

LA GEOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT: SON EVOLUTION ET SON FUTUR

Discours de M. le Professeur Jean-Pierre Vernet à l'occasion de la collation du titre de Professeur Honoris Causa de l'Université de Bucarest

Je suis profondément touché et honoré de recevoir aujourd'hui le titre de "Honorary Professor and Fellow" (Professeur Honoris Causa) d'une institution aussi prestigieuse que l'Université de Bucarest. Soyez certains que je ferai le possible et l'impossible pour m'en rendre digne et je souhaite que par cet acte nous ouvrons ensemble une période de fructueuses collaborations.

Permettez-moi aussi de rendre hommage à mes collègues, messieurs les Professeurs Corneliu Dinu, Nicolas Panin et Traian Gomoiu, ainsi qu'à leurs collaborateurs et collaboratrices, que j'ai eu l'occasion d'apprécier lors des diverses rencontres résultant des activités du réseau NEAR.

Les liens qui existent entre la Roumanie et la Suisse romande sont plus forts que nous le pensons; il tiennent, peut-être, à notre commune latinité ou au fait de notre attachement à la France et à sa culture. Notre formation semble assez identique et la poursuite d'études post-grades en France nous rapprochent encore et augurent bien des collaborations futures que nous voulons mettre sur pied et que, pour ma part, je poursuivrai tant que ma santé le permettra.

Rappelons encore que le dernier roi de votre pays, Michel de Roumanie, s'est établi en Suisse romande, à Versoix, à quelques centaines de mètres de l'Institut F.-A. Forel que j'ai créé en 1975.

Nous avons vu, en un peu plus d'un siècle, se succéder un certain nombre d'idéologies dont certaines sont vécues comme de nouvelles religions. Ainsi, au 19^{ème} siècle, régnait une foi inébranlable dans le progrès matériel, qui devait entraîner un certain progrès spirituel, et ceci grâce à la science et à ses découvertes. En littérature, les oeuvres de Jules Verne sont très représentatives de cette espérance. Il en est de même de l'admirable "Boulevard de Pécuchet" de Flaubert qui laisse cependant poindre des doutes quant à cette idyllique évolution. Le 19^{ème} siècle, est aussi l'âge d'or de la géologie; elle y prend forme et se développe avec l'industrie et par l'émergence de cette nouvelle forme d'énergie qu'est le pétrole et ses dérivés.

Après la guerre de 14-18, on prend conscience qu'une époque est morte et que les ressources en matières premières, notamment le pétrole, ne sont pas inépuisables. Pour la première fois, on

estime à 25 ans les réserves en pétrole, pour autant, disait-on alors, qu'il n'y ait plus de guerre aussi mécanisée que celle de 14-18.

Le socialisme, puis le communisme, se base sur une société égalitaire qui apportera le bonheur à l'homme et, pour atteindre ce but, se met en place une industrialisation anarchique et accélérée qui agresse durablement le milieu naturel. Dès la fin des années 60, cette nouvelle idéologie va progressivement s'effondrer. Le monde prend alors conscience que cette course effrénée à la puissance et au standard matériel a profondément dégradé notre environnement. Cette prise de conscience va permettre l'apparition spontanée d'un mouvement écologique puissant qui, pour certains, devient une véritable religion. Dans tous les pays vont apparaître des partis verts, plus ou moins rouges.

La Terre va devenir une "Super Star", le Time, qui est probablement le plus important magazine international, la proclamait "PLANET OF THE YEAR" en 1989. Le corollaire de cette situation est que l'"HOMME" est devenu le virus mortel qui détruit sans vergogne et sans remords l'environnement de la planète TERRE: - au Sud par sa démographie galopante et - au Nord par le développement industriel.

Dans le monde entier, des mouvements écologistes vont se développer pour lutter contre cette mort programmée réclamant, pour les plus modérés, un blocage du développement au niveau actuel et pour les ultras, un retour en arrière. Ainsi, en Suisse, où le droit d'initiative est très utilisé, il y a actuellement devant les Chambres fédérales une initiative concernant le trafic routier qui demande que l'on réduise celui-ci de moitié en 10 ans. Une précédente initiative voulait, elle, interdire de rouler les dimanches etc...

Les médias vont se lancer dans la bataille écologiste en soutenant sans nuance cette cause, amplifiant tout et transformant en vérité ce qui n'est qu'hypothèse, avec comme premier résultat la culpabilisation de l'homme occidental:

- de colonialiste il est devenu raciste,
- le protecteur de la santé il devient un gaspilleur des deniers publics pour prolonger indûment la vie de ses proches concitoyens,
- d'utilisateur des ressources naturelles pour améliorer ses conditions de vie il est ravalé au niveau de prédateur vorace et égoïste, sans souci des générations futures.

Bref, l'homme n'est plus guère fréquentable et en quelques décennies on a réussi à le transformer en un personnage douteux et profiteur, plus ou moins hanté par le remords.

Un nouveau pas va être franchi à la conférence de Rio où l'industrie, lassée du blocage permanent de ses développements par les écologistes, découvre dans l'écologie un nouveau marché et un facteur de croissance. Dès lors, les politiciens vont être poussés sur leur gauche par les écologistes et sur leur droite par les industriels. Dès cet instant les politiciens qui ont adopté, depuis longtemps, le credo du risque zéro, vont promulguer un déluge de lois, d'ordonnances ou de règlements de plus en plus contraignants et coûteux pour le citoyen. Ceux-ci sont souvent basés sur

des hypothèses, des exagérations médiatiques ou des interprétations qui excluent le doute et les réserves. La porte est dès lors grande ouverte pour la promulgation d'impôts ou taxes d'incitation écologiques dont le but proclamé est la protection de l'environnement, mais dont la finalité est l'obtention de nouvelles ressources fiscales. L'exemple de la France qui a augmenté drastiquement le prix de l'essence pour limiter l'usage de l'automobile a totalement échoué vis-à-vis du but poursuivi, mais parfaitement réussi une excellente opération fiscale.

Travaillant dans le domaine de la protection de l'environnement depuis une trentaine d'années, j'ai pu suivre cette évolution qui conduit pour une part importante à l'exclusion des scientifiques qui par leurs doutes, leurs hypothèses et leur recherches, souvent jugées trop le moins difficile.

Il est temps maintenant de suivre l'évolution de notre science, la géologie de l'environnement, en parallèle à cette évolution de la Société que vous venons d'esquisser.

Évolution de la géologie de l'environnement

"Ces Messieurs étaient de géologues" voilà comment un artiste genevois du 19^{ème} siècle salue la rencontre d'un groupe de géologues dans une vallée alpine. Ces derniers, marteau en main, discutent à perte de vue des roches et de leur origine pendant qu'un aide attend patiemment assis au pied d'un mulet chargé d'échantillons de roches. C'est un peu comme cela que les plus anciens d'entre-nous ont appris leur métier, sauf que le mulet c'était nous.

Le texte des "Nouvelles genevoises" de Rodolphe Toepffer (1845) n'est pas moins satirique puisqu'il affirme, entre autres, je cite: "Cette caravane se composait de trois messieurs à pied, et d'un mulet chargé de pierres. Ces messieurs étaient des géologues. C'est une charmante compagnie que les géologues, mais pour les géologues, mais pour les géologues surtout". C'est une opinion que beaucoup partagent, en particulier les femmes de géologues! "Leur manière est de s'arrêter à tout caillou, de pronostiquer à chaque couche de terre. Ils cassent les cailloux pour en emporter: ils égratignent les couches pour en faire un système à chaque fois; c'est fort long. Ils ne sont pas sans imagination, mais cette imagination a pour domaine le fond des mers, les entrailles de la terre; elle s'éteint dès qu'elle arrive à la surface. Montrez-leur une cime superbe: c'est une soufflure; un ravin rempli de glaces: ils y voient l'action du feu; une forêt: ce n'est plus leur affaire. A mi-chemin de Valorcine, un mauvais éclat de rocher, sur lequel je me reposais, mit mes trois géologues en émoi; il fallut me lever bien vite et leur abandonner mon siège. Pendant qu'ils le mettaient en pièces, je m'éloignai tout doucement, et ils me perdirent de vue. *Sic me servavit Apollo.*

Toutefois, s'il m'arrive d'éviter les géologues, j'aime en tout temps la géologie"...

Plus loin encore: "Qui ne se demande, à la vue des accidents ou des merveilles qu'étale une montagneuse contrée, comment se sont ouverts ou creusés ces abîmes, comment ces cimes se sont élancées dans les cieux, pourquoi ces pentes douces, et pourquoi ces rocs tourmentés; d'où viennent

ces colosses de granit qui pèsent sur la plaine, ou ces dépouilles marines enfouies aux montagnes? Ces questions sont de la géologie pure, à la fois élémentaire et transcendante: les géologues ne s'en adressent pas d'autres; bien plus sur la façon de les résoudre, ils ne sont jamais d'accord: c'est l'eau, c'est le feu, c'est l'érosion, c'est la soufflure. Partout des systèmes, et nulle part des vérités. Beaucoup d'ouvriers, point approcher son hypothèse de la flamme de l'autel, et dire, en la voyant flamber: Fumée pour fumée, la mienne, monsieur, vaut la vôtre".

La géologie classique était fort loin de ce que l'on appelle aujourd'hui la géologie de l'environnement, seule la géochimie des roches meubles s'en rapprochait plus ou moins, elle analyse chimiquement la fraction inférieure à celle du tamis de 80 mesh de Tyler, soit la fraction granulométrique de 0 à 175 microns. C'est de là, au début, que la géologie de l'environnement va partir du côté américain alors qu'en Europe les choix sont plus variés, mais généralement basés sur le fait que les particules argileuses ont un grand pouvoir d'adsorption et d'absorption des ions libres du milieu, pouvoir qui n'est, quasi, jamais saturé. Les minéraux argileux devenant donc le complexe absorbant dominant du milieu au côté des matières organiques. Sur la base de ces connaissances, il fallait déterminer ou choisir quelle fraction granulométrique devait être analysée chimiquement. A la fin des années 60, nos collègues du "Centre canadien des eaux intérieures" avaient donc choisi d'analyser le sédiment de la fraction granulométrique classique de la géochimie de 0 à 175 microns. Alors qu'en Allemagne, G. Müller et U. Förstner choisissent, eux, de séparer par sédimentation la fraction argileuse de 0 à 2 microns selon l'échelle granulométrique d'Atterberg pour l'analyse chimiquement. La première méthode a un effet dilutif, vis-à-vis de l'analyse chimique, alors que la deuxième risque de produire des désorptions si la sédimentation se fait dans une autre eau que celle du milieu. Après avoir utilisé en parallèle, sur les mêmes échantillons, la fraction géochimique classique de 0 à 175 microns avec celle de 0 à 62,5 microns qui correspond à l'addition des fractions argileuses et limoneuses de l'échelle granulométrique de Wentworth, j'ai proposé d'utiliser définitivement cette fraction parce que, d'une part elle pouvait être séparée du sédiment par tamisage, à condition d'utiliser l'eau du milieu pour éviter les désorptions des ions, et d'autre part, parce que les minéraux argileux se rencontrent dans le milieu naturel sous forme d'agrégats de paillettes et non sous celle de cristaux isolés séparés les cette dernière pour éliminer leur effet dilutif.

Ceci résolu, une autre question importante s'est posée: à quel moment peut-on dire qu'un sédiment est contaminé ou pollué? Compte tenu des erreurs d'analyses, des désorptions, de la présence variable de matières organiques et du fait qu'un sédiment n'est jamais homogène, il a fallu établir une convention et celle que j'ai proposée à la "Commission internationale (franco-suisse) pour la protection des eaux du Léman contre la pollution" a été de ne parler de pollution que lorsque la teneur en un élément était supérieure au double de sa teneur naturelle. Reste à définir ce qu'est une teneur naturelle: - pour un sédiment de rivière qui résulte de l'érosion des roches du bassin versant, c'est la moyenne des valeurs données par les échantillons composition

géochimique moyenne obtenue sur des sédiments qui se sont déposés avant le début de l'industrialisation du bassin versant.

Puis il a fallu dater les sédiments pour ne comparer que des sédiments du même âge. La palynologie a été utilisée, au début, pour être rapidement remplacée par les dosages de radio-isotopes qui ont, de plus, permis de déterminer beaucoup d'autres valeurs très utiles comme la vitesse et le taux de sédimentation, le temps de résidence d'une particule sédimentaire dans un bassin versant, la présence d'une bioturbation ou d'une turbidité. Bref la datation des sédiments est devenue incontournable si l'on ne veut pas risquer de comparer ce qui n'est pas comparable d'une part, et d'autre part pour obtenir une foule de données importantes sur le milieu.

Après l'étude des sédiments "anciens" récoltés par bennage ou carottage nous avons dû nous rapprocher de l'actuel et échantillonner les sédiments les plus récents, même ceux du jour même. Pour cela les méthodes des trappes à sédiments ou des pompages *in situ* ont été inventées. Toutes posent des problèmes que nous avons tenté d'évaluer, mais là nous entrons presque en religion et si, personnellement, je suis plus trappiste que pompiste, R.L. Thomas est l'inverse. Il faut, modestement, se rappeler la conclusion du texte de R. Toepffer qui précède: "chacun peut approcher son hypothèse de la flamme de l'autel, et dire, en la voyant flamber: Fumée pour fumée, la mienne, monsieur, vaut la vôtre".

Vous me permettrez encore de passer sur de nombreux stades intermédiaires pour en arriver au fait que tout ceci ne nous donne qu'une idée potentielle de la toxicité du système. Pour aller plus loin, il faut en rechercher l'impact sur les organismes vivants du milieu même et utiliser des tests de biotoxicité réalisés dans des conditions aussi proches que possible de celles du milieu naturel. C'est là que je me suis arrêté avec le groupe de chercheurs de l'Institut F.-A. Forel. Les résultats en sont particulièrement prometteurs, pour autant que géologues et biologistes soient en parfaite symbiose et que les géologues soient passablement biologistes et que les biologistes deviennent de vrais géologues de l'environnement.

Futur de la géologie de l'environnement

Les géologues ont la fâcheuse tendance d'abandonner tout ce qui leur semble incompatible avec la dignité de géologue classique. Pourtant, ce sont des géologues qui ont ouvert des voies nouvelles comme Dokouchaev, qui crée une nouvelle science qu'il appelle l'agro-géologie et qui va devenir la pédologie et passer progressivement entre les mains des agronomes, ou comme Terzaghi, qui met au point la géotechnique qui est très rapidement récupérée par les ingénieurs. En sera-t-il de même avec la géologie de l'environnement?

Le géologue fait corps avec le milieu; depuis longtemps il parle d'écologie, en pensant aux relations des êtres vivants avec leur milieu naturel. Il est conscient que tout ce qui nous entoure, vit et meurt comme nous, mais à un autre rythme. Le granite s'arénise, devient un gravillon, puis

un sable et enfin un sol. Ce processus est relativement rapide pour un géologue, mais pour l'homme de la rue l'expression "dure comme du granit" représente toujours une réalité immédiate. L'examen des couches anciennes a appris au géologue que les marais, les lacs et les mers naissent, passent par une période de maturité, puis entrent en sénescence, pour enfin mourir, tout comme fait l'homme. La seule différence, c'est l'échelle temps. Le géologue acquiert une perception intime de l'évolution naturelle de son environnement et, de ce fait, il est plus sensible à cette sorte de cancer que l'on appelle contamination ou pollution.

Il ne me reste plus qu'à souhaiter que la géologie de l'environnement dont nous avons été, à des degrés divers, les pionniers ne disparaisse pas avec nous, mais devienne une partie intégrante d'une géologie nouvelle plus ouverte sur les autres disciplines que ne le fut la géologie classique de nos prédécesseurs. Étudiant, je me rappelle que l'on disait d'un de nos professeurs qu'il avait peur de la radiocristallographie et de ses appareils, alors qu'ils nous étaient familiers, à nous étudiants. La géochimie et l'étude des roches meubles actuelles ne sont pas de la vraie géologie pour certains de nos collègues. Notre espérance est que les étudiants que nous avons formés et nos jeunes collègues qui ont bien voulu nous suivre dans nos travaux et nos recherches, maintiennent et développent encore la géologie de l'environnement et l'imposent comme une vraie science interdisciplinaire dans laquelle, je l'espère les géologues joueront le rôle dominant qui est le leur.

Bucarest, le 22 juin 1999

Jean-Pierre Vernet

Bibliographie

TOEPFFER R. (1845) La vallée du Trient. In *Nouvelle genevoises*, 298-299.