Écosse et nous avons dû utiliser comme base une carte datant de 1875!

Les commissions géologiques, du moins celles des pays industrialisés, font face à un autre problème, celui du vieillissement de la population et de la diminution des possibilités d'emploi causée par la réduction du financement de la cartographie. Je me pose des questions sur la formation de ceux qui vont nous remplacer. Je m'en pose aussi sur la position des commissions géologiques face à la mise en réserve des terres. Pensez-vous que ce soit une bonne chose? Croyez-vous que ces terres devraient faire l'objet de certains travaux avant d'être mises en réserve? Les commissions géologiques devraient-elles prendre position publiquement sur ce dossier?

Ce qui a toujours justifié l'existence des commissions géologiques du Canada, de l'Australie et des États-Unis perd de son poids à mesure que l'industrie minière de ces pays s'installe à l'étranger. Comment allez-vous réagir face à cette situation? Dans le monde minier actuel, une guerre d'enchères internationale entoure les ressources limitées que l'industrie minière doit déployer dans le domaine de l'exploration ou de la production. Les trois chefs de file traditionnels en matière de normes—ou d'éthique, si vous préférez—voient s'éroder leur base de minéraux en faveur des pays en développement. De toute évidence, les commissions géologiques devraient être en mesure de s'entraider au cours de cette transition.

Les nouveaux horizons et les nouvelles techniques géoscientifiques de pointe

V. Sattran¹

Monsieur le président, mesdames et messieurs, je suis très honoré de pouvoir participer à cette importante conférence et j'aimerais me joindre aux autres pour féliciter la Commission géologique du Canada à l'occasion du 150^e anniversaire de sa fondation. Je vais faire de mon mieux pour résumer les points saillants des deux excellents exposés de messieurs Ogawa et Williams.

Le XX^e siècle est synonyme de nouvelles notions géoscientifiques. Les techniques analytiques en géochimie, les méthodes géophysiques aéroportées et l'informatisation des données avec modélisation des programmes tridimensionnels et multidimensionnels connaissent des développements extrêmement rapides. La géochimie, qui a bénéficié des progrès réalisés dans le domaine des techniques d'analyse comme la spectrométrie de masse et la spectrométrie d'émission avec plasma induit par haute fréquence, a permis de jeter un nouveau regard sur la croûte terrestre. La géophysique fait appel à des satellites et à des méthodes aéroportées et permet de comprendre le comportement de la planète et de pénétrer plus profondément dans la croûte terrestre. La géophysique d'exploration révèle les structures pétrolifères et les milieux favorables aux gîtes minéraux. Les instruments très perfectionnés utilisés en chimie, comme la dernière microsonde à faisceau ionique SHRIMP, ont rendu possible l'analyse incroyablement précise de micro-échantillons et ont ouvert de nouveaux horizons quant à la compréhension des structures minérales et des agrégats dans les roches. La géologie, définie dans le passé comme étant une science historique révélant l'évolution de la Terre dans le temps, est devenue de plus en plus complexe en raison d'une approche multidisciplinaire de l'étude de la Terre. Ainsi, la planète peut être étudiée du haut des airs au moyen de satellites; sa composition

interne peut être déterminée grâce à la gravimétrie et à la sismique; son potentiel minéral peut être évalué par des méthodes géochimiques d'exploration; et l'interaction entre l'atmosphère, l'hydrosphère et la lithosphère peut être étudiée grâce à la chimie physique, à la biochimie et à la stratigraphie du sol.

L'exploration des ressources minérales, qui a constitué la motivation économique des prospecteurs, des sociétés minières et des commissions géologiques d'État, n'est plus à l'heure actuelle le seul moteur des progrès scientifiques dans le domaine des géosciences. Comme il a été indiqué par monsieur Williams, les commissions géologiques se trouvent devant maints nouveaux horizons, le plus important étant celui du développement durable, qui soulève en outre un défi de plus en plus grand. Il est évident que nous avons affaire à des programmes planétaires touchant l'aménagement des terres, de l'eau et des ressources et à d'autres défis soulevés par le développement de l'infrastructure d'une société hautement industrialisée.

La prévision des risques géologiques est un nouveau domaine, particulièrement dans les zones très actives sur le plan sismique, comme il a été démontré par monsieur Ogawa de la Commission géologique du Japon. Monsieur Ogawa nous a montré comment cette dernière étudie les effets des séismes d'intensités différentes. Les activités des géologues comprennent la cartographie détaillée des secteurs propices aux tremblements de terre, la surveillance des secousses prémonitoires et des changements de la géochimie de l'eau, la sismologie historique et la pétrophysique expérimentale. Ces

¹Director, Geological Survey of Prague, Malostranske N. 19, 118 21 PRAHA 1, Czechoslovakia

activités géologiques et géophysiques se déroulent en même temps que les études sismiques d'autres organismes d'État. Par conséquent, il est possible de faire des prévisions efficaces des séismes et de les améliorer grâce à la collaboration internationale. Une telle collaboration est nécessaire dans tous les secteurs où un danger environnemental planétaire menace le développement durable de demain.

Au cours des deux ou trois dernières décennies, le public a démontré un intérêt accru face aux prévisions touchant l'environnement et à la protection du milieu naturel. Il y a un siècle, les scientifiques ne se souciaient guère de la pollution causée par les centres industriels. Dans certaines régions, des activités industrielles prolongées ont entraîné le déboisement des terres et la pollution des cours d'eau et des océans a atteint des proportions intolérables. Le développement durable des sociétés humaines exige le déploiement d'efforts conjoints dans un climat pacifique. Les sciences de la Terre portent en elle un message de bonne volonté et il faut internationaliser les techniques de surveillance des changements environnementaux, des risques que présentent les séismes et l'instabilité des pentes, de la subsidence du sol et des inondations, des éruptions volcaniques, etc.

L'évaluation des risques multiples permet d'étudier les contraintes imposées par l'utilisation des terres. Les endroits subissant de telles contraintes sont cartographiés et inclus dans les plans de redressement, lesquels permettent de plus grandes économies de coûts. Monsieur Ogawa a décrit clairement de quelle façon la Commission géologique du Japon effectue une analyse exhaustive des risques sismiques, même pour les séismes à petite échelle, et s'efforce de les repérer malgré la superficie très restreinte de la zone de réplique sismique. De tels efforts d'atténuation des risques devraient faire partie des tâches courantes des géoscientifiques de demain. En d'autres termes, les renseignements sur la planification de l'utilisation des terres recueillis par des commissions géologiques ayant acquis de l'expérience dans ce domaine, comme celles du Japon, de l'Australie ou des États-Unis, devront être distribués à l'échelle internationale. C'est là un des buts de la deuxième génération de cartes géoscientifiques australiennes à l'échelle régionale et des bases de données faisant appel à des ordinateurs modernes et puissants en même temps qu'à des méthodes éprouvées de levés géologiques et géophysiques. Monsieur Williams a indiqué que ce but permettrait de renforcer la base de renseignements géoscientifiques nécessaires à la

prise de décisions éclairées touchant la gestion de l'environnement et l'utilisation des terres.

De nouveaux horizons s'ouvrent grâce à une meilleure compréhension des interactions complexes entre la roche, le sol et l'eau. Monsieur Williams a souligné que la connaissance du régolite progresse rapidement, à mesure que viennent s'ajouter aux études classiques du Quaternaire les résultats des mesures et levés exécutés à l'aide de balayeurs multispectraux montés à bord d'aéronefs et de satellites. La mesure précise du rythme des changements naturels est également un outil important. La datation numérique des gîtes du Quaternaire à l'aide de méthodes modernes aura un impact marquant sur la stratigraphie du Quaternaire et du sol. Les nouvelles méthodes intégreront les dimensions temporelles, ce qui permettra de créer des modèles pluridimensionnels. Les sources géothermiques d'énergie renouvelable prendront de plus en plus d'importance dans la planification du développement durable. L'aperçu tridimensionnel fondé sur la modélisation géophysique de la croûte terrestre contribuera à une évaluation rentable des structures appropriées, chose qui n'aurait pu être faite il n'y a pas si longtemps.

Le temps me manque pour énumérer les capacités et les avantages des nouveaux équipements et outils perfectionnés utilisés en géochimie et en géophysique, ou encore pour parler du changement rapide des notions géologiques et de la manipulation des données. Toutefois, que nous soyons de jeunes ou de vieux géologues, nous sentons tous qu'il faut en arriver à un équilibre entre les méthodes impersonnelles et mécaniques de stockage et de manipulation des données, la surveillance de l'environnement et les efforts d'interprétation des géoscientifiques d'expérience. En géologie, toute pensée conceptuelle doit constamment revenir aux preuves recueillies sur le terrain et se fonder sur l'intuition scientifique dans l'élaboration de nouvelles notions géoscientifiques.

Les nouvelles notions et techniques géoscientifiques de pointe devraient être présentées de façon très détaillée (Tableau 1). L'interprétation des données et les nouvelles notions doivent, comme il a été souligné par monsieur Williams, être présentées de façon à être comprises par les décideurs et ceux qui sont touchés par leurs décisions. Ces deux groupes de personnes doivent, ensemble, en arriver à un consensus face au développement durable.

Tableau 1. Quelques notions ou horizons géoscientifiques nouveaux.

<i>En</i> GÉOCHIMIE	-notions environnementales et systèmes de surveillance des changements chimiques en surface et près de la surface
<i>et en</i> HYDROGÉOLOGIE/ HYDROLOGIE	-politique différenciée de protection de l'eau
<i>En</i> GÉOPHYSIQUE/ TECTONOPHYSIQUE	-évaluation et atténuation des risques géologiques -modélisation géophysique et connaissance plus approfondie de la croûte et du manteau terrestres
<i>et en</i> GÉOLOGIE STRUCTURALE	-approche planétaire pour étudier les problèmes structuraux de la Terre, sur le plan de ses caractéristiques symétriques ou dissymétriques
<i>En</i> EXPLORATION/ GÉOLOGIE MINIÈRE	-optimisation de l'environnement dans lequel se fait l'exploration des combustibles minéraux -constitution d'une base de renseignements fiables pour l'évaluation du potentiel des ressources en minéraux et en combustibles
<i>Dans</i> tous les DOMAINES DES SCIENCES DE LA TERRE	-précision du temps et des facteurs climatiques en regard des événements géologiques et de la stratigraphie -nouveaux travaux intensifs sur la présentation de l'interprétation des données à l'intention des décideurs et du public

La communication, la coopération et la collaboration internationales

D. Ross¹

Avant de passer aux questions propres au thème de la communication, de la coopération et de la collaboration internationales, j'aimerais consacrer quelques minutes aux nouvelles responsabilités que je vais assumer et à certains changements qui se sont produits en Nouvelle-Zélande. Je me permets cette digression parce que je crois qu'elle est connexe à certaines discussions que nous avons eues.

Le nouveau gouvernement qui a été élu en Nouvelle-Zélande il y a environ 18 mois a entrepris un vaste examen du programme des sciences des ministères gouvernementaux. Une des recommandations du groupe de travail chargé de cet examen préconisait la conversion des secteurs des sciences des deux principaux ministères scientifiques, soit celui de la Recherche scientifique et industrielle et celui de l'Agriculture et des Pêches, en deux instituts de recherche d'État distincts et indépendants.

Le *Crown Institute for the Geosphere* est un institut s'intéressant aux sciences géologiques. Il a été formé par la combinaison de deux divisions du ministère de la Recherche scientifique et industrielle, soit la division de la géologie et de la géophysique (essentiellement la commission géologique de Nouvelle-Zélande, qui englobe les activités de levés géologiques et les programmes géophysiques) et l'*Institute of Nuclear Sciences and Engineering Seismology*, qui faisait partie de la division des sciences physiques du ministère. Le nouvel organisme sera une institution d'État régie par un conseil d'administration. J'ai le privilège d'être le premier dirigeant de cet organisme, dont le nom sera *Institute of Geological and Nuclear Sciences*; il relèvera du ministre des Finances et de celui de la Recherche, des Sciences et de la Technologie. Bien que la structure de l'organisme ne soit pas encore définitive, l'accent sera mis sur la création de cinq ou six divisions scientifiques.

Une des questions essentielles sur lesquelles nous nous sommes penchés au cours de la dernière journée et demie est l'atteinte d'un équilibre entre la planification

stratégique et pratique et la communication avec l'univers et nos clients. C'est là l'objet du cinquième thème de cette conférence: la communication, la coopération et la collaboration internationales.

Le public est de plus en plus conscient que nous vivons dans un monde qui connaît des changements politiques et de très grandes modifications physiques. En tant que membres de la race humaine, nous influons sur ces changements. En notre qualité de géologues, nous étudions ces changements, nous nous penchons sur les processus terrestres qui se produisent sur une vaste gamme d'échelles chronologiques. Ces connaissances, selon les termes du professeur Cordani, sont nouvelles pour la race humaine et nous devons faire valoir ce point. En tant que géoscientifiques, nous étudions les changements et nous devons transmettre notre savoir. Nous sommes le véhicule des connaissances géologiques, comme il a été indiqué par Dallas Peck hier matin. Nous devons être proactifs dans la mise au point de nouveaux moyens de transmettre notre message et ce point est ressorti, je crois, de toutes les discussions. Notre public et nos administrations doivent entendre notre message. La qualité de notre travail sera mesurée d'après notre réussite sur ce plan. La communication et la coopération internationales sont donc essentielles si nous voulons promouvoir ce canal d'information et nous assurer que le public est au fait du but que nous visons.

Le professeur Cordani a fait état de deux structures dans le domaine de la collaboration internationale: la structure gouvernementale, qu'il a associée aux programmes des Nations Unies, et la structure non gouvernementale, qui est représentée par le Conseil international des unions scientifiques (CIUS). Il a souligné les liens symbiotiques entre les unions et les commissions géologiques et a parlé des possibilités qu'offre cette collaboration internationale à grande échelle pour les corrélations géologiques transfrontières et pour la mise en valeur de l'expertise dans des domaines particuliers de la recherche. Une

¹Directeur du Centre géoscientifique de l'Atlantique, Commission géologique du Canada, Dartmouth, N-É, B2Y 8A2. Immédiatement après la conférence, il est devenu le premier dirigeant de l'*Institute of Geological and Nuclear Sciences*, en Nouvelle-Zélande

collaboration efficace est avantageuse pour la science et permet de favoriser et de développer l'expertise de notre personnel.

Dans son exposé, le professeur Cordani a indiqué qu'un grand nombre de nos notions géoscientifiques modernes sont le résultat d'importants projets internationaux. Il a parlé des programmes parrainés par les unions internationales, en particulier l'Année géophysique internationale, l'étude du manteau supérieur et le développement de la tectonique des plaques.

J'aimerais également mentionner les possibilités de collaboration bilatérale, régionale et, peut-être, continentale. Ce sujet a été abordé dans les exposés de ce matin. Cette forme de collaboration devient de plus en plus importante, car elle nous permet de démontrer de quelle façon notre science progresse et de la faire accepter en tant que composante insigne des intérêts nationaux.

Ce matin, Peter Cook a traité des difficultés inhérentes aux rapports multilatéraux comparativement à celles des rapports bilatéraux sur le plan de l'aide aux pays en développement. Nous devons trouver une solution à ce problème. L'attitude proactive que doivent adopter les géoscientifiques dans l'examen adéquat des problèmes régionaux est un autre élément important.

Les protocoles d'entente signés par différents pays peuvent permettre de diriger l'attention sur les intérêts économiques de chaque pays, de maximiser l'expertise et d'améliorer l'exécution des programmes sur le plan des délais tout autant que de l'extrait final. Ces protocoles peuvent également permettre d'améliorer le rapport coûts-avantages. Lorsque nous examinons la collaboration internationale, je crois que nous devons également examiner le cadre de notre propre collaboration à l'échelle régionale tout autant que planétaire.

Tony Naldrett a fait une excellente description du Programme international de corrélation géologique (PICG) et a parlé de son importance dans les interprétations géologiques au-delà des frontières politiques, des possibilités qu'il offrait d'établir des liens entre les pays industriels et ceux en développement et de son important effet de levier sur le financement de nouveaux projets de recherche. Monsieur Naldrett a également souligné qu'un aspect significatif du PICG était que les projets venaient des chercheurs eux-mêmes. Il a aussi mis en lumière les préoccupations que cela soulevait et a indiqué que les projets avaient tendance à être réactifs plutôt que proactifs, de sorte qu'ils ne sont pas orientés

vers des priorités. Il a parlé du défi que représente pour nous, les géologues, la «vente» de ce programme à nos dirigeants, à nos pays.

Monsieur Naldrett a poursuivi sur la façon dont des programmes comme le PICG doivent évoluer. Il a indiqué que le PICG constitue un mécanisme grâce auquel nous pourrions mettre au point de nouvelles notions et les vérifier, un exercice qui, à défaut du PICG, pourrait ne pas être financé aussi adéquatement. Il nous a mis au défi de concevoir des projets qui bénéficieraient d'un appui international étendu, qui se conformeraient aux exigences scientifiques du programme et qui permettraient d'atteindre des objectifs concrets à l'intérieur des 5 années que durent les projets du PICG. Il a indiqué, à titre d'exemple, que le projet de cartographie géochimique avait atteint de tels objectifs et avait mené au déploiement d'un nouvel effort majeur dans le domaine de la cartographie. En tant que géologues, nous devons nous pencher sur les possibilités de mettre en oeuvre des projets de ce genre puisqu'ils peuvent servir comme terrain d'essai pour des initiatives internationales.

J'aborderai maintenant la question de l'Union internationale des sciences géologiques (UISG) en regard de la création, envisagée au cours de cette conférence, d'un comité international des commissions géologiques. Je ne veux pas empiéter sur la discussion qui suivra immédiatement. La possibilité de créer un tel comité est une question qui s'adressait au professeur Cordani. J'ai été heureux de constater qu'il a eu une réaction très positive et qu'il a reconnu l'importance de maintenir une association de commissions géologiques qui aborderait la collaboration scientifique sous un angle passablement différent de celui des unions internationales. À mon avis, la question qui ressort de tout ceci et à laquelle monsieur Cordani a répondu positivement est la suivante: peut-on justifier l'existence simultanée d'une union internationale et d'un comité international des commissions géologiques? J'appuierais certainement le fait que l'on examine sérieusement les deux possibilités. Une autre question se pose: y a-t-il double emploi? Au cours des discussions, nous avons entendu parler de la façon dont certaines commissions géologiques provinciales, d'État et régionales ont fait appel à des comités de ce genre dans leur propre pays. Dans le cas du continent africain, on tente de regrouper des commissions géologiques, de discuter de la coordination de la politique géoscientifique et de se pencher sur les possibilités de mener des levés coopératifs afin de mettre en oeuvre davantage de programmes régionaux. Peut-être est-ce là un modèle à prendre en compte.

CONCLUSION

**Un comité mondial des commissions géologiques? Une proposition pour
alimenter la discussion**

D.C. Findlay

Le mot de la fin

R.A. Price

Allocution de clôture

E.A. Babcock

Un comité mondial des commissions géologiques? Une proposition pour alimenter la discussion

D.C. Findlay¹

Étant donné que nous voulons discuter de la possibilité de créer une organisation mondiale des commissions géologiques, il me semble que nous devons tracer les grandes lignes de ce que nous avons en tête à cet égard et indiquer pourquoi nous avons cru qu'un tel sujet serait fort à propos pour terminer cette conférence.

Lorsque nous avons commencé à planifier la Conférence internationale des commissions géologiques il y a environ un an, il nous a semblé que maintes bonnes raisons justifiaient une telle réunion, dont les suivantes:

- * nous souhaitons conférer une touche internationale aux célébrations de notre 150^e anniversaire de fondation;
- * le plan stratégique à long terme (5-10 ans) que nous venions d'élaborer avait mis en lumière des questions comme les géosciences de l'environnement et nous savions que celles-ci préoccupaient nos organisations soeurs d'autres pays;
- * nous croyions qu'il serait utile de comparer les opinions d'autres organismes comme le n>tre sur ces questions; et
- * enfin, comme beaucoup des nouveaux défis auxquels sont confrontées les institutions scientifiques ont une portée de plus en plus planétaire, il nous a semblé qu'il serait utile d'examiner de quelle façon nous pourrions nous assurer de la continuité des mesures conjointes à prendre face à de tels défis.

Ce dernier facteur nous a amenés à considérer la possibilité d'une organisation mondiale des commissions géologiques.

Aucune des raisons mentionnées ci-dessus n'est

vraiment nouvelle. En particulier, la notion de science planétaire, tout comme celle de «laboratoire planétaire», a certainement constitué un principe fondamental des sciences de la Terre, probablement depuis la première mission de Challenger. Beaucoup d'entre nous ont participé d'une façon ou d'une autre à des projets scientifiques internationaux sous les auspices de l'Union internationale des sciences géologiques (UISG), du Projet international de corrélation géologique (PICG), de l'Unesco ou encore d'organisations ou de programmes d'envergure internationale, qui se comptent par douzaines. Compte tenu, donc, de l'existence d'un réseau déjà étendu de liens internationaux formels et informels, il était tout à fait légitime de déterminer si un mécanisme additionnel devait être mis en place.

L'été dernier, nous avons fait parvenir des lettres à un grand nombre de vos organismes afin de vérifier leur intérêt face à cette conférence. Nous leur avons également demandé s'ils seraient intéressés à discuter de la possibilité de créer un comité mondial des commissions géologiques ou une organisation équivalente. Les réponses ont été positives pour la plupart, mais certaines renfermaient des réserves quant à la praticabilité d'une telle organisation, principalement en raison du nombre de commissions en cause. Quoi qu'il en soit, presque tous les répondants ont reconnu qu'il serait valable de mettre ce point à l'ordre du jour de la conférence.

POINTS À EXAMINER

À notre avis, il y a, comme c'est habituellement le cas, des raisons qui militent en faveur de la création d'une organisation mondiale des commissions

¹Directeur général de la Direction des minéraux et de la géologie du continent, Commission géologique du Canada, 601, rue Booth, Ottawa, Ontario, K1A 0E8

géologiques et d'autres qui militent contre. Je vais résumer certaines des raisons les plus évidentes, mais je suis convaincu d'en avoir négligé beaucoup d'autres.

Sur le plan positif, la possibilité de parrainer ou de mettre en oeuvre d'importants projets transnationaux intéressant la communauté géoscientifique internationale par le biais d'une telle organisation semble être fort intéressante. Dans son exposé d'hier, le professeur Naldrett a choisi le projet 259 (cartographie géochimique internationale) du PICG comme exemple d'une idée ayant reçu un appui international étendu. Il a également souligné que des projets aussi vastes et complexes exigeront la participation active des commissions géologiques nationales ou d'organismes équivalents, étant donné l'ampleur de la tâche et le niveau de ressources financières et humaines requises.

Le projet 259 pourrait toutefois ne représenter qu'un volet d'un besoin beaucoup plus grand. Il semble évident que les préoccupations pratiquement universelles touchant la dégradation de l'environnement et la gestion éclairée des terres nous amèneront à élaborer des systèmes formels de cartographie des impacts environnementaux. Dans de tels programmes, les données géochimiques ne constitueront que l'un des nombreux ensembles de données à prendre en compte.

L'établissement d'un réseau formel de communications entre les commissions géologiques nationales pourrait constituer un deuxième élément positif général. Nous connaissons, pour la plupart, les avantages communicationnels que nous offrent les «réseaux» dans diverses situations tant locales qu'internationales. La mise en place d'un réseau international aux échelons supérieurs des organisations géologiques pourrait être utile à divers points de vue et pourrait contribuer à l'efficacité globale des géosciences internationales.

Sur le plan négatif, les raisons que j'invoquerai sont également assez évidentes. Tous nos organismes subissent des contraintes accrues dans le domaine des ressources et il ne fait pas de doute que la création d'une autre organisation, avec ce que cela suppose d'engagements face aux réunions, projets et autres affaires connexes, représenterait des coûts supplémentaires. Par contre, on peut soutenir que, dans le contexte de l'avenir de la planète, il est possible d'assumer les coûts associés au renforcement de nos instruments de collaboration et de communication transnationales.

De toute évidence, une organisation mondiale qui tenterait vraisemblablement de tenir des réunions à des intervalles raisonnables éprouverait des problèmes de logistique. Toutefois, ce phénomène est commun à

toute grande organisation et il existe certainement des moyens éprouvés de contourner le problème.

Une question qu'il faudrait examiner plus attentivement a trait au danger de conflits potentiels ou d'un double emploi avec des organisations scientifiques internationales fructueuses et établies depuis longtemps, comme l'UISG. Nous arrivons peut-être au coeur de la question. Toutefois, de nombreux projets instaurés sous les auspices d'organismes non gouvernementaux comme l'UISG ou le PICG comptent habituellement beaucoup sur le financement des gouvernements locaux pour leur mise en oeuvre (par le biais des commissions géologiques ou d'organismes scientifiques subventionnaires nationaux). Peut-être faudrait-il discuter des façons de mieux intégrer les efforts des organismes géoscientifiques gouvernementaux et non gouvernementaux, particulièrement dans l'exécution de vastes projets internationaux complexes.

Le dernier point que j'aimerais mentionner, mais probablement pas le moindre, est relié à la politique et à la bureaucratie. Les commissions géologiques nationales font partie de la bureaucratie et sont au service de leurs dirigeants politiques. De nombreux chercheurs sont d'avis que cette situation leur enlève la crédibilité voulue dans la poursuite d'activités scientifiques objectives et non partisans. Par contre, la politique et la bureaucratie font partie de la condition humaine et ne disparaîtront sans doute pas. Elles entrent dans la catégorie des «acquis».

CONCLUSIONS

À cette étape-ci, il ne serait pas indiqué que nous vous proposons des recommandations précises quant à la faisabilité ou à la non-faisabilité de créer un comité mondial des commissions géologiques ou une organisation semblable. Tout compte fait, il semble toutefois raisonnable d'examiner la question. Si cette dernière soulève suffisamment d'intérêt, les discussions d'aujourd'hui pourraient mener à la formation d'un comité représentatif ou d'un comité d'évaluation qui scruterait davantage la question. Il y aura, au cours de l'année qui vient, un certain nombre de rencontres propices à la réunion d'un tel comité, notamment le Congrès géologique international qui aura lieu à Kyoto, en août, et la prochaine série de réunions de l'Unesco, de l'UISG et du PICG qui se tiendront à Paris en janvier et au début de février 1993.

Ma proposition se veut un moyen d'entamer la discussion. Je m'arrêterai ici, monsieur le président, et si vous le voulez bien, nous pouvons commencer le débat.

Discussion finale

A. Darnley: Les quatre ou cinq dernières années que j'ai consacrées à l'avancement d'un projet géochimique international m'ont amené à constater que la plupart des organismes internationaux de promotion de la science sont réticents à appuyer la collecte de données par opposition à la recherche, ce qui pose continuellement des difficultés. Les études sur les processus semblent toujours avoir plus de prestige ou être davantage prioritaires. C'est donc vers ce domaine que les chercheurs se tournent pour trouver les bonnes idées et les éléments qui leur permettraient d'aller chercher des fonds. Toutefois, je suis absolument convaincu que les données systématiques pertinentes constituent la base de toute science, en particulier des sciences de la Terre où nous avons affaire à tellement de variables. Je crois qu'il est juste de dire que les organisations non gouvernementales existantes lèvent le nez lorsqu'on leur propose un projet visant principalement la collecte de données plutôt que l'étude de nouvelles notions. Je suis d'avis qu'une organisation mondiale des commissions géologiques qui s'occuperait, dans une très large mesure, des besoins de données systématiques exhaustives ayant trait aux sciences de la Terre n'empiéterait pas nécessairement sur le terrain des organismes déjà établis puisque ceux-ci sont davantage orientés vers la promotion de nouvelles notions et vers l'étude des processus.

M. Kürsten: À l'intérieur de l'UISG (Union internationale des sciences géologiques), il est bon que nous ayons des commissions géologiques et des institutions scientifiques universitaires. Il existe des frictions ou des tensions nécessaires entre les deux secteurs et nous devons y faire face. Je ne crois donc pas que ce soit là une raison pour créer un organisme distinct. Mon deuxième commentaire vient de mon expérience en Europe, où un groupe de commissions géologiques de l'Europe occidentale existe déjà. Ce groupe lui-même n'est pas homogène. En Allemagne, nous avons des provinces (*lande*), tout comme au Canada, et il est passablement difficile de les rallier. Nous tenons donc, en Allemagne, deux rencontres annuelles des commissions géologiques provinciales et de l'institut fédéral, dont je suis le directeur. C'est lors que ces rencontres que nous coordonnons nos activités pour tout le pays. Quant à la place que nous tenons dans le «concert» européen, j'aimerais préciser que nos activités outre-mer relèvent du gouvernement fédéral. Cela signifie que je représente, à ce concert, les commissions provinciales et la commission fédérale. Cependant, compte tenu de la rivalité qui existe entre les provinces, un des chefs provinciaux doit être présent lors des rencontres. Le tout fonctionne très bien mais j'imagine que, si vous songez à

créer un comité mondial, des difficultés de ce genre viendront s'ajouter aux autres. Si je peux me permettre une suggestion, je proposerais que nous essayons d'abord de former partout dans le monde des groupes régionaux, que ce soit à l'échelle d'un continent ou d'une région, selon le cas. Une fois le consensus atteint à l'intérieur de ces unités régionales, la représentation pourrait être assurée par un seul pays. En Europe, par exemple, la présidence change chaque année et est assumée à tour de rôle par les commissions. Chacun d'entre nous confierait au président actuel le mandat de représenter l'Europe dans un contexte mondial. Ce mécanisme est peut-être à envisager.

R. Rutland: Je crois qu'il faudrait peut-être commencer par déterminer les fonctions d'un tel organisme. Il faudrait partir d'une hypothèse de base, à savoir que nos gouvernements respectifs sont responsables de la recherche stratégique; nous avons déjà discuté de la façon dont sont définies la recherche et les priorités. Je crois que nous convenons tous que la recherche stratégique suppose la prévision des besoins géoscientifiques nationaux. La véritable question est de savoir comment cela se traduit en besoins internationaux.

Nous sommes maintenant aux prises avec des problèmes qui touchent toute la planète et qui exigent une collaboration mondiale. Nous devons définir soigneusement ce qu'il en est et déterminer les avantages que nous tirerons de cette collaboration. Je reconnais que, au départ, la meilleure chose à faire serait probablement de procéder à des regroupements régionaux. Nous pourrions peut-être songer à faire des évaluations des ressources régionales et nous pencher sur les aspects régionaux de l'utilisation des terres et des impacts environnementaux. Lors d'un symposium tenu à Bangkok, qui regroupait un amalgame de pays dont les frontières recoupaient diverses limites géologiques et d'importants réseaux hydrographiques, on a fait état des problèmes majeurs touchant l'environnement et les ressources et qui sont communs à tous ces pays. Ceux-ci bénéficieraient grandement de la collaboration de leurs propres commissions géologiques.

Si nous allons au-delà des regroupements régionaux, il y a des avantages à tirer d'une «fertilisation croisée» des groupes. Quels sont les problèmes propres à chacun? Ici, l'accent semble avoir été mis sur les grands projets internationaux comme celui de la cartographie géochimique internationale. Toutefois, dans le domaine de la collaboration internationale, nous posons peut-être la mauvaise question. Plutôt que d'amener nos

gouvernements à s'engager dans un programme international de cartographie géochimique, nous devrions peut-être les convaincre d'adopter des normes internationales. La collaboration internationale pourrait jouer un rôle de premier plan dans l'examen de l'ensemble de ces problèmes. Il sera cependant très difficile de convaincre les gouvernements d'appuyer financièrement des projets d'envergure et d'accepter le fait qu'ils doivent accorder la même priorité aux grands exercices de collecte de données.

Un comité des commissions géologiques qui relèverait de l'UISG pourrait constituer une tribune favorisant l'examen de ces questions. Toutefois, il existe déjà des organismes comme la sous-commission de la gestion des données mondiales et des systèmes d'information, qui s'occupe déjà de l'échange de données et dont le mandat pourrait s'étendre aux activités de normalisation. Le *Circum-Pacific Council* a facilité la mise en oeuvre d'importants projets coopératifs internationaux menés par les commissions géologiques de la région et dirigés par l'*U.S. Geological Survey*. Dans le domaine de la cartographie, la Commission de la carte géologique du monde peut entreprendre certains projets. Donc, avant d'aller trop loin, nous devons définir soigneusement les objectifs.

C.O. Kogbe: Je crois que cette conférence a permis de démontrer l'utilité d'une tribune où les chefs des commissions géologiques de différentes régions du monde pourraient se rencontrer de façon tant formelle qu'informelle. Le Congrès géologique international a pris tellement d'ampleur que les rencontres informelles sont habituellement impossibles. De plus, il est nécessaire de constituer, à intervalles réguliers, des tribunes comme celle-ci, où les chefs des commissions géologiques peuvent communiquer directement avec les gouvernements et les décideurs de tous les échelons et discuter de leurs problèmes. L'UISG pourrait comprendre une commission ou un groupe de travail chargé de suppléer à ses activités à cet égard. Il serait dommage que nous ne puissions continuer sur notre lancée et que, à défaut d'appuyer les «pour», nous ne puissions transposer ce projet dans la réalité.

U.G. Cordani: Je crois qu'une association ou un organisme mondial des commissions géologiques—vous devez décider du genre de structure que vous souhaitez—aurait sa raison d'être et l'UISG pourrait appuyer sa création. Cet organisme pourrait être affilié à l'UISG. Je suis d'accord avec la plupart des raisons positives avancées par Chris Findlay.

Bien qu'il existe certaines difficultés, il serait indiqué que les commissions géologiques puissent compter sur une tribune autour de laquelle elles pourraient discuter et que cet organisme gouvernemental exerce des pressions supplémentaires sur la communauté. Comme les membres nationaux de l'UISG varient d'un pays à l'autre—ils peuvent être issus d'une académie, d'une

commission géologique, etc.—la capacité de ces gens de faire pression sur le gouvernement varie également. En étant assis à la même table que le gouvernement, vous pouvez agir plus efficacement dans l'atteinte du but commun, qui est d'améliorer la géologie.

Arthur Darnley a raison lorsqu'il affirme qu'il y a un écart entre le mode de pensée des scientifiques et celui des commissions géologiques. Les académies, les conseils de recherche scientifique et d'autres organismes ont tendance à approuver les projets comportant de vraies recherches et non pas ceux visant la collecte de données. Les chercheurs aiment bien interpréter les données existantes. La collecte de données représente donc un gros travail pour des institutions comme les commissions géologiques ou les observatoires. Toutefois, les commissions géologiques s'intéressent à la production de données pour leur propre pays avant tout, même s'il existe des ententes bilatérales. Si nous optons pour la mondialisation, nous avons besoin de normes, comme il a été souligné par Royce Rutland, pour que les échanges d'information soient complets. Chaque commission géologique doit fournir des données géochimiques sur son propre territoire et ces données doivent être intégrées dans un réseau mondial grâce à la normalisation. Il faut, pour cela, compter sur une coordination internationale, ce qui pourrait constituer un bon objectif pour l'organisation que vous envisagez de créer.

E.A. Babcock: Je ne suis pas convaincu que nous ayons besoin d'un autre groupe de coordination des activités scientifiques internationales, étant donné que nous disposons de nombreux moyens pour veiller à cette coordination. Je reconnais qu'il faut élaborer des normes internationales et cette tâche est rebutante. Cependant, en tant que directeur d'une grosse commission géologique, je trouve très utile nos rencontres des derniers jours. Certains thèmes communs sont importants pour nous tous. Il serait utile que, peut-être tous les deux ou trois ans, les dirigeants des commissions géologiques se réunissent d'une façon informelle pour partager leurs expériences dans la gestion de leur organisme. Nous travaillons tous pour des gouvernements qui ont leur propre façon de faire, mais nous avons beaucoup de points en commun et nous pouvons tirer grand parti de l'expérience des autres. Le fait de nous réunir de temps en temps pour parler de nos expériences nous aidera à diriger nos commissions plus efficacement, en admettant au départ que chacun de nous fonctionne dans un milieu différent de tous les autres.

P.J. Cook: Je suis d'accord avec ce qui précède, particulièrement quant au nombre d'organismes déjà en mesure de coordonner les activités scientifiques internationales, et je reconnais qu'il serait valable de comparer nos expériences en matière de gestion. Malgré que ce dernier point soit distinct de la science, il y est tout de même relié. Je ne crois pas que, si nous mettons un organisme sur pied, celui-ci doive obligatoirement être placé sous l'égide de l'UISG. Je préférerais que les choses

soient le moins compliquées possible. Je veux bien que nous tenions compte de l'aspect régional et que nous nous en servions comme assise. Toutefois, nous aurons parfois besoin de parler en termes plus généraux. Nous ne pouvons pas toujours passer par l'intermédiaire d'organismes régionaux. D'après moi, ces organismes pourraient peut-être agir comme groupe de coordination entre les réunions. Cependant, la première chose à faire est de mettre sur pied un groupe informel qui se pencherait sur certaines de ces questions et qui formulerait ensuite une proposition qui serait la plus simple possible. Dotons-nous de moyens de communication simples.

Si ce groupe est constitué et qu'il décide finalement de ne pas créer un organisme mondial des commissions géologiques, nous pourrions toujours réunir des groupes comme celui-ci présent à des intervalles de quelques années. Le BMR (*Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics*) célébrera son 50^e anniversaire de fondation dans quatre ans et cet intervalle est peut-être indiqué pour la tenue d'une nouvelle réunion de notre groupe. Les interactions informelles que permet ce genre de réunion sont valables. Je reconnais l'utilité de créer un groupe de travail et de le charger de déterminer si cela est suffisant, mais faisons les choses simplement.

D.L. Peck: Je considère moi aussi que cette réunion a été fort utile. Elle nous a permis de découvrir les problèmes d'autres commissions géologiques, de même que leurs besoins et les moyens mis en oeuvre pour les combler. Il existe trop d'organismes aux États-Unis et dans le monde et l'idée de créer une autre grande organisation complexe me fait un peu peur. J'aimerais toutefois participer à une autre réunion dans quelques années et nous avons besoin d'un mécanisme quelconque qui nous assurerait de la tenue d'une telle réunion. Il serait peut-être bon, alors, de créer un comité d'évaluation qui se pencherait sur la question.

R.A. Price: J'ai l'impression que l'on souhaite mettre sur pied une organisation informelle et très souple qui permettrait aux dirigeants des commissions géologiques nationales d'échanger des idées sur leurs problèmes

communs de l'heure. J'ai aussi l'impression que l'UISG est intéressée à une affiliation avec cette organisation parce que celle-ci constituerait un important moyen de communication, tant pour l'Union que pour les chefs des commissions géologiques. Compte tenu de l'initiative prise par Chris Findlay et ses collègues pour nous réunir ici, je me demande s'il ne serait pas indiqué de procéder d'une façon tout à fait informelle et de laisser Chris consulter certains d'entre vous pendant votre séjour ici et de voir comment on pourrait procéder.

D.C. Findlay: Je considère que mon rôle a été de soulever la question et d'écouter vos réponses. Au bout du compte, nous n'avons pas pris de décision, seules quelques personnes ayant dit «oui mais, en fait, non». Peter Cook s'est placé exactement à mi-chemin : il est d'accord avec les gens qui affirment que nous n'avons pas besoin d'un autre organisme officiel, mais il croit qu'il serait peut-être utile que quelques personnes se penchent sur la possibilité de créer un tel organisme. Nous allons donc tenter de parler à certaines personnes.

R. Rutland: En ce qui a trait au 50^e anniversaire du BMR, Neil Williams et moi avons déjà parlé d'inviter les chefs des commissions géologiques du monde entier à cette occasion, que le comité mondial soit créé ou non. Si l'on m'a perçu comme faisant partie de ceux qui n'ont pas pris position, c'est probablement parce que j'ai insisté sur le fait que nous avons besoin de bonnes raisons, que nous devons être certains d'atteindre des résultats par le biais de ce comité. J'aimerais souligner que je suis davantage en faveur de la mise sur pied d'associations régionales. Arrivons-en à une conclusion positive et décidons de rentrer chez nous et d'appuyer beaucoup plus fermement nos organismes régionaux respectifs.

R.A. Price: Je crois reconnaître, dans la discussion sur les organismes régionaux et internationaux, une version à grande échelle de la situation des organisations d'État ou provinciales par rapport aux organisations nationales : la plupart d'entre vous appartiennent à deux structures de base sur la scène internationale, tout comme c'est le cas sur la scène nationale.

Le mot de la fin

R. Price¹

J'aimerais faire quelques commentaires sur les nouveaux défis que nous devons relever, sur les possibilités qui voient le jour et sur notre fonctionnement.

Je crois que les défis à relever sont évidents. Nous sommes en présence d'une population humaine en pleine éclosion et d'une demande accrue de ressources, et nous devons exploiter ces ressources de façon à minimiser les impacts sur l'environnement. Quelques expressions à la mode résumant l'ensemble de la situation: des ressources pour demain mais une exploitation durable de ces ressources. La sécurité du public soulève également de plus en plus de préoccupations. J'ai été fort impressionné par la description de la situation à Tokyo et cela m'a fait songer aux conséquences qu'un séisme de l'ampleur de celui survenu au milieu des années 1920 au Japon aurait à l'heure actuelle. Ce séisme a été dévastateur pour le Japon mais, dans notre monde moderne, il constituerait une catastrophe mondiale parce qu'il perturberait la trame économique et sociale du monde entier.

Cela m'amène à aborder la question des possibilités qui s'offrent à nous. Nombre de problèmes auxquels nous sommes maintenant confrontés ont une ampleur planétaire et leur solution exigera une coopération et une coordination internationales. D'une façon ou d'une autre, cette coopération et cette coordination devront être mises en oeuvre. Pendant le reste de la séance de ce matin, nous aurons l'occasion de nous pencher sur ce besoin naissant. Je n'en parlerai donc pas maintenant. L'autre possibilité que j'aimerais mentionner est le grand nombre de

nouvelles techniques de pointe à notre disposition, certaines, et non les moindres, étant reliées à la manipulation, à l'analyse et à l'affichage à haute vitesse des données.

Je vais terminer par quelques commentaires sur notre fonctionnement. On a beaucoup insisté sur la gestion des commissions géologiques comme une entreprise, comme une entreprise rentable. Les premières questions qui me viennent à l'esprit sont les suivantes: «Qui sont nos clients?» et «Quel prix nos clients sont-ils prêts à payer pour nos extrants?» Les extrants sont vraisemblablement des informations et des conseils géologiques et les clients sont les gens qui sont prêts à payer pour se procurer ces extrants parce qu'ils ne peuvent en obtenir de meilleure qualité et à meilleur prix ailleurs. À mon avis, les clients des commissions géologiques nationales sont la population, laquelle agit par le biais des gouvernements du pays. Si nous voulons nous comporter comme des gens prévoyants, je crois que nous ne devons pas nous limiter à répondre aux seules demandes actuelles de nos clients. Nous devons plutôt, comme tous les gens d'affaires avisés—qu'ils vendent des repas-minute, des voitures, des ordinateurs ou des appareils de communication—prévoir et reconnaître les besoins naissants de nos clients (notre population et nos gouvernements) et les aider à préciser leurs besoins futurs et à les satisfaire. C'est là un défi d'entrepreneur qui s'applique à chacune des commissions géologiques et, collectivement, à l'ensemble des commissions géologiques du monde.

¹Department of Geological Sciences, Queen's University, Kingston, Ontario, K7L 3N6

Allocution de clôture

E.A. Babcock¹

Je vous remercie d'avoir répondu à notre invitation. Pour moi, cette réunion est importante du seul fait qu'elle ait eu lieu. Elle a offert aux dirigeants des commissions géologiques l'occasion unique de s'entretenir de questions et de problèmes communs et je crois qu'elle a été avantageuse pour cette raison.

J'ai remarqué que certains points sont ressortis des discussions plus d'une fois et j'aimerais vous en parler brièvement.

Il y a d'abord la réduction des ressources, qui touche beaucoup d'organismes. Il y a aussi la nécessité de mieux informer nos dirigeants politiques et le public quant à l'importance de nos activités; un intérêt accru et répandu face aux études sur l'environnement et les risques géologiques; et le besoin de travailler en collaboration tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des sciences de la Terre, avec les spécialistes d'autres disciplines.

J'observe chez nos organismes géoscientifiques de grandes forces mais aussi des faiblesses. Pour vous expliquer ce que je veux dire, je dois vous parler un peu de moi-même parce que je peux considérer les commissions géologiques dans une perspective unique. J'ai commencé par enseigner la géologie dans une grande université canadienne puis j'ai dirigé une petite commission géologique provinciale. J'ai ensuite délaissé complètement le domaine des sciences de la Terre pour travailler en recherche industrielle à titre de directeur général, puis j'y suis revenu. C'est donc un domaine que j'ai pu observer de l'intérieur en tant que jeune universitaire mais aussi de l'extérieur. J'ai maintenant rejoint la communauté géoscientifique.

Je crois que mon patron, le sous-ministre, a raison lorsqu'il affirme que la communauté géoscientifique est comme un club ou une religion. À la Commission géologique du Canada (CGC), il nous compare à des jésuites. Nous avons ici des gens venant de toutes les régions du monde mais nous parlons tous le même langage, celui de la science. C'est notre grande force. C'est également une faiblesse qui pourrait signifier la fin des commissions géologiques. Je crois que nombre de

commissions sont arrivées à un carrefour. Si nous empruntons une voie, nous connaissons le succès et notre science sera reconnue pour son importance future dans le développement durable du monde. L'autre voie est celle du déclin, probablement graduel, des ressources à notre disposition. Éventuellement, les commissions géologiques qui suivront cette deuxième voie ne seront pas très importantes si elles réussissent toutefois à survivre. La voie du succès prend la forme d'un appui à l'exploitation durable et écologique des ressources et d'une contribution à la solution des problèmes environnementaux. La voie du déclin sera caractérisée par l'impossibilité de répondre aux impératifs environnementaux et une adhérence à une approche traditionnelle de la cartographie géologique et de la recherche. Alors, la question que je vous pose est la suivante: «Étant donné que nous sommes si utiles et que notre science a une si grande valeur, pourquoi ne recevons-nous pas des fonds plus adéquats?»

Cette question est reliée à la réduction des ressources. Que nous parlions des grosses commissions géologiques nationales comme celles de la Grande-Bretagne, du Canada ou des États-Unis, ou des commissions plus petites comme celles d'Afrique, des États américains ou des provinces canadiennes, nous sommes tous aux prises avec les mêmes contraintes.

Ces contraintes s'expliquent par des raisons touchant tout le globe, notamment la récession mondiale, mais je crois qu'il y a d'autres explications. Nous devons nous efforcer davantage—et ce point a été souligné par Peter Cook—de sensibiliser nos dirigeants politiques au fait que nous appuyons le développement économique. Monsieur Cook a également soulevé un point très important: nous devons maintenir l'appui de base de nos activités. Au Canada, le pendule s'oriente vers une économie pure, vers un appui inconditionnel au développement industriel et ce, au détriment du bien public. Nous devons maintenir un équilibre si nous voulons continuer d'assumer notre rôle face au bien public. Nous devons devenir de meilleurs vendeurs (je déteste utiliser ce mot) afin de mieux informer les gens et les politiciens de la valeur de nos

¹Sous-ministre adjoint et chef de la Commission géologique du Canada., 601, rue Booth, Ottawa, Ontario, K1A 0E8

activités pour la société. Monsieur Berbert a très bien fait valoir ce dernier point.

Au Canada également, nous devons mieux convaincre les gens qui élaborent des politiques scientifiques nationales que les industries auxquelles nous apportons notre appui sont de haute technologie. À l'heure actuelle, les décideurs ont l'impression que l'avenir du Canada réside dans les entreprises de pointe. Pourtant, ce sont les ressources qui paient la note. Je suis convaincu que la situation est la même dans d'autres pays. Nous devons nous assurer que les décideurs savent que les industries exploitant les ressources sont de haute technologie; à partir de ces bases, nous pouvons en arriver à des techniques encore plus pointues.

L'environnement est un thème qui est ressorti très nettement de nombreux exposés (ceux de messieurs Peck, Johan, Ogawa, Berbert et Kogbe). J'ai le sentiment que, si nous regardons à travers une lunette d'approche, nous verrons l'environnement devenir un thème de plus en plus dominant pour les commissions géologiques. Cela ne signifie pas que nous abandonnerons les industries d'exploitation des ressources naturelles, mais le développement durable nous poussera dans la direction des études sur le milieu naturel.

Cela nous ramène au sujet de l'ouverture vers l'extérieur. Nous avons la force de notre science mais nous devons nous ouvrir et apprendre à travailler davantage avec les spécialistes d'autres disciplines. Je ne peux trouver un seul problème environnemental qui soit étranger aux sciences de la Terre, qu'il s'agisse des pluies acides ou de l'élimination des déchets. Pourtant, les ministères de l'Environnement et les groupes écologiques ne s'adressent pas souvent à nous. Nous devons faire un meilleur travail et nous assurer que nous contribuons à la solution des problèmes environnementaux, que notre voix est entendue. Autrement, je pense que nous nous retrouverons sur la voie d'un lent déclin. Je ne crois pas que cela serait bon pour les commissions géologiques, ni pour nos pays ni pour le bien de l'humanité en général.

J'ai trouvé particulièrement intéressants les exposés de messieurs Kürsten et Czichos sur les ressources. Le message que j'en ai tiré est que la mondialisation des marchés (cette notion n'est pas nouvelle) et la diminution des prix des produits nous poussent vers l'exploitation de gîtes de classe internationale. Cette situation s'observe déjà au Canada. Notre industrie énergétique est en train d'«imploser» : elle s'exile tout simplement ailleurs. Elle part à la «chasse aux éléphants» dans d'autres régions du monde où de plus gros champs miniers peuvent être découverts. La même chose se produit au sein de l'industrie minière. Elle n'est pas en train d'imploser, mais elle ramasse les fruits mûrs dans d'autres régions du monde, où des gîtes connus de classe internationale peuvent être mis en production plus rapidement et, peut-être, à meilleur compte qu'ici.

Le besoin d'explorer des gîtes de classe internationale nous amène à nous intéresser à la question des techniques de pointe. L'exposé de Neil Williams sur l'expérience australienne a retenu mon attention. Pour explorer la croûte terrestre plus en profondeur, les Australiens combinent la cartographie traditionnelle sur le terrain et des techniques de pointe tant nouvelles que plus anciennes, comme la télédétection, la radiométrie et les levés aéromagnétiques. Dans de nombreuses régions du monde, les gîtes faciles à trouver ont sans doute déjà été découverts et nous devons nous mettre à la recherche des gros gîtes de classe internationale qui se trouvent à de plus grandes profondeurs. Cette recherche nous forcera à mettre au point de nouvelles techniques d'exploration, de nouvelles notions et de nouvelles technologies au sens traditionnel du terme.

Il ressort des séances sur les commissions géologiques provinciales et d'État que celles-ci ont toujours un rôle important à jouer. Ces organismes sont plus petits que les commissions nationales et c'est ce qui leur confère plus de souplesse et qui leur permet d'être reliés plus étroitement au développement de l'industrie locale. Les commissions provinciales et d'État occupent des créneaux particuliers qui diffèrent de ceux des commissions nationales de plus grande taille. Leur rôle est particulièrement important dans des pays comme l'Australie et le Canada, où l'État exerce un contrôle sur les ressources à l'intérieur de ses limites administratives. Chacune de ces petites commissions se modèle donc sur les besoins de sa province ou de son État. Cette symbiose est particulièrement visible aux États-Unis, où les commissions peuvent avoir des effectifs nombreux, comme dans l'Illinois, ou ne compter qu'une seule personne oeuvrant à partir d'un bureau situé dans des locaux universitaires, comme c'est le cas dans certains États de la Nouvelle-Angleterre. Là encore, le financement pose toujours des problèmes. Cela signifie que les commissions d'État doivent «vendre» leur produit et convaincre leurs dirigeants politiques de la pertinence de leurs travaux.

Les exposés de messieurs Cordani et Naldrett sur la collaboration des organismes non gouvernementaux ont fait ressortir les avantages que l'on peut tirer d'organisations cadres comme l'Union internationale des sciences géologiques dans la promotion de la collaboration internationale, notamment à mesure que la portée des géosciences devient de plus en plus planétaire. Les organismes non gouvernementaux sont particulièrement utiles pour mettre en rapport les chercheurs des pays moins industrialisés avec la communauté scientifique mondiale. Ils ont permis de mener à bien de grands projets avec des budgets très réduits, mais le financement reste un enjeu important. Nous qui sommes à la tête des commissions géologiques des pays industrialisés devrions porter une plus grande attention à la façon d'assurer la viabilité de ces organismes.

En ce qui a trait aux problèmes auxquels les commissions géologiques sont confrontées, chaque région du monde présente des difficultés qui lui sont propres. De nombreux pays africains doivent revitaliser leurs commissions géologiques, et c'est là un véritable défi. Pour ce faire, ils auront besoin de l'aide d'autres régions et je suis convaincu qu'il leur faudra déployer eux-mêmes de grands efforts. Je crois que ces pays devront devenir politiquement stables avant que certaines de ces commissions ne puissent donner leur plein rendement. Je ne suis pas certain du succès de cette entreprise, mais je crois que l'idée de monsieur Kogbe de créer des centres géologiques régionaux d'excellence est très créatrice. La Chine fait face à des défis différents : son organisation géoscientifique est énorme et c'est un immense pays qui connaît des développements rapides et qui est très actif dans l'établissement de liens scientifiques avec d'autres pays. La CGC entretient de nombreux liens avec la Chine. En fait, si nous le voulions, nous pourrions probablement consacrer toutes nos ressources aux interactions avec ce pays. Notre capacité d'interagir avec la communauté géoscientifique chinoise est relativement petite en regard de la capacité de celle-ci d'interagir avec nous.

La participation des commissions de l'Amérique latine à cette conférence m'a frappé, mais pas nécessairement dans un sens positif. Cette situation résulte probablement de diverses causes, dont la nature des organisations de ces pays et le manque de fonds. Toutefois, compte tenu de l'importance des ressources minérales de l'Amérique

latine, je crois que nous devons amener les commissions géologiques de cette région à se joindre à la communauté que nous formons.

Dans son exposé, monsieur Carlsson a parlé de l'accent mis sur la clientèle. À la CGC, nous agissons déjà en ce sens, c'est-à-dire que nous établissons des liens avec nos clients. Notre approche est axée sur la gestion de la qualité totale. Une telle gestion ressemble un peu à une mode mais elle est donne des résultats. Si nous ne connaissons pas nos clients et si nous ne travaillons pas avec eux, nous agissons en fonction de la science ou de la technologie plutôt qu'en fonction des clients. Notre science doit être axée sur les marchés ou les clients si nous voulons assurer le succès à long terme de nos commissions géologiques.

J'ai trouvé cette conférence très utile et très intéressante, mais difficile à résumer. Parmi les thèmes communs à plusieurs exposés, il y a la nécessité de collaborer avec nos clients et avec les spécialistes d'autres disciplines scientifiques, l'importance de plus en plus grande des études environnementales et le besoin, pour nos géologues, de devenir de meilleurs communicateurs tant avec les politiciens qu'avec le public.

Pour terminer, monsieur Riddihough a proposé une motion de remerciement à l'endroit de tous ceux ayant contribué au succès de la conférence.

ICOGS -- Liste des participants

Mme A. Achab
Directrice
Centre géoscientifique du Québec
2700, rue Einstein
CP 7500
Sainte-Foy (Québec)
G1V 4C7
Telephone: (418) 654-2601
FAX: (418) 654-2615

Dr. F.P. Agterberg
Head, Geomathematics Section
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 996-2374

Dr. Arvind Anand
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 992-9822
FAX: (613) 996-9820

Mrs. Jan Aylsworth
Geological Survey of Canada
401 Lebreton Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 995-4168

Dr. E.A. Babcock
Assistant Deputy Minister
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 992-6108
FAX: (613) 995-3082

Dr. M. Bensaïd
Director
Geological Survey of Morocco
Energy and Mines
Rabat
MOROCCO
Telephone: (212) 7 772824
FAX: (212) 7 777943
TELEX: 3276 1M or 3576 2M

Dr. D.G. Benson
IGCP - CNC
16 Rockfield Crescent
Nepean, Ontario
K2E 5L7
Telephone: (613) 224-3738

Dr. Carlos Oiti Berbert
President of the Board of Directors
GEOLOGICAL SERVICES OF LATIN
AMERICA & THE CARIBBEAN
Av. Pasteur 404 Urca
Rio de Janeiro (RJ)
BRAZIL
Telephone: (021) 2950032; 2955337
FAX: 021 5423647
TELEX: 22685 CPRM

Dr. M.J. Berry
Director, Geophysics Division
Geological Survey of Canada
1 Observatory Crescent
Ottawa, Ontario
K1A 0Y3
Telephone: (613) 995-5484
FAX: (613) 952-9088

Dr. M.E. Best
Director
Pacific Geoscience Centre
Geological Survey of Canada
9860 West Saanich Road
Sidney, British Columbia
V8L 4B2
Telephone: (604) 363-6433
FAX: (604) 363-6739

Dr. J.E. Biesecker
Assistant Director for Information
Systems
U.S. Geological Survey
12201 Sunrise Valley Dr.
Mail Stop 801
Reston, Virginia 22092
U.S.A.
Telephone: (703) 648-7108
FAX: (703) 648-7069

Mrs. D.S. Bouchard
Geological Survey of Canada
Minerals and Continental Geoscience
Branch

601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 996-9941
FAX: (613) 996-0986

Mme A.E. Bourgeois
Directrice
Division Information géoscientifique et
communications
Commission géologique du Canada
601, rue Booth
Ottawa (Ontario)
K1A 0E8
Telephone: (613) 995-4089
FAX: (613) 996-8748

Dr. Jonathan Bramwell
ProEdit Cassette
1621 Digby Street
Ottawa, Ontario
K1G 0P5
Telephone: (613) 521-7804
FAX: (613) 521-0659

Ms. Heather Bramwell
ProEdit Cassette
1621 Digby Street
Ottawa, Ontario
K1G 0P5
Telephone: (613) 521-7804
FAX: (613) 521-0659

Dr. Robin Brett
Secretary General
International Union of Geological
Sciences
U.S. Geological Survey
National Centre MS 959
Reston, Virginia 22092
U.S.A.
FAX: (703) 648-4227

Mr. W. Keith Buck
Mineral Resource Consultant
Box 23
Manotick, Ontario
K4M 1A2
Telephone: (613) 692-4635
FAX: (613) 692-0871

Dr. T. Burlingame
Petroleum Geologist
E.M.P.R., Government of N.W.T.
Box 1320
Yellowknife, N.W.T.
X1A 2L9
Telephone: (403) 873-7735
FAX: (403) 873-0254

Ms. J. Caloz
Manager, Industry Relations
CANMET
555 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E4
Telephone: (613) 996-1288

Mr. G.W. Cameron
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 995-4182
FAX: (613) 996-9670

Dr. P.A. Camfield
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 995-7198
FAX: (613) 996-9670

Mr. Neil Carleton
Head, Resource Development
Canadian Museum of Nature
P.O. Box 3443
Station D
Ottawa, Ontario
K1P 6P4
Telephone: (613) 992-7773
FAX: (613) 952-9693

Dr. J.O. Carlsson
Director General
Geological Survey of Sweden
Box 670
S-751 28 Uppsala
SWEDEN
Telephone: (46) 18 17 90 00
FAX: (46) 18 17 92 10
TELEX: 76154 GEOSWED

Dr. Jean-Louis Caty

Direction générale de l'exploration
géologique et minérale
Ministère de l'Énergie et des Ressources
Gouvernement du Québec
5700, 40 Avenue Ouest, Bureau A-211
Charlesbourg (Québec)
G1H 6R1
Telephone: (418) 646-2707
FAX: (418) 643-2816

Dr. P. Chagarlamudi
SMRS SECTOR -- External Relations
580 Booth St.
Ottawa, Ontario
K1A 0E4
Telephone: (613) 996-7644
FAX: (613) 943-8838

Dr. P.B. Charlesworth
Chief, Computer Technology
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 995-4065
FAX: (613) 996-8748

Dr. M.E. Cherry
Coordinator, National Mapping Program
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 943-0774
FAX: (613) 995-7322

Dr. C.F. Chung
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 996-3413
FAX: (613) 996-3726

Dr. W.B. Coker
Head, Applied Geochemistry Subdivision
Geological Survey of Canada
601 Booth street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 992-2378

Dr. A.C. Colvine
Director

Continental Geoscience Division
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 995-4314
FAX: (613) 995-7322

Dr. Peter Cook
Director
British Geological Survey
B.G.S. Keyworth
Nottingham NG12 5GG
UNITED KINGDOM
Telephone: 44 (0) 602-363100
FAX: 44 (0) 602-363200

Ms. Susan Copeland
Communications Branch, EMR
580 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E4
Telephone: (613) 992-7358
FAX: (613) 996-9094

Dr. Umberto G. Cordani
President
International Union of Geological
Sciences
Instituto de Geociencias
Universidade de Sao Paulo
Caixa Postal 20899
Sao Paulo
BRAZIL
Telephone: 211-2847-office 212-0572-
home
FAX: 55 11 815-4272
TELEX: 80902 USPO BR

Dr. L.M. Cumming
14 Trillium Avenue
Nepean, Ontario
K2E 5M9
Telephone: (613) 224-4173

Dr. Horst Czichos
Vice President
Bundesanstalt für Materialforschung und -
prüfung (BAM)
Unter den Eichen 87
D-1000 Berlin 45
GERMANY
FAX: 49-30-811-8876

Dr. A.G. Damley
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 995-4909
TELEX: (613) 996-3726

Dr. J.L. Davies
Director
Geological Surveys Branch
Department of Natural Resources and
Energy
P.O. Box 6000
Fredericton, New Brunswick
E3B 5H1
Telephone: (506) 453-2206
FAX: (506) 453-3671

Dr. M.J. Day
Assistant Deputy Minister
Mineral Resources Division
Alberta Department of Energy
9945-108 Street
10th floor, Petroleum Plaza North
Edmonton, Alberta
T5K 2G6
Telephone: (103) 427-7725
FAX: (403) 427-7737
TELEX: n/a

Dr. J. Devine
Assistant Director
U.S. Geological Survey
Reston, Virginia 22092
U.S.A.
Telephone: (703) 648-4466
FAX: (703) 648-5436

Dr. R.N.W. DiLabio
Geological Survey of Canada
401 Lebreton Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 992-1380
FAX: (613) 992-2468

Dr. M.J. Drury
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 995-5478

Dr. Vladimir A. Dubrovin

Chief Engineering Geocryological
Expedition
VSEGINGEO
142452, Zeleny settlement
Noginsk district
Moscow Region
RUSSIA
Telephone: (095) 529-1101 ext 2516
(res.)

Marie-France Dufour
Rédactrice scientifique
Commission géologique du Canada
601, rue Booth
Ottawa (Ontario)
K1A 0E8
Telephone: (613) 995-7648

Dr. J.M. Duke
Director
Mineral Resources Division
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 996-9223
FAX: (613) 992-5694

Ms. Helen Dumych
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 995-4569
FAX: (613) 992-0190

Dr. E-an Zen
President
The Geological Society of America
11923 Escalante Court
Reston, Virginia 22091
U.S.A.
Telephone: (301)405-4081 (H) (703)860-
0845
FAX: (301) 314-9661

Ms. Kim Edwardson
Atlantic Geoscience Centre
Geological Survey of Canada
P.O. Box 1006
Dartmouth, Nova Scotia
B2Y 4A2
Telephone: (902) 426-3448
FAX: (902) 426-4266

Mr. P.A. Egginton

Chief, Quaternary Environments
Terrain Sciences Division
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 992-2451
FAX: (613) 992-2468

Dr. Robert H. Fakundiny
State Geologist of New York
Association of American State Geologists
New York State Geological Survey
Room 3140
3136 Cultural Education Centre
Albany, N.Y. 12230
U.S.A.
Telephone: (518) 474-5816
FAX: (518) 473-8496

Mr. A. Fedosseev
Science and Technology
Russian Embassy
285 Charlotte
Ottawa, Ontario
K1N 8L5
Telephone: (613) 235-4341
FAX: (613) 236-6342

Dr. D.C. Findlay
Director General
Minerals and Continental Geoscience
Branch
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 995-4093
FAX: (613) 996-0986

Dr. D.L. Forbes
Atlantic Geoscience Centre
Geological Survey of Canada
P.O. Box 1006
Dartmouth, Nova Scotia
B2Y 4A2
Telephone: 1 (902) 426-3448
FAX: 1 (902) 426-4266

Mr. David K. Fountain
President
DKF Associates
1994 Hollybrook Cres.
Ottawa, Ontario
K1J 7Y6

Dr. J.G. Fyles
Geological Survey of Canada
401 Lebreton Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 992-5081

Mr. J.F. Gartner
President
Minister's National Industrial Advisory
Committee to the Geological Survey of
Canada
Gartner Lee Ltd.
140 Renfrew Drive
Markham, Ontario
L3R 8B6
Telephone: (416) 477-8400
FAX: (416) 477-1456

Dr. R.A. Gibb
Chief, Aeromagnetism, Gravity and
Geodynamics
Geophysics Division
Geological Survey of Canada
1 Observatory Crescent
Ottawa, Ontario
K1A 0Y3
Telephone: (613) 995-5458
FAX: (613) 952-8987

Mr. Robert Ginn
Consulting Geologist
Watts, Griffis & McQuat
8 King Street, East
Suite 400
Toronto, Ontario
M5C 1B5
Telephone: (416) 364-6244
FAX: (416) 864-1675
TELEX: 06-217620

Dr. C.F. Gleeson
C.F. Gleeson & Associates
P.O. Box 10
Lakeshore Drive
R.R. #1
Iroquois, Ontario
K0E 1K0
Telephone: (613) 652-4594
FAX: (613) 652-1223

Mr. B. Graham
Director, Base Metal Exploration
Noranda Exploration

Suite 2900
1 Adelaide Street East
Toronto, Ontario
M5C 2Z8
Telephone: (416) 982-3541
FAX: (416) 982-7420

Mr. S.B. Green
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 996-7345
FAX: (613) 992-5694

Mr. B.A. Greene
Executive Director
Geological Survey of Newfoundland
Department of Mines and Energy
P.O. Box 8700
St. John's, Newfoundland
A1B 4J6
Telephone: (709) 729-2763
FAX: (709) 729-3493

Dr. Gordon A. Gross
Senior Resource Geologist
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 995-4125

Jens Hansen
GEOTEST

Dr. D.G. Harry
Geological Survey of Canada
580 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E4
Telephone: (613) 996-5330
FAX: (613) 995-5719

Dr. R.T. Haworth
Director General
Sedimentary and Marine Geoscience
Branch
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 995-2340
FAX: (613) 996-6575

Mr. J.A. Heginbottom
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 992-7813
FAX: (613) 992-2468

Mr. L. Henry
Director
Geological Survey Division
Ministry of Production, Mining and
Commerce
P.O. Box 141
Hope Gardens
Kingston 6
JAMAICA
Telephone: (809) 927-1065
FAX: (809) 927-0350

Johannes R. Hill
President
Northwood Geoscience Ltd.
201-357 Preston Street
Ottawa, Ontario
K1S 4M8
Telephone: (613) 233-7554
FAX: (613) 233-5982

Mr. John Hodgkinson
Chief
DIAND (Indian and Northern Affairs)
Room 603
10 Wellington Street
Ottawa, Ontario
K1A 0H4
Telephone: (819) 994-6434
FAX: (819) 953-9066

Mr. B. Howe
Deputy Minister
Energy, Mines and Resources
580 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E4
Telephone: (613) 992-3456
FAX: (613) 992-3828

Dr. R.D. Hutchinson
211 Wurtemberg Street, Apt. 2112
Ottawa, Ontario
K1N 8R4
Telephone: (613) 233-3505

Dr. Z. Johan
Bureau de recherches géologiques et
minières
B.P. 6009
45060 Orléans CEDEX 2
FRANCE
Telephone: (33) 38.64.35.05
FAX: (33) 38.64.39.90
TELEX: BRGM 780258 F

Dr. J.T. Jubb
Director General
Mineral Technology Branch
Minerals and Energy Technology Sector
555 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0G1
Telephone: (613) 992-3371
FAX: (613) 995-6681

Dr. A.S. Judge
Geological Survey of Canada
401 Lebreton Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 996-9323
FAX: (613) 992-2468

Dr. D.G. Kelley
Greenfield Environmental Consultants
835 Colson Avenue
Ottawa, Ontario
K1G 1R6
Telephone: (613) 733-8156
FAX: (819) 953-6881

Mr. G.O. Kesse
Director
Geological Survey of Ghana
P.O. Box M 80
Accra
GHANA
Telephone: 22 64 90 or 22 80 93
FAX: 77 33 24
TELEX: 2545 MONCOM GH

Ms. Inez Kettles
Geological Survey of Canada
401 Lebreton Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 992-8323
FAX: (613) 992-2468

Dr. M.A. Klugman
Ministry of Northern Development and
Mines
159 Cedar Street
4th floor
Sudbury, Ontario
P3E 6A5
Telephone: (705) 670-7380
FAX: (705) 670-7378

Dr. Kosaburo Kodama
Director of Research Planning Office
Geological Survey of Japan
1-1-3 Higashi
Tsukuba
Ibaraki
305
JAPAN
Telephone: 81 (298) 54-3570
FAX: 81 (298) 54-3571
TELEX: 3652511 GSJ J

Dr. Cornelius A. Kogbe
President
Geological Society of Africa
Rockview International
1-5 rue, Gutenberg
75015 Paris
FRANCE
FAX: 33 1 458-09209

Dr. J. Kramers
Alberta Geological Survey
Alberta Research Council
Third Floor, Terrace Plaza
P.O. Box 8330, Station F
Edmonton, Alberta
T6H 5X2
Telephone: (403) 438-7615
FAX: (403) 438-3364

Dr. P.J. Kurfurst
Geological Survey of Canada
401 Lebreton Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 992-1755
FAX: (613) 992-2468

Dr. M. Kürsten
President
Bundesanstalt für Geowissenschaften und
Rohstoffe (BGR)
P.O. Box 51 01 53
D-3000 Hannover 51
Stilleweg 2

GERMANY
Telephone: 0511 6 43 22 43
FAX: 0511 5 43 23 04
TELEX: 9 23 730 BGR HA D
Dr. V. Lafferty

Secretary General
Siting Task Force on Low Level
Radioactive Waste Management
580 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E4
Telephone: (613) 995-3539
FAX: (613) 996-6206

Ms. Cynthia A. Langlo
Manager, Geology
Energy Resources Conservation Board
640 Fifth Avenue, S.W.
Calgary, Alberta
T2P 3G4
Telephone: (403) 297-8463
FAX: (403) 297-6040

M. P. Lapointe
Directeur scientifique
Institut national de la recherche
scientifique (INRS)
2635, Boulevard Hochelaga
Sainte-Foy (Québec)
G1V 4C7

Mr. J.-C. Lauzier
Mining Eng.
CIDA
200 Promenade du Portage
Hull, Québec
K1A 0E4
Telephone: (819) 997-0476
FAX: (819) 997-1491

Dr. Hulbert A. Lee
Lee Geo-Indicators Ltd.
10 Alexander Street
Box 68
Stittsville, Ontario
K2S 1A2
Telephone: (613) 836-1419
FAX: (613) 836-7571

Dr. G.B. Leech
1113 Greenlawn Crescent
Ottawa, Ontario
K2C 1Z4
Telephone: (613) 225-2374

Mrs. Viola R. MacMillan
1501 - 561 Avenue Road
Toronto, Ontario
M4V 2J8

Fatma Maged
Senior Economist
International Energy Relations Division
13th floor
580 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E4
Telephone: (613) 996-3927
FAX: (613) 995-5576

Mr. K.S. Manchester
Atlantic Geoscience Centre
Geological Survey of Canada
P.O. Box 1006
Dartmouth, Nova Scotia
B2Y 4A2
Telephone: (902) 426-3448
FAX: (902) 426-4266

Mr. M.C. Massie
Branch Manager
Bondar-Clegg
5420 Canotek Road
Ottawa, Ontario
K1J 9G2
Telephone: (613) 749-2220
FAX: (613) 749-7170
TELEX: 053 3233

Dr. John A. Maxwell
672 Denbury Avenue
Ottawa, Ontario
K2A 2P3
Telephone: (613) 722-9445

Dr. Paedar McArdle
Geological Survey of Ireland
Beggars Bush
Haddington Road
Dublin 2
IRELAND
Telephone: (01144) 609/511
FAX: DUBLIN 609 511
TELEX: 90335 ENGY EI

Dr. D.J. McLaren
248 Marilyn
Ottawa, Ontario
K1V 7E5
Telephone: (613) 737-4360

Mr. C.R. McLeod
Minerals and Continental Geoscience
Branch
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 995-4109
FAX: (613) 996-0986

Mr. J. McOuat
President
Watts, Griffis & McOuat Ltd.
8 King Street East, Suite 400
Toronto, Ontario
M5C 1B5
Telephone: (416) 364-6244
FAX: (416) 864-1675
TELEX: 06-217620

Dr. W.D. McRitchie
Director
Geological Services Branch
Mineral Resources Division
Department of Mines and Energy
535-330 Graham Avenue
Winnipeg, Manitoba
R3C 4E3
Telephone: (204) 945-6659
FAX: (204) 945-1406

Dr. Eugene S. Melnikov
VSEGINGEO
142452, Zeleny settlement
Noginsk district
Moscow Region
RUSSIA
Telephone: (095) 529-1101 ext 2586

Dr. V.G. Milne
Director
Ontario Geological Survey
Mineral Resources Group
Ministry of Northern Development and
Mines
1121-77 Grenville Street
Toronto, Ontario
M7A 1N4
Telephone: (416) 965-1283
FAX: (416) 963-3983

Dr. Robert Missotten
Programme Specialist
Earth Sciences Division UNESCO
(SC/GEO)
7, Place de Fontenoy

75700 Paris
FRANCE
Telephone: 45.68.41.17
FAX: 43.06.11.22
TELEX: 204 461 Paris

Dr. Bruce Molnia
Chief, International Polar Programs
U.S. Geological Survey
Mail Stop 917
Reston, Virginia 22092-0001
U.S.A.
Telephone: (703) 648-4120
FAX: (703) 648-4227
TELEX: 248418 GEOINT UR

Mr. Les Mondich
Director
Regional Corporate Affairs
Arthur Meighan Bldg.
Suite 901
25 St. Clair Ave. E
Toronto, Ontario
M4T 1M2
Telephone: (416) 973-6986
FAX: (416) 973-6220

Mr. Benjamin J. Monzon
MINES & GEOSCIENCE BUREAU -
PHILIPPINES
North Avenue, Diliman
Quezon City
PHILIPPINES
Telephone: 99 84 73
TELEX: 42030 MINARES PM

Mr. Charles Moore
Senior Evaluation Officer
Corporate Policy & Communications
Sector
Energy, Mines and Resources
580 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E4
Telephone: (613) 995-7368
FAX: (613) 992-8799

Dr. W.C. Morgan
Chief Scientific Editor
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 995-8141
FAX: (613) 996-8748

Dr. Benjamin Morgan
Chief Geologist
U.S. Geological Survey
Mail Stop 911
National Center
Reston, Virginia 22092
U.S.A.
Telephone: (703) 648-6600
FAX: (703) 648-6683

Dr. Alan V. Morgan
Department of Earth Sciences
University of Waterloo
Waterloo, Ontario
N2L 3G1
Telephone: (519) 885-1211 ext. 3029
FAX: (519) 746-7484

Dr. J.M. Morganti
Exploration Manager Eastern Canada
Placer Dome Inc.
Suite 3500
IBM Tower
Toronto Dominion Centre
Toronto, Ontario
M5K 1N3
Telephone: (416) 868-6060
FAX: (416) 868-0693

Mr. S.R. Morison
Chief Geologist
Exploration & Geological Services
Indian and Northern Affairs Canada
200 Range Road
Whitehorse, Yukon Territory
Y1A 3V1
Telephone: (403) 667-3200
FAX: (403) 668-4070

Dr. Grant D. Mossop
Director
Institute of Sedimentary & Petroleum
Geology
Geological Survey of Canada
3303-33rd Street, N.W.
Calgary, Alberta
T2L 2A7
Telephone: (403) 292-7049
FAX: (403) 292-5377
TELEX: 038-25686

Mrs. Pauline Moyd
1 Nesbitt Street
Nepean, Ontario
K2H 8C4
Telephone: (613) 828-6696

Dr. Louis Moyd
1 Nesbitt Street
Nepean, Ontario
K2H 8C4
Telephone: (613) 828-6696

Prof. A.J. Naldrett
Past-President
Society of Economic Geologists
Department of Geology
University of Toronto
Toronto, Ontario
M5S 1A1
Telephone: (416) 978-3030
FAX: (416) 978-3938

Mr. M.N. Ncube Surrender
Deputy Director
Zimbabwe Geological Survey
Maufe Bldg., Selous Ave/5th St.
P.O. Box 8039, Causeway
Harare
ZIMBABWE
Telephone: 263-4-790701
FAX: 263-4-790704
TELEX: 22 416 MINES ZW

Dr. J.J. Nossin
Professor
I.T.C.
Postbox 6
Enschede
7500 AA
THE NETHERLANDS
Telephone: 053-874224
FAX: 053-874336
TELEX: 44525 itc nl

Dr. Katsuro Ogawa
Director General
Geological Survey of Japan
1-1-3 Higashi
Tsukuba
Ibaraki 305
JAPAN
Telephone: 81 0 298-54-3500
FAX: 81 0 298-54-3533
TELEX: 3652511 GSJ J

Mr. J.H. Opdebeeck
SGS-XRAL
1885 Leslie Street
Don Mills, Ontario
M3B 3J4
Telephone: (416) 445-5755
FAX: (416) 445-4152

TELEX: 06-986947
Dr. A.T. Ovenshine
Chief, Office of International Geology
U.S. Geological Survey
National Centre
Mail Stop 917
Reston, Virginia 22092-0001
U.S.A.
Telephone: (703) 648-6047
FAX: (703) 648-4227
TELEX: 248418 GEOINT UR

Dr. W.A. Padgham
Chief Geologist
NWT Geology Division
Northern Affairs Program
Indian and Northern Affairs Canada
P.O. Box 1500
Yellowknife, Northwest Territories
X1A 2R3
Telephone: (403) 920-8211
FAX: (403) 873-5763

Dr. G.C. Patterson
Director
Energy, Mines & Petroleum Resources
Government of N.W.T.
Box 1320
Yellowknife, N.W.T.
X1A 2L9
Telephone: (403) 873-7086
FAX: (403) 873-0254

Dr. Dallas Peck
Director
U.S. Geological Survey
12201 Sunrise Valley Drive
Mail Stop 101
Reston, Virginia 22092
U.S.A.
Telephone: (703) 648-7411
FAX: (703) 648-5427
TELEX: 248418 GEO INT UR

Dr. A.G. Plant
Director
Coordination & Planning Division
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 995-9495
FAX: (613) 996-9670

Dr. Phil Playford
Director
Geological Survey of Western Australia
Mineral House
100 Plain Street
East Perth
Western Australia 6004
AUSTRALIA
Telephone: 61 9 222 3160
FAX: 61 9 222 3633
TELEX: AA 95791 MINEWA

Dr. W.H. Poole
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 995-4309

Mr. David Power-Fardy
Consulting Geologist
650 Simcoe Street N., #3
Oshawa, Ontario
L1G 4V4
Telephone: (416) 721-2652

Dr. R.A. Price
Department of Geological Sciences
Queen's University
Kingston, Ontario
K7L 3N6
Telephone: (613) 545-6542
FAX: (613) 545-6592

Mr. Qiu Xianghua
Chief, Dept. of International Cooperation
Ministry of Geology & Mineral Resources
64 Funei Dajie
Beijing
CHINA
Telephone: 86 1 602 4522
FAX: 86 1 602 4523

Mr. David Reade
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 992-8916

Dr. J.A. Reinemund
CAP - Project - IUGS
P.O. Box 890

Leesburg, VA 22075
U.S.A.

Dr. K.A. Richardson
Head, Exploration Geophysics
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 992-4078
FAX: (613) 996-9295

Dr. R.P. Riddihough
Chief Scientist
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 995-4482
FAX: (613) 996-8059

Dr. P.B. Robertson
Geophysics Division
Geological Survey of Canada
1 Observatory Crescent
Ottawa, Ontario
K1Y 0Y3
Telephone: (613) 992-7818

Dr. D.I. Ross
Institute of Nuclear and Geological
Sciences Ltd.
DSIR Library Centre
Private Bag 13
PRETONE, New Zealand

Dr. Maurice Ruel
Director General
Energy Sector - EMR
580 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E4
Telephone: (613) 995-0042
FAX: (613) 992-8738

Dr. R.W. Rutland
Executive Director
BUREAU OF MINERAL RESOURCES
GPO Box 378
Canberra
2601
AUSTRALIA
Telephone: 61 6 24 99600
FAX: 61 6 25 74614

Dr. V. Ruzicka
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 995-4558
FAX: (613) 996-9990

Dr. Ing. V. Satran
Director
Geological Survey of Prague
Malostranske N. 19
118 21 PRAHA 1
CZECHOSLOVAKIA
Telephone: 53 94 83
FAX: 422-533564
TELEX: 122540 VVG C

Dr. M. Schau
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 995-7277

Dr. R.F.J. Scoates
Mineral Deposits Subdivision
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 996-4561
FAX: (613) 996-9820

Dr. J.S. Scott
Senior Science Advisor
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 995-0623
FAX: (613) 995-2339

Dr. H.C.W. Skinner
Yale University
91-A Yale Station
New Haven, CT
06520
U.S.A.
Telephone: (203) 432-3787
FAX: (203) 432-9819

Prof. Brian J. Skinner
Yale University
91-A Yale Station
New Haven, CT
06520
U.S.A.
Telephone: (203) 432-3175
FAX: (203) 432-9819

Dr. Andrey G. Skvortsov
Research Institute for Hydrogeology &
Engineering Geology Russian Committee
of Geology
142452, Zeleny settlement,
Noginsk district
Moscow Region
RUSSIA
Telephone: (095) 529-1101 ext. 2343

Mr. O.L. (Lee) Slind
Consultant
Alconsult International
450 - 560 6th Avenue, S.W.
Calgary, Alberta
T2P 0S2
Telephone: (403) 262-5886
FAX: (403) 262-3544

Mr. Donald W. Smellie
Consulting Geophysicist
Box 452
Deep River, Ontario
K0J 1P0
Telephone: (613) 584-4291

Dr. C.H. Smith
150th Anniversary Committee
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 996-5763
FAX: (613) 996-8059

Dr. W.R. Smyth
Chief Geologist
Geological Survey Branch
Mineral Resources Division
Ministry of Energy, Mines & Petroleum
Resources
Parliament Buildings, Room 200
Victoria, British Columbia
V8V 1X4
Telephone: (604) 387-0687
FAX: (604) 356-8153

Dr. Arthur A. Socolow
26 Salt Island Road
Gloucester, Mass. 01930
U.S.A.
Telephone: (508) 283-7490

M. D.A. St-Onge
Conseiller scientifique
Commission géologique du Canada
Étude du plateau continental polaire
344, rue Wellington
Ottawa (Ontario)
K1A 0E4
Telephone: (613) 990-5593
FAX: (613) 990-1508

Dr. C. Staudt
Director
Geological Survey of the Netherlands
P.O. Box 157
2000 AD
Haarlem
THE NETHERLANDS
Telephone: (31) 23 300300
FAX: (31) 23 351614
TELEX: 71105 GEOLD

Dr. Jack Sweeney
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 996-6574
FAX: (613) 996-6575

Dr. D.J. Tempelman-Kluit
Director
Cordilleran Division
Geological Survey of Canada
100 West Pender Street
Vancouver, British Columbia
V6B 1R8
Telephone: (604) 666-0529
FAX: (604) 666-1124

Mr. Roger Thomas
TERRAIN ANALYSIS & MAPPING
SERVICES LTD.
P.O. Box 158
2161 Westhurst Drive
Carp, Ontario
K0A 1L0
Telephone: (613) 836-2594
FAX: (613) 831-2730

Dr. Vladimir Timofeev

Research Scientist
VSEGINGEO
142452, Zeleny settlement
Noginsk district
Moscow Region
RUSSIA
Telephone: (095) 529-1101 ext 2586

Ms. Janet Tuffley
Geological Survey of Canada
601 Booth Street,
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 995-0223
FAX: (613) 995-7322

Dr. J-S. Vincent
Directeur
Division de la science des terrains
Commission géologique du Canada
601, rue Booth
Ottawa (Ontario)
K1A 0E8
Telephone: (613) 994-4938
FAX: (613) 992-0190

Ms. J.M. Wagner
Geological Survey of Canada
601 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E8
Telephone: (613) 995-7937
FAX: (613) 996-8059

Dr. Michael Watson
Consultant
GSC Evaluation Group
660 Sandra Avenue
Ottawa, Ontario
K1G 2Z8
Telephone: (613) 731-3160

Dr. F.W. Wellmer
Head
Federal Institute for Geosciences & Natural
Resources
Bundesanstalt für Geowissenschaften und
Rohstoffe
Federal Institute for Geoscience & Natural
Resources
P.O. Box 510153
D-3000 Hannover 51 - Stilleweg 2
GERMANY
Telephone: (0511) 643-0 (643 23 54)
FAX: (0511) 643 23 04
TELEX: 923 730 bgr (bfb) ha d

Dr. Neil Williams
Associate Director
Bureau of Mineral Resources
GPO Box 378
Canberra
2601
AUSTRALIA
Telephone: 61 6 249-9471
FAX: 61 6 257-4614

Dr. Mark Williamson
Atlantic Geoscience Centre
Geological Survey of Canada
P.O. Box 1006
Dartmouth, Nova Scotia
B2Y 4A2
Telephone: (902) 426-3448
FAX: (902) 426-4266

Mrs. Margot Wojciechowski
Executive Director
Centre for Resource Studies
Queen's University
Kingston, Ontario
K7L 3N6
Telephone: (613) 545-2553
FAX: (613) 545-6651

Mr. W.C. Wong
President
Bondar-Clegg
5420 Canotek Road
Ottawa, Ontario
K1J 9G2
Telephone: (613) 749-2220
FAX: (613) 749-7170
TELEX: 053-3233

Zhao Xun
Deputy Director
Science and Technology Department
Ministry of Geology & Mineral Resources
64 Funei Dajie
Beijing
CHINA
Telephone: 86 1 602 4522
FAX: 86 1 602 4523