

FUTURE CHALLENGES AND TRENDS IN THE GEOSCIENCES IN CANADA

Prepared by

Christopher R. Barnes (Chair)

Brian D. Bornhold

Larry L. Mayer

Ian A. McIlreath

Brian J. Skinner

Douglas VanDine

Roger Wallis

A Report to the

CANADIAN GEOSCIENCE COUNCIL

EXECUTIVE SUMMARY AND PRINCIPAL RECOMMENDATIONS

The earth sciences must be of special importance to a country that has the second largest area, the longest coastline, fronts onto three oceans with one third of its territory beneath the sea, and embraces polar to semi-arid environments. The Canadian earth sciences have high international standing, but this is being eroded with the weakening of the Canadian economy and the failure to increase investment in research and development, in part due to the mounting debt crisis. At a time when significant changes are occurring in the nature of the discipline, and when the contribution of the earth sciences to economic revitalization should be increasing, it is essential to restructure the discipline to make it more effective in addressing the many profound challenges facing Canada, now and in the future.

The earth sciences are currently in a state of radical change. The last decade has seen a paradigm shift from studying our planet as discrete components to adopting an integrated systems approach. The concept of Earth System Science has emerged as a more natural, unified way of studying the past and present processes on Earth. The dramatic rise in human population, resource consumption and environmental degradation, when coupled to socio-economic concerns and the concept of sustainable development, have redefined the contributions of the earth sciences to society. In particular, there is a need to assess and

predict the consequences of anthropogenic forcing on natural earth systems.

Both the Canadian Geoscience Council and the Geological Survey of Canada considered it timely to seek independent advice on the future challenges and trends in the geosciences in Canada, to meet the needs of changing economic and societal demands. A committee was established of seven geoscientists drawn from the industrial, academic and government sectors, and with limited resources it has produced this report as requested within a three-month period. The Committee did not use questionnaires, consult all sectors, and travel from coast to coast, but rather used the wealth of recent national and international reviews and reports along with its own joint experience and wisdom.

The report, in 10 chapters considers: introductory material; present socio-economic context and projected trends; present developments and predicted trends in the earth sciences (core to atmosphere), in geoscience technology, in the resource and environmental industries, in education and training, in the role of government geoscience, and in international opportunities; the dynamics of these changes are also addressed. In many chapters, a number of direct or indirect recommendations are offered.

More importantly, the Committee believes that the earth sciences in Canada can be significantly improved by some generic changes, involving all sectors and regions. A model is offered for advancing and coordinating the earth sciences in Canada which includes 10 key components. The final chapter outlines these components and condenses a single recommendation for each one. These 10 components are: development of new ideas; advocacy of Earth System Science; lifelong education and training; accelerating advances in science and technology; establishing priorities in research; maintaining the scientific continuum; enhancing the innovation cycle; rationalizing national and provincial mandates; promoting the public awareness of earth sciences; and radical changes in attitude, behaviour and leadership.

The consequence of implementing all ten recommendations will be to create an efficient, modern, coordinated discipline. This new fabric will require new attitudes, behaviours, and leadership. It will improve the coordination and practise of the earth sciences and more effectively address Canadian economic and societal needs. It will further enhance Canadian international competitiveness, both industrially and scientifically. The Committee urges that all 10 recommendations be viewed as an interrelated set rather than considered individually in isolation. These recommendations follow this Executive Summary but should be read in the context of Chapter 11 which itself is derived from material considered in the first 10 chapters. By implementing the 10 recommendations, the future of the earth sciences in Canada can be designed rather than evolve by drifting aimlessly into an unknown future.

Several specific recommendations or suggestions are included in the text of many of the chapters. The fundamental future challenge of the earth sciences in Canada is to redesign the fabric of the discipline. A final chapter (Ch. 11) advocates a model for advancing and coordinating the earth sciences in Canada which includes 10 key components. From each component is derived a single recommendation. Implementation of the 10 recommendations would reshape the discipline to serve better Canadian science and society, to aid economic recovery, and to enhance international competitiveness, both industrially and scientifically. The ten recommendations (see Ch. 11 for their context) are as follows:

- Recommendation 1:** That, as the Canadian economy recovers, funding from government and industry for research should at least double over about a decade in order to spur the generation and application of new ideas and concepts.
- Recommendation 2:** That the geoscience community advocates and accommodates to the concept of Earth System Science, which has produced a paradigm shift within the discipline.
- Recommendation 3:** That the academic community reforms curricula to provide a quantitative earth systems foundation and, with programs in other sectors, promotes systematic lifelong learning opportunities to sustain a highly qualified creative workforce.
- Recommendation 4:** That appropriate information systems and technologies be established and improved to cope not only with the exponential growth of knowledge but with the effective use and management of geoscience information.
- Recommendation 5:** That an ongoing open process be implemented, coordinated by the Canadian Geoscience Council, to consider, debate and establish broad priorities for funding geoscience research, megaprojects, and related collaborative activities.
- Recommendation 6:** That future changes in policy and funding within and among the government, academic,

and industrial sectors ensure a balanced continuum of basic to applied earth science in the nation.

- Recommendation 7:** That to be internationally competitive, the industrial and other sectors must effect a major increase in technology transfer between basic and applied geoscience (people, ideas, concepts, information and technologies) in order to increase values and efficiencies and shorten the innovation cycle.
- Recommendation 8:** That federal and provincial geoscience departments/agencies establish a clear division of responsibilities and become joint leaders in facilitating and coordinating a network of geoscience databases and expertise for use in all sectors. The improved information network will be of use to all sectors and aid in developing sound policy advice.
- Recommendation 9:** That all sectors aggressively support programs to promote the public awareness of the earth sciences.
- Recommendation 10:** That all sectors commit to a new era of changed attitude, behaviour, and leadership, with a shared concept of earth system science, a recognition of the severe future global environmental and resource issues, and a responsibility to make Canada more efficient, productive, and sustainable, thereby turning crisis into opportunity.

ACKNOWLEDGMENTS

The Committee wishes to acknowledge:

John Gartner, Glen Caldwell and Hugh Morris as successive presidents of the Canadian Geoscience Council for providing the analysis and leadership to conceive of this study and to the CGC for partial funding.

Ken Babcock, Assistant Deputy Minister, and the senior management of the Geological Survey of Canada for the courage in difficult times to seek unfettered external advice and for largely funding the study.

In particular, we thank those authors who provided draft manuscripts of papers presented at symposia held during the Geological Society of America Annual Meeting in Seattle, November 1994: *Geology and the Post-Industrial Society* (GSA), and *Where Geology Matters: Past, Present, and Future* (GSA), and *Maintaining Compatibility of Mining and the Environment* (SEG).

Members of the several groups noted in the Introduction who met with the Committee and freely offered ideas and information, and to many individuals who likewise provided manuscripts, reports, and ideas to help advance the study.

Bill Collins who worked tirelessly with the Committee in researching and discussing background material, in providing invaluable editorial assistance, and spirited criticism.

Belinda Bremner who cheerfully arranged our meetings, transcribed much of the text, and facilitated the committee communications.

L'AVENIR DES GÉOSCIENCES AU CANADA, ORIENTATIONS ET DÉFIS

Auteurs

Christopher R. Barnes (président)
 Brian D. Bornhold
 Larry L. Mayer
 Ian A. McIlreath
 Brian J. Skinner
 Douglas VanDine
 Roger Wallis

Rapport présenté au Conseil géoscientifique canadien

RAPPORT D'ACTIVITIÉS ET PRINCIPALES RECOMMANDATIONS

Les sciences de la Terre ont forcément une importance particulière pour un pays dont la superficie est la deuxième plus grande au monde, qui possède les plus longues côtes du monde, qui s'ouvre sur trois océans, dont le tiers de la superficie se trouve sous les mers, et qui comporte des zones climatiques allant de polaires à sub-arides. La réputation internationale du Canada en matière de sciences de la Terre est excellente, mais l'anémie de l'économie canadienne et le manque d'investissement dans la recherche et le développement, dus entre autres au problème de croissance de la dette, effritent progressivement cette situation enviable. À l'heure où d'importants changements apparaissent au cœur même de la discipline, où les sciences de la Terre devraient accroître leur contribution à la relance économique, il est essentiel de redéfinir la discipline pour améliorer l'efficacité des outils permettant de faire face aux grands défis actuels et à venir au Canada.

À l'heure actuelle, les sciences de la Terre sont dans un état de mutation profonde. Au cours de la dernière décennie, le changement a été rien de moins que paradigmatique; nous sommes passés d'un concept de planète constituée d'une juxtaposition d'éléments, à celui de systèmes terrestres intégrant tous ces éléments. Ce concept d'une science des systèmes terrestres apparaît comme une approche plus naturelle et plus unifiée permettant d'étudier les géomécanismes planétaires passés et actuels. Compte tenu des impératifs socio-économiques actuels, de l'obligation de choisir le développement durable, de l'augmentation spectaculaire de la population mondiale, et de la consommation des ressources et la dégradation environnementale, il est devenu nécessaire de redéfinir le rôle des sciences de la Terre dans nos sociétés. Nous devons nous donner les moyens de prédire les conséquences du forcing anthropogéniques sur les systèmes naturels de la planète.

De l'avis du Conseil géoscientifique canadien et de la Commission géologique du Canada, il fallait obtenir des points de vue indépendants sur les orientations et les défis à venir dans le domaine des géosciences au Canada, afin de pouvoir répondre aux nouveaux besoins économiques et sociaux. Un comité formé de sept géoscientifiques issus du secteur privé de l'industrie, des milieux universitaires et gouvernementaux a réussi, malgré des moyens modestes, à remettre le présent rapport en deça du délai initial de trois mois. Le comité n'a pas utilisé de questionnaire, n'a pas

consulté tous les secteurs ou sillonné le pays d'une côte à l'autre, mais il a plutôt tiré profit de la profusion de rapports d'enquête nationaux et internationaux récents, et il a misé sur l'expérience et la sagesse de ses membres. Ce rapport comporte dix chapitres. Après avoir traité des questions préliminaires, il aborde les sujets suivants: les contextes socio-économique actuels et à venir; les changements en cours et les orientations futures en sciences de la Terre (de la nucléosphère à l'atmosphère), dans le domaine de la technologie géoscientifique, dans les secteurs privés des industries des ressources naturelles et de l'environnement, dans le domaine de l'éducation et de la formation, dans le domaine des possibilités d'interventions au niveau international, et en ce qui concerne le rôle des interventions gouvernementales. Ce rapport traite également de la dynamique de ces changements prévus. Dans bon nombre de chapitres, des amorces de solution ou des recommandations précises sont formulées.

Plus important encore, les membres du comité estiment que les géosciences canadiennes seraient largement gagnantes si des changements majeurs (structurels) étaient apportés impliquant tous les secteurs et toutes les régions du pays. Le rapport présente un modèle d'organisation en dix points visant l'avancement et la coordination des sciences de la Terre au Canada. Dans le dernier chapitre, on décrit chacun des dix points et on présente une recommandation pour chacun. Ces dix points sont: l'élaboration d'idées nouvelles, l'argumentation soutenant l'élaboration d'une science des systèmes terrestres, la formation et l'éducation permanente, l'accélération du cycle des découvertes en science et en technologie, l'établissement d'un ordre de priorités en recherche, le maintien d'une politique intégrée de recherches fondamentales et appliquées, le soutien à l'innovation en réduisant le cycle d'innovation, la rationalisation des mandats nationaux et provinciaux, le soutien aux programmes de sensibilisation du public aux sciences de la Terre, et le changement radical des attitudes, des comportements et des modes de direction.

La mise en oeuvre de toutes ces recommandations aboutira une discipline complètement renouvelée permettant d'intervenir efficacement, de manière coordonnée et moderne. Ce mode d'action découlera d'attitudes, de comportements et de mode de direction et de motivation nouveaux. Cela permettra d'améliorer la coordination de la pratique géologique et de répondre plus efficacement aux besoins économiques et sociaux canadiens. Cela permettra d'améliorer la compétitivité internationale scientifique et industrielle du Canada. Les membres du comité estiment qu'il ne faut pas considérer ces dix recommandations séparément mais plutôt comme des éléments d'un tout. Bien que ces recommandations soient présentées à la fin de ce rapport d'activités, on devrait les considérer, les étudier dans le cadre de réflexion présenté au chapitre onze, lui-même inspiré de considérations présentées dans les premiers 10 chapitres. La mise en oeuvre de ces dix recommandations nous permettra de programmer l'évolu-

tion des sciences de la Terre au Canada plutôt que de l'adapter constamment aux aléas d'une évolution au but indéfini.

Bon nombre de chapitres comprennent plusieurs recommandations ou suggestions précises. Redéfinir la nature même de la discipline, voilà le défi principal des sciences de la Terre au Canada. Le dernier chapitre (ch. 11), qui comprend 10 recommandations, présente les arguments en faveur de l'élaboration d'un modèle d'organisation pour l'avancement et la coordination des sciences de la Terre au Canada. La mise en oeuvre des dix recommandations permettrait de redéfinir la discipline de manière qu'elle réponde mieux aux besoins de la science et de la société canadienne, en améliorant la compétitivité internationale scientifique et industrielle du Canada. Ces dix recommandations (voir le ch. 11 pour plus d'information) sont:

Recommandation no. 1: Que le gouvernement et le secteur privé de l'industrie profitent de la relance de l'économie canadienne et doublent, au cours de la prochaine décennie, le financement qu'ils consacrent à la recherche et au développement, afin de stimuler l'élaboration et l'application de nouvelles idées et de nouveaux concepts.

Recommandation no. 2: Que la communauté géoscientifique fasse sienne et défende les arguments en faveur du concept d'une science des systèmes terrestres, concept qui a engendré rien de moins qu'une mutation paradigmatique au sein de la discipline.

Recommandation no. 3: Que les milieux académiques procèdent à une refonte des programmes de formation et conviennent d'une base de formation quantifiée commune dans le domaine des systèmes terrestres, et que des programmes de formation soient définis dans les secteurs connexes. Ainsi favorisera-t-on les occasions de formation continue et le maintien d'une main-d'oeuvre hautement qualifiée.

Recommandation no. 4: Que des systèmes et des technologies informatiques appropriés soient créés et perfectionnés, non seulement pour tenir compte de la croissance exponentielle des connaissances, mais pour permettre une gestion efficace des données géoscientifiques.

Recommandation no. 5: Qu'un processus consultatif permanent et coordonné par le Conseil canadien des géosciences soit mis sur pied afin d'accueillir des propositions, d'en détablir un ordre de priorités dans le financement de recherches en géoscience, de mégaprojets et d'autres activités participatives.

Recommandation no. 6: Que, à l'occasion de modifications des politiques de financement de la recherche scientifique, les milieux gouvernementaux, universitaires et privés s'assurent qu'au pays, les recherches scientifiques couvrent toute la gamme des recherches fondamentales jusqu'aux recherches appliquées.

Recommandation no. 7: Que tous les secteurs d'activités géoscientifiques collaborent pour améliorer l'efficacité du transfert des connaissances entre la recherche fondamentale et appliquée (personnes, idées, concepts, informations et technologies) afin d'accroître la valeur ajoutée de nos produits, l'efficacité de nos services, de raccourcir la durée de notre cycle d'innovation, et ainsi, de maintenir et d'améliorer notre compétitivité internationale.

Recommandation no. 8: Que les ministères et les organismes gouvernementaux fédéraux et provinciaux s'intéressant aux géosciences décident d'une répartition claire des responsabilités et deviennent des partenaires qui faciliteront et coordonneront un réseau de banques de données et de connaissances au profit de tous les secteurs d'activités de la société. Un meilleur réseau d'information bénéficiera à tous les secteurs et sera un outil d'aide dans l'élaboration de politiques nouvelles.

Recommandation no. 9: Que tous les secteurs d'activités participent activement aux programmes visant à sensibiliser la population aux sciences de la Terre.

Recommandation no. 10: Que chacun, quel que soit son secteur d'activités, réalise que nous entrons dans une ère nouvelle où attitudes, comportements et modes de gestion doivent être redéfinis en fonction du concept de la science des systèmes terrestres, reconnaisse l'ampleur des problèmes planétaires en matière de ressources et d'environnement, et agisse en fonction de la responsabilité commune que nous avons de faire du Canada un pays plus efficace, plus productif et engagé dans les voies du développement durable. Ainsi pourrions-nous changer une situation de crise et la transformer en une occasion de progrès.

REMERCIEMENTS

Les membres du comité désirent remercier:

John Gartner, Glen Caldwell et Hugh Morris, qui à tour de rôle, comme président du Conseil géoscientifique canadien ont, par leur perspicacité et leur savoir-faire, permis la réalisation de la présente étude. Nous remercions également le CGC pour sa contribution financière.

Ken Babcock, sous-ministre adjoint, ainsi que la haute direction de la Commission géologique du Canada qui, en des temps difficiles, ont eu le courage de recourir à des avis extérieurs indépendants, et ont largement financé cette étude.

Tout spécialement les auteurs qui nous ont transmis les épreuves des textes de conférences qu'ils ont présentées lors de colloques tenus à l'occasion de la réunion annuelle de la Geological Society of America à Seattle, en novembre 1994 et intitulées: "*Geology and Post-Industrial Society (GSA)*" [l'importance de la géologie: passé, présent et à venir], et "*Maintaining the Compatibility of Mining and the Environment (Society of Economic Geologists)*" [comment concilier industrie minière et environnement].

Les représentants des organismes mentionnés dans l'introduction qui ont gracieusement présenté idées et informations aux membres du comité ainsi qu'au grand nombre de collègues qui, à titre personnel, ont grandement contribué à la qualité de cette étude en nous soumettant des manuscrits, des rapports et des idées.

Bill Collins qui a travaillé sans relâche avec les membres du comité, pour ses recherches documentaires et l'analyse de leur contenu, pour son inestimable travail d'assistance à la rédaction et pour ses critiques stimulantes.

Belinda Bremmer pour avoir préparé nos réunions, tapé presque tous nos textes et facilité les communications entre les membres.