



**Cerna, Centre d'économie industrielle  
Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris**

60, boulevard Saint Michel  
75272 Paris Cedex 06 – France  
Tél. : 33 (1) 40 51 90 91 – Fax : 33 (1) 44 07 10 46  
giraud@cerna.ensmp.fr – <http://www.cerna.ensmp.fr>

## **La lutte contre le changement climatique**

**Pierre-Noël Giraud**

**Article paru dans la revue Etudes**

**Octobre 2004**

Depuis le début de la révolution industrielle, l'humanité a commencé de modifier le climat de la terre en rejetant dans l'atmosphère des « gaz à effet de serre » ( GES) : du gaz carbonique ( CO<sub>2</sub>) engendré par la combustion du charbon, du pétrole et du gaz naturel, mais aussi du méthane et d'autres gaz encore. Le phénomène s'accélère et les climatologues sont désormais quasiment unanimes sur un point : l'humanité connaîtra dans les siècles à venir un changement climatique de grande ampleur et surtout très rapide au regard des variations « naturelles » du climat. Quoiqu'on fasse, c'est désormais inévitable.

Ce changement climatique se manifestera (il se manifeste déjà selon la majorité des climatologues) par une élévation de la température moyenne, par une élévation du niveau des mers et très probablement par une fréquence accrue d'évènements climatiques « extrêmes » tels que les sécheresses, tempêtes, ouragans, pluies diluviennes. Ces manifestations seront cependant inégalement réparties, les régions intertropicales devraient être les plus atteintes.

Les risques que fait peser ce changement climatique sur les générations futures soulèvent une série de vastes problèmes scientifiques, politiques et éthiques. Il s'agit de problèmes de nature nouvelle. Le changement climatique est en effet la première atteinte de grande ampleur à l'environnement global qui ne soit pas rapidement et relativement aisément réversible. Il pose des questions, absentes jusqu'à présent, « d'équité intergénérationnelle », c'est-à-dire d'attitude à l'égard des générations futures non seulement pendant des siècles, mais des millénaires.

De grandes incertitudes subsistent cependant quant à savoir ce que seront exactement les évolutions climatiques et surtout leurs conséquences. Ces incertitudes exigent d'abord un effort de recherche soutenu pour mieux comprendre la nature du changement climatique qui nous attend, ses effets sur les écosystèmes et l'activité humaine. Elles nourrissent un débat très complexe quant à savoir s'il faut agir dès maintenant, comment, et qui doit supporter l'effort initial. De ce débat, la science n'est aujourd'hui capable que d'encadrer les termes et de progressivement resserrer certaines hypothèses. En l'absence de « certitudes » scientifiques, le processus de décision relève donc essentiellement de la politique, plus précisément d'une compréhension et d'une application pragmatique du « principe de précaution » ainsi que de considérations éthiques.

Dans ce court article je me contenterai de survoler trois questions : quelle sont les incertitudes sur l'évolution climatique et ses dommages, quels sont les termes du débat sur la nécessité d'agir dès aujourd'hui, que penser du premier accord international de lutte contre le changement climatique, le protocole de Kyoto, et de ses perspectives.

## **Les incertitudes**

Pour mesurer les incertitudes actuelles, il est éclairant de partir de ce que devrait être l'appréhension du problème si l'on disposait de toute l'information nécessaire. Ce dont

il s'agit, c'est de passer d'un régime stabilisé de l'atmosphère terrestre, qui était celui d'avant la révolution industrielle, à un autre régime stabilisé, avec une concentration nécessairement plus élevée de gaz à effet de serre. En effet, même si l'on stoppait aujourd'hui toute émission, ce qui est évidemment impossible, l'augmentation déjà acquise de la concentration des gaz à effet de serre ( pour la concentration du seul CO<sub>2</sub>, on est passé de 280 ppm avant la révolution industrielle à 360 ppm aujourd'hui ) mettrait des siècles à se résorber. La question est donc : quel niveau de concentration est-il souhaitable de stabiliser : 450ppm ? ou bien peut-on se laisser aller jusqu'à 1000 ppm ? ( c'est la fourchette dans laquelle se situent la plupart des scénarios étudiés.)

Pour y répondre, il faut d'abord évaluer les conséquences d'un niveau stabilisé de concentration sur les évolutions climatiques, qui elles-mêmes mettront des dizaines d'années et pour certaines des siècles à se stabiliser. Il faut ensuite évaluer les conséquences du changement climatique sur les écosystèmes et les activités humaines. Si l'on dispose de toutes ces informations, on peut alors, par des raisonnements qui seront évoqués ci-dessous, définir le niveau de concentration à ne pas dépasser. Reste alors à déterminer le profil temporel d'émissions, dans le siècle à venir, qui permet de ne pas dépasser le niveau de concentration plafond. En résumé, il faut connaître les enchaînements suivants : profil d'émissions → concentration stabilisée → changement climatique → effets du changement climatique. Les deux premiers ( émissions->concentrations et concentration → changement climatique) sont analysés à l'aide de puissants modèles de simulation climatique. L'analyse du dernier enchaînement convoque un grand nombre de disciplines, allant de la biologie à l'économie.

Or aujourd'hui, il existe de grandes incertitudes concernant chacun de ces enchaînements, si bien que l'incertitude quant à l'ensemble du processus est considérable. On ne peut encore établir un lien très précis entre profil d'émissions et concentration, car il subsiste des incertitudes sur le « cycle » très complexe du carbone et des autres gaz à effet de serre, entre la terre, l'atmosphère et les océans. Quant au lien entre concentration stabilisée et changement climatique, les modèles donnent des réponses dans une fourchette très large. Par exemple, pour un niveau de concentration stabilisé à 450 ppm, les modèles donnent une fourchette d'accroissement de température moyenne en 2100 de 1,3° à 2,5° et de 1,8° à 4° pour la température stabilisée ( car le réchauffement continuera après 2100). Les mêmes fourchettes pour une concentration stabilisée à 1000 ppm sont de 2° à 3,5° en 2100 et de 3° à 8,5° pour la température stabilisée. La répartition géographique de cette élévation moyenne de température, qui est évidemment essentielle dans l'analyse fine des effets, est encore plus mal connue. Enfin, on ne sait pas grand chose des seuils à partir desquels pourraient se déclencher des phénomènes physiques qui provoqueraient un emballement du changement climatique (c'est à dire des phénomènes quasi irréversibles et non linéaires), tels que la fonte totale des calottes glaciaires polaires, l'arrêt du gulf stream, le relâchement dans l'atmosphère, sous l'effet du réchauffement, du carbone stocké dans les sols et du méthane stocké dans les sédiments marins.

Quant aux effets du changement climatique, on en connaît la typologie, mais leur évaluation, en particulier monétaire, ne peut faire aujourd'hui l'objet que d'estimations très grossières. La raison essentielle en étant qu'on quitte ici le domaine des phénomènes physiques pour celui des évolutions sociales et économiques. On ne peut en effet évaluer des « dommages » subis par les sociétés humaines, sans scénarios sur ce que seront ces sociétés dans le siècle à venir.

On conçoit donc aisément qu'en combinant les hypothèses les plus favorables, on parvienne sans mal à la conviction qu'il est « urgent d'attendre »... d'en savoir plus pour agir . Mais à l'inverse, on conçoit que la combinaison des hypothèses défavorables puisse faire froid dans le dos, pour peu qu'on se soucie de l'avenir de l'humanité. Phénomène aisément maîtrisable dans l'avenir ou apocalypse assurée si l'on n'agit pas très vite ? Les faits aujourd'hui ne permettent pas de trancher entre ces deux « visions » extrêmes.

Deux choses cependant peuvent à mon avis être tenues pour acquises :

- 1) Un changement climatique, d'une rapidité inconnue dans l'histoire de la terre (sauf peut être ceux qui ont suivi des collisions avec des météorites) aura lieu quoi qu'on fasse. Ce changement n'affectera certainement pas de manière dramatique les hommes aujourd'hui vivants. Mais il exigera des générations futures des efforts d'adaptation ( sans doute géographiquement très inégalement répartis) incluant certainement de vastes migrations. La seule question devient alors : est-il nécessaire d'agir dès maintenant pour que cet effort ne soit pas « trop lourd » à supporter pour les générations futures ?
- 2) La solution de long terme est technique. Simple ralentir le rythme d'utilisation du carbone stocké dans les combustibles fossiles, mais brûler ce stock en totalité conduirait à des concentrations de gaz à effet de serre à des niveaux où la probabilité de dommages « catastrophiques » au cours des siècles prochains n'est pas négligeable. C'est donc bien avant l'épuisement des réserves en carbone fossile qu'il faudra : 1) trouver les moyens techniques d'alimenter l'humanité en énergies non productrices de gaz à effet de serre fossile (solaire, hydraulique, vent, biomasse et nucléaire si l'on gère correctement le problème des déchets), 2) trouver des moyens de capturer et de séquestrer une large part du CO<sub>2</sub> émis par la combustion puisqu'il faudra bien, pendant la période de transition, continuer à utiliser des combustibles fossiles. Mais les question sont : quand cette transition devra-t-elle être accomplie et quand faut il s'y engager fermement?

### **Faut-il agir dès maintenant ?**

Cette question est au cœur des controverses actuelles. Pour certains, ce serait gaspiller inutilement des ressources productives que d'agir dès maintenant, car il ne coûtera pas si cher aux générations futures de s'adapter progressivement. Si l'on veut aider les pays aujourd'hui pauvres, qui seront sans doute les plus touchés, mieux vaudrait par exemple s'attaquer sérieusement à la malaria ou leur donner les moyens de soigner le sida. Bjorn Lomborg, avec son livre « The skeptical environmentalist » s'est récemment taillé un succès médiatique mondial en popularisant ce genre de raisonnement, qui soutend par ailleurs le refus de l'administration américaine de ratifier le protocole de Kyoto. On voit que le débat convoque l'économie et en effet, le calcul économique peut contribuer à le clarifier.

Supposons que nous puissions évaluer aujourd'hui en termes monétaires l'effort que l'humanité devra consentir en 2100 pour s'adapter aux conséquences du changement climatique si ni nous, ni les générations futures n'entreprennent rien avant. Supposons

que cet effort soit de 100 et supposons à ce stade que nous acceptions de traiter la génération de 2100 exactement comme nous mêmes. Quel est le coût que nous devrions être prêt à supporter aujourd'hui pour leur éviter ce dommage de 100 ?

L'essentiel du raisonnement est le suivant. Tout d'abord, dans 100 ans, ils seront plus riches que nous. Admettons qu'ils le soient cinq fois plus. Il est alors normal que nous n'acceptions un coût que s'il représente la même fraction de la richesse globale que celle qu'ils supporteront, soit  $100/5=20$ . Ensuite, étant 5 fois plus riches, leurs besoins fondamentaux seront plus amplement satisfaits, et il est donc normal qu'ils accordent un « prix » plus élevé à la protection de leur environnement que nous mêmes (particulièrement les pays en développement) sommes aujourd'hui prêts à le faire. Admettons que ce prix relatif soit deux fois plus élevé. Le coût maximal que nous devrions être prêt à supporter est donc réduit à  $20/2=10$ .

Il suffit ensuite d'évaluer le coût des mesures qui, prises aujourd'hui, permettraient d'éviter que les générations vivant en 2100 aient à supporter des dommages de 100. Si ce coût est inférieur à 10, et si encore une fois, nous les traitons « comme nous mêmes », alors il faut agir dès maintenant. Sinon, il vaut mieux leur transférer le fardeau car il leur sera « moins coûteux » d'agir pour réparer qu'à nous d'agir pour prévenir.

Si maintenant nous estimons qu'il faut, certes, tenir compte du sort des générations futures, mais seulement dans une certaine mesure, nous sortons du domaine de l'économique, pour entrer dans celui de l'éthique. Supposons que notre souci des générations futures ( et donc notre préférence pour la génération présente) se traduise par une proposition de type : « nous n'acceptons de prendre aujourd'hui en charge que la moitié des dégâts que notre inaction présente engendrerait », alors le coût maximal que nous sommes prêts à supporter est réduit à 5.

Il va sans dire, comme nous l'avons vu ci dessus, que nous ne connaissons aujourd'hui avec précision ni le coût de l'adaptation pour les générations futures, ni le taux de croissance économique pour le siècle avenir, ni l'évolution des prix relatifs de l'environnement pour les générations futures, trois paramètres de nature économique, et que nous n'avons pas d'idée très précise de l'existence et du niveau d'une préférence « éthique » pour la génération présente.

Si le calcul économique permet donc de poser le problème du choix intergénérationnel : prévenir ou s'adapter, il ne permet certainement pas de le trancher aujourd'hui par manque d'informations. En conséquence, ni les affirmations d'un « sceptique » comme Lomborg, ni celles des « alarmistes » qui nous pressent d'agir vite et fortement ne peuvent aujourd'hui être fondées sur des données « objectives » traitées par le calcul économique. Mais les progrès ( indispensables) dans l'acquisitions de données robustes ne nous permettront peut-être pas de le faire avant qu'il ne soit éventuellement « trop tard ». Nous sommes donc face à un archétype des situations où il convient de raisonner différemment, selon le « principe de précaution ».

A mon sens l'application du principe de précaution est justifiée quand nos connaissances actuelles ne permettent pas d'exclure des évolutions extrêmement dommageables et irréversibles lorsqu'elles ont commencé. Schématiquement cela suppose qu'on reconnaisse la probabilité non nulle de phénomènes non linéaires, tels que des phénomènes de seuil au-delà desquels une brusque et irréversible accélération

des dommages se produit.

Supposons par exemple qu'en 2030, les progrès scientifiques permettent d'affirmer l'existence d'un effet de seuil tel qu'il serait, par exemple, véritablement très dangereux de dépasser un niveau de concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère de 550 ppm. En cas d'inaction entre 2000 et 2030, stabiliser à 550 ppm en 2050 impliquerait un énorme effort de réduction des flux d'émission entre 2030 et 2050. Dans ces conditions le coût à supporter pour ces réductions justifierait amplement (en fonction du raisonnement précédent) qu'on les entreprennent dès maintenant, étalant ainsi l'effort sur 50 ans au lieu de 20. Mais que des connaissances nouvelles nous conduisent en 2030 à la conviction qu'il ne faut pas dépasser une concentration de 550 ppm n'est pas certain. En agissant dès maintenant, on risque donc de supporter « pour rien » des efforts trop coûteux (au sens où il aurait mieux valu les repousser dans le temps). Cependant, le coût de l'erreur en cas de bonne nouvelle (on s'aperçoit en 2030 qu'il n'était pas nécessaire de se précipiter) sera nettement plus faible que le coût (à supporter entre 2030 et 2050) de l'inaction entre 2000 et 2030, si des hypothèses extrêmes et aujourd'hui non seulement incertaines mais difficilement probabilisables, se confirment en 2030. Dans ce cas l'application du principe de précaution se justifie.

C'est aujourd'hui le principal argument des partisans de l'action immédiate. Répétons le, cet argument n'est à mon avis fondé que s'il existe une possibilité d'évolutions non linéaires que nous pouvons aujourd'hui éventuellement décrire, mais pas probabiliser. Dans le cas contraire où l'avenir est sinon certain, du moins raisonnablement probabilisable, il faut s'efforcer d'améliorer nos connaissances et d'appliquer les analyses coûts avantages exposées ci dessus.

Il est un autre argument, de nature différente, avancé par les partisans de l'action immédiate. Si l'on met en place dès maintenant des politiques de lutte contre le changement climatique, elles se traduiront par une élévation du prix de l'usage des combustibles fossiles et stimuleront donc la recherche de solutions énergétiques non polluantes, dont on a dit qu'il faudra nécessairement qu'elles remplacent un jour (et avant l'épuisement de leurs réserves) les énergies fondées sur le carbone fossile. Cependant, cet argument est moins solide et peut être critiqué : rien n'interdit en effet de se contenter, en matière de politique de lutte contre le changement climatique, de lancer dès aujourd'hui un vigoureux programme de recherche d'énergies de remplacement. C'est la position des Etats Unis : il est temps d'accélérer l'effort de recherche, mais pas encore de se lancer dans de coûteuses politiques de réduction des émissions.

### **Quel type de politique de lutte contre le changement climatique ?**

Si au nom du principe de précaution, on estime qu'il faut réduire dès maintenant les émissions, quelle politique adopter ?

Toute politique de lutte contre le changement climatique ne peut résulter que d'un accord entre Etats souverains. Un tel accord doit présenter les trois caractéristiques suivantes :

- 1) Interdire ou du moins fortement dissuader ( puisqu'on ne peut rien « interdire »

à un Etat souverain) la pratique du « passager gratuit », puisque la préservation du climat est un bien public (lorsqu'il est produit, on ne peut exclure personne de son bénéfice et tout le monde en bénéficie donc, même ceux qui n'ont pas contribué à le produire).

- 2) Tenir compte de la situation actuelle qui se caractérise par une extrême diversité des émissions par habitant, non seulement entre le monde pauvre et riche mais au sein même du monde riche (les émissions annuelles par habitant en tonnes d'équivalent CO<sub>2</sub> sont de 20 aux Etats Unis, 11 pour la moyenne de l'OCDE, 6,4 en France, 2,3 en Chine, 1 en Afrique). Vouloir atteindre rapidement des objectifs de convergence des émissions par habitant est certes éthiquement défendable ( puisque tous les hommes sont égaux, ils possèdent les mêmes droits sur l'usage de la planète), mais politiquement inacceptable dans l'immédiat par de nombreux Etats.
- 3) Minimiser, à réduction donnée des émissions, le coût total.

Bien qu'aujourd'hui très critiqué par l'administration américaine, l'accord de Kyoto est en vérité un assez bon compromis entre ces exigences, en particulier les deux dernières.

Seule une négociation directe d'objectifs quantitatifs par Etat (en fait un marchandage) était susceptible de satisfaire la seconde condition. C'est pour cela que le principe d'une taxe mondiale sur les émissions de GES, solution en théorie plus efficace, a été écartée. Pour satisfaire le point 3, des mécanismes d'échanges de permis à émettre devenaient alors indispensables. En effet, une fois des objectifs quantitatifs fixés par Etat, il serait absurde de ne pas minimiser le coût total d'atteinte de ces objectifs. Il serait donc absurde d'interdire aux Etats qui s'apercevraient que les réductions sont chez eux moins coûteuses d'aller au delà de leurs objectifs et de « vendre » ce surplus aux Etats pour qui il serait plus coûteux de réduire les émissions chez eux que « d'acheter » ces réductions à d'autres : avec un marché de permis d'émissions, la réduction globale est la même, et le coût global est réduit.

En revanche l'incitation à rejoindre l'accord ( point 1) et à ne pas se comporter en passager gratuit est pour l'instant très faible. Aujourd'hui, après le recul américain, l'Europe et le Japon (avec quelques autres pays riches faiblement émetteurs) sont les seuls à s'engager dans une effort de réduction des émissions avec des objectifs quantifiés. Pour associer les pays en développement, ce qui est indispensable car leurs émissions dépasseront dans quelques années celles des pays riches, une bonne solution serait sans doute de les inviter à rejoindre l'accord avec des objectifs d'émissions « tendanciels », qui ne brideraient donc pas immédiatement leur croissance, mais qui leur permettraient de vendre des permis s'ils faisaient un effort de réduction, vente qui financerait largement cet effort. Mais un tel accord ne serait durable que s'il s'accompagnait d'objectifs, de plus long terme, de convergence des émissions par tête.

Cependant, cela seul risque de ne pas être suffisant pour rallier les pays pauvres et faire revenir les Etats Unis dans un accord international contraignant. De plus en plus de voix s'élèvent donc aujourd'hui pour lier les négociations climatiques aux autres négociations d'accords relevant de la mise en place d'une « gouvernance mondiale », et tout particulièrement les accords commerciaux dans le cadre de l'OMC.

Il serait en effet anormal, si réellement le ralentissement du changement climatique est un « bien public mondial », que non seulement certains se comportent en passagers gratuits, mais qu'ils en tirent de plus des bénéfices commerciaux puisque, n'imposant aucun coût à l'usage du carbone fossile sur leurs territoires, ils seraient, toutes choses égales par ailleurs, plus compétitifs.

On voit ainsi que la négociation autour du changement climatique est en fait pionnière dans la difficile recherche de formes de gouvernance mondiale, qui pourront de moins en moins compartimenter les domaines ( commerce, finance, environnement, santé, etc...) et devront donc devenir globales.

Les difficultés actuelles de l'accord de Kyoto, qui n'est cependant qu'un tout premier pas, inclinent aujourd'hui beaucoup de gens, et parmi eux des activistes de la première heure, au pessimisme. On peut cependant aussi bien soutenir que, face à un problème aussi difficile, la communauté des scientifiques (des climatologues aux économistes) et une bonne partie des hommes ordinaires et des hommes politiques ont réagi avec une remarquable vigueur, dès que la menace fut à leurs yeux avérée. Mais à l'évidence nous n'en sommes qu'au tout début du processus.

Pour conclure, je me permettrai d'exprimer ici mon opinion personnelle, dont on aura compris qu'elle ne peut être fondée sur de simples convictions scientifiques, mais qu'elle repose aussi sur une sorte de pari, justifié par un certain nombre de principes (de précaution, d'équité). J'estime que, même temporairement seule, l'Europe doit poursuivre et accentuer une politique de lutte contre le changement climatique fondée sur quatre piliers : donner l'exemple en réduisant ses émissions par des changements de comportement qui permettent l'usage optimal des technologies actuelles, accentuer l'effort de recherche des techniques de substitution des énergies fossiles, ainsi que de piégeage et de séquestration du CO<sub>2</sub>, favoriser l'adhésion des grands pays émergents en déclarant sans ambiguïté que les pays aujourd'hui riches doivent supporter l'essentiel de l'effort initial et mettre tout en oeuvre pour favoriser l'adoption des meilleures techniques et pratiques par ces pays émergents, travailler à lier l'ensemble des négociations internationales concernant les « biens publics mondiaux ».

### **Informations complémentaires :**

*Les rapports de l'IPCC ( Intergovernmental Panel on Climate Change ) sont accessibles sur [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch). Ce groupe de scientifiques ne conduit pas lui-même de recherches. Son rôle est de faire périodiquement un point aussi exhaustif que possible sur les connaissances produites par la recherche scientifique concernant : le changement climatique, ses conséquences sur les écosystèmes et les activités humaines, les moyens d'infléchir, si nécessaire, les évolutions en cours. Son dernier rapport, le troisième, a été publié en 2001.*

*Sur l'accord de Kyoto et la Convention des Nations Unies sur le Changement Climatique : <http://unfccc.int/>*

*« Kyoto et l'économie de l'effet de serre » de Roger Guesnerie, rapport du Conseil d'Analyse Economique, publié en 2003 par la Documentation Française. Excellente synthèse, avec un ensemble d'annexes par les meilleurs spécialistes français. Peut être*

*un peu trop technique pour les non économistes. Téléchargeable :*  
<http://www.ladocumentationfrancaise.fr/brp/notices/034000014.shtml>.

*La position des sceptiques est bien représentée par le « Copenhagen Consensus 2004 » animé par Bjorn Lomborg et sponsorisé, entre autres, par le périodique « The Economist » : <http://www.copenhagenconsensus.com/>*