

Gérer notre planète

Claude ALLEGRE

Convaincu de l'importance de la responsabilité scientifique, je me propose, compte tenu des objectifs du MURS de parler de ce qu'on appelle aujourd'hui l'écologie. Je le ferai du point de vue d'un spécialiste des sciences de la Terre. Je ne me restreindrai pas à la terre solide, je parlerai également de l'eau et de l'air parce que, dans la discipline que je pratique qui s'appelle la géochimie, on n'a pas à faire de distinction entre la terre solide et la terre liquide ou gazeuse: on travaille sur tout avec à peu près les mêmes méthodes. Actuellement je travaille aussi bien sur la formation des nuages que sur la formation des volcans avec pratiquement les mêmes techniques de mesures et de modélisation.

Les sciences de la terre se sont trouvées depuis quelques années, pour des raisons strictement politiques imputables aux succès électoraux des écologistes, plongées dans une situation analogue à celle que connaissent les médecins depuis

des décennies ; la recherche se faisant sous la pression du public et des politiques. Il faut à la fois conduire des recherches et donner immédiatement des réponses à des questions que l'on se pose. Or, c'est très difficile. Actuellement, sous la sollicitation des médias, on enregistre des déclarations émanant des uns ou des autres sur l'extrême dangerosité de ceci ou cela. Immédiatement une "terrifiante" campagne se déclenche sur le sujet en question tandis qu'on en néglige d'autres beaucoup plus importants. On est ainsi amené à prendre ce qu'il m'arrive d'appeler "des décisions dures sur une science molle". Dans beaucoup de domaines ou bien on ne sait pas suffisamment trancher ou bien on est amené à trancher du mauvais côté. Le message des scientifiques doit prendre alors la forme suivante : "attention, il s'agit d'un problème sérieux, il ne faut pas l'aborder n'importe comment !"

L'homme agent géologique

L'Homme aujourd'hui modifie géologiquement la planète : il est devenu un facteur géologique. Trois exemples importants pour l'illustrer :

Premièrement : l'érosion . C'est le grand mécanisme qui permet de fabriquer les reliefs sur la terre. Elle résulte géologiquement de trois phénomènes. Je vais donner deux chiffres simples : la quantité de croûte océanique qui est fabriquée, (on a du vous parler de l'expansion des fonds océaniques qui fabriquent continuellement la croûte océanique dorsale), à peu près 1,5 km³ par an. Dans le même temps, les fleuves charrient à peu près 1 km³ de sable, graviers, particules, vers la mer. C'est ce transfert fait par l'érosion qui détermine qu'une montagne aussi grande que l'Himalaya sera un jour, dans à peu près 20 ou 30 millions d'années une plaine. Cette érosion se fait du haut vers le bas, elle est à la fois chimique et mécanique. L'Homme pour construire ses routes et ses habitations charrie lui-même 1km³ de sable et graviers par an. Il exerce donc une action équivalente en volume à celle des fleuves, mais il le fait d'une manière très différente : d'une part il utilise une partie des graviers des fleuves et il creuse lui-même des carrières mais d'autre part, il ne descend pas les pentes. On peut procéder à un calcul fort simple : si l'Homme reste sur la Terre pendant des millions d'années, les données du changement du relief terrestre vont se trouver considérablement modifiées. Je pourrais à l'appui évoquer de nombreux faits. Par exemple, un barrage modifie énormément ce qui se passe.

A la place du niveau de la mer comme niveau de référence pour l'érosion, c'est le niveau du barrage qu'il faut retenir. Voilà bien un exemple de modification géologique du fait de l'Homme.

Deuxièmement : l'eau . Elle pose un problème angoissant. Le problème de l'eau pour l'été 92 en France s'annonce crucial mais si d'ici 4 à 5 ans, la situation ne s'est pas redressée il deviendra un problème à proprement parler tragique. Je vais faire état de chiffres simples : il pleut sur les continents 40.000 km³ d'eau par an. Cette eau qui tombe ruisselle, et s'en va ; une partie transite souterrainement, une autre s'écoule en surface, finalement tout se retrouve dans les fleuves et part dans la mer. Sur ces 40.000 km³ , 25.000 km³ le font à l'occasion de crues qui transportent de l'eau boueuse absolument inutilisable, ni pour les animaux, ni pour faire quoi que ce soit. Voilà 25.000 km³ perdus. 5. 000 km³ s'égarer dans des régions inaccessibles (en Papouasie, Nouvelle-Guinée, au fond de l'Amazonie). Il reste effectivement disponible 10.000 km³. De ces 10.000 km³, l'homme en consomme actuellement 3000 km³, soit 1/3. Si l'on regarde à présent historiquement l'évolution des choses, on s'aperçoit que l'homme a depuis peu considérablement augmenté sa consommation. En 1950, il consommait seulement 1000 km³ contre 3000 km³ aujourd'hui. . Autrement dit, il semble avoir triplé sa consommation en 40 ans. S'il continue à ce rythme là, les 10.000 km³ d'eau seront entièrement prélevés et on peut être à peu près sûr qu'il en sera bien ainsi parce que si l'on considère la répartition de la consommation par habitant et par année, on s'aperçoit que si un américain consomme 2000 m³ par an, un malheureux ghanéen n'en consomme lui que 6 m³. On peut espérer que les choses vont un peu s'améliorer pour les pays du Tiers-monde. Mais cela ne pourra se faire que par une consommation plus grande d'eau. Quant à l'eau que l'homme rejette après l'avoir utilisée elle est souillée et complètement différente dans son comportement.

Troisième exemple "trop connu" parce que trop galvaudé actuellement : **l'ozone**. Quand on parle couche d'ozone il faut savoir ce dont il s'agit . C'est une concentration exceptionnelle d'ozone , -ce n'est pas de l'ozone pur-, à 40 km de nos têtes, qui arrête les rayons ultraviolets. Cette couche d'ozone se détériore au pôle sud pendant deux mois de l'année, phénomène très récent qu'on a découvert depuis 5 ans et qui va en s'accéléralant. La dégradation de l'ozone

dans cette zone aux mois de septembre et d'octobre corrèle parfaitement avec la concentration de l'oxyde de chlore qui vient des dérivés chlorés que l'on appelle les chlorofluorocarbures. On voit que c'est une intervention humaine qui est à l'origine de cette dégradation. L'affaire n'en est pas moins paradoxale car si l'ozone se détériore en altitude, au niveau du sol par contre et en particulier dans les villes, il augmente considérablement, (d'un facteur 5). Or, là aussi, il n'y a aucun doute l'homme est responsable puisque ce sont les voitures qui sont en cause. Cette couche d'ozone provient des gaz dégagés par les voitures sauf dans les régions chaudes où la fabrication naturelle d'ozone indépendamment de cette source résulte d'un phénomène compliqué qui met également en jeu le rayonnement solaire.

J'ai retenu ces trois exemples pour vous montrer que l'homme est indubitablement un agent géologique qui modifie les cycles géologiques tels qu'on les connaît traditionnellement. C'est un fait clair. J'insiste là-dessus parce que je vais faire état plus loin de "soi-disant menaces". Au sommet de Rio au mois de juin auquel je dois participer, on va passer un tiers du temps sur un problème qui à mon avis n'en est pas un : c'est le fameux problème de l'effet de serre.

Le gaz carbonique et l'effet de serre

Je vais vous expliquer en deux mots ce dont il s'agit et pourquoi on peut penser que c'est un faux problème. Pour la planète Vénus, on sait que le composant essentiel de son atmosphère, est le gaz carbonique. Les composants de l'atmosphère terrestre sont l'azote (80%), l'oxygène (20%) et des gaz mineurs. Sur Vénus l'atmosphère est à 75% composée de gaz carbonique. Et puis il y a l'azote. Sur Vénus, la température au sol est de 470°, autrement dit aucune vie n'est possible. L'explication de cette température torride à la surface d'une planète soeur, c'est que les rayons du soleil sont piégés par le gaz carbonique, en fonction d'un mécanisme que l'on appelle effet de serre en raison d'une vague analogie avec nos serres de jardinier . Le rayonnement solaire est pour l'essentiel dans le spectre visible, (c'est pour cela que nous sommes éblouis par le soleil), lorsqu'il se réfléchit sur le sol, il le fait "vibrer" et réémet une lumière qui n'est plus dans le spectre solaire mais dans le spectre infra-rouge. Et il se trouve que la molécule de CO₂ absorbe son énergie dans ce spectre infra-

rouge. Autrement dit , le "rebondissement" du rayonnement solaire fait qu'au lieu de repartir vers l'espace , ce rayonnement solaire est piégé par le gaz carbonique qui s'échauffe et par conséquent échauffe l'atmosphère.

Qu'en est-il sur la Terre ? Comme je vous l'ai dit la composition de la Terre c'est essentiellement de l'azote (80%), et de l'oxygène (20%). Où est le gaz carbonique ? Il est stocké dans les calcaires. Au début de la Terre, on avait la même atmosphère que Vénus mais le gaz carbonique jadis présent s'est aujourd'hui fixé dans tous les calcaires grâce à la biologie, à la vie et aux coquillages dans lesquels est stocké ce gaz. Il en reste toutefois un peu dans l'atmosphère : 300 parties par million, c'est-à-dire pas beaucoup. Les physiciens, dans un premier temps, ont voulu expliquer la température de la Terre avec simplement des phénomènes d'absorption lumineuse parce qu'ils voulaient un modèle simple. Ils ont attribué à ce gaz carbonique atmosphérique une contribution de l'ordre d'une quinzaine de degrés à l'élévation de la température de la Terre jusqu'à 25° environ, température très favorable à la vie. Or, à l'observatoire d'Hawaï il y a quelques années, on a constaté, en mesurant la teneur en gaz carbonique de l'atmosphère, qu'elle ne fait qu'augmenter à travers des cycles saisonniers. Ces cycles saisonniers résultent de la synthèse chlorophyllienne qui absorbe plus ou moins le gaz carbonique. On est ainsi conduit à dire que , s'il y a un effet de serre, l'augmentation du gaz carbonique va entraîner une augmentation de température. On en a été d'autant plus sûr qu' en étudiant la teneur du gaz carbonique piégé dans les glaces polaires, on a constaté qu'il augmentait et qu'il augmentait essentiellement à partir de l'ère industrielle. D'où la sinistre prophétie : " l'homme est coupable, il dégage du gaz carbonique, on va tous griller...."

Les physiciens de l'atmosphère ont alors calculé qu'avec l'augmentation du gaz carbonique telle qu'on l'observe, le réchauffement de l'atmosphère devrait apparaître en conformité, mais manque de chance, les chiffres effectivement observés ne donnent pas le même résultat. La température du globe n'augmente pas beaucoup ; il semble même qu' elle n'augmente pas du tout. Elle fluctue un peu mais elle n'augmente pas. On n'a pas renoncé pour autant "il faut un délai a-t-on dit, mais, à terme, cela va sûrement augmenter". Nous ne sommes pas nombreux, 3 ou 4 : Lintzen qui est un de mes collègues, Epschtein et moi-même à penser que c'est complètement faux. Selon nous, l'effet de serre

dû aux hommes n'existe pas. Nous pouvons à l'appui faire valoir deux arguments. Dans le passé il y a eu des fluctuations de température qui se sont produites bien avant l'homme : ce sont les fameux cycles glaciaires, dûs aux mouvements d'oscillation de la terre, en fait un tout petit phénomène : l'axe de rotation de la terre ne présente pas une inclinaison rigoureusement uniforme : elle présente de petits mouvements oscillatoires et ces petits mouvements font que l'ensoleillement des pôles, je dis bien des pôles exclusivement, varie un peu. A cause de cela, la durée des étés varie selon de longues périodes et quand les étés sont un peu longs, il fond un peu plus de glace ; finalement dans ces cas là on traverse un âge interglaciaire ; quand le balancement se produit dans l'autre sens on rentre dans un âge glaciaire.

Les fluctuations survenues au cours des dernières périodes géologiques ont été bien étudiées. La température a été reconstituée et comparée à la succession des âges glaciaires. Dans la période présente l'augmentation du CO_2 entraînerait une augmentation de 4°C qui aurait malgré sa relativement faible amplitude des conséquences désastreuses. En particulier le niveau des mers monterait un peu, sinon très brutalement, du moins en provoquant de grandes modifications des contours maritimes. Très probablement, les pays tropicaux deviendraient invivables. A une telle perspective, les réactions se révèlent suivant les régions et les pays très différentes sinon opposées. Les Russes, par exemple, ne veulent y voir qu'une solution possible à leurs problèmes agricoles, ce que pour ma part, je ne pense pas.

Revenons à notre étude des carottes glaciaires (encore une fois, la glace polaire c'est la mémoire de l'atmosphère). Au Pôle il tombe de la neige, annuellement cette neige se compacte, elle donne des couches de glace que l'on peut dater, que l'on peut compter comme les anneaux des arbres . On peut ainsi à partir de chaque carotte, grâce aux isotopes de l'oxygène, étudier la température. On étudie de même grâce aux petites bulles qui sont prises dans ces glaces la composition de l'atmosphère fossile. Quand on procède à ces analyses pour une époque antérieure à l'homme, on s'aperçoit finalement qu'il y avait déjà des fluctuations de température et des fluctuations de CO_2 . Ces dernières n'ont évidemment pas été créées par l'homme. Elles se produisaient naturellement. La question alors est posée : est-ce que par hasard ce ne serait pas le contraire, c'est-à-dire est-ce que ce ne serait pas la température, cette dernière résultant

de ces fameuses variations astronomiques, qui créerait les variations de CO_2 ? C'est ce que pour ma part je suis amené à penser. Comment les crée-t-elle ? Par un mécanisme très simple : la solubilité des gaz dans l'océan dépend de la température. Si vous voulez dégazer du champagne, vous le mettez à chauffer un peu. Plus vous augmentez la température, moins les gaz sont solubles dans le liquide. Plus il fait chaud moins il y aura de CO_2 dans l'océan. Plus il fait froid, plus l'océan retiendra le CO_2 .

Le grand réservoir de CO_2 hors des calcaires, c'est l'océan. L'océan contient 200 fois la réserve qu'il y a dans l'atmosphère. Par conséquent il suffit de dégazer un peu plus l'océan pour trouver cette régulation. Or l'océan a un cycle lent. L'océan est un système dans lequel la force de convection lui est donnée par la salinité. Que se passe-t-il : lorsque vous évaporez de l'eau salée, elle devient un peu plus salée donc un peu plus lourde. Tant qu'elle est chaude, elle migre car si elle a une densité intrinsèque plus élevée, comme elle est plus chaude, elle est relativement moins dense, et reste donc à la surface. Quand elle parvient au Groënland, elle est à la fois salée et froide et elle plonge à peu près à la verticale. A partir de là elle va circuler au fond des mers, aller au fond du Pacifique puis en revenir le long des côtes. Pour aller du Groënland au fond du Pacifique, il faut 1000 ans. Si vous voulez, actuellement, l'eau du fond du Pacifique est l'eau que fendaient les drakkars des Vikings quand ils allaient en Amérique, à une époque qui correspond à peu près à la durée du cycle. Au cours de ce cycle, si vous en changez la température, vous allez en changer la vitesse avec des modifications de salinité, et, en définitive le cycle va s'accélérer. Or, quand le cycle s'accélère, il ramène vers la surface de l'eau autrefois chargée de CO_2 , qui lâchera du coup son CO_2 . Par conséquent ce cycle est tout à fait susceptible d'expliquer la situation du CO_2 .

Quand aux variations thermiques à la surface, les explications peuvent quelque peu diverger. Je crois pour ma part que le grand mécanisme du climat, c'est le cycle de l'eau parce que lorsque vous évaporez 1g d'eau, la chaleur latente de vaporisation c'est 670 calories/gramme, c'est considérable. Lorsqu'au contraire vous précipitez de l'eau, vous dégagez ces 670 calories. Autrement dit, la pluie est un des vastes transferts de chaleur depuis l'océan jusqu'aux continents. Il y a surtout un phénomène qu'on ne comprend pas bien : lorsque se forment des cirrus, c'est-à-dire des nuages de haute altitude, ces cirrus sont blancs et le

C. ALLEGRE

blanc réfléchit les rayons du soleil ; donc les cirrus, en réfléchissant les rayons du soleil contribuent à refroidir le globe. A l'inverse, si des cumulus -qui sont noirs-, se forment en basse altitude, ils absorbent la chaleur et en fait la molécule d'eau absorbe aussi les rayons infra-rouges qui se refroidissent cédant de la chaleur. La formation des cumulus, réchauffe donc l'atmosphère. Or personne n'est actuellement capable de savoir dans quelles conditions se fabriquent des cirrus ou des cumulus. Aucun météorologue n'a de théorie complète pour expliquer leur fabrication et bâtir un modèle. On commence toutefois à avoir quelques idées, dont celle-ci : un nuage se forme probablement quand de l'eau sursaturée rencontre un nuage de poussière ; la poussière sert de centre de nucléation pour fabriquer des gouttes puis un nuage. Par exemple, une éruption volcanique comme celle du Pinatubo injecte des nuages dans la stratosphère et entraîne probablement la formation d'une grande quantité de cirrus.

Il semble donc bien que le déterminisme du climat relève d'un processus beaucoup plus compliqué que celui, assez simple du seul CO₂. Il ne faut pas commencer parce qu'il est très sensible par prendre des mesures drastiques sur un sujet, l'effet de serre, encore très mal connu. Je ne voudrais pas contredire Michel Serres qui dit dans son livre "comme c'est potentiellement dangereux, il faut prendre toutes les précautions". C'est un raisonnement de philosophe, mais il faut bien voir que de prendre de telles décisions sur ce qui n'est encore qu'une hypothèse scientifique comporte une responsabilité considérable. Il ne suffit pas de dire "puisque c'est peut être dangereux, supprimons tout cela" parce que sinon demain on prend le risque d'être à la merci d'un scientifique qui ayant l'accès aux médias tentera d'imposer une simple hypothèse comme une certitude incontournable. Il convient d'être prudent sur ce problème de l'effet de serre. Je pense, pour ma part, qu'il n'existe pas et j'ai tendance évidemment à défendre mon point de vue mais enfin personne n'a prouvé dans l'état actuel des choses son existence et par conséquent il ne relève pas, à mon avis, des mesures à prendre les plus urgentes.

Plomb et pollution

Autre exemple : celui du **plomb** dans l'atmosphère qui comporte une leçon de civisme scientifique. Il y a vingt ans, un scientifique, C. Patterson qui travaille au California Institute of Technology a déterminé l'âge de la Terre (4 milliards

500 millions d'années) . Avant lui, on n'en avait pas la moindre idée. Au cours d'un travail de laboratoire, il eut à mesurer les isotopes du plomb. Pour y parvenir, il faut user de techniques très compliquées parce qu'il y en a très peu à étudier dans les roches. Cela se mesure en ppm (parties par millions) (ou même ppb). Son laboratoire était installé dans la banlieue de Los Angeles à Pasadena. En poursuivant ces travaux expérimentaux il s'est aperçu qu'il se heurtait à un grave problème de pollution : il y avait autant sinon plus de plomb dans les réactifs utilisés que dans les roches à analyser. Au terme de ses investigations il s'est rendu compte que la source du plomb était l'atmosphère de son laboratoire. Il a alors commencé à installer les premières salles blanches dépoussiérées qui maintenant sont courantes dans tous les domaines des sciences. Tout en faisant cela, il a commencé à mesurer le plomb non seulement dans l'atmosphère, mais aussi dans l'océan. Il a alors constaté qu'autour des Etats-Unis, la teneur en plomb à la surface de l'océan était épouvantablement élevée. Il a mesuré le plomb dans les poissons, (entre parenthèse je vous signale que le plomb et le mercure des poissons se trouvent dans la partie squameuse, dans le mucus qui est autour des poissons). Si vous avez des poissons dont vous n'êtes pas sûrs au point de vue de la pollution, il faut les brosser. Si vous les brossez vous les débarrassez de cette pollution de surface qui ne pénètre pas à l'intérieur.

Parvenu à ce point de ses recherches Patterson a décidé d'arrêter l'étude de ses minéraux pour se consacrer au problème de la pollution par le plomb. Là il a eu une très bonne idée : il est revenu aux glaces polaires et il a étudié la teneur du plomb qu'on trouve dans leur composition. Il a trouvé deux choses importantes dont la première est cette courbe (**Figure 1**) maintenant classique. Vous voyez qu'à partir du début de la révolution industrielle la teneur en plomb dans la glace du Groënland, c'est-à-dire dans l'atmosphère qui a précipité, augmente et à partir de 1950, elle croît d'une manière beaucoup plus considérable. Ensuite il a mis en évidence un petit détail fort intéressant pour les historiens : au niveau de l'empire romain, on a constaté un pic de la teneur en plomb. Il en a déduit une théorie fantastique prétendant que l'empire romain s'était effondré parce que les romains utilisaient de l'eau qui avait circulé dans des canalisations de plomb, buvaient dans des vases de plomb et qu'ils avaient tous contracté le saturnisme (je lui laisse la responsabilité de son étude sur le déclin de l'empire romain !). Cela a été pour lui le point de départ d'une croisade extraordinaire de courage contre le département de la santé des Etats-Unis. Ce

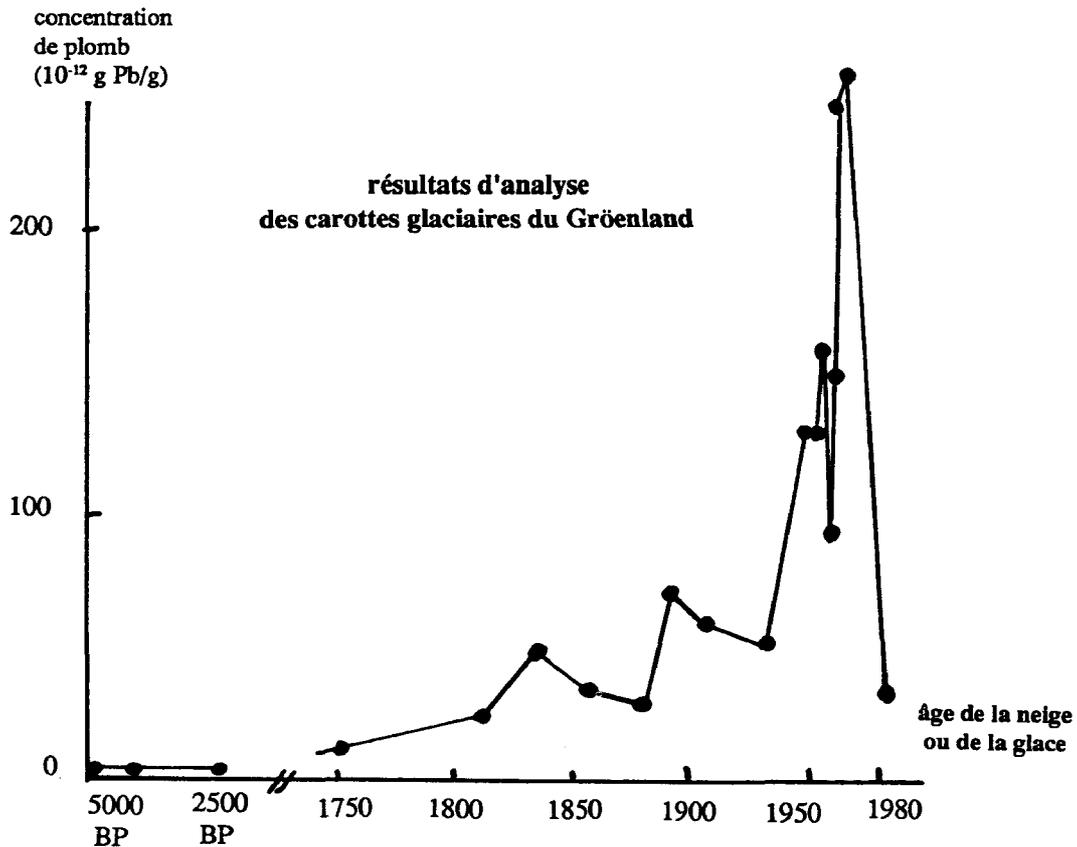


Figure 1
Teneur en plomb dans la carotte glaciaire du Groënland

qui s'est passé ensuite constitue un enseignement important sur la science : les gens des laboratoires d'analyse médicaux ne savaient pas analyser le plomb parce qu'il y en a tellement dans les réactifs que c'est celui là qu'ils analysaient. Ils disaient donc : "nous, on trouve des teneurs beaucoup plus élevées que les vôtres et il n'y a pas de malade". Patterson leur répliquait : "vous avez en réalité des teneurs 1000 fois plus petites , vous ne le voyez pas mais chaque fois que cela dépasse un certain seuil, vous avez des malades". Il s'est sur ce thème beaucoup battu. J'ai été amené à m'occuper de ce problème parce qu'étant devenu un expert de l'analyse du plomb isotopique, j'ai fait partie de la commission d'enquête de l'Académie des Sciences des Etats-Unis au cours de ce débat. Il a été démontré que Patterson avait raison. La commission comprenait un Australien, un Anglais et moi-même. Au terme de péripéties incroyables avec l'aide de l'ancien président des Etats-Unis, Jimmy Carter, les interdictions de plomb ont fini par passer. Il me reste à vous signaler un résultat rassurant

qui date de deux mois. Dans les glaces du Groënland, le plomb commence à décroître, ce qui prouve le bien-fondé des mesures prises et conforte le fait que lorsqu'on prend des mesures appropriées, cela a une conséquence. Les choses ne sont pas irréversibles. On n'est pas dans un monde de l'irresponsabilité scientifique pour laquelle tout est inévitable du jour au lendemain.

Le traitement des déchets radioactifs

Le problème des **déchets radioactifs** constitue un troisième exemple. Voici ce dont il s'agit : la France, il faut sans doute s'en féliciter, est équipée de réacteurs nucléaires. (Les écologistes ont pris comme cible les réacteurs civils ce qui vu le silence observé sur le nucléaire militaire me paraît un comble!). Moi j'aurais tendance à penser que le nucléaire militaire est plus dangereux que le nucléaire civil parce que, vous ne le savez peut-être pas, l'énergie nucléaire, Hiroshima compris, a tué 5 fois moins de personnes que le charbon! On utilise la fission de l'Uranium 235 qui aboutit à deux types de produits de fission :

1) des éléments plus légers que l'U 235, le césium et le strontium, particulièrement dangereux mais à vie courte. (Si on les isole dans des cassebuttes avec du plomb, on peut s'en accommoder),

2) mais aussi des transuraniens à vie très longue, (des millions d'années), ce qui pose le problème du stockage des déchets. Stocker les déchets, cela mérite une réflexion approfondie. Qu'en faire ? les enterrer ; au moins on ne les verra pas. Or, c'est la plus grande erreur géologique qui puisse être commise. Pourquoi ? parce qu'il faut savoir qu'un dépôt radioactif, qu'il s'agisse de 10 g ou de 10 t, émet dans l'air des rayonnements d'une portée de 1,50 m, qu'un peu de terre réduit à 5-6 cm. Premièrement, quand vous vous enfoncez dans la terre, la température augmente et il y a de l'eau. Or, au contact de la chaleur de l'eau, le pouvoir dissolvant s'accroît. Deuxièmement, en terre le dépôt échappe à la vue ce qui est la pire des choses. On ne peut pas s'apercevoir d'un accident. Les partisans de cette solution rétorquent qu'il suffit de choisir un site stable géologiquement. Non, il n'y a pas de site stable géologiquement, cela n'existe pas. J'en veux pour preuve, par exemple, qu'il y a eu un tremblement de terre à Birmingham, le dernier des endroits où on pouvait redouter un tremblement de terre. Ici, il peut se produire un glissement de terrain, là une venue d'eau brutalement déviée par des travaux souterrains etc... Donc enterrer

les déchets radioactifs c'est aberrant ! Alors qu'en faire ? Il existe une solution géologique simple : il faut les déposer en subsurface dans les déserts, c'est-à-dire là où il n'y a pas d'eau. Là, nous bénéficions d'une vieille expérience indiscutable : on constate quand on ouvre les sarcophages des pharaons égyptiens, qu'ils ont encore leurs moustaches ! Quand aux phénomènes d'érosion dans les déserts ils sont inexistantes ou tout au moins très limités. Il convient dans ces conditions de construire un mausolée et d'y déposer les déchets. Il suffira alors d'aller voir périodiquement ce qui s'y passe.

J'ai donné ces trois exemples mais j'aurai pu en choisir bien d'autres. En résumé, quels sont nos problèmes dans ce domaine de l'environnement ?

Environnement et urbanisation

Premier enseignement, il faut bien étudier les priorités. C'est comme la recherche scientifique. Mr Dausset vous dirait comme moi que quand vous dirigez un laboratoire de nos jours, le problème n'est pas de dire "je fais des choses intéressantes". Tout le monde fait des choses intéressantes, il y a des milliers de choses intéressantes. Le problème c'est de choisir ce qu'on va faire car on sait qu'on a une vie limitée, un temps limité et des finances limitées. Dans ce domaine de l'écologie, le premier problème qu'il faut se poser c'est quelles sont les priorités ? Là-dessus, je voudrais dire très clairement une chose : j'ai, j'aurai, sur le plan national aussi bien qu'international (à Tokyo) l'occasion de parler sur un sujet qu'on a pratiquement créé -l'écologie des villes- Car si on veut s'occuper des hommes et des femmes, il faut s'occuper des hommes et des femmes là où, pour la plupart, ils vivent .

L'écologie des villes, qu'est-ce que cela veut dire ? Cela veut dire s'occuper de l'air. L'air d'une cité comme Paris est pollué. Demandez à n'importe quel spécialiste des bronches le nombre de maladies qu'il diagnostique au niveau respiratoire. Vous savez qu'un rat à Paris meurt en 40 minutes à 20 cm du sol (si vous avez des petits enfants, évitez d'avoir des landaus au ras du sol). L'air dans une ville est l'objet d'études de deux disciplines : premièrement la chimie puis, deuxièmement la météorologie. Un petit exemple : quand vous montez dans l'atmosphère, la température décroît, donc si vous avez quelque chose de chaud au ras du sol, l'air chaud par exemple, cela monte et s'évacue. Mais imaginez

-ce que nous faisons et ce que font encore plus mal les américains à New-York- que vous fassiez sortir soit des cheminées, soit de l'air chaud en hauteur, alors vous inversez votre gradient thermique et à ce moment vous bloquez votre air, il ne se renouvelle pas. Vous respirez tous les miasmes des voitures. La météorologie des villes : voilà un problème capital et c'est un problème scientifique.

Naturellement il y a aussi le problème de l'eau dans les villes, le problème du sous-sol, de la géologie. Là-dessus les américains sont très en avance par rapport à nous. Toutes les villes américaines ont un service géologique. A Paris, on ne peut plus faire de travaux sans trouser une canalisation alors on injecte du ciment sans arrêt. On va au-devant d'ennuis très sérieux.... Une campagne a été faite et on commence à entrer dans l'ère du recyclage. Il faudra atteindre l'ère du recyclage de l'eau. Comment le réaliser, et comment régler, en amont, le problème d'approvisionnement ? Pour commencer, il faut la faire payer. Et il faut faire payer différemment l'eau qu'on boit, l'eau qui sert à arroser, l'eau que boivent les animaux, l'eau qui sert à se baigner. Il va falloir lancer l'idée d'une économie de l'eau parce que sinon on va se battre . Petit exemple : regardez le prix de l'eau actuellement, dans un café, un verre d'eau sera plus cher qu'un verre de vin ! De nos jours une quantité donnée d'eau est plus chère parfois que le pétrole ! **L'eau est une vraie priorité.**

Je vous indique les priorités. Si on veut faire une écologie véritable , il faut faire une écologie pour les hommes et donc il faut la faire d'abord dans les villes. Cela ne veut pas dire qu'il ne faut pas s'occuper des campagnes, mais c'est un autre problème.

Environnement et antagonisme NORD-SUD

Deuxième enseignement : au centre de ce problème d'écologie il y a le problème nord-sud et je crains qu'avec l'égoïsme qui prévaut dans les relations inter-nationales, on ne commence par montrer du doigt les malheureux qui meurent de faim dans le tiers-monde. L'effet de serre est un alibi formidable parce que la moitié du CO₂ de l'atmosphère vient des feux de forêts. On dit c'est à cause d'eux "*ce galeux dont venait tout le mal*" (Lafontaine), et alors qu'ils meurent de faim et en plus ils n'auront plus le droit de défricher leur forêt ! Conclusion:

l'écologie ils ne veulent pas en entendre parler ! Ils ont raison ! L'écologie telle qu'on la répand actuellement, c'est un luxe de pays riches. Je parlais du problème de l'eau : ils vont dans ce domaine être confrontés à des situations terrifiantes. Problème de **pollution des côtes** : il y a des pays entiers qui vivent de la pêche. Or certaines côtes vont être polluées. Va-t-on tenir des sommets sans s'occuper de ce déséquilibre ? Les pollueurs en vérité ce sont les pays industrialisés, ce ne sont pas les pays du tiers monde.

La Terre, rien que la Terre

Tout cela pour vous dire que nous devons gérer notre planète parce que c'est notre seul bien. L'exploration spatiale nous a mis devant une évidence : il n'y aura jamais de colonie de peuplement humain sur la Lune, il n'y en aura jamais sur Mars et je ne parle pas de vivre sur les autres planètes ! Donc, si nous détruisons notre planète nous n'avons aucun espoir d'envoyer comme Star-Trek un vaisseau pour aller en coloniser une autre. Cette planète on l'a, il faut donc la protéger. Ce que nous savons, mais c'est un phénomène de convergence extraordinaire : il s'est produit scientifiquement au cours des vingt dernières années trois faits qui apparemment n'avaient pas de rapport : le premier, l'exploration des océans nous a fait découvrir la tectonique des plaques ; un phénomène qui a lieu en Australie peut avoir une répercussion ici. Autrement dit, on a découvert avec la tectonique des plaques que la Terre géologiquement, c'est l'unité, ce n'est ni la région, ni le continent, ni la zone, c'est la Terre.

Dans un autre ordre d'exploration et de découvertes, on est allé dans l'espace. Vous vous souvenez de ces magnifiques photos : la Terre vue de la Lune. Non seulement on a vu la Terre en entier mais on l'a comparée aux autres planètes. On a donc pris conscience d'une autre manière de cette unité planétaire par l'exploration spatiale. Les phénomènes de pollution à leur tour l'ont renforcée. Dans cette voie Patterson a été le pionnier. Là aussi on a constaté que cette planète était une unité. Je pense que le message pour l'avenir est que cette Terre, il faut la préserver mais pas n'importe comment. Sans se ruer sur n'importe quelle idée farfelue, en l'étudiant méthodiquement et en prenant les décisions chaque fois qu'on peut les prendre en commençant par celles qu'on peut

prendre facilement : limiter les chlorofluorocarbones pour sauvegarder l'ozone, c'est facile. C'est d'autant plus facile que la firme Dupont de Nemours qui produisait 45% des fréons a trouvé un substitut . Alors, maintenant elle milite pour l'écologie parce que cela élimine les compétiteurs. Du coup, c'est elle qui finance les conférences internationales. C'est très bien.

Si on peut supprimer les fréons, faisons-le. Attaquons nous à des problèmes réels, clairs, simples, les problèmes de la qualité de l'air, de poussières dans l'air. Prenons des mesures toutes simples contre ce qui tue les hommes. Chaque camion qui rejette de la fumée, cela ne parait rien du tout mais cette fumée fait des poussières qui vont dans l'air, que les gens respirent , qui pénètrent dans les poumons et qui créent des cancers.. Tant que le camion pollue, qu'il lui soit interdit de rouler : ce sont de telles mesures, simples à prendre, qui sauveront des hommes.

Je pense que nous devons gérer notre planète de cette manière avec une science bien comprise, avec des scientifiques qui disent ce qu'il savent mais aussi ce qu'ils ne savent pas. Cela fait partie de la science de dire "nous ne savons pas". Il y a deux ans, nous avons vu naître cette espèce de mode sur l'Amazonie, "poumon de la Terre". C'est à mes yeux une ineptie. D'abord, l'Amazonie n'est pas un poumon, et deuxièmement on ne sait pas quel est le bilan du gaz carbonique à l'échelle d'une forêt. La raison pour laquelle il ne faut pas détruire les forêts, en particulier l'Amazonie est, jusqu'à nouvel ordre, une raison biologique car le faisant on anéantit la diversité en biologie. Point n'est besoin de raconter que c'est pour des raisons de poumons de la terre. On voit des chanteurs venir pleurer sur l'Amazonie ! J'ai un collègue brésilien qui était en France pendant que nos forêts provençales brûlaient et qui m'a dit "vous avez fait l'année dernière en France une association pour la défense de l'Amazonie, moi je vais faire une association au Brésil pour la défense de la forêt provençale, et je trouverai beaucoup de gens pour y participer". Restons les pieds sur terre et conduisons-nous en citoyens, je crois que votre association et vos cours y contribuent : c'est la raison pour laquelle je suis venu aujourd'hui et je vous en remercie.

Claude ALLEGRE
Professeur des Sciences de la Terre
à l'Université Paris VII