

Michel PETIT

Michel PETIT a exercé les fonctions de Directeur adjoint du Centre de Recherche en Physique de l'Environnement Terrestre et Planétaire (CENT-CNRS), puis de Directeur de l'Institut National d'Astronomie et de Géophysique et de Directeur du département « Terre-Océan-Atmosphère-Espace » du Centre National de la Recherche Scientifique de 1979 à 1985. De 1985 à 1987 il a été Conseiller pour la Science et la Technologie à la Représentation Permanente de la France auprès des Communautés Européennes, puis ensuite Délégué aux Affaires Internationales au Ministère chargé de la Recherche pendant 4 ans, et Directeur de la Recherche et des Affaires Economiques et Internationales au Ministère de l'Environnement. Il était encore récemment Directeur Général Adjoint pour la Recherche à l'Ecole Polytechnique.

Ses activités actuelles (retraite) restent nombreuses :

- Participation aux travaux du Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC ou IPCC en anglais) ; co-responsable du thème transversal : incertitudes scientifiques et gestion du risque climatique.
- Activités diverses de sensibilisation du public à la problématique du changement climatique dû aux activités humaines.
- Président de la Société Météorologique de France.
- Président de la section scientifique et technique du Conseil général des technologies de l'information.
- Président du comité de terminologie et de néologie de l'Académie des Sciences et représentant de cette académie à la Commission générale de terminologie.
- Rédacteur en chef de la revue Géosciences (Comptes rendus de l'Académie des Sciences)
- Vice-président du comité environnement de l'Académie des sciences.

Maîtriser l'effet de serre

CE QU'EST L'EFFET DE SERRE

Au moins pour celles et ceux qui n'ont pas assisté à la conférence de Jean Jouzel¹, il n'est pas inutile de rappeler ce qu'est l'effet de serre : une planète est un corps isolé dans l'espace, dans le vide interplanétaire, elle ne touche rien et par conséquent elle n'échange de la chaleur avec l'extérieur que par rayonnement. Elle reçoit le rayonnement du soleil, renvoie une partie de ce rayonnement dans l'espace, en absorbe le reste, ce qui lui apporte de l'énergie. Pour atteindre une température d'équilibre, il faut qu'elle-même rayonne vers l'extérieur une quantité d'énergie strictement égale à l'énergie solaire absorbée. La Terre émet dans la gamme des infrarouges, compte tenu de sa température, tandis que le soleil, beaucoup plus chaud émet dans le visible. Imaginez que dans l'atmosphère de cette planète, de la Terre en l'occurrence, vous ajoutiez un peu plus de gaz carbonique. Ce gaz a la propriété de laisser passer le rayonnement visible, mais d'absorber le rayonnement infrarouge. Le rayonnement infrarouge sortant se trouve donc davantage absorbé par une atmosphère plus riche en CO₂. Temporairement la Terre va émettre moins d'énergie qu'elle n'en reçoit. Par conséquent elle va chauffer. Et chauffant, elle va rayonner un

peu plus d'énergie jusqu'à ce qu'on atteigne un nouvel état d'équilibre, correspondant à une température plus élevée que précédemment. C'est ce qu'on appelle l'effet de serre parce que dans les serres de jardiniers, il se produit un phénomène analogue. Si on compare avec les planètes voisines, on observe que Vénus a une atmosphère essentiellement composée de gaz carbonique. Il n'est pas surprenant que sa température soit de plusieurs centaines de degrés supérieure à celle de notre planète. Au contraire, Mars a moins de gaz carbonique dans son atmosphère que la Terre et se trouve être une centaine de degrés plus froide que la Terre. D'ailleurs des calculs ont montré que s'il n'y avait pas eu d'effet de serre et ou si la terre n'avait pas eu naturellement dans son atmosphère une certaine quantité de CO₂, la température de la terre serait une trentaine de degrés plus froide que celle que nous connaissons.

L'effet de serre n'a rien de magique, rien de mystérieux, rien d'intrinsèquement néfaste, c'est un phénomène naturel. Le problème est que, si l'Homme change la quantité de gaz à effet de serre présente dans l'atmosphère, il change par la même la température de la planète et c'est effectivement ce qui est en train de se produire : l'homme

¹ voir Cahier du MURS n° 46 « Réchauffement du climat : ce que la science dit »

émet des gaz à effet de serre qui sont le méthane, le peroxyde d'azote, les CFC et Le CO_2 qui est le plus préoccupant parce que c'est lui qui cause l'essentiel du réchauffement et qu'il a la durée de vie la plus longue dans l'atmosphère.

n'est pas exacte parce que la surface des terres émergées de l'hémisphère Nord est très supérieure à celle de l'hémisphère Sud. On voit clairement que la concentration est passée progressivement, année après année, de 320 ppm aux 380 ppm actuels.

HISTOIRE DU CLIMAT RÉCENT

52

Maîtriser
l'effet de
serre

La composition de l'atmosphère

La figure 1 montre l'évolution de la concentration de l'atmosphère en CO_2 , à diverses échelles de temps.

Entre l'an 1000 et l'an 1850, on est resté à 280 particules par million (ppm), ce qui veut dire que, pour 1 million de molécules d'air, on trouvait à cette époque 280 molécules de CO_2 . Aujourd'hui, en 2005, on en trouve 380, ce qui constitue un accroissement important.

On dispose de mesures directes fiables et précises depuis 1958 et personne au monde ne met en doute la validité de ces mesures. On voit même une petite oscillation annuelle qui correspond à la croissance de la végétation au printemps, qui absorbe une partie du CO_2 atmosphérique par photosynthèse. A l'automne, on observe le phénomène inverse. Il est vrai que l'hiver dans l'hémisphère Nord correspond à l'été dans l'hémisphère Sud ; en fait, la compensation

Pour remonter plus loin dans le passé, il faut faire appel à des mesures indirectes. Une des plus fructueuse utilise le piégeage des bulles d'air dans la glace au cours du temps : dans les régions polaires, la neige tombe, et entre les flocons de neige, il y a de l'air ; les chutes de neige ultérieures provoqueront un tassement de cette neige qui finit par se transformer en glace qui emprisonne les petites bulles d'air. On retrouve donc dans la glace un échantillon de l'air présent, il y a bien longtemps. Par forage de la glace jusqu'à 3 kilomètres de profondeur, on a ainsi pu remonter jusqu'à 400 000 ans.

On peut se poser la question de savoir d'où vient ce gaz carbonique. L'augmentation de deux parties par millions qu'on observe année après année peut être transformée par un calcul élémentaire en grammes de carbone ajoutés dans l'atmosphère chaque année. Il s'agit en fait de pétagrammes (10^{15} grammes) qu'on peut appeler des milliards de tonnes. La quantité de carbone présente dans l'atmosphère sous forme de CO_2 augmente de l'ordre de 3 milliards de tonnes par an (voir figure 2).

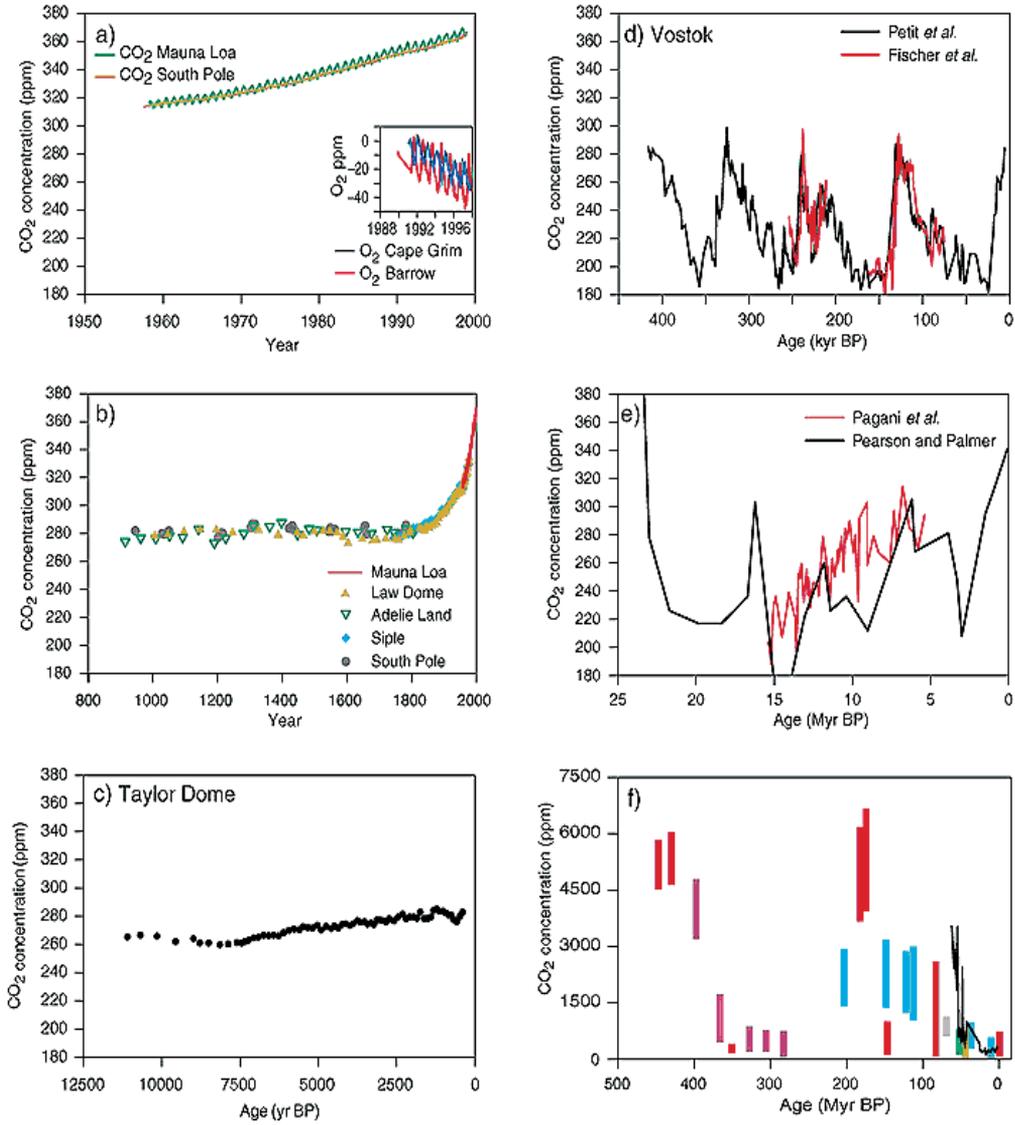


Figure 1

Figure 3.3: Fossil fuel emissions and the rate of increase of CO₂ concentration in the atmosphere. The annual atmospheric increase is the measured increase during a calendar year. The monthly atmospheric increases have been filtered to remove the seasonal cycle. Vertical arrows denote El Niño events. A horizontal line defines the extended El Niño of 1991 to 1994. Atmospheric data are from Keeling and Whorf (2000), fossil fuel emissions data are from Marland et al. (2000) and British Petroleum (2000), see explanations in text.

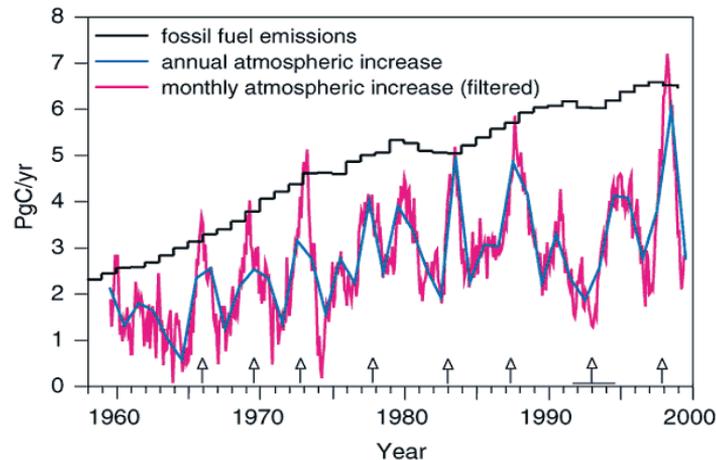


figure 2

54
Maîtriser
l'effet de
serre

La courbe en échelons de la figure 2 représente ce que l'homme a extrait du sous-sol comme charbon, comme pétrole ou comme gaz. On voit que ce qu'on retrouve dans l'atmosphère, c'est à peu près la moitié de ce qu'on a consommé, en moyenne sur plusieurs années. L'autre moitié va dans l'océan ou dans la végétation, si cette dernière augmente globalement, ce qui semble bien être le cas ces dernières années. L'origine du carbone supplémentaire fait donc peu de doute. Si on fait des mesures isotopiques qui permettent de dater le carbone, on trouve effectivement que le carbone supplémentaire est bien du vieux carbone. Et le gaz carbonique qu'on trouve en plus dans l'atmosphère provient bien, sans aucun doute possible, du carbone qui était enfoui dans

les couches géologiques, qu'on a extrait et qu'on a brûlé.

Le gaz carbonique n'est pas le seul gaz à effet de serre, mais il est celui qui a la durée de vie la plus longue et son pouvoir réchauffant représente en gros 60 % du total. Ensuite viennent le méthane 20 %, puis le N₂O 10 % et enfin les CFC et l'ozone.

L'augmentation de la température

L'effet de serre correspondant à cette variation de la composition atmosphérique doit se traduire par un réchauffement de notre planète.

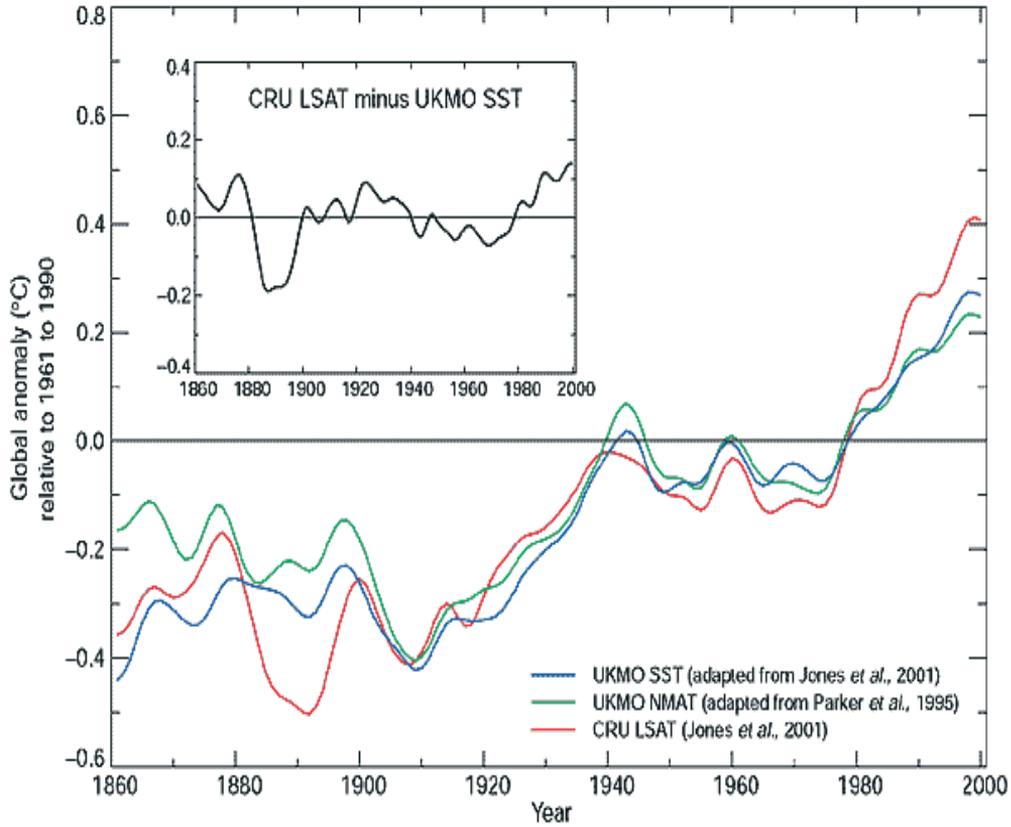
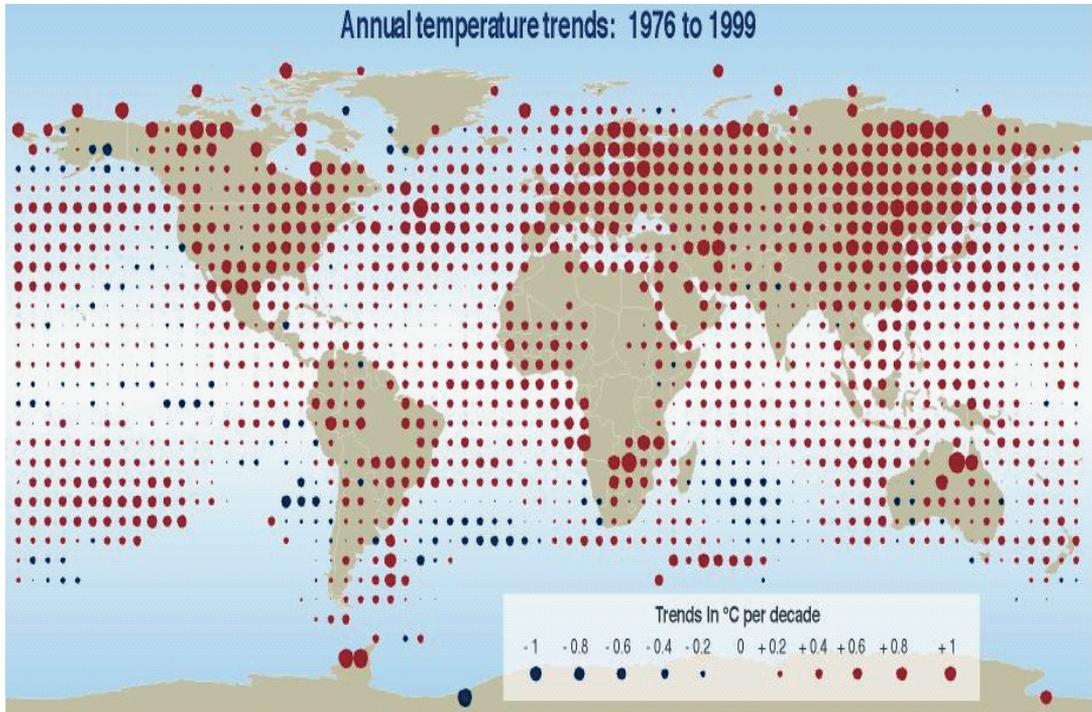


figure 3

On observe bien une augmentation de la température sur la figure 3 qui montre trois courbes qui ont toutes les trois exactement la même allure. L'une des courbes correspond à la température de l'air à la surface de la terre. La deuxième courbe, représente la température de l'air à la surface de la mer, la troisième la température de l'eau de mer en surface. Ces trois courbes à la même allure nous montrent une augmentation de l'ordre de 0,6 degré Celsius entre 1850 et 2000. Cette augmentation de la température

moyenne est la traduction de variations locales qui peuvent être très différentes de leur moyenne mondiale.

Sur la figure 4, on a représenté, sur un planisphère, les variations de température observées entre 1976 et 1999. Le diamètre des cercles est proportionnel à l'amplitude de la variation dont le sens est donné par la couleur, bleue pour une décroissance et rouges pour une croissance. Le rouge domine largement et on ne voit qu'un peu

**figure 4**

Les continents et les océans se sont réchauffés

de bleu ici et là. On voit en regardant de plus près que dans la mer, les points rouges sont beaucoup plus petits que sur les continents et plus particulièrement qu'au nord de l'Asie, de l'Amérique et de l'Europe où le réchauffement est nettement plus fort.

Le réchauffement est donc loin d'être uniformément réparti. Ainsi Météo France trouve à peu près 1 degré d'augmentation pour la température de la France, depuis le début de l'ère industrielle, soit près du double de la moyenne mondiale. Cela n'a rien de surprenant puisque les océans se

réchauffent moins que les continents et que la moyenne se situe nécessairement entre les deux.

Les divers facteurs susceptibles d'expliquer une telle variation de température ont été soigneusement évalués, y compris d'éventuelles variations du rayonnement solaire que les satellites permettent d'observer. La conclusion est que le réchauffement est presque certainement dû à l'augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

Les autres manifestations du changement climatique...

Non seulement la température a changé, mais les précipitations ont aussi varié (figure 5). Les cercles verts traduisent une augmentation des précipitations ; les cercles jaunes une diminution, le diamètre des cercles correspondant à l'amplitude de la variation.

Le niveau de la mer augmente également. La mesure de l'altitude du niveau de la mer grâce à des satellites est un domaine d'excellence de la France, comme celui de l'interprétation des bulles d'air des carottes de glace évoquée ci-dessus.. On voit sur la figure 6, entre 1993 et 2004, une augmentation moyenne de 2,5 millimètres par an, ce qui correspond donc à 25 centimètres sur un siècle.

Cette augmentation moyenne du niveau de la mer à l'échelle de l'ensemble de la planète est très vraisemblablement liée au réchauffement climatique pour deux raisons. D'une part l'eau de mer superficielle, devenant plus chaude, se dilate davantage et d'autre part, il y a fonte des glaciers et fonte des calottes glacières arctiques. La glace de mer en vertu du

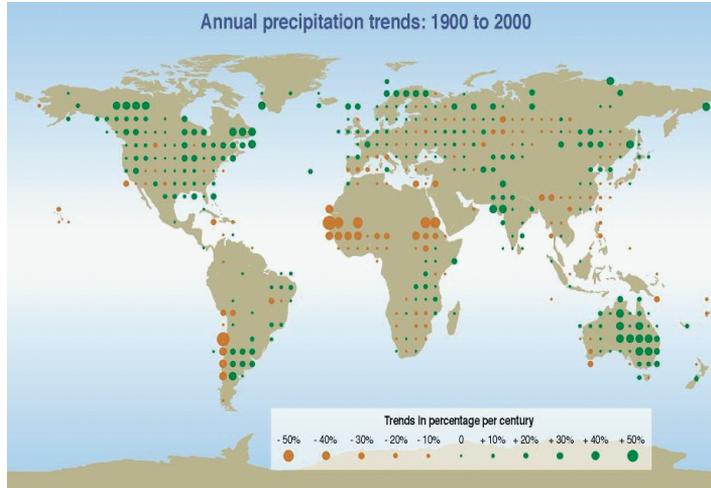


figure 5

La répartition des précipitations a changé

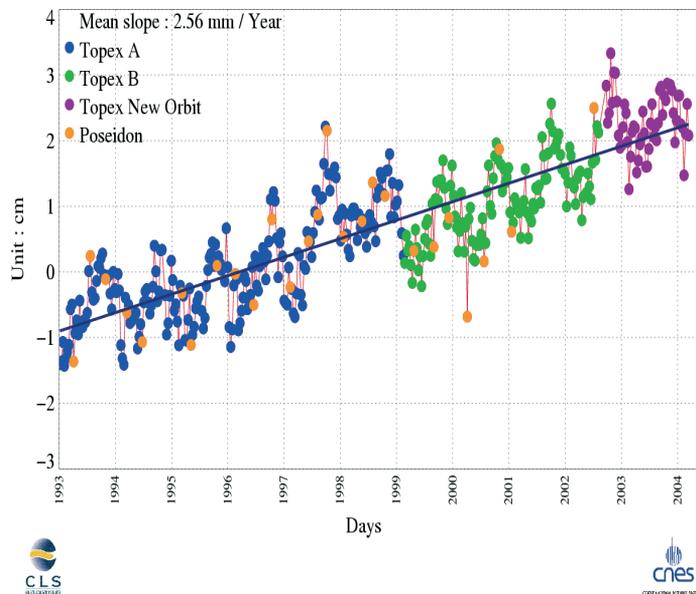


figure 6

principe d'Archimède, ne fait pas augmenter le niveau de la mer quand elle fond. Il n'y a que la fonte de la glace de terre qui fasse augmenter le niveau de la mer. Comme pour la température, l'augmentation du niveau moyen n'est pas représentative des variations locales qui sont affectées par les courants.

Indépendamment des mesures météorologiques, on a observé un certain nombre de phénomènes très caractéristiques : le retrait des glaciers de montagnes est général. Il peut y avoir des exceptions locales, un accroissement local fort de la pluviosité peut provoquer le développement d'un glacier. Ce n'est qu'une exception qui confirme la règle : 80 % des glaciers se retirent. On observe également une réduction de l'épaisseur de la glace de mer arctique en été (et une réduction du volume qui est plus grande encore parce que plus la glace est épaisse et plus elle fond), des floraisons précoces et des périodes plus longues de croissance des plantes et reproduction des animaux dans l'hémisphère Nord, une migration en altitude des plantes, des poissons, des oiseaux, et des insectes, une arrivée précoce et un départ tardif des oiseaux migrateurs dans l'hémisphère Nord et enfin des phénomènes de blanchiment de coraux qui sont au moins partiellement attribuables au réchauffement. Un certain nombre d'effets sur les systèmes physiques et sur les systèmes naturels sont indiscutablement observés.

58

Maîtriser
l'effet de
serre

LES SCÉNARIOS POUR L'AVENIR

Ce qui est inquiétant est moins ce qui se passe maintenant mais ce qui risque de se passer à l'avenir. La figure 7 montre dans ses zones bleues les observations déjà décrites de la concentration du CO_2 dans l'atmosphère. Pour l'avenir, on ne peut que construire des scénarios, imaginer ce que pourrait être l'évolution de la population, son développement économique, son mode de vie.

Dans le cas le plus optimiste envisagé, on trouve qu'on arrivera en 2100 à une concentration du gaz carbonique de l'ordre de 550, qui représente tout de même un doublement par rapport à ce qu'on connaissait avant l'ère industrielle. Les scénarios les plus pessimistes vont jusqu'à une concentration de 1000 ppm très supérieure aux 280 de 1000 à 1850 et à toutes les valeurs ayant existé durant le dernier million d'années. Ce serait un bouleversement complet de la composition de l'atmosphère de notre planète en ce qui concerne le gaz carbonique.

La figure 8 représente les variations de température modélisées à partir des changements de composition de la figure 7, en respectant le même code de couleur. Les courbes représentent les valeurs moyennes fournies par l'ensemble des modèles pour les changements de composition de la figure 7.

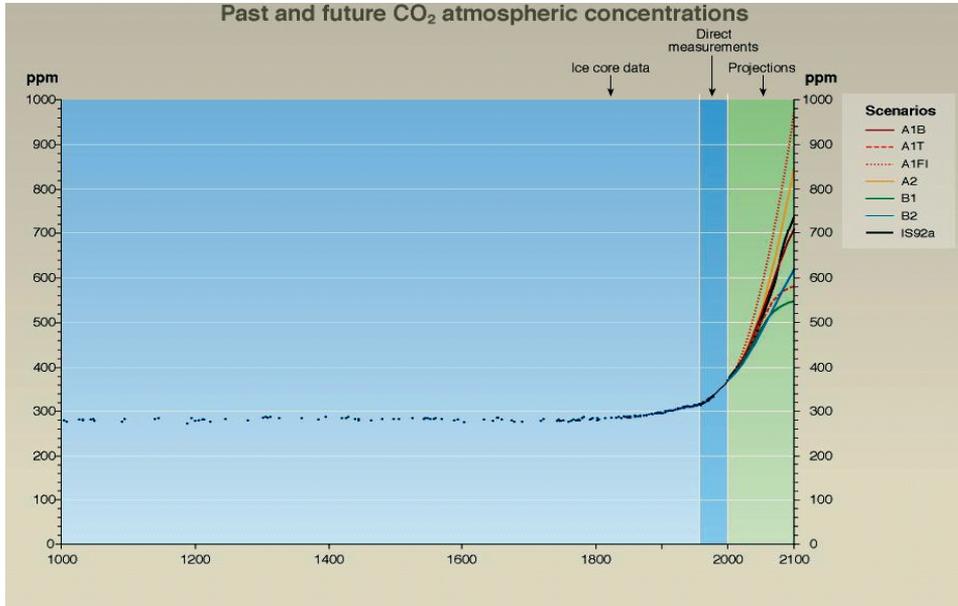


figure 7

Les concentrations de CO₂ attendues au cours du XXIème siècle sont deux à quatre fois celles de l'ère préindustrielle

59 — Michel PETIT

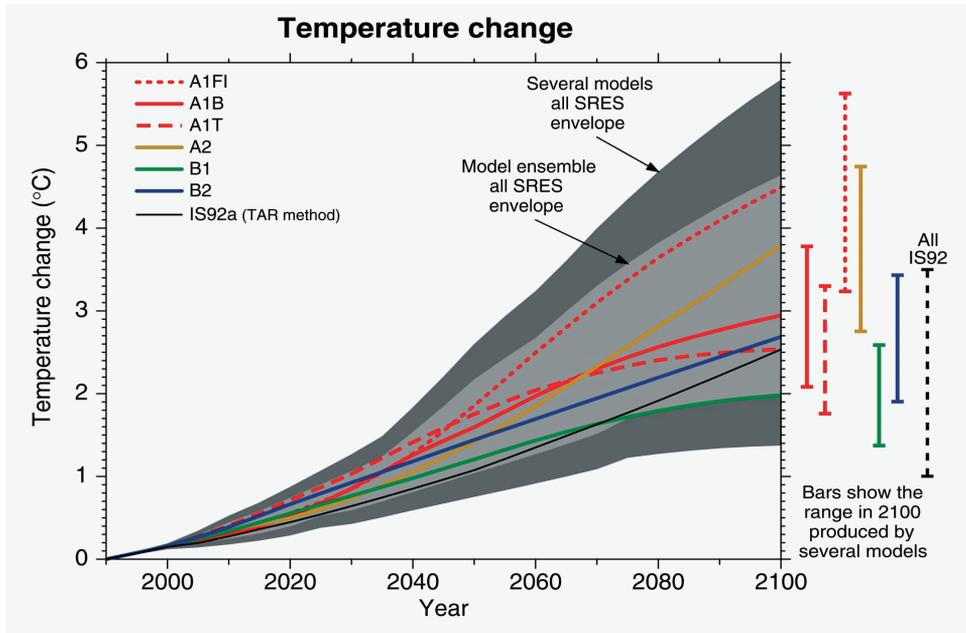


figure 8

La température mondiale moyenne devrait croître au cours du XXIème siècle

Cependant les modèles ne sont pas capables de simuler les phénomènes de petite échelle géographique, comme le comportement de la vapeur d'eau qui est de plus affecté par la présence d'aérosols. Ils doivent faire des approximations qui se traduisent par des incertitudes et des variations d'un modèle à l'autre, qui conduisent à affecter la projection de la température en 2100 de barres d'erreur qui apparaissent à droite de la figure.

Si on ajoute l'incertitude des modèles avec l'incertitude sur ce que seront les

émissions de la planète, en l'absence de politique volontariste visant à les réduire, on obtient une fourchette de 1,6 et 5,8 degrés comme augmentation de la température en 2100. Cela peut paraître relativement peu de choses vis-à-vis des variations qu'on observe d'un jour à l'autre mais il faut savoir qu'en moyenne mondiale, 5 degrés, c'est ce qui sépare une ère glaciaire d'un optimum interglaciaire. 5 degrés de plus correspondent à un monde complètement différent. De plus, ce réchauffement ne sera pas réparti uniformément à la surface de la planète.

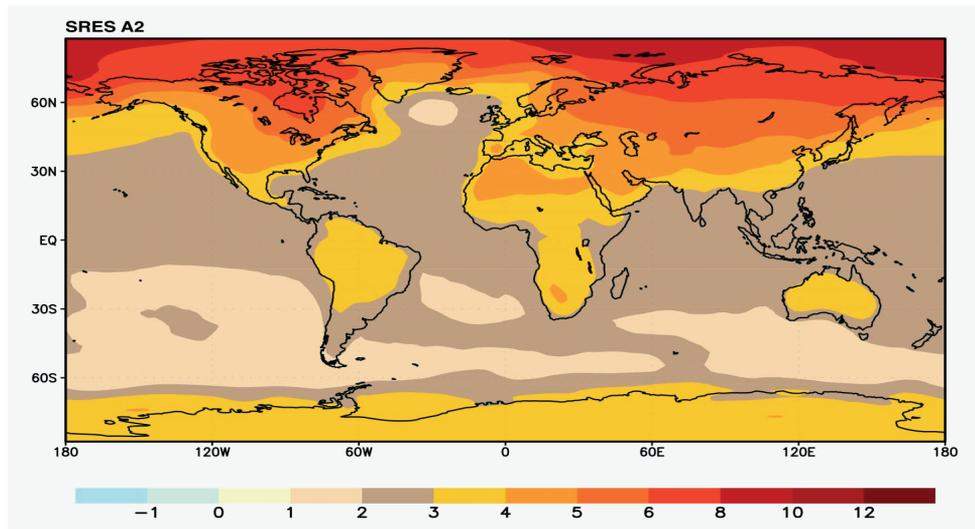


figure 9

Les continents devraient se réchauffer plus que les océans, le réchauffement étant le plus fort aux hautes latitudes.

Changement de la température moyenne annuelle au cours de la période 2071 à 2100 par rapport en 1990, pour un réchauffement mondial moyen de 3.1°C en 2085

On a déjà noté les disparités géographiques observées ces dernières décennies et les modèles confirment bien que pour 3 degrés d'augmentation, ce qui correspond en gros à la moyenne des courbes de la figure 8, on peut voir, sur le planisphère de la figure 9, dans les régions de haute altitude pratiquement trois fois plus d'augmentation, c'est-à-dire une bonne dizaine de degrés dans les régions de haute latitude. Ces changements tout à fait substantiels sont accompagnés de changements des précipitations présentés sur la figure 10. On y voit qu'en particulier toute la zone méditerranéenne, tout le Maghreb se trouvent confrontés à une sécheresse plus grande que celle qu'ils

connaissent déjà. Par contre, les régions de haute latitude sont davantage arrosées, ainsi que les régions équatoriales, d'une façon générale.

Voilà un peu ce qui nous attend si nous ne faisons rien, avec des conséquences que je n'ai pas le temps de détailler mais qui sont multiformes et sérieuses. Probablement ce sont les problèmes d'ordre géopolitique qui sont les plus inquiétants pour nous Français. Un certain nombre de pays vont se trouver particulièrement défavorisés. Ça sera d'une façon générale les pays les moins développés parce qu'ils ont une capacité d'adaptation plus faible que les pays développés. Par

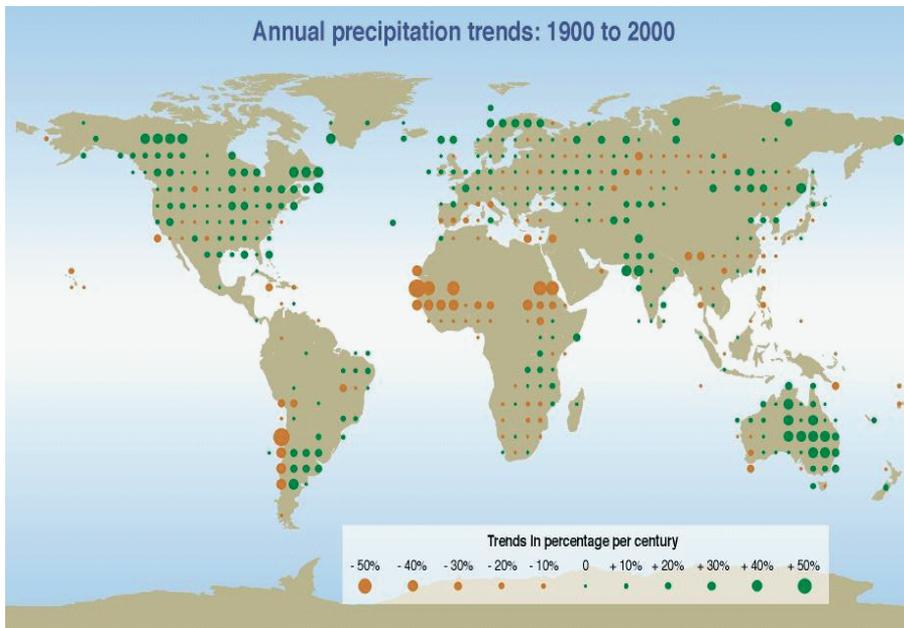


figure 10
La répartition des précipitations a changé.

conséquent, il y aura là une source de tension supplémentaire entre les pays en développement, c'est-à-dire encore peu développés et les pays qui le sont beaucoup.

MAÎTRISER L'EFFET DE SERRE

La première fois que les hommes d'Etat se sont penchés vraiment sur le phénomène, c'est lors de la conférence de Rio en 1992. A l'époque, ils ont adopté une convention sur le réchauffement climatique, qui s'est fixée comme objectif, de limiter le changement de la composition atmosphérique à une valeur qui ne soit pas dangereuse pour le système climatique. C'est un langage de diplomate parce que personne ne sait très bien ce que veut dire dangereuse pour le système climatique. Néanmoins, l'idée était claire : il faut plafonner la valeur de la concentration du CO₂ dans l'atmosphère car continuer indéfiniment à augmenter cette concentration n'est pas raisonnable. Reste à déterminer à quelle valeur on envisage la stabilisation. Pour réaliser une telle stabilisation en un petit nombre de siècles selon les trajectoires proposées sur le panneau en haut, à droite de la figure 11, il faut que les émissions de l'humanité évoluent selon le profil représenté sur le panneau voisin. Les niveaux de stabilisation envisagés sont 450, 550, à 650, 750 et 1000. Ils resteront inchangés pendant des millénaires, tant que le carbone n'aura pas été éliminé de la mer par le processus extrêmement lent de formation de carbonates qui tombent

vers le fond et finissent sous forme de sédiments. Les émissions et les concentrations représentées en noir correspondent à certains des scénarios de laisser faire discutés ci-contre.

On voit que pour stabiliser la concentration, il est nécessaire de passer de la croissance actuelle des émissions à une décroissance jusqu'à des valeurs très inférieures aux valeurs actuelles. L'évolution correspondante des températures est donnée toujours avec le même code de couleur sur le panneau du bas de la figure 11. Les barres d'erreur décrivent l'incertitude des modélisations quant à la température en 2300. Les losanges indiquent la valeur de la température d'équilibre atteinte à long terme. Ces courbes donnent une idée du genre d'effort qu'il convient de faire sur les émissions, si on veut limiter l'augmentation de la température moyenne. Pour suivre la courbe verte qui correspond à une stabilisation à 550 ppm, le double de la concentration pré-industrielle, il faudrait qu'en 2100 les émissions soient retombées à 4 ou 5 milliards de tonnes, c'est-à-dire à peu près la moitié de ce que nous émettons aujourd'hui. En 2200, il ne faudrait plus émettre que le quart.

Un aspect tout à fait important est souvent insuffisamment explicité. Après qu'on soit passé par le maximum des émissions, la concentration dans l'atmosphère en CO₂ va continuer à augmenter pendant des décennies. De plus, après le moment où elle

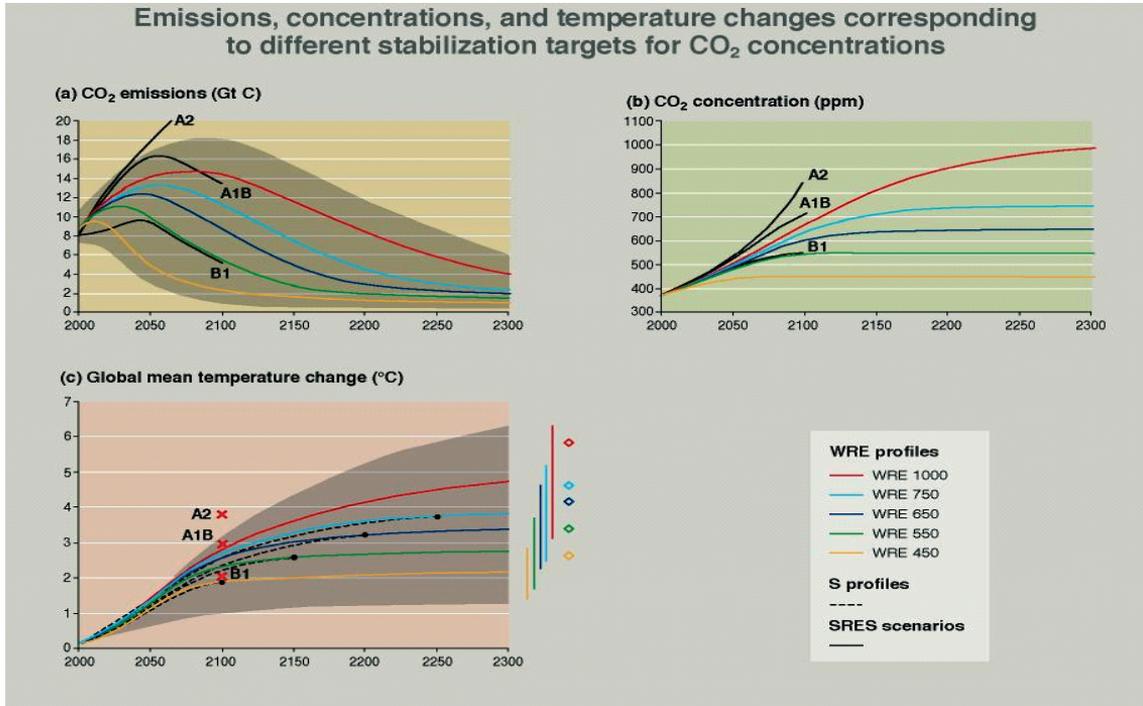


figure 11

La stabilisation de la concentration en gaz carbonique exige une réduction importante des émissions

atteindra ce plafond, la température continuera encore à augmenter pendant des décennies supplémentaires. Donc, si nous attendons pour diminuer nos émissions que l'accroissement de température nous apparaisse comme difficile à supporter, nous aurons condamné, de façon inéluctable, les générations à venir à subir pendant des milliers d'années des températures très supérieures à celles que nous ont décidé à agir.

La figure 12 contient la même information que celle qui était sur la figure 11, mais présentée sous une forme plus synthétique. Le panneau de gauche représente le changement de température en 2100 et ce lui de droite le changement de température à l'équilibre, si vous voulez dans 1000 ans. La quantité portée sur l'axe horizontal est la valeur de la concentration de stabilisation. Les bandes représentent la gamme des températures possibles, compte tenu de la

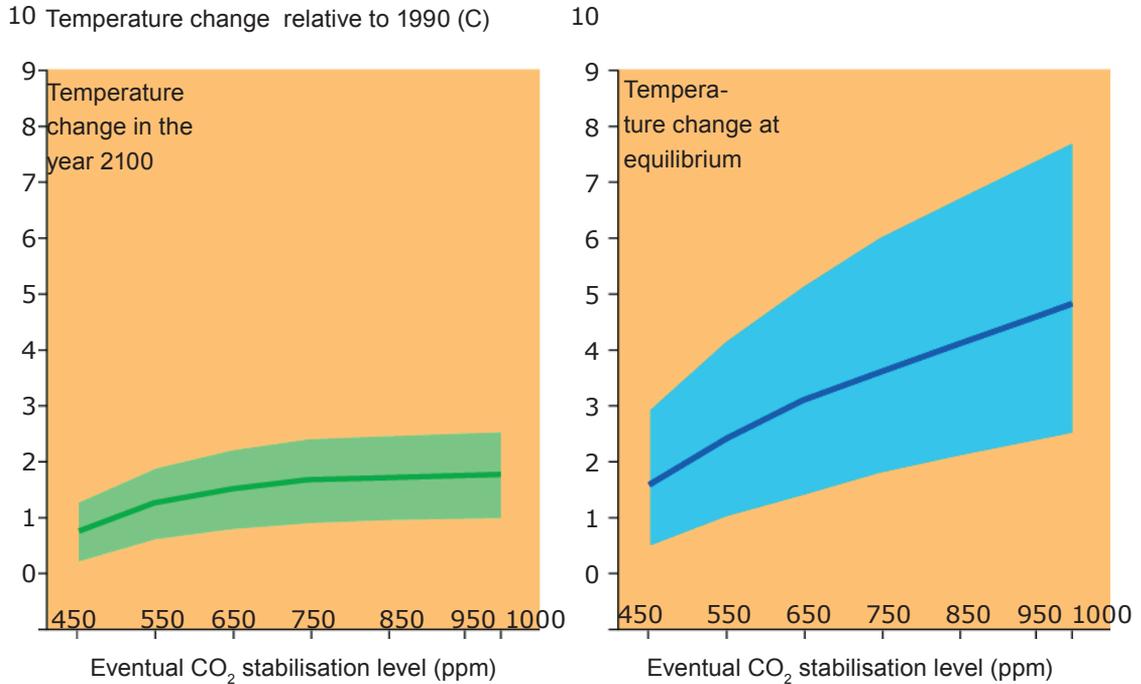


Figure 12

Il existe une large bande d'incertitudes quant à l'ampleur du réchauffement résultant d'une stabilisation des concentrations à un niveau donné

précision actuelle des modèles et la politique de prudence qu'on applique lorsqu'on construit des ouvrages d'art voudrait qu'on s'intéresse essentiellement à la vue la plus pessimiste, celle qui correspond à la partie supérieure de la bande.

Une question essentielle est l'état des ressources en combustibles fossiles.

La figure 13 représente les consommations passées de l'humanité de pétrole, de

gaz et de charbon, les réserves (prouvées) et les ressources (estimées) de pétrole, de gaz et de charbon, les émissions cumulées en 2100 correspondant aux scénarios de laisser aller et enfin les émissions cumulées en 2100 correspondant aux scénarios de stabilisation à divers niveaux. On voit que, quelle que soit l'hypothèse qu'on fait, le pétrole et le gaz seront épuisés bien avant 2100. Tout le monde ment un peu sur les réserves, pour des raisons économiques, mais très certainement, il y aura un problème à

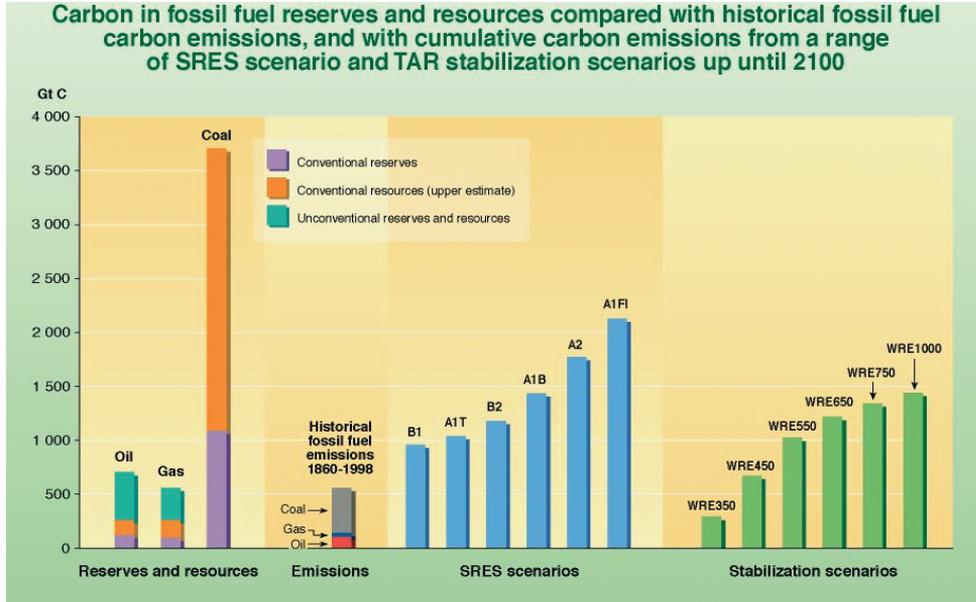


Figure 13

65 — Michel PETIT

court terme d’approvisionnement de pétrole dont l’augmentation actuelle du prix est sans doute un signe précurseur. Malheureusement pour ce qui est de l’effet de serre, le charbon reste abondant. L’humanité a sous ses pieds, de quoi changer de façon substantielle, le climat de la planète si elle ne fait rien.

Pendant les 30 dernières années du siècle qui viennent de s’achever, l’augmentation de la consommation des différentes régions du monde a évolué conformément à la figure 14 (page suivante).

Globalement, on est passé de 4,5 milliards de tonnes de carbone en 1971. à 7,5 - 8 milliards de tonnes en 1998 et la croissance continue. Les pays développés, ont augmenté un peu leur émissions. L’ancienne Union soviétique qui a connu une récession économique, les a diminuées. Par contre, on observe une explosion de la consommation de l’Inde et de la Chine (région Asie - Pacifique) qui traduit leurs rythmes de développement extrêmement importants. A partir de 2030, l’Inde et la Chine seront, selon toute vraisemblance, les principaux contri-

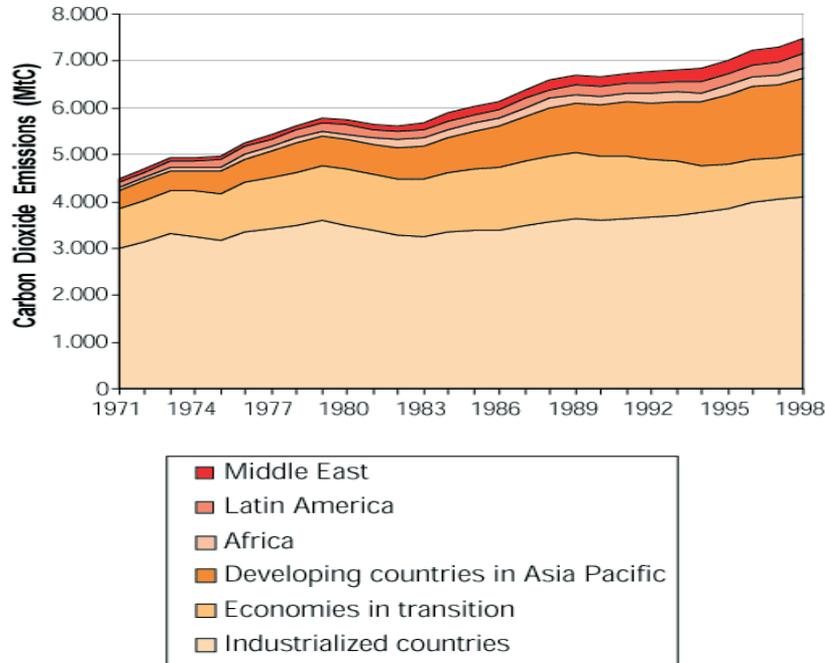


Figure 14

buteurs aux émissions planétaires de gaz à effet de serre. A l'heure actuelle ce qui est dans l'air, c'est incontestablement les pays développés qui l'ont mis, mais à partir de 2030, ça va être l'Inde et la Chine qui vont être les principaux contributeurs, ce qui n'a rien d'anormal compte tenu de leur population : un milliard en Inde et un milliard trois en Chine. La difficulté majeure pour maîtriser l'effet de serre vient essentiellement de ce 80 % de l'énergie marchande du globe est produite à partir des combustibles fossiles. Finalement, le problème essentiel est celui de l'énergie qui fera d'ailleurs l'objet du

prochain exposé. Dominique Dron y reviendra plus longuement.

La consommation énergétique mondiale concerne pour 42 % l'industrie, 31 % les bâtiments et 22 % les transports avec un taux de croissance annuel respectif de 0,6 %, de 1 % et de 2,4 %. Les systèmes de permis négociables qui viennent d'être mis en place avec l'entrée en vigueur du protocole du Kyoto vont avoir tendance à réduire encore un peu la quantité d'énergie consommée par l'industrie. Les industriels à chaque fois que l'énergie n'est pas une

fraction négligeable de leur prix de revient, font attention à ne pas trop consommer de l'énergie. Les bâtiments eux, ont tendance à augmenter un peu plus vite mais Monsieur Rilling, je pense, expliquera dans son exposé qu'on est parfaitement capable aujourd'hui de faire des bâtiments qui ne consomment pas d'énergie du tout, voire même qui en produisent. Par contre, le problème qui est le plus préoccupant, c'est le problème des transports, qui certes ne représente au jour d'aujourd'hui que 22 % mais qui croît de 2,4 % par an mondialement et de 7,3 % pour la région Asie Pacifique.

La première solution pour réduire les émissions de gaz à effet de serre consiste à économiser l'énergie, par exemple en achetant de petites voitures plutôt que des 4x4, si on roule essentiellement dans une grande ville. Une deuxième solution consiste à utiliser les énergies n'émettant pas de gaz à effet de serre comme le nucléaire et l'hydraulique qui produisent 85 % de l'électricité dont la France a besoin. On peut aussi faire appel aux énergies renouvelables : solaire, éolien, biomasse, géothermie, énergie des mers. Signalons en particulier l'intérêt des chauffe-eau solaires passifs qui sont des instruments robustes qu'on pourrait facilement installer sur de nombreuses maisons. Dominique Dron reviendra très certainement sur toutes ces possibilités.

Jean-Pierre Alix a évoqué rapidement tout à l'heure, une première idée permettant de faire appel aux combustibles fossi-

les sans émissions de gaz à effet de serre. Elle consiste, au lieu de relâcher dans l'atmosphère le CO₂ qu'on produit, à le capter puis le stocker par exemple, dans des couches géologiques profondes adaptées voire dans la mer. Cette possibilité fera l'objet de la conférence faite par la personne du BRGM. Elle vient faire l'objet d'un rapport du GIEC. Notons que le stockage océanique de grandes quantités de CO₂ présente le risque d'une modification de l'acidité de l'eau de mer et d'une perturbation dramatique de la vie marine.

LE GROUPE INTERGOUVERNEMENTAL SUR L'ÉVOLUTION DU CLIMAT

Je termine par un rappel de ce qu'est le Groupe Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC). C'est un groupe qui mobilise tous les scientifiques du monde entier qui le veulent bien et qui fait en particulier, tous les cinq ans, un rapport sur l'état des connaissances quant à la physique du réchauffement climatique, ses conséquences et ce qu'on peut faire pour vivre avec et s'y adapter et enfin ce qu'on peut faire pour en limiter l'ampleur. Ces rapports sont préparés de façon extrêmement soignée avec une double procédure de revue. Les critiques des experts sur une première version sont utilisées pour réaliser deuxième version qui est envoyée à tous les experts ayant analysé la première version et à tous les Etats qui les soumettent aux scientifiques de leur choix. Les commentaires des experts et des Etats

sont pris en compte dans la rédaction de la troisième. C'est cette troisième version qui fait l'objet de l'approbation par une assemblée plénière du GIEC, qui comprend l'ensemble des pays membres de l'organisation météorologique mondiale et du programme des Nations Unies pour l'environnement dont le nombre avoisine 200. Ce rapport est approuvé par l'assemblée plénière à l'unanimité et son sommaire pour décideurs est même approuvé mot à mot. Cette procédu-

re est certes lourde, mais elle donne toute garantie quant à l'objectivité des rapports du GIEC dont le dernier constitue la base de tous les résultats présentés ci-dessus. La même procédure a été utilisée pour le rapport spécial relatif au captage et du stockage du CO₂. Tous ces rapports peuvent être consultés sur le site <http://www.ipcc.ch>, en anglais, seuls les sommaires pour décideurs et les résumés techniques étant traduits en français.

68

Maîtriser
l'effet de
serre

Michel PETIT
*Président de la Société
Météorologie de France*

