



## Les Sciences de la Terre au Canada: Point de vue de l'utilisateur

John M. Hamilton  
 Cominco Ltd.  
 700-409 Granville Street  
 Vancouver, British Columbia V6C 1T2

*Discours du président sortant de l'Association géologique du Canada à sa réunion annuelle à Montréal, Québec le 15 mai 1989*

Dans ce discours, j'aimerais donner un bref aperçu de la recherche au Canada, en la comparant à celle d'autres pays, et des récents modèles de financement pour la recherche dans le domaine des sciences de la Terre. Je passerai en revue les inscriptions aux 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycles dans les sciences de la Terre et le nombre actuel de personnes oeuvrant dans ce domaine. Je discuterai brièvement de l'économie canadienne et de la contribution apportée par le secteur des ressources naturelles. Ensuite, je mettrai l'accent sur l'industrie minière qui m'emploie et j'examinerai certaines tendances inquiétantes affectant nos ressources de base et notre expérience de l'exploration. Enfin, je reprendrai le thème de la recherche et j'indiquerai la raison et la façon dont nous, les professionnels de l'industrie, devons repenser le rôle que peut et doit jouer la recherche dans l'avenir du secteur de nos ressources.

Le fait d'être à la tête d'un organisme national m'a ouvert des horizons nouveaux. J'ai eu la chance d'avoir à ma disposition un grand nombre d'études et de rapports concis sur les sciences de la Terre au Canada et au sujet des scientifiques impliqués. Certains étaient publiés pour la première fois. C'est avec gratitude que j'utiliserai dans mon discours les résultats contenus dans ces documents.

Je commencerai par citer un article de 20 pages paru récemment dans la revue *Nature* (Palca et Anderson, 1988). L'article traitait du rôle que joueront les sciences dans la prospérité future du Canada et de la question de savoir si le gouvernement saisit de façon claire la nature de l'entreprise scientifique. Cet article mérite une plus large diffusion. Le Canada dépense par personne pour la recherche et le développement

(Figure 1) à peu près la moitié seulement de ce que dépensent les chefs de file mondiaux tels les États-Unis, le Japon et l'Allemagne de l'ouest. Notre population est aussi deux fois moins importante que celle de ces pays, de sorte que nous avons seulement 30 personnes sur 10 000 oeuvrant en recherche et en développement. Dans les deux cas, les dépenses du Canada par personne sont semblables à celles de l'Italie. Cependant, les chercheurs canadiens reçoivent, en moyenne, autant que leurs collègues des États-Unis, du Japon et de l'Allemagne de l'ouest, malgré la somme totale des fonds plutôt modeste. Les chercheurs gouvernementaux canadiens reçoivent une fraction équitable du produit national brut selon les critères adoptés mondialement. Cependant, l'appui gouvernemental pour la recherche extérieure est relativement faible par rapport à ces mêmes critères, ce qui fait que, par personne, les sommes affectées à la recherche par le gouvernement canadien représentent seulement la moitié de celles des pays comme les États-Unis, le Japon et l'Allemagne de l'ouest (Anderson, 1989). Pour sa part, l'industrie canadienne consacre à la recherche-développement (R-D) seulement le tiers de ce que dépensent ces mêmes pays (Anderson, 1989), ce qui accentue le problème. La plupart des sommes versées à la recherche universitaire par le gouvernement fédéral sont administrées par trois conseils, dont le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) qui a la plus grosse part, soit environ 60% du total.

Le Conseil canadien des sciences de la Terre a commandé une étude en profondeur du niveau de la recherche-développement dans les sciences de la Terre au Centre d'étude des ressources de l'université

Queen's, dont le rapport préliminaire a été dévoilé récemment (Wojciechowski, 1988). La majorité des fonds octroyés par le gouvernement fédéral à la recherche dans le domaine des sciences de la Terre est administrée, d'une part, par Énergie, Mines et Ressources Canada (d'ÉMR) et d'autre part, par le CRSNG (Figure 2). A ces fonds s'ajoute une contribution de la part de l'industrie, jugée modeste. Cependant le budget de l'exploration minière n'est pas inclus dans la somme totale officielle. Je commenterai cette omission plus tard parce qu'elle me semble en partie arbitraire.

Depuis 1981, la contribution d'ÉMR pour la science et la technologie a augmenté d'environ 27%, compte tenu de l'inflation, pour atteindre environ 193 millions en 1986-87. Les coûts de la R-D ont absorbé environ les deux-tiers de cette somme, tandis que les activités scientifiques connexes représentent le dernier tiers. Le budget de la Commission géologique du Canada et celui de l'ancienne Direction de la physique du Globe a augmenté de 49% pour atteindre les 113 millions (en dollars 1987); les 73% étaient consacrés intégralement à la recherche et au développement. Cependant, une part importante de cette croissance était due à des programmes ne faisant pas partie du budget BASE-A, telles les Ententes inter-provinciales sur l'exploitation minière qui sont très importantes. Le budget BASE-A de la Commission a augmenté légèrement pendant cette période compte tenu de l'inflation et à cause de l'entrée en vigueur du Programme géoscientifique dans les régions pionnières (PGRP). Celui-ci visait à accroître nos connaissances du territoire nouvellement obtenu par l'instauration d'une limite territoriale de 200 milles aux larges des

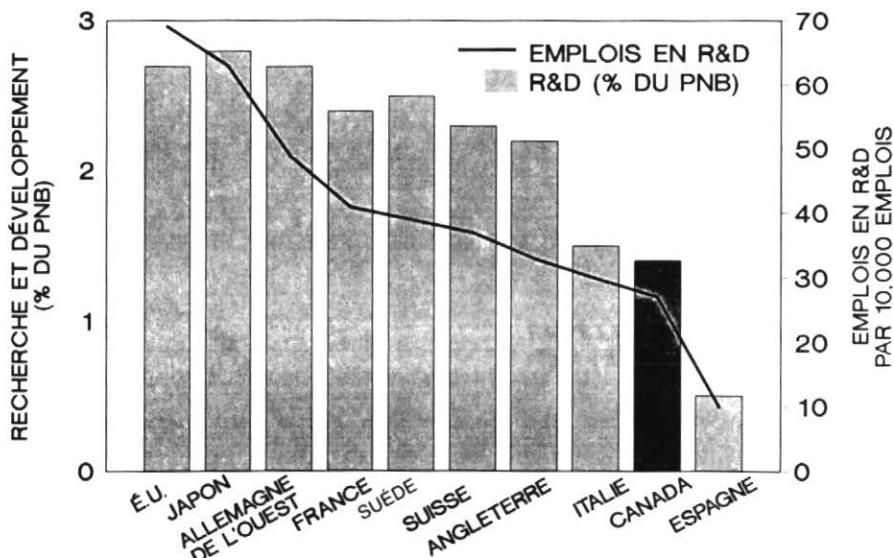


Figure 1 Recherche et développement; comparaison des ressources financières et humaines dans dix pays de l'OCDE. Source: Palca et Anderson (1988).

côtes canadiennes, représentant 60%. Les fonds affectés à ce programme étaient récemment désignés sous la rubrique budgétaire BASE-A sinon une forte baisse aurait été constatée.

Les octrois du CRSNG (en dollars 1988) depuis 1980 sont indiqués sur la figure n° 3. La courbe supérieure représente, par rapport à l'axe de gauche, le total des octrois sauf les sciences de la Terre et on constate une croissance légère compte tenu de l'inflation. La courbe équivalente pour les sciences de la Terre est représentée en-dessous, par rapport à l'axe de droite. Ce montant chiffré en dollars a aussi augmenté compte tenu de l'inflation et représente 8% en moyenne des octrois du CRSNG. On remarque aussi l'addition d'octrois importants pour deux «méga-projets» canadiens dans les sciences de la Terre, soit le projet Lithoprobe et le Programme de sondage des fonds marins.

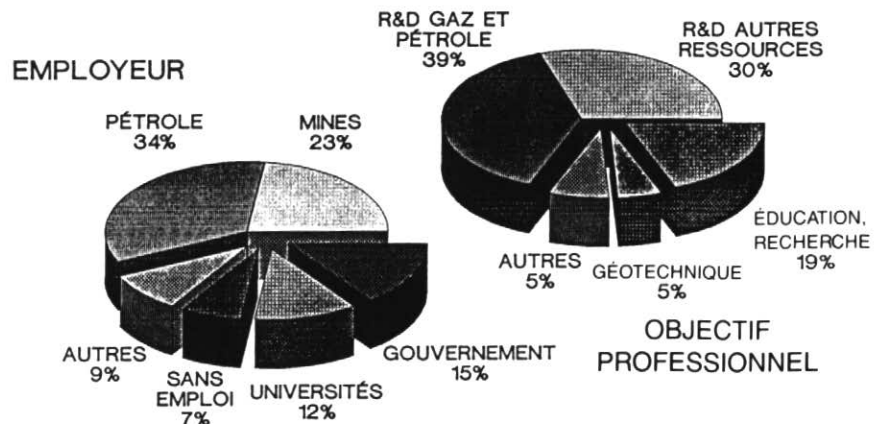
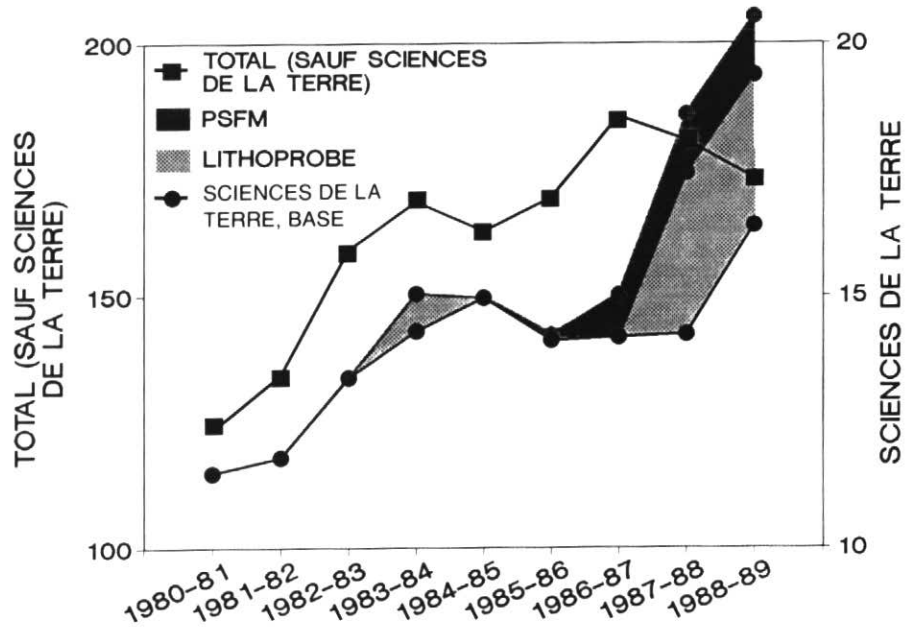
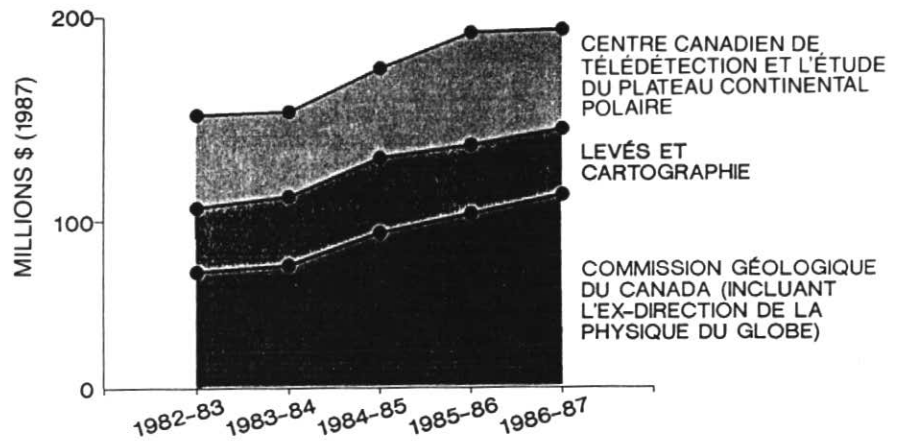
J'ai souvent entendu des éloges à l'égard du mécanisme d'octroi des subventions du CRSNG de la part des universitaires des sciences de la Terre; cela est remarquable compte tenu du fait que ce mécanisme utilise presque exclusivement le système de critique inter-collégiale. Cependant, ces subventions sont parfois la seule ressource des universitaires et ils la considèrent insuffisante. Le CRSNG est d'accord et a par conséquent mis sur pied un plan préliminaire d'action (anonyme, 1988) qui propose de doubler les budgets sur une période de cinq ans allant jusqu'en 1992-93 sans tenir compte de l'inflation. Il est bien évident que le groupe des chercheurs universitaires saura utiliser avantageusement ces ressources financières accrues. Le gouvernement peut se permettre, sans aucun doute, de doubler les budgets.

Maintenant j'aimerais parler brièvement de la collectivité des scientifiques de la Terre. L'«American Geological Institute» faisait état, dans son rapport initial intitulé *North American Survey of Geoscientists* (Claudy et Kauffman, 1988), sous la rubrique «Canadian Section», de conclusions importantes (Figures 4 et 5) provenant de 2 700 questionnaires, soit une participation de 47%. Au Canada, l'AGC a obtenu un taux de participation de 75% à un premier sondage effectué auprès de ses membres. Environ le tiers des membres canadiens de l'AGI sont aussi membres de l'AGC. Comme vous pouvez le constater dans la partie gauche de la

Figure 2 (du haut) Énergie, Mines et Ressources Canada — dépenses, compte tenu de l'inflation. Source: Wojciechowski (1988).

Figure 3 (milieu) Financement du CRSNG, 1988\$, millions. Source: J.E. Halliwell et M.A. Taylor, CRSNG, communication personnelle (1989).

Figure 4 (du bas) Communauté Canadienne des sciences de la terre. Source: Claudy et Kauffman (1988).



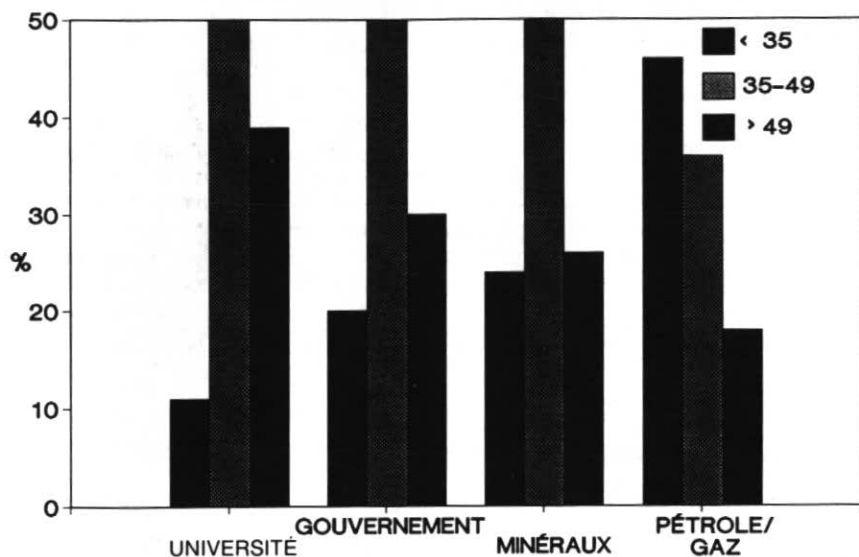


figure n° 4, les effectifs de nos industries minière et pétrolière représentent 57% des 15 000 scientifiques de la Terre travaillant au Canada; le gouvernement en emploie les 15% et les universités, 12%. Cependant, on retrouve jusqu'à 70% des répondants canadiens qui ont comme objectif professionnel de découvrir et de développer les ressources pétrolières, gazières et minérales, puisque plusieurs répondants du secteur gouvernemental et du secteur universitaire ont ce même objectif en commun avec leurs collègues de l'industrie.

Comme on le constate sur la figure n° 5, l'âge moyen des scientifiques de la Terre a grimpé. Cela est très visible en ce qui concerne l'industrie et les organismes gouvernementaux et plus particulièrement dans les universités. L'industrie du pétrole et du gaz naturel emploie la catégorie la plus jeune de l'ensemble des travailleurs des sciences de la Terre. L'effet le plus désastreux de ce vieillissement, tant au niveau gouvernemental qu'au niveau de l'industrie, est la tendance qui se développe de la part de ces experts à diminuer le temps consacré au travail sur le terrain. Cela aboutit à une réduction des données fondamentales de terrain.

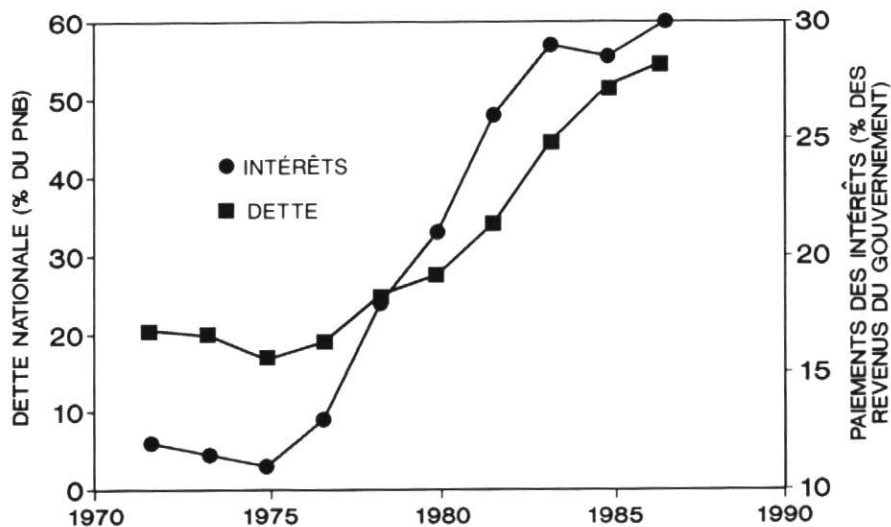
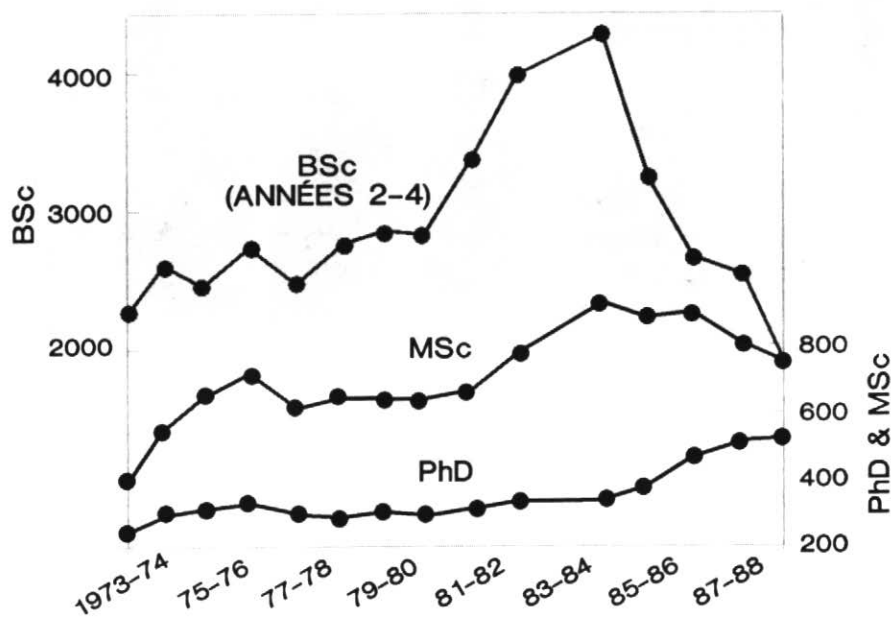
Quant aux inscriptions dans les universités, elles accusent des fluctuations marquées (Figure 6) (Ghent, 1989). Une augmentation de 50% des inscriptions au 1<sup>er</sup> cycle dans la période des années allant de 1983 à 1985 a créé des pressions énormes sur les ressources en éducation et a provoqué aussi un effet d'inflation sur les inscriptions au 2<sup>e</sup> cycle. Cependant, depuis 1985, les inscriptions au 1<sup>er</sup> cycle ont diminué considérablement à cause de la chute des prix dans le secteur primaire ce qui a entraîné une réduction du nombre d'emplois dans l'entreprise privée. C'est au niveau de la maîtrise que l'effet se fait sentir aujourd'hui; demain, ce sera au niveau du doctorat. Depuis le début des années 80, il y a eu une augmentation d'environ 25% des inscriptions dans les universités canadiennes (Anderson, 1989) mais les sciences de la Terre n'ont pas attiré le contingent espéré. En fait, les inscriptions au baccalauréat en sciences cette année ont encore diminué par rapport à l'an dernier.

Reportons-nous au domaine de l'économie canadienne où nous constatons que le taux de croissance pendant les dernières années a été très satisfaisant avec, par exemple, un taux de croissance de 150% dans la décennie se terminant en 1987

Figure 5 (du haut) Profils d'âge (géoscientifiques par secteur). Source: Claudy et Kauffman (1988).

Figure 6 (milieu) Inscriptions en sciences de la Terre. Source: Ghent (1989).

Figure 7 (du bas) La dette nationale. Source: Le Vancouver Sun, 8 avril 1989, p. D5.



(Taylor, 1989). Cependant, la dette nationale est lourde, ayant augmenté de plus de 250% durant cette même décennie. La figure n° 7 montre le rythme d'accélération du montant de la dette et l'effet d'entraînement sur les intérêts. Aujourd'hui, la dette nationale représente plus de 11 000\$ par personne et plus de 20 000\$ si on inclut les dettes provinciales et municipales. Autrement dit, la personne qui soutient financièrement une famille de quatre, fait face à l'équivalent d'une hypothèque immobilière de 80 000\$, cadeau des trois niveaux de gouvernement. Le service de la dette requiert près du tiers des impôts directs et indirects que chacun verse au gouvernement. Une part croissante de ces redevances est versée à des prêteurs à l'étranger. Durant la dernière décennie, la dette extérieure augmente en temps de crise, mais aussi en temps de prospérité. Comme le disait Alan Taylor de la Banque Royale du Canada, «We must stop objecting to tax increases for deficit reduction — and stop asking for increases in spending programs». [Note du T.: «Nous devons cesser de refuser les augmentations d'impôts visant à réduire le déficit et arrêter aussi de réclamer l'amélioration des programmes.»]

L'impact du secteur primaire sur le produit intérieur brut au Canada est souligné à la figure n° 8. Comme il a été démontré (Woodall, 1984), il faut modifier les statistiques nationales pour compenser une classification qui mêle l'extraction du minerai et le raffinage avec la fabrication. J'utiliserai donc les données de Wojciechowski (1988). L'apport du secteur primaire est passé de 25% du PIB en 1975 à 19% cinq années plus tard et a été constant depuis lors.

L'apport agricole est un peu plus important que celui des mines, du pétrole et des forêts, qui se situe au même niveau. Cependant, la valeur par personne des ressources en minerai brut au Canada a baissé, compte tenu de l'inflation, de 32% selon Énergie, Mines et Ressources Canada (1988) (Figure 9); elle est passée de 1 800\$ en 79-85 à 1 350\$ depuis. Ce changement a été provoqué en majeure partie par la chute des prix des marchandises du secteur primaire; comme le signalait le sous-ministre adjoint vers la fin de 1988 (Perron, 1988), plusieurs responsables du gouvernement vivent dans l'illusion que «l'industrie minière est en déclin». Donc l'industrie ne doit pas prendre pour acquis l'appui gouvernemental.

L'industrie minière est-elle en déclin? Un regard vers les tendances des années passées dans les réserves en métaux de base au Canada nous porte à réfléchir (Figure 10). Cranstone et Lemieux (1988) ont souligné que les réserves de plomb et de zinc au Canada (Figures 10a et 10b) ont diminué de 27% respectivement depuis 1975. Les réserves de cuivre ont baissé de 18% (Figure 10c) tandis que les réserves d'or (Figure 10d) ont augmenté rapidement. Il est

clair qu'avec la mine Hemlo et certaines découvertes subséquentes financées par l'émission d'actions à la bourse, une forte augmentation des réserves d'or est survenue et il serait facile de penser qu'une démarche semblable visant les métaux de base aurait le même impact. Nous y reviendrons.

Cranstone et Lemieux (1988) ont aussi prédit l'effet qu'aura le déclin des réserves de métaux sur la production minière au Canada. La figure n° 11 illustre la production de réserves connues de plomb, de zinc et de

cuivre provenant des usines de traitement actuelles d'ici à l'an 2005. Ils prévoient une légère augmentation des réserves de base grâce au développement de gisements considérés non rentables actuellement. Le taux de la demande croissante que l'on utilise prédit un manque important de réserves qui se dessine à l'horizon. Ce manque se fera inévitablement sentir à moins de découvrir et de développer des gisements d'une ampleur suffisante. En ce qui concerne le zinc, ce manque «imminent» existe déjà.

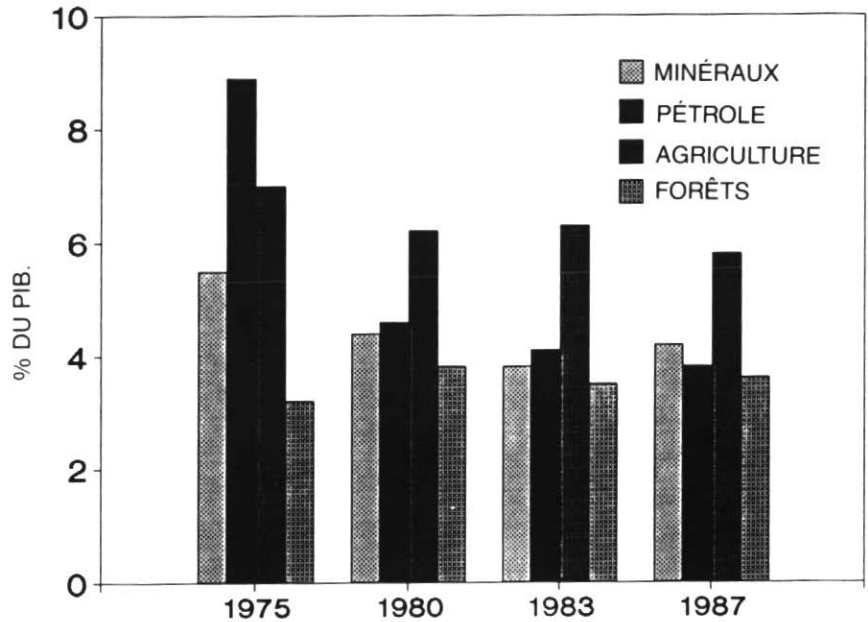


Figure 8 Contribution des ressources au produit intérieur brut (PIB). Source: Wojciechowski (1988).

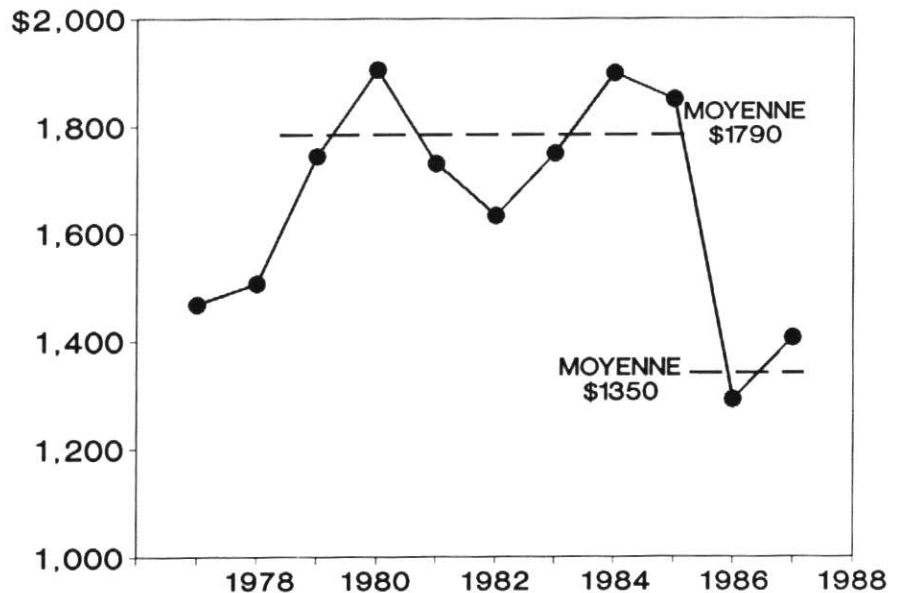


Figure 9 Production minière Canadienne (dollars per capita, 1987\$). Source: tableau, carte 900A d'EMR, 38<sup>e</sup> édition.

Est-il juste de supposer que les réserves de métaux de base au Canada pourraient augmenter rapidement, comme ce fut le cas pour l'or, grâce à l'application des techniques d'exploration actuelles et grâce à l'apport de fortes sommes? Mackenzie et Bilodeau (1989) ont récemment passé en revue les dépenses d'exploration et les découvertes qui en résultent pour le Canada depuis la Deuxième Guerre Mondiale. Leurs conclusions, et je les considère très importantes, sont présentées dans un tableau

sommaire à la figure n° 12. Dans l'histogramme supérieur de gauche, on retrouve les dépenses d'exploration, compte tenu de l'inflation, regroupées en périodes de cinq ans à partir de 1945. Celles visant les métaux de base sont indiquées par le bâtonnet de gauche pour chaque période de huit ans. Ces dépenses atteignaient leur apogée au début et vers le milieu des années 70. Les dépenses d'exploration pour l'or ont augmenté lentement jusqu'en 1977 et plus rapidement par la suite. Il est à remarquer que

dans cet histogramme et dans les trois autres, les chiffres pour l'or montrent les huit dernières années divisées en deux périodes de quatre ans, selon des données plus détaillées.

L'histogramme supérieur de droite illustre le nombre de découvertes par période avec des pics pour les métaux de base au milieu des années 60 et pour l'or dans les années 1978-85. Mackenzie et Bilodeau ont aussi démontré que les coûts reliés à la découverte des métaux de base ont grimpé de façon alarmante (voir l'histogramme inférieur de gauche) compte tenu de l'inflation. Les coûts de la découverte de l'or ont aussi augmenté pour atteindre le double des normes historiques, mais seulement à partir de la période de quatre ans récemment étudiée. Le taux moyen du rendement de l'exploration est indiqué dans l'histogramme inférieur de droite et il s'avère tout à fait inacceptable en ce qui concerne les métaux de base et l'or.

Quelque chose ici ne semble pas logique. D'une part, notre rôle de fournisseur de métaux sur le marché mondial est menacé. D'autre part, l'exploration minière au Canada, y compris l'or, est de moins en moins rentable.

Il est possible que nous ayons déjà découvert la majeure partie de nos richesses minières; les explorateurs risquent de trouver un puits à sec. Selon cette théorie, l'avenir est plutôt sombre et l'industrie minière décline. Zwartendyk (1987) a étudié d'une façon minutieuse ce phénomène important dans un excellent article. Il trouve peu convaincante la théorie de l'épuisement des réserves et constate que nos connaissances des richesses naturelles au Canada comportent des lacunes. Par exemple, comme l'ont démontré Martin et Jen (1988), la teneur moyenne du minerai extrait depuis 1940 n'a pas changé, sauf dans le cas où les nouvelles techniques de lessivage sur le tas et l'équipement lourd amélioré ont permis la récupération du minerai, autrefois considéré non rentable. Leurs résultats sont illustrés à la figure n° 13. De plus, la découverte de gisements très riches ou très importants, tels Cigar Lake et plus particulièrement la mine Hemlo située en bordure de la route trans-canadienne, a montré que nos richesses naturelles ne sont découvertes ni par ordre d'importance, ni selon leur teneur en minerai mais parfois dans des endroits inattendus.

J'aimerais tenter une synthèse de ce qui précède et essayer d'interpréter ces résultats selon mon point de vue personnel. Mais, avant de poursuivre, je devrais vous parler du milieu corporatif dans lequel je vis. Le tableau n° 1 énumère les 26 mines développées ou en développement par la société Cominco et ses filiales. Quatre de ces mines, comme vous le constatez, ont été achetées de personnes qui avaient trouvé des réserves mineures et dans chaque cas, nous avons poursuivi la recherche pour trouver l'ensemble

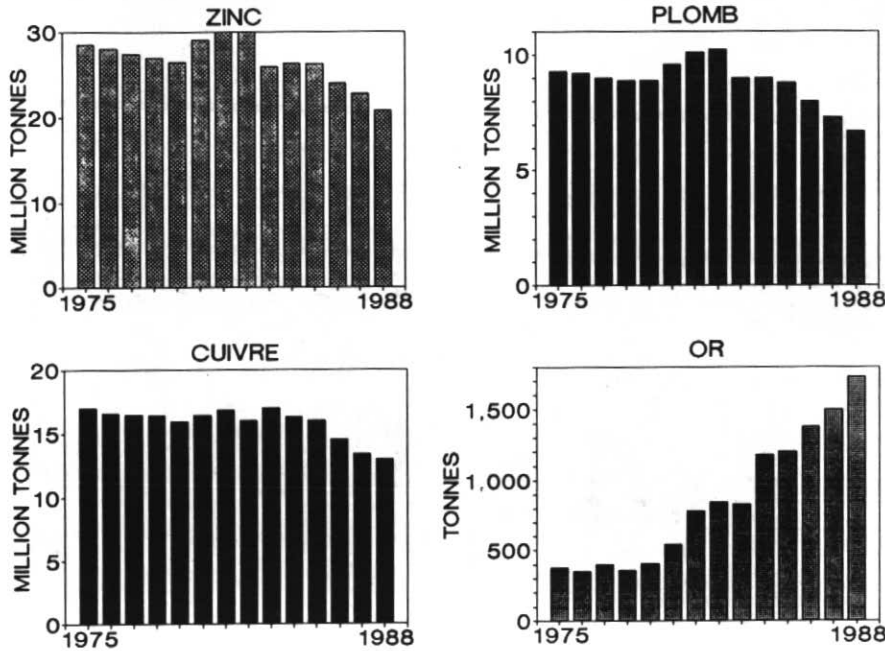


Figure 10 Réserves de métaux au Canada, 1975-1988. D'après Cranstone et Lemieux (1988, figures 1, 2 et 3)

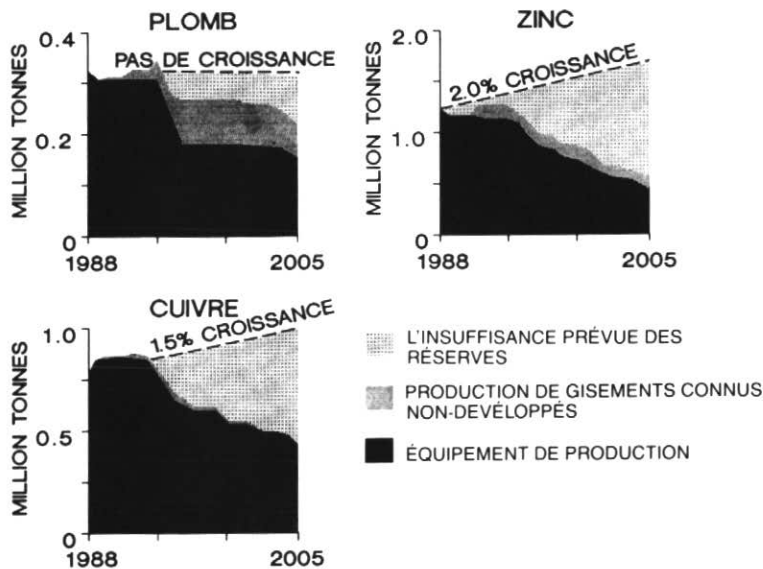


Figure 11 Prévion de la production Canadienne de métaux de base, 1988-2005. D'après Cranstone et Lemieux (1988, figures 4, 5 et 6).

des réserves. Cominco et ses filiales ont découvert 22 autres gisements, souvent grâce à l'utilisation judicieuse des données fournies par les organismes gouvernementaux. Dans sept de ces cas, l'appui gouvernemental, bien qu'indirect, a été notable; dans trois autres cas, les affleurements ont été découverts et ont fait l'objet de rapports par des scientifiques du gouvernement (Gray, 1983; Tailleux, 1970; Jolliffe, 1987). Cominco et ses filiales ont découvert les 12 autres gisements. Les données fournies par le gouvernement ont donc été indispensables à la découverte de 10 mines sur 22. Ce nombre passe de 9 sur 17, ce qui représente plus de la moitié des découvertes faites au Canada, aux États-Unis et en Australie, compte tenu de la participation active du gouvernement dans les activités des sciences de la Terre pendant cette même période. Les cinq plus grosses découvertes qui datent de cette époque ont été les mines de Valley Copper, de Red Dog, de Pine Point, de Polaris et de Hellyer; le gouvernement a participé directement ou indirectement à la découverte de trois de ces mines.

La société Cominco dépend, plus que toute autre compagnie minière, de ses découvertes en exploration. A ce point de vue là, Cominco se distingue des autres. Bien sûr, les activités gouvernementales ont aussi contribué directement ou indirectement à plusieurs autres découvertes au Canada; donc je doute fort que la participation du gouvernement à plus de la moitié des découvertes est une expérience inhabituelle. On connaît bien la contribution significative des scientifiques aux découvertes et on sait que leur contribution future sera aussi importante. Voilà une des raisons pour laquelle les scientifiques de la société Cominco participent plus activement aux affaires publiques des sciences de la Terre.

J'aimerais maintenant récapituler et tenter quelques prédictions et suggestions. Tout d'abord, au Canada, les politiciens des différents niveaux du gouvernement que nous avons élus à chaque fois nous ont presque ruinés. Notre société, vivant ainsi au-dessus de ses moyens, a non seulement corrompu notre milieu financier mais aussi notre milieu naturel pour nous-mêmes et pour les générations futures. Si nous réussissons à conserver les valeurs démocratiques chez les électeurs bien informés et intelligents et à maintenir la prospérité du Canada, c'est que nous aurons élu des gens responsables qui couperont les dépenses et augmenteront les impôts afin que les surplus budgétaires servent à rembourser la dette nationale. Il faudrait que les entreprises privées ou les universités cessent de réclamer une augmentation des fonds pour la recherche qui engendre l'inflation. Ces fonds supplémentaires alloués aux sciences de la Terre devront provenir d'une autre source.

Ensuite, 70% des travailleurs dans le do-

maine des sciences de la Terre disent avoir comme but professionnel la découverte de nouvelles ressources. Ces scientifiques ont maintenant vieilli. Il faudrait les décourager d'abandonner, bien avant la retraite, le travail sur le terrain. La vérité se situe sûrement et se retrouve toujours sur le terrain et les organismes scientifiques inefficaces ne sont plus en droit de compter sur l'appui des bailleurs de fonds, qu'ils soient actionnaires ou contribuables.

Les statistiques montrent que le Canada, en tant que société, a autant de personnes

travaillant dans le domaine de la R-D, compte tenu de sa population, que les chefs de file mondiaux et que ces personnes reçoivent un financement égal. De plus, le processus d'allocation des fonds par le CRSNG fait l'unanimité surtout chez les universitaires. Par contre, l'appui financier gouvernemental à la R-D au Canada se situe en-dessous de la moyenne et le soutien de l'industrie est encore moindre. D'un autre côté, la majorité des scientifiques de la Terre au Canada fait de l'exploration. On peut sûrement qualifier de science les connaissances

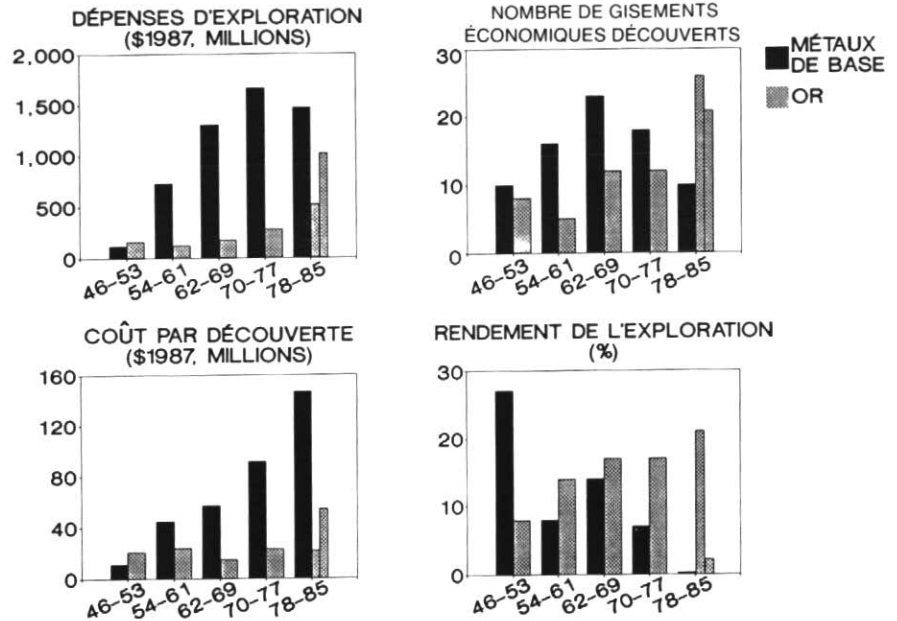


Figure 12 D'après Mackenzie et Bilodeau (1989, p. 10, 12, 15 et 18).

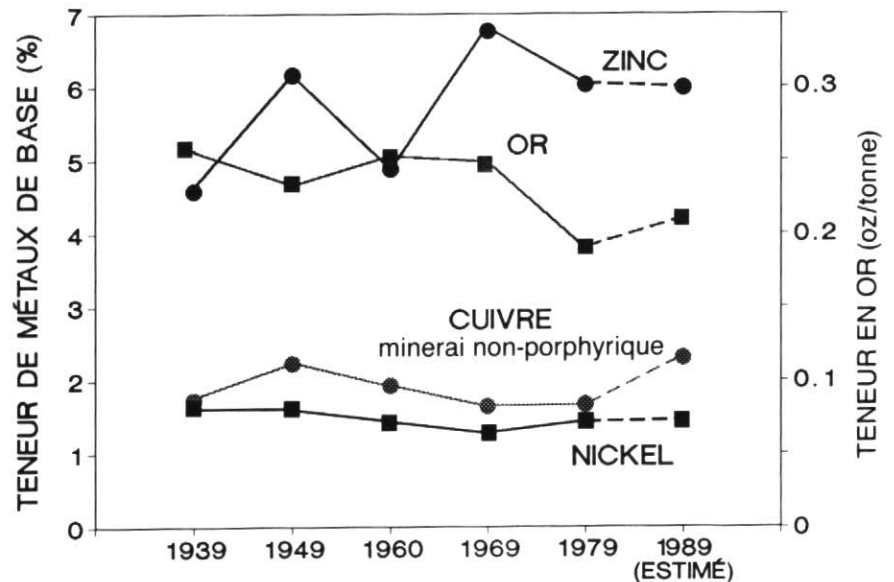


Figure 13 Production des mines Canadiennes, 1939-1989. Source: Zwartendyk (1987), tiré de Martin et Jen (1988).

acquises par l'entreprise privée dont celle qui m'emploie même si elles ne sont pas publiées et qu'elles ne sont pas du domaine de la recherche appliquée tout autant que le travail des chercheurs universitaires et gouvernementaux. Les sciences de la Terre au Canada sont un domaine où une importante fraction des employés de l'industrie fait de la recherche active.

Dans son histoire, le Canada a contribué à une part notable des ressources de la Terre avec succès malgré la concurrence. Ces activités ont fourni une partie importante du produit national qui représenté un revenu que nous ne pouvons pas nous permettre de perdre. Cependant, pendant les dix dernières années, le nombre de découvertes n'a pas justifié les coûts d'exploration et une perte des revenus futurs tirés des ressources de la Terre au Canada devient de plus en plus évidente sauf si de nouveaux gisements importants sont découverts et exploités rapidement.

J'imagine facilement un monde sans pétrole et sans gaz naturel parce que je crois que la fission ou la fusion nucléaire ou les

deux, remplaceront ces autres sources d'énergie. Toutefois, on peut difficilement admettre de revenir à une société sans les métaux. Par exemple, malgré les fibres optiques et la miniaturisation des appareils électroniques, le monde utilise encore plus de cuivre chaque année. Des techniques améliorées nous aident à trouver et à exploiter des gisements et à utiliser le métal de façon plus judicieuse. Les sciences de la Terre ont beaucoup à offrir au premier plan de ce processus. Pour la plupart des métaux, nous sommes encore loin du jour où le recyclage coûtera moins cher que la production originelle. Si le Canada ne veut pas perdre l'apport des métaux à son économie, il devra, entre autres, augmenter son habileté à localiser ce qui reste de nos ressources minières.

Les gisements de minéraux, même ceux qui contribuent à la survie des sociétés minières importantes à structure intégrée, sont des cibles plus difficiles à découvrir parce qu'elles sont beaucoup plus petites que les champs de pétrole et de gaz naturel. La plupart des gisements qui affleuraient ont été découverts, ainsi que ceux situés

sous une mince couche de matériaux stériles et d'éléments dérivés. Le réel défi auquel doit faire face l'industrie minière est celui d'adopter de meilleures techniques d'exploration qui prouveront que nos ressources naturelles sont loin d'être épuisées.

Une solution qui est venue à l'esprit de plusieurs d'entre vous depuis longtemps est celle d'exiger que l'industrie minière contribue plus au financement de la recherche dans les universités. Cela supposerait un changement d'attitude radical et je parle en tout état de cause, car je connais bien l'attitude qui prévaut dans l'industrie en ce moment. J'ai eu l'occasion d'être associé, de façon directe et indirecte, à plus de sept projets de recherche conjointe université-industrie; en général, il s'agissait de projets financés par la société Cominco. Deux de ces projets sont en pleine activité. Parmi les cinq autres, Cominco a jugé que quatre d'entre eux étaient décevants pour une raison et pour une autre. Notre expérience montre qu'il existe un manque de compréhension de la part des chercheurs universitaires vis-à-vis des impératifs de l'industrie minière ou encore un manque de considération envers les scientifiques, voire les deux. Après une conversation avec des collègues, j'ai appris que notre expérience n'était pas du tout unique. D'autre part, les chercheurs universitaires en sciences de la Terre portent aussi un jugement sévère sur leurs confrères de l'industrie. Dans presque tout le pays, les professionnels de l'industrie et les départements de géologie constituent deux solitudes. Il vaudrait mieux que cela change.

La meilleure expérience qu'ait eu Cominco, il faut le dire, a trait au financement partiel du projet UTEM, avec Y. Lamontagne, sous la direction de Gordon West il y a environ 13 ans (Lamontagne, 1975). UTEM est un acronyme qui signifie "University of Toronto Electromagnetometer". Nous avons fourni quelques centaines de milliers de dollars à l'entreprise naissante de Lamontagne (sans réclamer de participation dans les actions de la société) dans le but d'assurer la disponibilité d'équipement adéquat pour le travail sur le terrain. Cet équipement, payé à même les fonds de Cominco, a contribué directement à la découverte en 1983 du gisement spectaculaire de Hellyer en Tasmanie. Je suis convaincu qu'il est possible de mettre sur pied d'autres projets de recherche bien choisis et conçus sur une base scientifique assurée, qui intéressent l'industrie et garantissent son appui.

On a raison d'être optimiste. En somme, on peut dire que les universités de Toronto, de la Colombie-Britannique et de McGill à Montréal ont réussi à réunir des fonds grâce à une campagne de souscriptions conjointe avec l'industrie. Une autre initiative conjointe industrie-université dans les sciences de la Terre a fait son apparition à Vancouver. Il existe maintenant des consortiums regroupant universités et gouvernements pour

**Tableau 1 Mines Développées par Cominco et ses filiales.**

Année	Nom	Pays	Produit	Note
1914	Sullivan	Canada	Pb, Zn, Ag	1
1928	Montana	É.U.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2
1938	Con	Canada	Au	3
1940	Pinchi	Canada	Hg	3
1951	Tulsequah	Canada	Cu, Zn, Ag, Pb, Au	1
1952	Bluebell	Canada	Zn, Pb, Ag, Cu	2
1955	H.B.	Canada	Zn, Pb	2
1963	Wedge	Canada	Zn, Pb, Ag	4
1965	Pine Point	Canada	Pb, Zn	1
1968	Magmont	É.U.	Pb, Zn	1
1969	Vade (Vanscoy)	Canada	K <sub>2</sub> O	4
1973	Black Angel	Groenland	Zn, Pb, Ag	4
1977	Rubiales	Espagne	Zn, Pb, Ag	1
1978	Hondeklip	Namibie	Diamants	1
1981	Que River	Australie	Zn, Pb, Ag	4
1982	Polaris	Canada	Zn, Pb	4
1983	Valley Copper	Canada	Cu	4
1984	Buckhorn	É.U.	Au	2
1986	Troya	Espagne	Zn, Pb	1
1987	Bardoc	Australie	Au	1
1987	Hellyer	Australie	Zn, Pb, Ag	1
1989	Marte	Chili	Au	1
1989	Red Dog	É.U.	Zn, Pb, Ag	3
1989	Ajax-Monte Carlo	Canada	Cu	4
1989	Stratmat	Canada	Zn, Pb, Ag	1
1991(?)	Snip	Canada	Au	1

**Notes:**

1. Découverte par la société Cominco et ses filiales.
2. Achetée, Cominco a découvert l'ensemble des réserves.
3. Employés des organismes gouvernementaux qui ont découvert les premiers la propriété minière et qui en font état dans leur rapports.
4. Découverte par Cominco et ses filiales avec l'appui indirect mais notable du gouvernement.

la recherche dans les sciences de la Terre, tel le Laboratoire Derry situé à Ottawa. Le Centre d'étude des ressources (Center for Resource Studies) à l'université Queen's a reçu des fonds de l'industrie et du gouvernement. Je pourrais citer d'autres exemples.

Mais il y a d'autres facteurs à considérer dans notre pays. Deux programmes australiens méritent notre attention. L'Australie ne dépense pas plus pour la recherche par personne que le Canada. Elle possède aussi un secteur important de ressources minières et fait beaucoup de recherches dans ce domaine.

L'«Australian Mineral Industrial Research Association» (AMIRA) a été fondée il y a trente ans. Soixante-dix sociétés membres fournissent environ 4 millions de dollars par année aux fins de la recherche. Cette somme est l'équivalent de 25 % des fonds actuels versés par le CRSNG à la recherche dans le domaine des sciences de la Terre. Chez AMIRA, c'est un conseil de direction qui établit les politiques et les priorités; six coordonnateurs de recherche rattachés au secrétariat, désignent d'une part les chercheurs et les organismes participants, et d'autre part, les commanditaires industriels de projets spécifiques. Tous les travaux se font par contrat. Ils sont généralement de courte durée et en recherche appliquée, financés intégralement par les usagers potentiels et considérés rentables par la plupart.

Plusieurs départements des sciences de la Terre en Australie permettent aux étudiants d'obtenir leur diplôme d'études supérieures en fréquentant l'université seulement deux mois par année. Le travail académique se fait surtout par correspondance et se termine par l'élaboration d'une thèse. Les scientifiques de l'université touchent de près les problèmes de l'industrie et sont ainsi en mesure de formuler des initiatives qui intéressent l'industrie. Le résultat est que l'industrie minière australienne, auparavant moins florissante que la nôtre, est en plein essor.

Le conseil que j'aimerais donner aux organismes gouvernementaux est très simple. Notre pays n'est pas du tout cartographié de façon utile et détaillée. La CGC a bâti sa réputation en large mesure sur sa cartographie de haute qualité, malgré une échelle de 1:250 000. Posséder des cartes à une échelle standard de 1:50 000 serait un bon point de départ pour l'industrie. Une grande partie du Nord canadien n'est pas cartographiée donc la tâche est considérable et pourrait être une source de satisfaction pour les Canadiens. Seul le gouvernement peut faire ce travail puisque l'entreprise privée se heurte à des obstacles à cause de la concurrence des droits miniers. La cartographie du gouvernement a contribué à environ 50% des découvertes récentes de Cominco et si la tendance se maintient, elle pourrait devenir un catalyseur pour les découvertes de minerais futures au Canada.

La figure n° 14 aide peut-être à renforcer les suggestions que je fais à l'industrie. Le gouvernement fédéral a révélé comment il prévoyait augmenter les fonds pour la recherche dans les universités à partir de 1986 jusqu'en 1991 (Ministère des Approvisionnements et Services Canada, 1986). On n'a pas tenu compte de l'inflation dans les chiffres indiqués sur la figure n° 14, donc le budget de base du CRSNG a perdu de son pouvoir d'achat sauf dans le cas où l'industrie a fourni les sommes espérées en contrepartie.

Dans l'industrie minière, nous avons été des explorateurs de succès sans toutefois contribuer beaucoup, en tant que groupe, à la recherche extérieure, sauf dans le domaine des techniques de service. Notre industrie a maintenant pris de l'âge et sa maturité devrait la rendre plus responsable. Ouvrez le dialogue avec vos collègues universitaires. Obtenez les titres des projets de thèses de votre université et visitez les étudiants qui travaillent à des questions qui vous intéressent. Intervenez auprès des départements des sciences de la Terre pour qu'ils suivent l'exemple australien et offrent des programmes d'études supérieures exigeant plus de travail à la maison que d'assiduité à l'université. Ce genre de rapports étroits entre l'université et l'industrie pourraient s'épanouir sans que les soutiens de famille perdent leur emploi et sans que les employeurs doivent tolérer des étudiants mal préparés. Acceptez de prêter votre nom à des organismes d'intervention et usez de votre influence à bon escient. Et si finalement, se créait au Canada un consortium de

la recherche industrielle à l'image d'AMIRA, donnez-lui tout votre appui. Des changements d'attitude sont difficiles à provoquer mais il existe une motivation suffisante pour que toutes les parties en cause favorisent un niveau de recherche conjointe beaucoup plus élevé qu'auparavant dans les sciences de la Terre.

#### Remerciements

J'aimerais rendre hommage ici à la société Cominco qui a reconnu l'importance d'appuyer sans réserve les organismes scientifiques et qui m'a si généreusement encouragé pendant toute l'année dans mon rôle de président. L'encouragement de ma famille m'a été précieux. Je remercie J. Bartlett qui a préparé de façon très compétente les diapositives originales ainsi que les graphiques que l'on a présenté et J. Douglas qui a dactylographié le manuscrit et qui m'a donné un appui très apprécié pendant l'année.

#### Références

- Anderson, E.V., 1989, Canada grapples with its science and technology policy: Chemical and Engineering News, 6 mars, p. 7-13.
- Anon., 1988, 12 years to 2000: Draft discussion paper: Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada, février, 19 p.
- Claudy, N. et Kauffman, M.E., 1988, North American Survey of Geoscientists, Canadian Section: American Geological Institute, p. 75-115.
- Cranstone, D.A. et Lemieux, A., 1988, Base metals, today's exploration challenge: présenté au Congrès annuel de l'Association des prospecteurs du Québec, Val d'Or, septembre, tiré à part, 16 p.

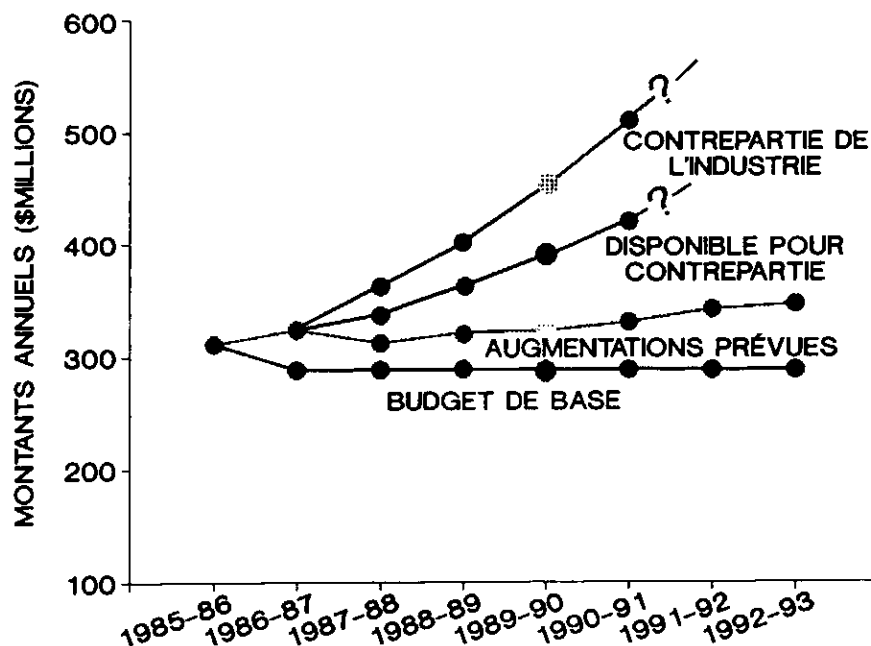


Figure 14 L'impact anticipé de la politique de contrepartie sur les budgets CRSNG. Source: Ministère des Approvisionnements et Services Canada (1986) et J.E. Halliwell, communication personnelle (1989)



Energie, Mines et Ressources Canada, 1988, Principal mineral areas of Canada, and Inset Table, Mineral production of Canada: carte 900A, 38<sup>e</sup> édition.

Ghent, E.D., 1989, (compiler), Annual survey of enrollments, degrees granted and faculty strength: report by the Canadian Council of Chairmen of Earth Science Departments to the Canadian Geoscience Council.

Gray, J.A., 1938, Preliminary report, East half, Fort Fraser map-area, B.C.: Canada Department of Mines and Resources, Paper 38-14, 14 p.

Jolliffe, A.W., 1987, Discovery of the 1930's: the Con mine at Yellowknife, dans Padgham, W.A., éd., Yellowknife Field Guide, Mineral Deposits Division of GAC and the Yellowknife Geoworkshop Committee, p. 5-10.

Lamontagne, Y., 1975, Applications of wideband, time-domain EM measurements in mineral exploration, unpublished Ph.D. thesis, University of Toronto.

Mackenzie, B.W. et Bilodeau, L., 1989, Trends in exploration performance: the search for base metals and gold in Canada: présenté à Prospectors and Developers Association of Canada, mars, tiré à part, 19 p.

Martin, H.L. et Jen, L.-S., 1988, Are ore grades declining?, the Canadian experience, 1939-1989, dans Tilton, J.E., Eggert, R.G. et Landsberg, H.H., éd., World Mineral Exploration, Trends and Economic Issues: Resources for the Future, Inc., Johns Hopkins University Press, Washington, D.C., p. 419-444.

Ministère des Approvisionnements et Services du Canada, 1986, Strengthening the private sector/university research partnership, the matching policy rules: pamphlet, catalogue number ST31-22/1986, 18 p.

Palca, J. et Anderson A., 1988, Science in Canada, Canada's changing times: Nature, v. 333, p. 717-736.

Perron, P.O., 1988, The Federal Government and the Ontario minerals industry: address to Ontario Geological Survey Forum, 12 décembre, tiré à part, 12 p.

Tailleux, I.L., 1970, Lead, zinc and barite-bearing samples from the Western Brooks Range, Alaska: United States Geological Survey Open-File Report 445, 16 p.

Taylor, A.R., 1989, Chairman's message to shareholders, Banque Royale du Canada, réunion annuelle, 13 janvier.

Wojciechowski, M.J., 1988, Research and development in the earth sciences: Centre for Resources Studies, Queen's University, study commissioned by the Canadian Geoscience Council, 86 p. Note: Accompanying background studies entitled "R & D trends in earth sciences in Australia (46 p.), Canada (204 p.), Finland (44 p.), Sweden (50 p.) and the United Kingdom (39 p.)" are part of this reference.

Woodall, R., 1984, Success in mineral exploration: confidence in prosperity: Geoscience Canada, v. 11, p. 83-90.

Zwartendyk, J., 1987, Prospects for the Canadian mineral endowment: Centre for Resource Studies, Queen's University, tiré à part, 14 p.

Acceptée par le 13<sup>e</sup> juillet 1989.



GAC Short Course Volume No. 7

**X-Ray Fluorescence Analysis in the Geological Sciences**

Advances in Methodology, 1989, 297 p.

Editor, S.T. Ahmedali

**ABBEY** - Evaluation of Reference Materials

**CLAISSE** - Automated Sample Preparation

**LACHANCE** - Algorithms for Matrix Effect Correction

**WILLIS** - Trace Element Analysis using Compton Scatter

**ROUSSEAU** - Influence Coefficients

**HARVEY** - Automated XRF in Geochemical Exploration

**KOCMAN** - Analysis of Carbonates and Gypsum

**ROUSSEAU** - New Generation Computer Programs

**ORDER FORM:** Please send me \_\_\_\_\_ copies of **X-Ray Fluorescence**, @\$25 (GAC members) or \$35 (non-members) plus \$3.50 in Canada, \$5.00 outside Canada, shipping per copy.

VISA     MASTERCARD # \_\_\_\_\_ Expiry \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_

Address: \_\_\_\_\_

Signature \_\_\_\_\_

Or send cheque or money order payable to Geological Association of Canada; mail orders to:

**GAC Publications, Geological Association of Canada, Department of Earth Sciences,**

**Memorial University of Newfoundland, St. John's, NF, A1B 3X5, Canada**

Payment must accompany order in Canadian funds or equivalent.