

## Association COMPRENDRE

15E Avenue Saint Jean de Beauregard 91400-ORSAY  
Tél. 06 88 18 09 05 <http://comprendre.orsay.free.fr>

### Compte-rendu de la rencontre-débat du mardi 18 janvier 2011 à Orsay

#### “ Le changement climatique lié aux activités humaines “

animée par Michel PETIT

*Président sortant du Comité Environnement de l'Académie des Sciences,  
ancien représentant de la France dans le Bureau du G.I.E.C*

*Une cinquantaine de personnes a participé à la rencontre débat organisée par COMPRENDRE et animée par Michel PETIT sur le thème du changement climatique,*

*Après avoir apporté des précisions sur le fonctionnement du GIEC, Michel Petit a rappelé quelques notions simples sur la physique du climat. Il a ensuite illustré un bref historique de l'évolution de la température terrestre et du gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) dans le passé ancien et récent.*

*Il a montré la relation prédominante entre les concentration en gaz à effet de serre et l'augmentation de cette température, puis les conséquences de différents scénarios possibles de cette évolution d'ici à la fin du 21e siècle, avant de conclure en rappelant diverses possibilités d'action pour limiter l'accroissement des gaz à effet de serre due aux activités humaines.*

#### **Qu'est-ce que le GIEC ?**

Le GIEC est un organe intergouvernemental qui est ouvert à tous les pays membres du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) et de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM)

Il a pour mission d'évaluer, sans parti pris et de façon méthodique, claire et objective, l'état des connaissances sur les informations d'ordre scientifique, technique et socio-économique qui nous sont nécessaires pour mieux comprendre les fondements scientifiques des risques liés au changement climatique d'origine humaine, cerner plus précisément les conséquences possibles de ce changement et envisager d'éventuelles stratégies d'adaptation et d'atténuation. Il produit des rapports d'évaluation avec des « résumés à l'intention des décideurs ».

Les rapports sont le fruit du travail de scientifiques, nommément désignés, qui rédigent des synthèses qui sont analysées et discutées en détails par les scientifiques du monde entier qui le souhaitent. Elles sont soumises aux gouvernements qui peuvent également adresser une liste de commentaires scientifiques. Le dernier rapport disponible date de 2007. (disponible sur le site <http://www.ipcc.ch> Les illustrations du présent document en sont extraites. Les prochains rapports seront publiés en 2014.

#### **Comprendre la physique du climat**

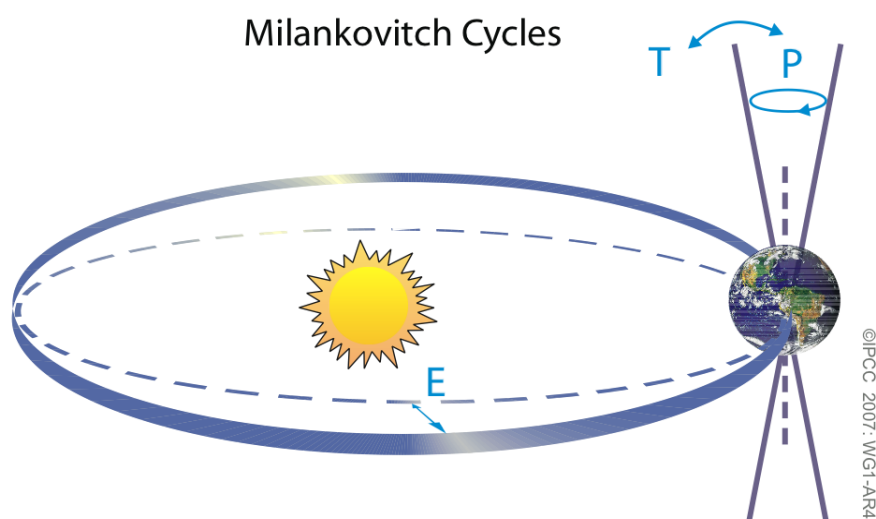
Le Soleil émet un rayonnement lumineux qui chauffe la Terre. Chauffée, la planète émet de la chaleur, sous forme d'un rayonnement infrarouge, compte tenu de sa température qui est déterminée par l'équilibre énergétique entre ces deux flux de rayonnement. Certains gaz de l'atmosphère absorbent les infrarouges et en réémettent dans toutes les directions, en particulier vers la Terre. C'est l'effet de serre bien connu, ainsi

nommé car il se produit dans les serres des jardiniers (ou dans les voitures automobiles en stationnement au soleil) et explique partiellement la température élevée qui y règne.

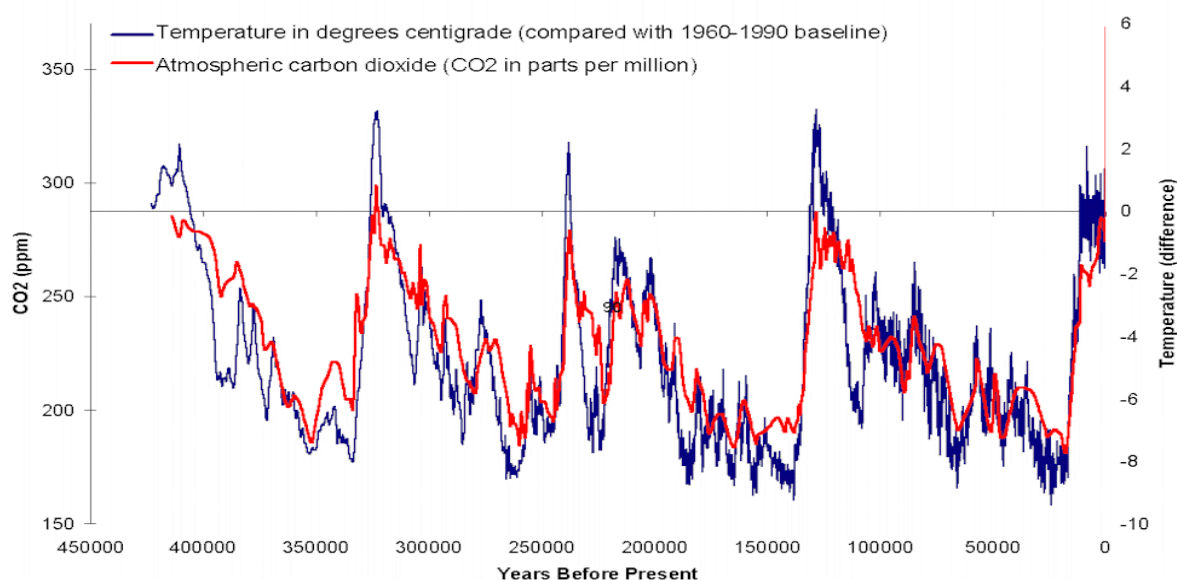
Les principaux gaz responsables de l'effet de serre (GES), naturellement présents, sont la vapeur d'eau ( $H_2O$ ), le gaz carbonique ( $CO_2$ ). L'effet de serre correspondant est bénéfique pour notre planète. Sans lui la température terrestre serait inférieure d'environ  $30^\circ C$ . Mais si on augmente la proportion des GES dans l'atmosphère, la température terrestre augmente et le climat change.

### Brève histoire de la température terrestre.

Au cours des siècles la température de la planète a fluctué pour des raisons physiques liées aux variations de l'orbite de la Terre autour du Soleil et de l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre par rapport au plan dans lequel elle tourne (figure 1). Ces fluctuations génèrent les cycles dits de Milankovitch (figure 2). Le prochain refroidissement est attendu dans 50.000 ans.



**Figure 1** Variations de trajectoires et d'inclinaison de l'orbite terrestre



**Figure 2** Variations de température au cours des 450.000 dernières années

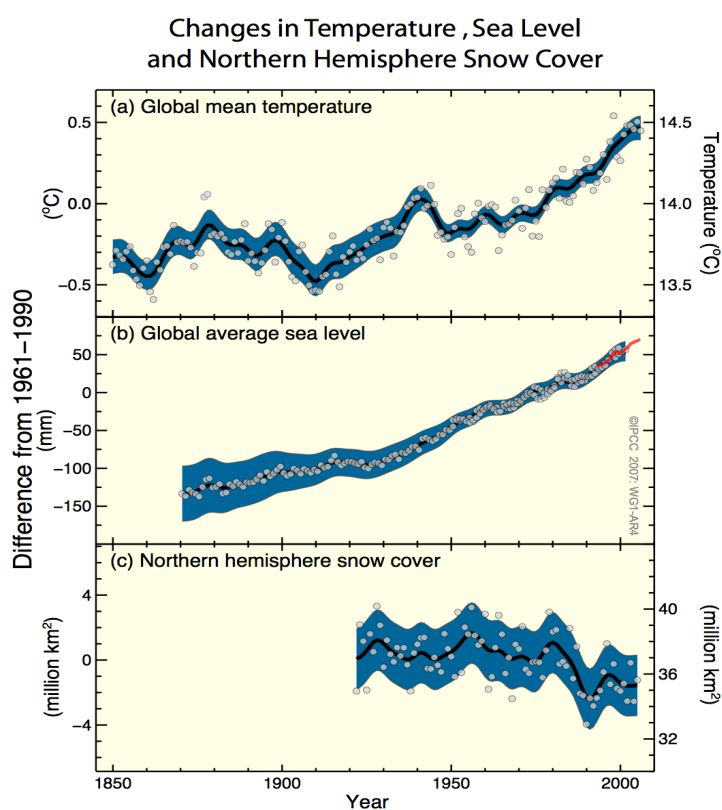
Les poussières volcaniques absorbent le rayonnement solaire et la température sur terre décroît, pendant les quelques années où elles subsistent dans l'atmosphère, après les éruptions volcaniques majeures. A ces modifications naturelles s'ajoutent depuis l'ère industrielle des modifications provoquées par les rejets humains dans l'atmosphère de gaz absorbant le rayonnement infrarouge dont le principal est le gaz carbonique. En fait, ce n'est guère que la moitié du gaz carbonique rejeté qu'on retrouve dans l'atmosphère, la fraction restante étant absorbée par la terre et surtout par les océans.

D'autres gaz à effet de serre sont rejetés dans l'atmosphère par suite de la production de méthane par l'agriculture –du riz par exemple – et par la digestion de l'herbe par les bovins, enfin par les fuites dans les pipe-lines qui transportent le « gaz naturel » ou encore par la production de  $N_2O$ , lors de la décomposition des intrants agricoles azotés.

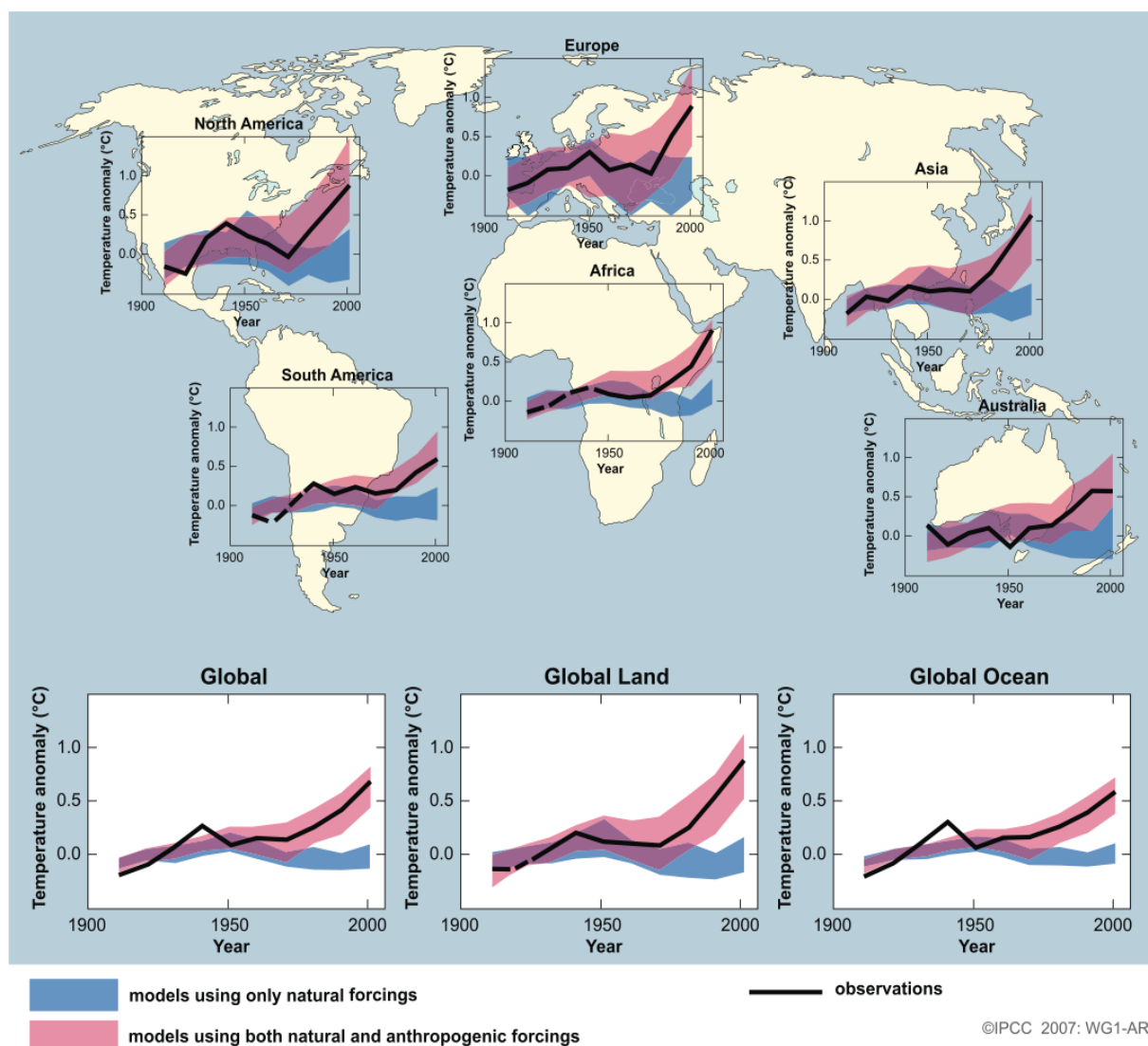
### Comment observe-t-on une augmentation de la température aujourd'hui ?

L'ensemble des mesures de température tout autour du globe est réalisé grâce à un maillage assez serré par des milliers de relevés dont on établit une moyenne. On peut considérer le résultat quotidiennement mais on observe alors de fortes fluctuations ; il faut intégrer sur des périodes raisonnables ; une saison, une ou plusieurs années, si on veut dégager des tendances à long terme. (figure 3)

Le niveau des océans augmente (figures 3 et 4) à cause de plusieurs effets dus à l'élévation de température : la dilatation de l'eau, la fonte des glaciers et la diminution des calottes glaciaires. Lorsque la glace qui réfléchit le rayonnement solaire disparaît, la terre absorbe d'avantage et la température monte. C'est un renforcement de l'action initiale.



**Figure 3** Evolution de la température ; impact sur le niveau des mers et sur l'enneigement dans l'hémisphère nord.



**Figure 4** Evolution de la température comparée aux modèles avec et sans effet des GES

Le  $\text{CO}_2$  séjourne dans l'atmosphère pendant 150 ans environ tandis que la vapeur d'eau n'y séjourne que quelques jours pour retomber en pluie. C'est pour cela que les émissions anthropiques de vapeur d'eau sont négligeables par rapport à celles de gaz carbonique. Mais lorsque la température augmente la pression de vapeur d'eau dans l'atmosphère augmente, ce qui accroît l'effet de serre. Il s'agit là encore d'un renforcement de la perturbation initiale de température.

### Les modélisations

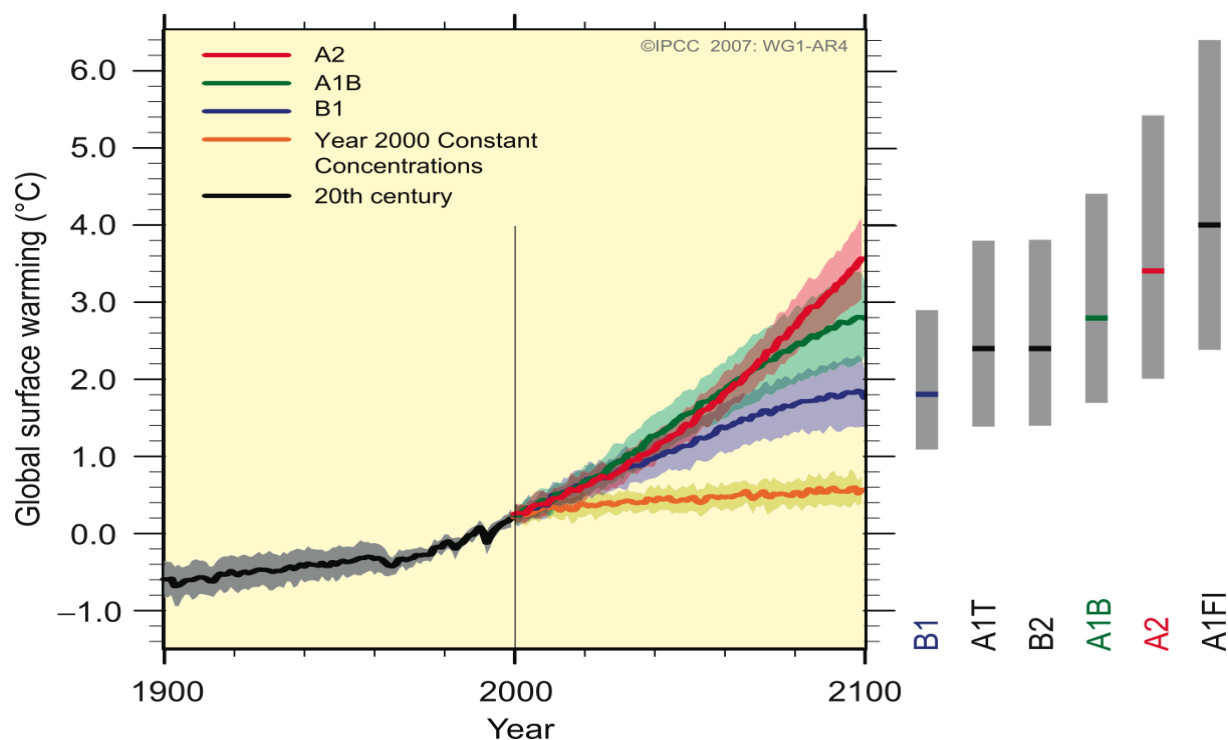
Les modèles du climat reproduisent maintenant assez précisément la circulation atmosphérique et océanique. Par contre, il est impossible de simuler sur ordinateur les phénomènes à petite échelle (ex la vapeur d'eau), ce qui introduit des incertitudes, qui sont, par exemple, reflétées sur la figure 4 par l'épaisseur des bandes bleues et rouges qui montre que les modèles reproduisent les observations de façon satisfaisante, à condition de prendre en compte l'effet de serre anthropique lié à l'accroissement des GES dus à la consommation des combustibles fossiles.

Pour estimer l'évolution de la température moyenne mondiale d'ici à 2100, il est nécessaire de faire des hypothèses sur les émissions anthropiques (liées aux activités humaines) au cours du XXIème siècle. La figure 5 représente le résultat de la simulation par les modèles, sous diverses hypothèses réalistes, avec les barres d'erreur résultant de l'imperfection des modélisations évoquée ci-dessus.

Sur cette figure, les accroissements de la température globale sont obtenus à partir de différentes hypothèses sur l'augmentation du taux de gaz à effet de serre liée aux activités humaines, principalement le CO<sub>2</sub>. Ces valeurs sont exprimées en ppm (molécules de GES par million de molécules atmosphériques)

400 : valeurs actuelles inchangées. 600 et 850 : sans réduction des émissions.

On retrouve ces couleurs sur les courbes de la figure 5.



**Figure 5** Evolution de la température selon différents scénarios pour le rythme de production des gaz à effet de serre

### Que faire pour tenter de stabiliser la température ?

Les GES séjournent de façon durable dans l'atmosphère. Pour réduire l'accroissement de température il faut diminuer sensiblement les émissions mondiales de CO<sub>2</sub> (d'un facteur 2 d'ici à 2050, si on veut avoir des chances de ne pas excéder un réchauffement global de 2°C. Ce résultat est d'autant plus difficile à atteindre qu'aujourd'hui 80% de l'énergie utilisée dans le monde provient des combustibles fossiles et que l'Inde et la Chine vont augmenter leur consommation d'énergie fossile parallèlement à leur développement.

Les seules sources exemptes de production de CO<sub>2</sub> actuellement capables de fournir, à des prix compétitifs, de grandes quantités d'énergie sont l'hydraulique et le nucléaire. Les énergies renouvelables n'ont pas encore atteint un niveau de développement leur permettant d'être économiquement compétitives. Les ressources en pétrole vont s'épuiser, mais les réserves mondiales de houille sont encore considérables. Le stockage du CO<sub>2</sub> produit par la combustion des fossiles est un moyen de réduction des émissions des grosses usines.

Les pays développés devraient montrer l'exemple et réduire leur CO<sub>2</sub> par un facteur 4, si on veut réaliser une réduction d'un facteur 2 des émissions mondiales, chaque être humain émettant la même quantité. Pour cela, il est possible de maîtriser notre propre consommation d'énergie au niveau chauffage, transport et industrie. On peut manger moins de viande et consommer des fruits et légumes produits localement. Il faut soutenir les recherches sur les énergies renouvelables et sur le stockage d'énergie.

### ***Discussion (extraits)***

*Que penser de l'éolien ? ; C'est une excellent source d'énergie ... quand il y a du vent et un vent modéré. Il faudrait pouvoir stocker.*

*Le solaire ? le solaire thermique devrait s'implanter largement dans les pays du sud. Le solaire photo voltaïque coûte cher à l'installation ; les panneaux sont produits en Chine à prix élevé en monnaie et en CO<sub>2</sub>. Le rachat du kWh à 6 ou 8 fois le prix actuel EDF favorise singulièrement cette source.*

*Il reste d'autres possibilités comme les courants marins, la géothermie, la biomasse et surtout des économies à réaliser à tous niveaux.*

*Les modèles sont mis au point en fonction des connaissances actuelles mais tout porte à croire aujourd'hui que les activités humaines ont la plus grande part de responsabilité dans le réchauffement climatique.*

*La concentration de CO<sub>2</sub> dans les temps anciens repose essentiellement sur l'expertise des bulles glaciaires. La teneur en vapeur d'eau et le rôle des aérosols sont les principales causes d'incertitude des modèles.*

*Ce sont les peuples les plus défavorisés qui vont le plus souffrir du réchauffement (grands deltas,) avec des conséquences géopolitiques très importantes*

*Protocole de Rio : « réduire les émissions à des niveaux non dangereux »*

*Copenhague et Cancun : prendre toutes mesures pour limiter le réchauffement à 2°C. C'est une décision remise aux politiques nationale sui sera difficile à appliquer*

-----

