

CLIMATOLOGUES SOUS SURVEILLANCE

par Robert Kandel
Directeur de Recherche au CNRS
Laboratoire de Météorologie Dynamique

Le livre que Philippe Roqueplo vient de publier chez Economica, sous le titre *Climats sous surveillance* (1), n'est pas un traité sur la physique des climats et de leur évolution, bien que l'ouvrage contienne d'excellents exposés sommaires des questions en jeu. Plutôt s'agit-il - comme cela est indiqué dans le "sous-titre" de l'ouvrage - d'un exposé des résultats d'une recherche de sociologue sur les "limites et conditions de l'expertise scientifique", dans le cas précis de l'effet de serre - ou plutôt de son intensification - et de ses conséquences. Ce sont donc bien les *climatologues* et non les *climats* que Roqueplo surveille.

Dans la première section, Philippe Roqueplo passe d'une histoire comparative à un "essai de cadrage théorique" sur les distinctions à faire et les rapports entre "science" et "expertise". La deuxième section, coeur de l'ouvrage, traite de "l'usine des climatologues" (surtout des modélisateurs) et de "l'alchimie de l'atmosphère" (ou "comment passer des émissions à la composition... de l'atmosphère"). La troisième et dernière partie contient une réflexion sur la science, la technique et la nature, sur les capacités prédictives des modèles, sur ce que l'on peut et doit faire, comment les scientifiques doivent s'organiser, pour conclure sur la nécessité d'un "espace public pour la planète".

Sur les interfaces entre recherche scientifique, développement technologique, et contrôle politique, Philippe Roqueplo porte son regard de sociologue, ingénieur de formation, ayant une douzaine d'années de pratique de modélisateur en

hydrologie, ayant connu aussi les cabinets ministériels, notamment au Ministère de l'Environnement. Ce n'est pas la première fois que Ph. Roqueplo étudie le domaine de l'environnement atmosphérique, et dans son premier chapitre "Des pluies acides à l'effet de serre" il reprend les conclusions d'une recherche antérieure (2). Cette comparaison est intéressante, bien que l'on puisse être surpris de voir "le déclenchement de l'affaire" situé en 1981-82, alors que la question fut soulevée bien avant (3). La question scientifique ne devient-elle une question d'expertise que lorsqu'elle atteint une certaine médiatisation en Europe occidentale ou en Amérique ? Selon Ph. Roqueplo, "C'est ce passage de la connaissance en tant que telle à sa formulation dans le contexte des prises de décisions que je décrirai par le terme d'expertise scientifique." La prise en considération par les politiques - qui peut bien sûr être précipitée par la pression médiatique - provoque le passage du débat scientifique vers les conflits d'expertises.

Quant à la question du renforcement anthropogène de l'effet de serre, on peut sans doute le situer le déclenchement de "l'affaire" - au sens de l'hyper-médiatisation et de la prise au sérieux par les hommes politiques, à 1988, année pendant laquelle de nombreux records de chaleur et de sécheresse ont été battus aux Etats-Unis. Cette anomalie peut fort bien n'être qu'un cas extrême de la variabilité naturelle (alternance El Niño - La Niña), plutôt que la "signature" du renforcement anthropogène de l'effet de serre, elle n'en a pas moins propulsé le débat sur la scène

politique. Al Gore, l'actuel vice-président des Etats-Unis, raconte (4) que lors de sa campagne de 1987 pour l'investiture Démocrate à la présidence, son insistance sur les problèmes de l'environnement global a été perçue comme une passion pour des questions qui n'étaient *même pas périphériques*; alors que pendant la campagne de 1988 George Bush s'est senti obligé de promettre de mettre le poids de la Maison Blanche dans la lutte contre (le renforcement de) l'effet de serre (5).

Cependant la question de l'effet de serre, qui remonte à la fin du siècle dernier, commence à sortir d'un cercle de spécialistes dès 1970, avec les rapports *SCEP* et *SMIC* (6), ensuite avec la conférence de Stockholm (1972) et la première conférence climatique mondiale à Genève (1979), bien avant 1988. J'insiste sur ce point, car en se focalisant sur l'explosion médiatique de la fin des années 1980, on peut être conduit à faire des rapprochements hâtifs - avec la crise de la NASA après la catastrophe de *Challenger*, voire avec la fin de la guerre froide ou la chute du prix du pétrole (7).

Je regrette que Philippe Roqueplo traite peu du déroulement de l'affaire de l'ozone, car cette histoire illustre bien les ambiguïtés du passage des controverses scientifiques en conflits d'expertise et en prise de décision politique (8). Cela d'autant plus que Ph. Roqueplo nous apprend comment la question des pluies acides a glissé vers la question de l'ozone troposphérique, question encore

mal appréhendée par une grande partie de l'opinion publique frappée par le "trou" stratosphérique, les gens ne s'imaginant guère que ce bon ozone peut leur faire mal s'il leur reste dans la gorge, alors que les chlorofluorocarbures (CFC), comme le gaz carbonique (CO₂), ne gênent la respiration de personne. Pour certains des mouvements écologistes les accords sur l'ozone sont un modèle de ce que l'on devrait faire pour réduire les émissions de gaz à effet de serre - alors que les enjeux économiques sont d'une bien autre taille.

Dans son "cadre théorique", Philippe Roqueplo écrit que *"c'est l'articulation à la décision qui confère à la science valeur d'expertise"*. La logique de l'expertise n'est certes pas celle de la science. Le politique - aussi bien l'Etat que l'Opinion Publique ("le Prince, c'est le Peuple") - demande des avis "formels" sur des questions auxquelles le scientifique en tant que tel n'a souvent pas de réponse, tant les incertitudes sont grandes. Dans certains cas, l'expertise doit rester secrète; dans d'autres, elle est "confisquée" pour servir d'alibi à des politiques pré-établies du gouvernement ou du groupe de pression commanditaire. Si les scientifiques experts ne peuvent proposer que des incertitudes et des controverses, Ph. Roqueplo qualifie leur expertise d'*évanescence*, s'ils cherchent trop à arriver à un consensus malgré la faiblesse des bases scientifiques, l'expertise ainsi "amortie" peut devenir évanescence lorsqu'elle est contestée. En fin de compte, pour Ph. Roqueplo, la seule façon d'arriver à une "véritable" expertise scientifique, c'est de provoquer des

critiques de chaque expertise par d'autres experts, afin notamment d'éviter les expertises confisquées.

Cependant, comme le constate Ph. Roqueplo, *"lors-qu'un scientifique s'exprime publiquement en matière d'environnement, ce qu'il dit est - qu'il le veuille ou non - interprété comme une expertise."* J'ajouterai que cela reste le cas - que le scientifique s'exprimant publiquement soit compétent ou non sur la question. En évoquant l'incompétence de certains "experts", je ne veux pas nier la nécessité de controverses intra- ou interdisciplinaires. Il n'y a d'ailleurs pas de spécialistes du climat à proprement parler, juste des spécialistes dans différents domaines qui s'intéressent au climat. Il est néanmoins navrant de voir ouvrir de faux débats sur la base d'affirmations péremptoires par des scientifiques n'ayant aucune activité de recherche dans le domaine du climat - fussent-ils le volcanologue distingué Haroun Tazieff - ou divers prix Nobel de physique ou de médecine signant l'appel de Heidelberg (9). Qu'ils soient agacés (moi aussi - 10) par les exagérations que l'on peut facilement trouver dans certains des média, n'excuse pas ce manque de discrimination entre ce que l'on *sait* et ce qu'on peut discuter, cet amalgame entre les exagérations grossières et les hypothèses à prendre en compte. Philippe Roqueplo, tout en restant sceptique sur certaines affirmations des modélisateurs, fait bien la distinction, et en particulier il démontre clairement le manque de pertinence et le contresens flagrant de l'argument lancé par Haroun Tazieff et repris avec peu de discernement par Claude Allègre et

Yves Lenoir, selon lequel la corrélation des variations de CO₂ et de méthane atmosphériques avec les variations climatiques d'origine astronomique au cours des cent soixante mille dernières années prouverait que l'on n'a rien à craindre des émissions anthropiques de ces gaz au cours du siècle à venir - alors que le contraire est vrai (11)!

Philippe Roqueplo, socio-logue, ancien modélisateur, analyse le fonctionnement de ce qu'il appelle "l'usine des modélisateurs", où les praticiens sont à cheval entre la théorie et l'ingénierie. Les modélisateurs ne seront sans doute pas totalement d'accord avec sa façon de présenter leurs activités; en tant que non-modélisateur spécialiste de l'observation spatiale du système climatique, je n'y trouve rien de choquant. Les interviews de modélisateurs et d'observateurs, un des outils de cette recherche sociologique, sonnent justes. Il est tout à fait exact que les scientifiques - entre eux - voient dans les modèles beaucoup plus des outils pour étudier la sensibilité du système climatique à différents processus, que des instruments de *prévision*. Cela est certainement vrai pour les prévisions à l'échelle régionale; les modélisateurs n'ont point cherché à le cacher, confrontant leurs cartes de changement climatique dans le rapport IPCC (12). Cependant il reste une exigence de prévisions de changements climatiques régionaux, de la part de ceux - économistes universitaires (surtout aux Etats-Unis) ou gouvernementaux - qui tiennent à faire des calculs d'impact. *"Ainsi se constitue, malgré les dénégations 'locales' de chaque*

chercheur, un discours globalement prévisionnel et entendu comme tel dans les sphères extérieures à la pratique scientifique”.

Les calculs d'impact peuvent servir à la fois pour justifier les coûts d'une politique de prévention et pour estimer ceux d'une politique d'adaptation, c'est-à-dire la formulation des questions de politique vis-à-vis du risque de réchauffement global en termes d'intérêts économiques - l'appel aux égoïsmes nationaux. On peut alors découvrir des "gagnants", pour qui le changement climatique apporte des bénéfices. Comme le remarque Ph. Roqueplo, *"une connaissance précise des effets régionaux du changement global risque donc de s'avérer politiquement contre-productive"*, car elle pourrait conduire d'éventuels "gagnants" à se désolidariser des autres. Ph. Roqueplo relève l'existence d'*"une volonté délibérée d'empêcher que s'exprime tout ce qui conduirait la communauté politique internationale à s'écarter d'une attitude résolument globalisante"*. Il s'agirait là d'un choix politique, d'escamoter l'économie en faveur d'une lutte contre la perturbation (voire la déstabilisation) de l'environnement global par l'action de l'Homme, sur des bases quasi religieuses pour certains (4). Cependant, cela ne freine guère la demande croissante de scénarios de changement climatique à l'échelle régionale, et de toute façon il en faut chez les modélisateurs, ne serait-ce que pour avoir quelque chose à comparer aux observations.

Les émissions anthropiques de gaz à effet de serre (en premier lieu le CO₂ et le méthane) dépendent d'activités et de pays différents. Calculer un "potentiel d'échauf-

fement global" (*Global Warming Potential* ou GWP) à partir des taux d'émissions, via un modèle de l'évolution de la composition chimique de l'atmosphère, répond à une exigence des politiques, et ce calcul donne lieu à un débat politique analysé en détail par Ph. Roqueplo (13). Même si l'on se limite à la contribution de la combustion de carburants fossiles à l'intensification de l'effet de serre, le conflit Nord-Sud restera vif. S'il faut de toute façon réduire le gaspillage d'énergie en Amérique du Nord et dans le monde ex-socialiste (dans la mesure où l'effondrement économique de ce dernier sera surmonté), on n'évitera pas le problème des émissions croissantes des pays réellement en voie de développement. On m'accusera de ressusciter le "péril jaune", mais il est certain que le développement de la Chine, pays très peuplé, riche en ressources de charbon, d'un grand dynamisme économique, porte en lui seul la potentialité d'une forte augmentation des émissions de CO₂, même avec la stabilisation prévisible de sa population. Y a-t-il donc un développement durable ou "soutenable", compatible avec les notions d'égalité et de solidarité, qui ne conduise pas à une perturbation radicale et rapide des climats ? Ou s'agit-il dans cette notion d'une illusion bien commode pour notre tranquillité d'esprit dans les pays riches et exploités de l'environnement naturel, qui ne voulons pas changer nos habitudes (14) ? C'est dans cette question que réside l'importance de l'expertise climatique.

Dans les deuxième et troisième parties de l'ouvrage, le lecteur trouvera une discussion de fond de ce qu'est et de ce que pourrait être l'expertise.

Ph. Roqueplo examine différents aspects de la modélisation, rendant compte des débats sur les paramétrisations, avec une critique du contenu et de la forme du rapport IPCC (12), et une réflexion sur les limites de la modélisation. Je suis d'accord avec Ph. Roqueplo pour penser que les objections soulevées par Richard Lindzen au sujet de la rétroaction "vapeur d'eau" sont sérieuses et méritent étude, et qu'elles ont été mal prises en compte dans la première version du rapport IPCC. Cependant, il s'agit bien d'un problème non résolu, et les thèses de R. Lindzen sont contestées par d'autres scientifiques sérieux sur des bases sérieuses; malheureusement le débat est souvent rapporté d'une manière qui ne fait que semer la confusion dans les esprits (9). Les médias tendent à ne s'intéresser qu'aux positions extrêmes, aux affirmations les plus péremptoires et catégoriques, dans les controverses scientifiques. Comment éviter de tels dérapages dans les forums dont Ph. Roqueplo prône l'institutionnalisation ?

Les théoriciens se sont préoccupés depuis longtemps (15) - sans attendre que la théorie du chaos soit à la mode - de la possibilité d'existence de multiples états d'équilibre climatique correspondant à un ensemble donné de conditions aux limites. Certains des scientifiques s'exprimant sur le danger du réchauffement global évoquent - plutôt vaguement - le risque de mauvaises surprises dans le cas d'une poursuite de l'enrichissement de l'atmosphère en gaz à effet de serre. Il est difficile de raisonner sur ce que l'on ne peut pas prendre en compte, mais ce souci s'inspire, il me semble, de la notion que s'il existe un seul équilibre climatique pour les conditions qui ont régné depuis à

peu près 10 000 ans, il peut en exister d'autres bien différents si les *forçages*, comme celui du CO₂ ajouté, dépassent un niveau non spécifié. Il s'agirait non seulement de l'état futur calculé par les modèles actuels qui intègrent bien mal les interactions entre océans et atmosphère, mais peut-être aussi d'un état radicalement différent, tout à fait nouveau.

En admettant l'unicité de l'état d'équilibre, et bien que la prévision déterministe du temps soit impossible au-delà de deux semaines (l'effet "papillon"), les modélisateurs ingénieurs estiment pouvoir définir un équilibre climatique en utilisant un nombre suffisant de simulations. Ph. Roqueplo remarque que le nombre n'est *jamais* suffisant, à cause du temps et des coûts de calcul nécessaires, qu'il qualifie d'énormes. Faut-il voir la difficulté dans le coût ? Je pense que le problème réside plutôt dans le manque de personnel qualifié pour interpréter les résultats des simulations, car en devenant plus réalistes, donc plus complexes, ces simulations deviennent aussi difficiles à interpréter que les observations de la nature. Pour les énormes flux de données que l'on attend du système international d'observation spatiale qui se met en place, on compte beaucoup sur l'analyse plus ou moins automatique des données. On peut bien sûr mettre en place des dispositifs similaires pour l'analyse des résultats des simulations. Mais cela implique un autre risque, évoqué - peut-être de manière exagérée - par Ph. Roqueplo : le risque que les systèmes automatiques eux-mêmes divergent de la réalité, soit parce que nous n'aurons pas compris nous-mêmes le fonctionnement des progiciels extrêmement complexes

que nous aurons construit, soit par une sorte d'effet papillon au niveau des calculs élémentaires. Les ingénieurs préfèrent certes ne pas y penser, car nous sommes de toute manière condamnés à utiliser les systèmes automatiques.

Le propos de l'ouvrage n'est tout de même pas de cautionner l'inaction parce que tout reste incertain. Comme *Global Chance*, Ph. Roqueplo tient pour *acquis* le *risque* d'un réchauffement du climat lié aux émissions de gaz à effet de serre. Mais il n'a pas confiance dans les modèles, surtout pas dans la notion qu'un méga-modèle puisse tout inclure - la physique des climats comme leur interaction avec la biosphère et les activités économiques, la rétroaction de la politique sur les émissions de gaz à effet de serre,...

On peut remarquer que l'opposition entre le discours des "écologistes" et celui des "scientistes" (Rio contre Heidelberg) n'est que partielle. Il y a dans les propos de certains des "écologistes" - même s'ils font une religion de la Terre ou de la "Nature" (sans hommes !) - une confiance quasi-totale dans la justesse des prévisions des modèles, de préférence les plus catastrophistes (17). Il ne suffit cependant pas de dire que les "écologistes" font peu de cas des valeurs humanistes et de la liberté, car la nature - qui inclut bien sûr l'Homme et ses créations techniques comme le souligne Ph. Roqueplo - ne connaît peut-être pas la Déclaration des Droits de l'Homme. Insister à la fois sur la liberté de l'action de l'Homme et sur la justesse des modèles ? Voudrait-on confier la gestion des affaires humaines à un méga-modèle

(appelé "Gaïa" ?) censé trouver la politique optimale compte tenu des contraintes physiques et des multiples rétroactions ? La distance n'est pas si grande entre l'ingénierie climatique que certains commencent à envisager pour éviter le réchauffement global, et le *façonnement délibéré* des climats selon un programme volontariste. C'est ce que j'ai appelé "le pilotage de la planète", mais qui choisira le pilote ?

L'ouvrage est très riche, combinant une excellente connaissance des problèmes scientifiques en jeu, avec une perspective différente de celles des chercheurs/ingénieurs modélisateurs. A part quelques fautes de frappe, et un passage où la plume de l'auteur a glissé en écrivant la "suite des nombres premiers" alors qu'il s'agit manifestement des nombres *impairs*, l'ouvrage est précis quoique touffu. Le jargon des sciences sociales n'envahit pas trop le texte. En plus d'une bibliographie sommaire et d'une table analytique des matières, l'ouvrage comporte un index des sujets traités, ce qu'il faut saluer. Le lecteur sera parfois impatient, car Philippe Roqueplo entoure chacun de ses propos de précautions, introductions, notes, reformulations de conclusions ..., ne terminant ses "travaux d'approche" qu'à la page 103, conduisant des débats avec lui-même, écrivant (p. 311) "Je me suis *même risqué* à pronostiquer que, quels que soient les progrès effectués dans la modélisation, telle (l'incapacité des modèles à prévoir l'avenir des climats) *demeurera peut-être toujours la situation*". (Les italiques sont à moi). Alors que, tout en remarquant fort justement que "nul ne voit changer le climat", il tance les climatologues (p. 359) de ne pas vouloir se prononcer sur la question si oui ou non le réchauffement global dû à l'intensification de l'effet de

serre a déjà commencé (18). Cependant, après tant de fausses vérités assénées par des "experts" prêts à traiter les climatologues de tous les vices, il est particulièrement rafraichissant de rencontrer de la prudence et de la modestie chez un observateur (polytechnicien de surcroît !) extrêmement qualifié.

Que faire ? L'appel à la création d'équipes interdisciplinaires me laisse un peu perplexe, car il me semble qu'une bonne partie des recherches sur le climat se font déjà ainsi (19). Sans doute faut-il que les chercheurs en climatologie du côté physico-chimique (et écologique au sens scientifique), communiquent mieux avec les chercheurs des sciences sociales, en supposant qu'il ne s'agisse pas justement de la "complicité dans le malentendu" évoquée à plusieurs reprises dans ce livre. Dans sa discussion du problème d'expertise, Philippe Roqueplo écarte le problème de la mise en oeuvre de la décision. N'est-ce pas là aussi rester trop spécialisée, trop réductionniste, maintenant dans le domaine des sciences sociales ? Ne peut-on remarquer que l'attitude du scientifique vis-à-vis de la demande d'expertise, le sérieux ou le cynisme avec lequel il y répondra, dépendra de sa perception de la mise en oeuvre de la "décision" ? Comme maint citoyen, le scientifique peut douter du sérieux de ceux qui se prétendent "décideurs". Un "espace public pour la planète" ? Certes ! Mais comment rester optimiste sans désespérer ?

Robert Kandel

Bibliographie et Notes

(1) Ph. Roqueplo, *Climats sous surveillance - limites et conditions de l'expertise scientifique*, Paris, Economica, 1993, 401 pp., 200 F. Par "climatologues", Ph. Roqueplo entend surtout les modélisateurs du climat, qui cherchent à comprendre les climats actuels et à entrevoir ce qui peut être leur évolution à partir de représentations numériques plus ou moins simplifiées des processus physico-chimiques les régissant. Traditionnellement, la surveillance des climats a été l'affaire de climatologues spécialistes de météorologie et de statistique chargés de déterminer quels sont les paramètres des climats (valeurs moyennes, extrêmes et variances des températures, précipitations, etc.) à partir de la critique et de l'analyse des relevés météorologiques. Aujourd'hui, l'usage tend à inclure toutes les recherches sur les climats - qu'il s'agisse d'observation ou de modélisation - dans la "climatologie".

(2) Ph. Roqueplo, *Pluies acides : menaces pour l'Europe*, Paris, Economica, 1988, 357 pp.

(3) Au moins dans la péninsule fennoscandinave, on s'est plaint de l'acidification des lacs dès les années 1970, et l'OCDE a publié en 1977 (Observateur de l'OCDE N° 88) une carte des émissions de SO₂ en Europe. Si l'on situe le début de l'affaire en 1982, c'est que manifestement les lacs suédois ne font pas le poids à côté des arbres allemands. Voir aussi l'encadré sur les étapes de la crise dans J.-M. Salles, "Les enjeux économiques des risques globaux d'environnement", *Natures - Sciences - Sociétés*, 1(2), 108-117, 1993.

(4) A. Gore, *Earth in the Balance - Ecology and the Human Spirit*, New York, Houghton Mifflin, 1992, 408 pp.

(5) Il s'agissait de faire jouer le "White House effect" contre le "greenhouse effect". La promesse n'a guère été tenue, qu'il s'agisse des instructions du gouvernement américain à ses délégations aux groupes de travail 2 et 3

de l'IPCC, ou de sa conduite lors du sommet de Rio; et dans sa campagne malheureuse de 1992, le candidat Bush n'a cessé de s'attaquer aux convictions "écologistes" du candidat Al Gore.

(6) Voir Inadvertent Climate Modification - Report of the Study of Man's Impact on Climate (SMIC), Cambridge (Mass.), MIT Press, 1971, 308 pp.

(7) Par exemple, selon Y. Lenoir, La vérité sur l'effet de serre - le dossier d'une manipulation planétaire, (Paris, La Découverte, 1992, 173 pp.) la NASA ne se serait intéressée à l'observation de la Terre qu'après l'explosion de Challenger, ce qui est manifestement faux quand on considère les nombreuses missions lancées dès les années 1960. Il reste vrai que, depuis que les problèmes de l'environnement global sont à la mode, les différentes agences spatiales s'intéressent beaucoup plus encore à l'observation de la Terre. Elles cherchent à faire valoir leurs activités dans ce domaine auprès du public avec des méthodes qui se rapprochent parfois bien plus de la publicité que de l'information. Mais ne les critiquerait-on pas si elles ne cherchaient pas à répondre à l'attente des citoyens et aux sollicitations des médias ? Par ailleurs, puisque Lenoir (6) voit aussi dans l'affaire de l'effet de serre un complot de l'industrie nucléaire et de l'institut International d'Analyse de Systèmes Appliquée (IIASA), on peut s'étonner qu'il ait oublié de citer l'atelier organisé en 1978 - voir J. Williams (ed.), *Carbon Dioxide, Climate and Society*, Oxford, Pergamon, 1978, 332 pp.

(8) Voir l'encadré sur les étapes de la crise dans l'article de Salles (3); voir aussi S.L. Roan, *Ozone Crisis - the 15 Year Evolution of a Sudden Global Emergency*, New York, J. Wiley, 1989, 270 pp., et R. Kandel, "Les incompréhensions : l'exemple de la couche d'ozone", in Colloque pour la science, Paris, Fondation Electricité de France, 1991, 74-90 et 103-105. J'insiste sur l'écriture chloro-fluorocarbure en français, car hydrocarbure se traduit bien par hydrocarbure.

(9) Ainsi L. Ferry, "Une volée de bois vert", *l'Express*, 25/2/93, 97-98, accorde

bien trop de crédit aux thèses de manipulation de Y. Lenoir (7), qui prend pourtant la précaution d'écrire (p. 15) "Qui prendrait le risque de suivre aveuglément l'avis de ceux, rares, qui nient jusqu'à l'existence d'impacts globaux, comme le vulcanologue Haroun Tazieff à propos de la réduction de la couche d'ozone et de l'accroissement anthropique de l'effet de serre ? Pas grand monde, Dieu merci !" Au moins Lenoir ne nie pas le fait que les molécules diatomiques azote (N_2) et oxygène (O_2), qui constituent 99% de l'atmosphère, ne peuvent jouer aucun rôle dans le transfert du rayonnement infrarouge, qui dépend de molécules polyatomiques, en premier lieu la vapeur d'eau (H_2O) et le dioxyde de carbone (CO_2); H. Tazieff se souvient-il de ce point de physique ? A voir dans son livre La Terre va-t-elle cesser de tourner ? Paris, Seghers, 1990, 296 pp. Et si L. Ferry fait grand cas du scepticisme que C. Allègre exprime dans son livre Economiser la planète, Paris, Fayard, 1990, 380 pp. (voir mon analyse dans Pour la Science, N° 166, août 1991, 108-110), à l'égard de l'importance du réchauffement global, n'y a-t-il pas lu (pp. 215-216) que C. Allègre finit par prendre le risque au sérieux ?

(10) R. Kandel, Le devenir des climats, Paris, Hachette, 1990, 125 pp.

(11) Voir Roqueplo (1), p. 110-111. Les modélisateurs du climat, ne disposant pas de modèle intégrant atmosphère, océans, biosphère, hydrologie continentale et glaces, n'étaient pas en 1980 en mesure de prédire que l'on trouverait de telles corrélations dans les carottes de glace correspondant à de longues périodes. Reste que la mise au jour de ces corrélations par l'équipe de Grenoble travaillant sur la carotte de glace obtenue à la station soviétique Vostok en Antarctique constitue une des grandes découvertes du dernier quart de siècle. (Voir C. Lorius et al., "The ice record : climate sensitivity and future greenhouse warming", Nature, 347, 139-145, 1990). Malgré les nombreux problèmes qui restent en suspens, on peut légitimement considérer cette découverte comme une confirmation de la nécessité de prendre au sérieux

l'augmentation anthropique des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Ceci d'autant plus que le phénomène proprement astronomique ne peut guère expliquer l'importance du cycle de 100.000 ans, le plus fort des cycles de Milankovitch.

(12) J.F.B. Mitchell et al., "Equilibrium climate change - its implications for the future", in J.T. Houghton et al. (eds.), Climate Change: The IPCC Scientific Assessment, Cambridge Univ. Press, 1990, 131-174.

(13) Y. Lenoir (7) relève lui aussi une volonté politique délibérée de ne point toucher aux GWP même lorsque leur base scientifique est douteuse, mais il exagère la portée des corrections en ce qui concerne le CO_2 (voir mon analyse dans La Recherche, N° 253, avril 1993, 428). L'élimination des émissions de CFC pour protéger l'ozone stratosphérique et pour limiter le renforcement de l'effet de serre est considérée comme prioritaire par Y. Lenoir, comme par C. Allègre ou l'ancienne administration Bush. Cependant des recherches récentes (V. Ramaswamy et al., "Radiative forcing of climate from halocarbon-induced global stratospheric ozone loss", Nature, 355, 810-812, 1992) tendent à éliminer les CFC de la question de l'effet de serre, car leur contribution à son renforcement paraît à peu près compensée globalement par leur affaiblissement de l'effet de serre de l'ozone. Dioxyde de carbone et méthane restent face à face. Compte tenu de la multiplicité des acteurs impliqués dans les émissions de méthane (les agriculteurs et éleveurs du Tiers Monde notamment), la réduction de ces émissions sera-t-elle aussi facile que Y. Lenoir voudrait nous le faire croire ? Il est vrai que toute réduction sera particulièrement payante.

(14) Voir D. Ludwig et al., "Uncertainty, resource exploitation, and conservation: lessons from history", Science, 260, 17/36, 1993, donnant l'exemple de l'exploitation des ressources piscicoles.

(15) E.N. Lorenz, "Climate predictability", in The Physical Basis of Climate and Climate Modeling, GARP Publ. 16, Genève, WMO, 1975, 132-136; "Climatic

determinism", Meteor. Monographs, 8, 1968, 1-3.

(16) Voir aussi L. Ferry, Le nouvel ordre écologique, Paris, Grasset, 1992, 275 pp.

(17) Voir J. Leggett, Global Warming - the Greenpeace Report, Oxford Univ. Press, 1990, 554 pp., et ma critique dans Climatic Change, 19, 421-426, 1991.

(18) La "charte" de Global Chance inclut parmi ses "motivations" la "prise de conscience ... des changements climatiques dûs à l'effet de serre", point discutable, qui n'est pas du tout la même chose que de tenir "pour acquis - le risque d'un réchauffement ...", point sur lequel la grande majorité des spécialistes sont d'accord.

(19) Ainsi l'article (7) cité par Ph. Roqueplo (p. 110) est le travail d'une équipe réunissant glaciologues, paléo-climatologues, isotopistes, modélisateurs, où chacun fait appel à encore d'autres spécialistes, le tout étant publié dans une revue - Nature - où en principe la présentation est lisible par des non-spécialistes.