

Effet de serre, les modèles climatiques globaux et leur évolution, les couplages entre le climat et les cycles biogéochimiques. Les limites de la modélisation.

Conférence du 13 octobre 2009

Jean-Louis Dufresne évoque brièvement l'histoire des connaissances scientifiques dans le domaine de ce que l'on appelle l'effet de serre. Il expose ensuite les bases physiques du phénomène. Tout d'abord les conditions de l'équilibre entre l'énergie reçue du soleil et l'énergie réémise par la terre. Une proportion de l'énergie reçue du soleil est réfléchiée par la terre (environ 30%). Le reste est réémié sous forme de radiations infrarouges dont une partie est absorbée par l'atmosphère grâce à l'effet de serre, d'où une température moyenne de 15°C à la surface au lieu de -18°C en l'absence d'effet de serre.

L'atmosphère est très inégalement transparente selon la longueur d'onde des radiations : elle est transparente à la lumière visible et opaque à la lumière infrarouge émise par la terre, sauf dans une fenêtre de 8 à 15 microns.

C'est donc par le rayonnement infrarouge que la terre se refroidit vers l'espace. Son absorption par les gaz à effet de serre varie considérablement selon leur longueur d'onde. L'absorption du rayonnement infrarouge diminue rapidement avec l'altitude en raison de la diminution des concentrations de gaz à effet de serre. A cela s'ajoute un phénomène de saturation, surtout à basse altitude : une augmentation de la teneur, notamment en vapeur d'eau, mais aussi en gaz carbonique au-delà d'une certaine valeur n'a presque plus d'influence du fait que la totalité des émissions de rayonnement pour certaines longueurs d'onde a été absorbée à des concentrations plus faibles. Les pertes radiatives se produisent donc principalement à haute altitude.

Au total, par un calcul complexe tenant compte de ces phénomènes, la contribution globale des divers gaz à l'effet de serre peut être évaluée à 60% pour la vapeur d'eau, 26% pour le gaz carbonique et 14% pour l'ensemble des autres. Il est clairement indiqué qu'un calcul simple ne prenant pas en compte les éléments ci-dessus ne peut conduire qu'à un résultat grossièrement erroné.

Les aérosols, qu'ils soient d'origine humaine (poussières, oxydes de soufre) ou naturelle (éruptions volcaniques) entraînent un refroidissement du climat mais à très court terme car ils sont éliminés par les pluies. On peut donc remarquer que la réduction des émissions polluantes due aux réglementations environnementales a un effet amplificateur pour la hausse des températures.

Les constantes de temps à prendre en compte dans les calculs climatiques vont de la journée pour les mouvements de l'atmosphère, de 100-1.000 ans pour la circulation profonde des océans et jusqu'à des millions d'années pour les mouvements de la lithosphère.

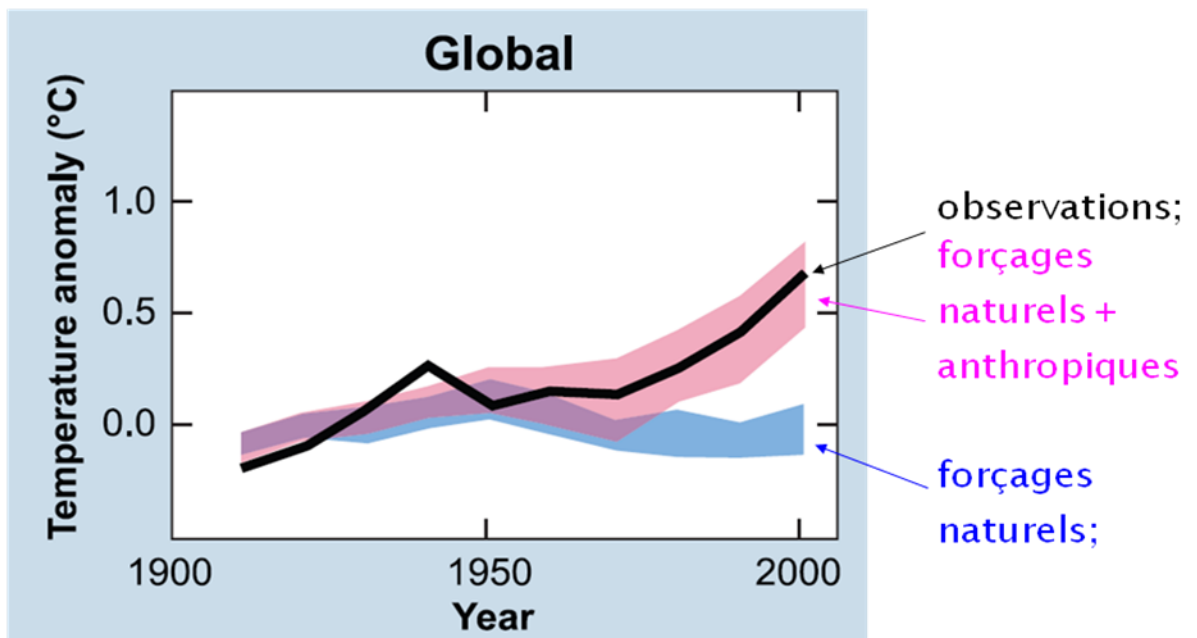
Les modèles mathématiques permettant d'évaluer les tendances à l'évolution du climat utilisent les lois de la physique. Ils représentent de façon tri-dimensionnelle les circulations atmosphériques, océaniques, la glace de mer, les surfaces continentales... et leurs couplages.

Il existe aujourd'hui 23 modèles mathématiques reconnus par les GIEC, dont deux sont français (celui du LSCE et celui de Météo-France). Ces modèles deviennent de plus en plus complexes au cours du temps pour tenir compte de manière plus fine de l'ensemble des phénomènes, comme les nuages, la végétation, le relief, les courants marins de surface et de fond, les aérosols etc.

Le graphique ci-dessous indique en noir les températures moyennes observées à la surface de la terre depuis le début du 20^è siècle, en bleu la gamme des projections par les différents modèles mathématiques en l'absence d'émission humaine de gaz à effet de serre et en rose la gamme des projections en incluant ces émissions. On peut voir nettement apparaître l'effet des forçages anthropiques. Les mêmes graphiques réalisées pour diverses zones géographiques donnent des résultats similaires.

L'homme a-t-il déjà changé le climat ?

Évolution de la température moyenne à la surface de la Terre



Source: GIEC 2007

On peut donc considérer que les modèles mathématiques donnent une bonne idée des tendances à l'évolution du climat, bien que des progrès restent à faire qui devraient aboutir à resserrer la gamme des projections entre les différents modèles. Il faut bien rappeler par ailleurs que ces modèles ne sont valables que pour calculer des tendances à long terme et ne prétendent en aucun cas fournir des projections valables à des échéances courtes (10 ou même 20 ans).