

LA MINÉRALOGIE DE NOS JOURS A L'AN 2000

GUY PERRAULT

*Président 1967-68, Association Minéralogique du Canada
Département de Génie Géologique Ecole Polytechnique, Montréal*

Monsieur le Président,
Messieurs les Invités d'Honneur,
Mesdames,
Mesdemoiselles,
Messieurs !

Il est de tradition désormais bien établie que le Président sortant de l'A.M.C. présente à l'occasion du dîner annuel des propos opportuns.

Récemment, en regardant la liste des anciens Présidents de l'A.M.C., j'ai ressenti une certaine appréhension pour ce qui allait être mon sort. La plupart étaient déjà des minéralogistes renommés lorsque j'étais encore étudiant ; certains d'entre eux furent mes professeurs. J'ai eu l'impression de me préparer à subir une nouvelle fois mon oral de Ph.D. . .

J'ai eu le privilège d'entendre la plupart des discours des Présidents sortants de l'A.M.C. (je ne suis pourtant pas très vieux !), j'en ai même relu certains avec beaucoup de plaisir. Mon inquiétude ne faisait qu'augmenter ; quelles idées pourrais-je développer pour me maintenir dans la lignée de mes prédécesseurs ?

Mon respect pour les idées de mes aînés m'a incité à choisir un sujet qui demande plus de courage (peut-être même de témérité) que de sagesse : « La minéralogie de nos jours à l'an 2000 ».

Le Comité du programme social m'a laissé le soin de disputer aux vins et aux fromages, l'attention de ces dames. Si je regarde mon auditoire, je peux dire que :

1. j'ai sérieusement surestimé mon charme personnel auprès des dames ;
2. la minéralogie n'est pas de taille à lutter avec les vins et fromages, même si nous tentons de la présenter à la Jules Verne !

Je voudrais présenter mes excuses à mes collègues de la francophonie pour ce discours en anglais par le premier président canadien-français de l'A.M.C. ; j'estime qu'il faudra probablement dix ou vingt ans avant que les recommandations de la Commission B.B. soient ressenties . . . J'espère que l'impression en français de ce discours sera pour eux une modeste consolation.

Discours présidentiel. Lu au cours du dîner annuel. Montréal, le 6 juin, 1969.

Quant aux nombreux « Anglo-Saxons » de cette assemblée, je leur suggérerai de ne pas juger trop sévèrement la façon dont j'use de « l'Anglais de la Reine ». Que vous le croyiez ou non, depuis que j'ai quitté cette belle ville de Toronto, j'ai vécu ces douze dernières années en français ! J'ai toujours à l'esprit les remarques amènes (?) que certains des membres de cet auditoire eurent lors de la présentation de ma thèse de doctorat. Dois-je le dire, ma connaissance de l'anglais à cette époque était très incomplète. Elle ne s'est guère améliorée depuis . . .

La clé de la compréhension et de la prédiction du futur réside dans le passé ; c'est un fait bien connu. Dans la première partie de mon discours, je voudrais donc me tourner brièvement vers le passé et comparer les faits historiques aux tendances possibles du futur immédiat en minéralogie. La principale embûche de ce raisonnement (peut-être même son seul intérêt) réside dans le fait que cette interprétation est personnelle : toute interprétation des faits historiques est nécessairement personnelle, et, par ce fait même, faussée, teintée par l'état d'esprit, la culture, l'hérédité, etc.

Bien plus, les convenances voudraient qu'après le dîner, les orateurs s'adressent à leur auditoire pendant au moins vingt minutes, et au plus vingt heures. Ces deux périodes sont trop courtes pour exposer ce que l'on pourrait appeler l'histoire de la minéralogie. Je préfère donc intituler les propos que je compte vous tenir dans les cinq minutes qui suivent : « Mes dix minéralogistes préférés, quelques minéralogistes honoraires, et quelques autres ». Il se peut que la minéralogie soit la science des minéraux ; je préfère la considérer comme le travail des minéralogistes. Donc, dans un historique rapide de la minéralogie, je me pencherai sur les principaux minéralogistes. J'essaierai de situer l'importance de chacun par deux ou trois phrases.

Le plus ancien écrit sur le règne minéral qui soit partiellement parvenu à nos jours est l'ouvrage de Théophraste, intitulé « Des pierres ». Ce travail a été écrit environ 300 ans avant notre ère. On s'y réfère abondamment pendant les 1800 ans qui suivent, jusqu'à l'époque d'Agricola. C'est essentiellement un assemblage de connaissances sur le règne minéral, connaissances révélées par les mineurs, carriers et autres ; bien plus, c'est un manuel d'ingénieur minier coloré de pensées bizarres sur les minéraux et sur les roches, pensées si répandues à cette époque et jusqu'au Moyen Age.

Pline l'Ancien, dans son Histoire Naturelle, a recueilli une bonne partie des renseignements contenus dans Théophraste et d'autres. En fait, Pline se réfère à des écrits de Théophraste qui se sont perdus. Les derniers livres de son Histoire Naturelle constituent un assemblage désordonné de faits et de fictions sur les minéraux et sur les roches.

Le Moyen Age n'est pas une époque de progrès pour la minéralogie, ni pour les sciences de la terre. Les superstitions bizarres et les croyances dans les pouvoirs magiques de certaines pierres, héritées des Grecs, transmises par les Romains et amplifiées par l'école d'Alexandrie, constituent, au cours du Moyen Age, le principal des connaissances humaines sur la matière minérale.

Agricola (1494-1555) est appelé avec juste raison le père de la minéralogie. Il fut le premier d'une grande école de minéralogistes et de géologues, l'Ecole de Freiberg. Agricola vécut à Joachimsthal (Bohème) et à Chemnitz (Saxe). Il étudia principalement les minerais de l'Erzgebirge. La principale contribution d'Agricola à la minéralogie est l'identification des minéraux par la mesure de leurs propriétés : dureté, clivage, couleur, lustre, densité, fusibilité, etc. Agricola rompt avec les traditions du Moyen Age, ainsi que les citations suivantes le font sentir :

« Je ne dirai rien des pouvoirs que les magiciens persans et arabes attribuent à certaines pierres. La dignité et la bienséance obligent un homme de science à les rejeter entièrement. »

Agricola avise aussi le mineur qui utilise la baguette de sourcier, qu'il perd son temps et son énergie.

Nous devons aux Presses de l'Université de l'Illinois, la réédition d'un des ouvrages les plus importants du XVIII^e siècle sur la minéralogie, par un autre homme de l'Ecole de Freiberg : « Von dem ausserlichen Kennzeichen der Fossilien » par Werner. Werner reconnaît deux buts principaux à la minéralogie : la classification et l'identification. Nous trouvons dans son oeuvre un goût pour la classification chimique des minéraux ; ceci fut évidemment largement développé le siècle suivant.

J'aime considérer la cristallographie comme la fille la plus célèbre de la minéralogie. La cristallographie est née avec Steno, vers le milieu du XVII^e siècle. Nous devons à Steno l'un des traités sérieux, parmi les premiers qui aient été écrits sur la croissance des cristaux, ainsi que la loi de la constance des angles, qui allait rester inconnue et inexploitée pendant un siècle. On doit à Romé de l'Isle l'application de cette loi à un grand nombre d'espèces minérales, alors que Steno s'était limité au quartz.

René Just, Abbé d'Haüy, est une figure dominante de la cristallographie ; il avança les premières théories sur la structure cristalline. Il est intéressant de comparer ici

1. la loi de la Constance des Angles (Steno en 1669, et Romé de l'Isle en 1783) avec la loi des Proportions Constantes en chimie (Proust en 1799) ;

2. la loi des Indices Rationnels (Haüy en 1784) avec la loi des Proportions Simples et Multiples (Dalton en 1803).

Ces deux lois sont visiblement la conséquence de l'arrangement

ordonné des atomes de la « molécule intégrante » de Haiïy dans la matière : dans ces deux cas, les conséquences géométriques (pour ne pas dire cristallographiques) furent trouvées avant les conséquences chimiques ou atomistiques.

En suivant l'ordre chronologique, je voudrais maintenant attirer l'attention sur Berzelius : sa classification chimique des minéraux, sa découverte des silicates, représentent un grand pas en avant en matière de minéralogie. L'anglais Sorby, dont les premières activités se situèrent aux alentours de 1850, apporta d'importantes contributions techniques à nos méthodes d'identification des minéraux, en développant l'identification des minéraux en lame mince, à l'aide de ce qui allait devenir l'un de nos principaux outils, le microscope pétrographique. Sorby est considéré à juste titre comme le fondateur de la minéralogie optique. Mais il est aussi bien connu de la plupart d'entre nous par ses travaux sur les inclusions fluides dans les minéraux.

Des Cloizeaux, en France, dans la deuxième moitié du XIX^e siècle, contribua, par la publication de son Manuel de Minéralogie, à populariser les méthodes optiques dans l'identification des minéraux.

Je voudrais terminer ma liste des grands noms de la minéralogie, par trois noms un peu plus récents de personnes qui se sont distinguées pour des services rendus à la minéralogie, qui ne sont pas cependant essentiellement des minéralogistes. La première de ces trois personnes est Sir Lawrence Bragg ; ses premiers travaux sur la diffraction des rayons X, et la détermination de la structure cristalline, marquent le début d'une nouvelle époque. La validité et l'utilité des travaux du second n'ont pas été reconnues aussi largement. Nous ne commençons qu'à entrevoir l'époque qu'il a suscitée. Je veux parler ici de W. W. Wooster et de ses recherches en cristallographie.

Je voudrais finalement ajouter un nom qui demande peu de commentaires : N. L. Bowen. Je considère ses travaux sur la thermodynamique des conditions d'équilibre des silicates comme un jalon important. Il est certain que ce dernier est plutôt un pétrographe, mais je pense que les minéralogistes devraient examiner suivant ses méthodes tous les systèmes importants de l'écorce terrestre.

Je n'essaierai pas d'attribuer une valeur aux travaux de mes contemporains. Je n'essaierai pas non plus d'énumérer ici tous ceux que je pense dignes de considération par des services insignes rendus à la minéralogie. Je sais qu'il y en a beaucoup, et que la minéralogie est plus vivante que jamais.

Il faudrait reconnaître les motifs et les conséquences des travaux de ce Panthéon des minéralogistes. En ce qui concerne les motifs, il me semble qu'il y en a deux :

1. La spéculation scientifique, sous sa forme la plus exaltante, car, après tout, tous les minéralogistes ci-haut mentionnés ont eu des contributions extrêmement valables à notre civilisation moderne. Nous pourrions donc appeler ceci LE DESIR DE CONNAITRE. Nous savons que ce désir nous tiendra jusqu'au jugement dernier (ou, si vous préférez, pendant très longtemps, très certainement après l'an 2000). Nous savons aussi que nous ne finirons jamais d'apprendre, mais que nous ne pourrons que pousser plus loin les frontières du savoir. Nous devons donc admettre que la solution d'un problème scientifique n'est que la meilleure définition de nouveaux problèmes !

2. La responsabilité professionnelle envers la société. Ce motif est sûrement très important dans les travaux des premiers minéralogistes, Théophraste, Pline l'Ancien, Agricola, et peut-être même Des Cloizeaux et Sorby.

En ce qui concerne les conséquences, elles sont reliées aux motifs : avancement des sciences fondamentales et des connaissances techniques, une exploitation rationnelle des ressources minérales, une meilleure connaissance du monde dans lequel nous vivons. J'estime que les motifs et les conséquences ne changeront pas beaucoup d'ici l'an 2000.

J'ai maintenant atteint la charnière entre le présent et l'avenir. Avant d'aller plus loin, je voudrais définir le rôle de la minéralogie dans le passé et son rôle dans l'avenir. Un minéralogiste de mon Panthéon, Werner, a fait des commentaires sur ce sujet, il y a deux cents ans. Selon lui, les minéralogistes doivent :

1. classier
2. identifier

j'ajouterai un troisième rôle :

3. DECOUVRIR.

Je pense que les minéralogistes du passé ont découvert d'importantes lois fondamentales (Haüy, par exemple). Inévitablement, leur domaine est la matière solide. Les progrès de la compréhension de la matière solide sont sans aucun doute impressionnants. Je crois que, par l'observation patiente et inlassable des solides naturels, il reste des lois importantes à glaner, des lois qui pourraient autrement échapper à l'attention des physiciens du solide ou des ingénieurs de la science des matériaux dans leurs laboratoires.

LE PRESENT TECHNOLOGIQUE ET LE FUTUR PROSPECTIF

Dans mes prédictions pour l'an 2000, j'aimerais faire la distinction entre le présent technologique et le futur prospectif. J'inclus dans le présent technologique, le futur immédiat, que l'on peut prédire à partir de la science actuelle. Par exemple, nous savons que l'on peut construire des microsondes ioniques pour faire des analyses de distribution isotopiques des éléments, dans le volume d'analyse de la microsonde (quelques microns cubes). De telles microsondes ont été construites et testées. Elles

sont de construction difficile, mais on peut néanmoins prévoir que dans dix ans, il y aura dans nos laboratoires autant de ces microsondes qu'il y a maintenant de microsondes à électrons. Je considère que de tels résultats prévisibles font partie de notre présent technologique. Il y a beaucoup de cas semblables dans notre présent technologique : l'analyse automatique des structures cristallines, l'analyseur quantitatif de texture, la mesure automatique de la perfection cristalline, sont d'autres appareils possibles. Il est facile de deviner mon centre d'intérêt d'après ces prévisions ! Je suis certain que vous pouvez en ajouter un bon nombre dans votre propre domaine. En résumé, le présent technologique peut être prédit par extension des données du passé récent.

Le futur prospectif va plus loin que le présent technologique. Par exemple, qui aurait pu prévoir la bombe atomique, les antibiotiques, un voyage sur la lune ou les pilules anticonceptionnelles en 1930 ? Sur une telle période, on peut peut-être deviner le nombre de découvertes importantes, mais on ne peut prédire dans quel domaine scientifique elles se trouveront . . .

Il est important de prédire le futur prospectif, cependant ; les efforts des Américains pour atteindre la lune, leur ont coûté, jusqu'à présent, entre 5 et 10% du produit national brut d'une année ! Et ils représentent sans aucun doute l'une des nations les plus puissantes du globe !

Le présent technologique a beaucoup de caractères distinctifs : certains s'appliquent particulièrement à la minéralogie, mais la plupart concernent les autres champs d'investigation scientifique.

En voici quelques-uns :

1. *Croissance rapide du savoir scientifique*

Ceci est probablement l'un des traits les mieux connus. On peut le mesurer de nombreuses façons : nombre de publications scientifiques, nombre de scientifiques, nombre de découvertes scientifiques, etc. Si on utilise une échelle logarithmique convenable pour faire un graphique de ces mesures en fonction du temps, nous trouvons que cette relation est linéaire, c'est-à-dire que la croissance du savoir scientifique est exponentielle. Au cours de ma propre carrière scientifique, le volume des publications a doublé deux fois. Le temps mis pour doubler est donc d'environ dix ans. Il est plus difficile d'estimer la multiplication des outils scientifiques : je pense que la progression est à peu près analogue. La fluorescence de rayons X n'était pas courante en 1955, ni les sondes à électrons en 1960, pas plus que les sondes à laser ou les nombreux autres outils maintenant utilisés.

Il y a un domaine qui, à mon avis, présente une faiblesse : le nombre de personnes associées au travail scientifique et professionnel. Il est vrai que le nombre de personnes engagées dans les pratiques professionnelles

et la recherche en sciences minérales a considérablement augmenté au cours des dix dernières années, mais je pense qu'il a augmenté moins rapidement qu'en physique, en chimie ou en mathématiques. Ceci est vrai pour les sciences de la terre, en général. Les conséquences sont bien connues : Cailleux a fait à ce sujet un résumé important de la valeur relative des découvertes en sciences de la terre au cours des âges.

Préhistoire	45%	des découvertes scientifiques et techniques étaient en sciences de la terre
Epoque gréco-romaine	34%	
Moyen Age	25%	
XVII ^e et XVIII ^e siècles	12%	
XIX ^e siècle	7%	
XX ^e siècle	3%	

En tant que géologues et minéralogistes, nous pouvons déplorer notre nouvelle importance relative ; en tant que Canadiens, avec une production minérale actuelle de 6.7% du produit national brut, ceci est plus que regrettable. Je pense que cela devient même un peu pénible . . .

2. *Dépouillement des données publiées*

Etant donné l'abondance actuelle de données sur les minéraux, il est évident que la recherche bibliographique a occupé une grande partie du temps de chaque chercheur scientifique. Il n'est plus simple de se tenir au courant de tous les développements, et ceci à un tel point que la nécessité de se spécialiser ne nous étonne plus. Certains d'entre nous sont des minéralogistes de microsonde, d'autres sont des minéralogistes de feldspaths, d'autres sont des experts des sulfosels. Le scientifique universel est une espèce éteinte depuis un siècle ; le minéralogiste omniscient, connaissant tous les aspects de la minéralogie, a également disparu.

Je suis heureux de voir les nombreux efforts effectués afin de compiler les bibliographies à l'aide d'ordinateurs. Je pense que ceci est une nécessité, et un pas indispensable à franchir, pour l'établissement de banques de données minérales dans le futur prospectif.

3. *Les ordinateurs*

Les ordinateurs serviront non seulement à dresser des listes bibliographiques, mais ils servent déjà à créer des données et à les interpréter. Pour ne prendre qu'un seul exemple, la recherche extensive en analyse de la structure cristalline n'existerait pas sous sa forme actuelle s'il n'y avait pas d'ordinateurs.

Les ordinateurs ne disparaîtront pas. Nous devons apprendre à en tirer le meilleur parti pour l'éducation, la recherche scientifique et technique (pour le contrôle de la production aussi, mais ceci s'écarte du but de mon discours).

4. *L'instrumentation scientifique*

Quantité d'autres instruments et techniques se développeront aussi : la fluorescence de rayons X, la diffraction de rayons X, les études Mossbauer, et toutes les autres formes de la spectroscopie. Nous ne pensons pas qu'il soit sage de définir la minéralogie sans y inclure ces nouvelles techniques. Le plus tôt nous utiliserons ces techniques sur les problèmes minéralogiques, le plus tôt notre compréhension des phénomènes deviendra plus exacte, le plus tôt nous trouverons des solutions techniques.

5. *Les espèces minérales*

Le nombre d'espèces minérales valables est faible (2000 à 3000, peut-être). Evidemment, il suffit de connaître 300 de ces espèces pour comprendre raisonnablement 99.9% de la croûte terrestre (y compris ces étranges masses que l'on appelle les dépôts de minerai). De plus, la connaissance de 30 espèces minérales suffit à comprendre 99% de la croûte terrestre (y compris des espèces de roches aussi bizarres que la montréalite et la beloëillite !). Enfin, dix minéraux constituent ensemble plus de 90% de la croûte terrestre.

Nous devons tenir compte de ces minéraux en ce qui concerne la profondeur de nos connaissances sur chaque espèce minérale. Je ne citerai que deux exemples :

1. La lemoynite, un nouveau silicate hydraté de Na et de Zr, de Saint-Hilaire ; j'ai défini cette espèce en collaboration avec un certain nombre de scientifiques russes. Il est évident qu'à ce niveau, il ne serait pas intéressant d'appliquer à la lemoynite toutes les ressources de la technologie nouvelle. Je n'ai actuellement pas de projets pour mesurer sa constante diélectrique, son tenseur de conductivité diélectrique, ni son comportement magnétique (qu'il soit paramagnétique ou diamagnétique), ni son tenseur effort-déformation, etc. Par contre, en ce qui concerne le quartz, je suis très heureux de voir que dans un texte récent du Professeur Frondel, toutes ces données ont été réunies dans un livre de 250 pages, où notre connaissance moderne de ce minerai est rassemblée. Il est évident que les minéralogistes doivent proportionner leurs efforts à l'abondance de ces minéraux. Ceci serait certainement un moyen de maintenir un degré d'utilité constant. Toutefois, il y a beaucoup de cas où nous devons aller plus loin et fournir un temps et une énergie disproportionnés à poursuivre de nouvelles lois scientifiques cachées dans le comportement inhabituel de certaines espèces minérales rares ; et je n'envisage pas de le considérer d'une autre façon . . .

2. Les textures :

Nous avons de nombreux outils pour étudier la texture des minéraux. Avec les matériaux naturels, ces aspects de la minéralogie relèvent de la pétrographie, de la microscopie des minerais, de la microtectonique, etc. De toute évidence, ces méthodes de poursuite du savoir fondamental ne sont pas périmées. Elles continueront à fournir des informations valables, et l'étude de ces informations continuera à servir la connaissance des phénomènes terrestres. Nous avons besoin de bien d'autres outils pour étudier les textures, tout spécialement à l'intérieur des cristaux, pour déterminer quantitativement la perfection (ou l'imperfection, si vous

êtes pessimistes) de ceux-ci. Nous en avons aussi besoin pour étudier la texture des matériaux à grains très fins. Notre succès très relatif peut se mesurer à notre manque de moyen d'investigation dans les argiles et les roches volcaniques aphanitiques. J'espère qu'entre le présent technologique et le futur prospectif, il y aura une ouverture quelque part pour l'étude de ces matériaux.

LE FUTUR PROSPECTIF

Tournons-nous maintenant vers le futur prospectif. Vous pouvez soupirer en signe de soulagement, je ne saurais discourir bien longtemps sur ce sujet. Vos peines tirent donc à leur fin . . .

Par futur prospectif, j'entends un futur plus éloigné, un futur au-delà de l'extrapolation des réalités technologiques. Evidemment, je n'ai aucun pouvoir magique, et ce futur est assez vague dans mon esprit.

Un certain nombre d'Instituts, aux Etats-Unis et en Europe, ont essayé de deviner le futur prospectif (par exemple, Hudson Institute of Rand Corporation, les Futuribles en France, et bien d'autres, voir les références). Je pense qu'ils s'accordent sur quelques points. Ces points ne sont pas particuliers à la minéralogie, mais il est intéressant de les présenter à votre attention. Rapidement, ces points sont :

1. Les ordinateurs deviennent partie essentielle de notre civilisation en nous rapprochant de l'an 2000.
2. Le progrès des divers groupes nationaux est relié au système d'éducation et à l'utilisation, dans ce système, d'une technologie toujours renouvelée.
3. Les principales activités économiques des groupes nationaux seront passées des secteurs d'activité primaire et secondaire aux secteurs tertiaire et quaternaire. Le secteur quaternaire est défini comme un secteur avancé du secteur tertiaire : activités de recherche et de culture.
4. L'entreprise privée aura fini d'assurer le principal rôle dans les innovations scientifiques et techniques. Ceci a été reconnu, même par les Américains, des gens que nous avons fini par associer à l'entreprise privée.

Je pense qu'il y a suffisamment matière à réflexion dans les quatre points cités ci-dessus. Si nous admettons complètement ces points, ils peuvent guider notre carrière professionnelle et notre carrière scientifique. En tant que Canadiens, et pour les minéralogistes tout spécialement, connaissant les structures de notre industrie minérale, l'acceptation complète de ces paramètres du futur dans « les grandes sociétés post-industrielles » comporte certainement des indications utiles.

Ces quatre points ne sont pas particuliers à la minéralogie ; on peut les appliquer aux développements scientifiques, tout aussi bien qu'à l'évolution sociale et culturelle. Il est beaucoup plus difficile de dégager les caractéristiques, ou même, de signaler les secteurs d'intérêt dans la minéralogie pour le futur prospectif. Pour ma part, je place ma confiance dans les zones suivantes :

1. Dynamique du réseau et, éventuellement, relation entre la structure et les produits thermodynamiques des minéraux ;
2. Cristallochimie et cristallographie des minéraux, en vue de découvrir de nouvelles lois scientifiques.

Je pense que d'importantes découvertes se feront sans doute dans ces deux domaines, dans le futur prospectif. Je pense aussi que ces découvertes serviront l'exploitation rationnelle des ressources minérales et la compréhension du monde qui nous entoure. Elles affecteront la manière de transformer la matière minérale (science des matériaux).

SCIENCE APPLIQUEE ET SCIENCE FONDAMENTALE

Ce problème est aussi vieux que l'humanité. Je voudrais en dire quelques mots, car notre époque est une époque d'orientation pour les géologues au Canada. On nous dit que :

1. Les sommes que l'Etat peut attribuer à la recherche scientifique ne sont pas illimitées ;
2. L'effort scientifique doit contribuer directement à accroître la productivité nationale.

Si je puis mentionner Adams, qui, déjà, cite Pline l'Ancien : « Il y a un passage du Livre 2, chapitre 46, de l'Histoire Naturelle, dans lequel Pline se réfère à l'intérêt général pour la science parmi les Grecs, même en temps de guerre, quand il n'y avait pas de sécurité, ni sur terre, ni sur mer, en raison des pirates ; tandis que dans l'Empire Romain de son époque, même en temps de paix, il dit avec regret que la science était négligée et que les hommes recherchaient le lucre plutôt que le savoir ».

Exception faite des regrets contenus dans cette citation, j'ai souvent entendu commenter ce sujet, tout spécialement au cours de l'année qui vient de s'écouler. Notre situation canadienne résulte largement de la nature de notre industrie. Un grand nombre de nos industries minérales, et encore plus de nos industries de transformation, sont contrôlées de l'extérieur. Je pense que bien peu de nos chefs d'entreprises se soucient de participer à la recherche scientifique dans le pays où se trouvent leurs industries, et où les marchés leur procurent des bénéfices. Je n'ai ni solution magique à proposer, ni attitude complaisante à encourager.

Je ne souhaite pas discuter très longtemps sur ceci, car mon sujet est « la minéralogie » et non « les difficultés canadiennes dans la réalisation des buts scientifiques et technologiques ». Si je soulève ces points, c'est parce que les disparités économiques entre les groupes nationaux seront un autre trait important du futur prospectif.

Si nous admettons que la recherche appliquée ne reçoit pas l'aide qu'elle devrait recevoir dans notre pays, et je pense que nous y avons droit, nous pouvons proposer certaines solutions :

1. Pour le futur technologique, je pense que la législation (fédérale et provinciale) qui encourage l'industrie à investir dans la recherche dans notre pays, est certainement bonne. Je suis certain que si l'industrie le fait, cela nous garantit automatiquement l'orientation de cette recherche vers le développement.

2. Pour le futur prospectif : en considérant les réalisations contenues dans les prévisions à long terme, aux Etats-Unis et en Europe, en considérant également que le progrès des groupes nationaux est largement relié aux systèmes d'éducation et à l'utilisation dans ces systèmes d'une technologie constamment renouvelée, je pense que nous devons prier pour que le Gouvernement accorde une aide plus importante à la recherche et au développement.

Finalement, en recherche fondamentale, notre effort national au Canada n'a pas été trop grand. Il y a toujours de la place pour une expansion. Je n'hésite pas à la mentionner, même si j'affirme que le besoin est beaucoup plus urgent pour la recherche appliquée et le développement.

J'en arrive à quelques remarques pour conclure mon propos. Je suis un éducateur ; je trouve cette profession très enrichissante. J'aime à considérer que je suis aussi actif en recherche. Un coup d'oeil sur la liste des participants à ce congrès me fait supposer qu'il y a une importante proportion d'éducateurs dans cet auditoire. Je suis certain que ces gens partagent avec moi la conviction que, dans l'éducation de jeunes gens et jeunes filles en vue des sciences et de l'industrie minérales, l'accent devrait être mis sur les valeurs permanentes. Les pratiques professionnelles changent rapidement à cette époque, mais la responsabilité professionnelle n'est pas près de disparaître. De façon analogue, les procédés techniques changent rapidement, mais les principes fondamentaux de mathématique, de physique et de chimie ne changeront pas. Je pense que nos efforts seront plus productifs si nous nous concentrons sur les sciences fondamentales. Autrefois, il n'était point nécessaire d'être très brillant en mathématique, en physique et en chimie, pour faire un bon minéralogiste. Ceci a changé, et de beaucoup. Réjouissons-nous en, car je pense que les carrières en sciences minérales auront de l'attrait pour les jeunes gens les plus éveillés, et je crois fermement que, considérant l'état de notre science et de notre art, nous pourrions les employer.

Monsieur le Président, nous ne dirons plus rien jusqu'à l'an 2000 !

RÉFÉRENCES

- ADAMS, F. D. (1938) : *The birth and development of the geological sciences*. Edition Dover Inc. disponible.
- AGRICOLA, G. (1556) : *De Re Metallica*. Edition Dover disponible en anglais, 1950.
- (1546) : *De Natura Fossilium*. Citations tirées surtout de Adams (1938).
- ARMAND, LOUIS (1961) : *Plaidoyer pour l'avenir*, Paris, Calmann-Levy.
- BAADE, F. (1964) : *What the Future Holds for America*. U.S. News, juin 1964.
- (1962) : *The Race to the year 2000*. Doubleday and Co., New-York, 1962.

- BASTIE, JEAN (1965) : *Paris en l'an 2000*. Paris, Sédimo.
- BERZELIUS, J. T. (1819) : *Nouveau système de minéralogie*. Traduit du suédois, paru à Paris en 1819.
- BURKE, J. G. (1966) : *Origins of the Science of Crystals*. U. C. Press, Los Angeles, 1966.
- CALLEUX, A. (1961) : *Histoire de la Géologie*. Presses Universitaires de France, Collection Que sais-je ?
- Colloque sur l'avenir, Réalités*, avril 1966.
- FRONDEL, C. (1962) : *The System of Mineralogy of J. D. Dana and E. S. Dana*, Seventh edition, 3 *Silica minerals*. J. Wiley & Sons, New-York.
- HAÛY, R. J. (1784) : *Essai d'une théorie sur la structure des cristaux*. Paris, 1784.
- (1822) : *Traité de minéralogie*. Paris.
- LANDSBERT, H. H., FISCHMANN, L. L. et FISHER, J. L. (1963) : *Resources in America's Future, Patterns of Requirements and Availabilities, 1960-2000*. Resources for the Future Inc. John Hopkins Press, Baltimore.
- PERRAULT, G., SEMENOV, E. I., BIKOVA, A. V. et CAPITONOVA, T. A. (1969) : La lemoynite, un nouveau silicate hydraté de zirconium et de sodium de Saint-Hilaire, P.Q. *Can. Mineral.*, 9, 585-596.
- PLINE l'ANCIEN (vers 77) : *Histoire Naturelle*. Citations tirées surtout de Adams (1938).
- ROME DE l'ISLE, J. B. L. (1783) : *Cristallographie, ou description des formes propres à tous les corps du règne minéral*. Cité dans Burke (1966).
- SERVAN-SCHREIBER, J.-J. (1967) : *Le Défi Américain*. Paris, Denoël.
- SORBY, H. C. (1858) : On the microscopical structure of crystals. *Geol. Soc. London, Quart. Journ.*, 14, 453-500.
- STENO, NICOLAUS (1669) : *De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis produmus*. Abondamment cité dans Burke (1966).
- THEOPHRASTE (vers 315 av. J. C.) : *De Lapidibus*. Traduit, édité et commenté par D. E. Eicholz, Clarendon Press, Oxford 1965.
- WERNER, A. G. (1774) : *Von den Ausserlichen Kennzeichen der Fossilien*. Traduit en anglais par COROZZI, Edition University of Illinois Press, 1962.