

Qu'est-ce qu'un modèle climatique ?

■ Les outils dont nous disposons actuellement pour tenter de savoir ce qui peut se passer à l'avenir sont des modèles climatiques. Un modèle climatique est un logiciel très complexe, un programme informatique construit de la manière suivante :

① On « modélise », c'est-à-dire que l'on repré-

sente, par des équations mathématiques, les principales lois qui régissent notre atmosphère.

② On transforme ces équations en lignes de code informatique.

③ Comme on ne peut pas décrire ce qui se passe absolument partout, on fait un maillage, c'est-à-dire que l'on recouvre la planète d'un filet imagi-

naire dont la maille (comme pour un filet de pêche, la maille est la distance qui sépare deux fils) mesure quelques centaines de kilomètres de côté (selon les modèles), et l'on fixe à chaque « nœud » du filet les conditions de départ en indiquant les valeurs que l'on y observe pour un certain nombre de choses (la

température, les précipitations, le vent...) à un instant donné.

④ On fait « tourner le modèle » : l'ordinateur calcule, sur la base des équations et des valeurs initiales, comment évoluent les choses à chaque « nœud » du filet à intervalles de temps réguliers (en fonction de la puissance informatique dont

on dispose, ce sera tous les mois ou toutes les demi-heures). L'un des avantages de ces modèles est qu'ils peuvent facilement prendre en compte une perturbation qui évolue au cours du temps, par exemple l'augmentation de la teneur en gaz à effet de serre : il suffit de rajouter une équation dans la liste.

Le perfectionnement informatique

■ Les débuts de la modélisation remontent aux années 1960. Ce qui a permis un essor rapide de la discipline est plus l'augmentation de la puissance informatique disponible que l'amélioration de la connaissance

du fonctionnement de l'atmosphère, fonctionnement qui était déjà assez bien connu il y a quelques dizaines d'années (les premières « alertes » sur le réchauffement climatique datent d'ailleurs de la fin des

années 1960). Par exemple, le temps de calcul pour simuler un mois d'évolution a été divisé par plus de 100 entre 1980 et nos jours. Plus la puissance informatique augmente, plus on peut utiliser des mailles

de petite taille. De même, plus on travaille sur des périodes courtes, plus on peut diminuer la maille (ce qui augmente la précision des prévisions) : les météorologues, qui ne s'intéressent pas au climat qu'il y aura

dans quelques siècles, mais à celui qu'il y aura demain ou dans 3 jours, travaillent sur des modèles assez voisins de ceux qu'utilisent les climatologues, mais avec des mailles de quelques kilomètres seulement.

Une quinzaine de modèles...

■ Il existe actuellement une quinzaine de modèles dans le monde, sur lesquels travaillent environ 2 000 scientifiques. Les lois de la physique restent les mêmes partout, mais ces modèles sont quand même assez différents les uns des autres : les uns

prennent en compte ce que l'on sait des effets des nuages, les autres pas ; les uns prennent en compte certains phénomènes de la biosphère, les autres pas ; etc. Voici les principaux phénomènes pris en compte dans les modèles :

① La circulation de l'air

dans l'atmosphère (tous les modèles).

② Les courants océaniques (tous les modèles).

③ Les nuages (les modèles les plus récents seulement).

④ Les échanges de carbone entre l'atmosphère et la planète (tous les

modèles, mais avec des degrés de sophistication différents).

⑤ Les échanges d'énergie, en particulier sous forme de rayonnement électromagnétique, entre la Terre, l'océan, l'atmosphère et l'espace (tous les modèles).

... et un scénario moyen d'émissions de gaz

■ Tous les modèles reposent sur le scénario moyen de prévision des émissions de gaz à effet de serre retenu par le Groupe (d'experts) intergouvernemental sur l'évolution du climat dans son rapport de

1995, à savoir un doublement de la concentration en CO₂ dans l'atmosphère d'ici 60 à 80 ans. C'est le scénario qui semblait le plus vraisemblable à l'époque. Aujourd'hui, le rythme de progression des

émissions des pays les plus pollués ne se ralentissant pas, et les négociations internationales piétinant, ce scénario moyen est revu à la hausse : les experts tablent plutôt sur une multiplication par trois ou

quatre de la concentration en CO₂ au cours de la même période, donc sur un renforcement encore plus marqué de l'effet de serre.

Trois grandes faiblesses

■ Les modèles comportent trois sources d'incertitude. Tout d'abord, notre système atmosphérique n'est pas entièrement prévisible. C'est bien pour cela qu'il arrive que la météo se trompe. Ensuite, un modèle est forcément simplificateur : il simplifie le fonctionnement des phé-

nomènes qu'il représente. Il est cependant légitime et courant de procéder de la sorte : une simplification n'est pas nécessairement en elle-même une source d'erreur. Enfin, les modèles ne représentent tous les phénomènes qui entrent en compte dans un système tel que le climat.

Parmi les éléments qui doivent être mieux pris en compte, on peut citer :

① Les nuages.

② Les puits et sources de carbone océanique et continentale, et notamment l'influence de la biosphère.

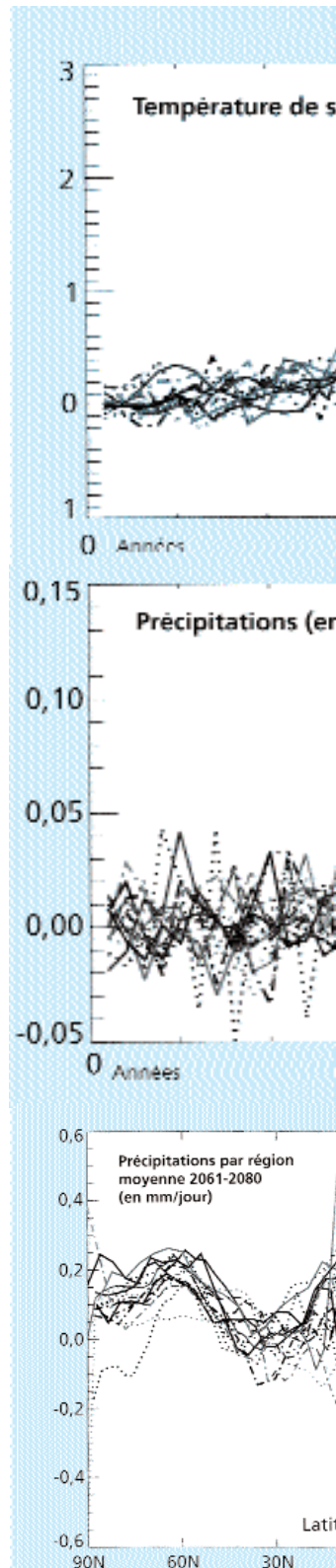
③ L'évaporation continentale.

④ La circulation océanique profonde (qu'il est difficile de mesurer).

⑤ Le cycle du méthane.

⑥ La prise en compte de l'augmentation de l'ozone troposphérique (celui qui est près du sol).

⑦ Le rôle des aérosols organiques ou minéraux (les poussières).



Une certaine convergence des résultats

■ Même s'ils sont construits de manière différente, même si leurs résultats chiffrés ne sont pas identiques, tous ces modèles aboutissent à des conclusions de même nature : l'homme modifie le climat dans le sens d'un

réchauffement global de la planète. En outre, ces modèles indiquent aussi que l'influence humaine sera de plus en plus forte si les émissions de gaz à effet de serre continuent comme maintenant.

● La température moyen-

ne de la planète va augmenter. La fourchette des évaluations va de 1 à 6 °C à l'horizon d'un siècle.

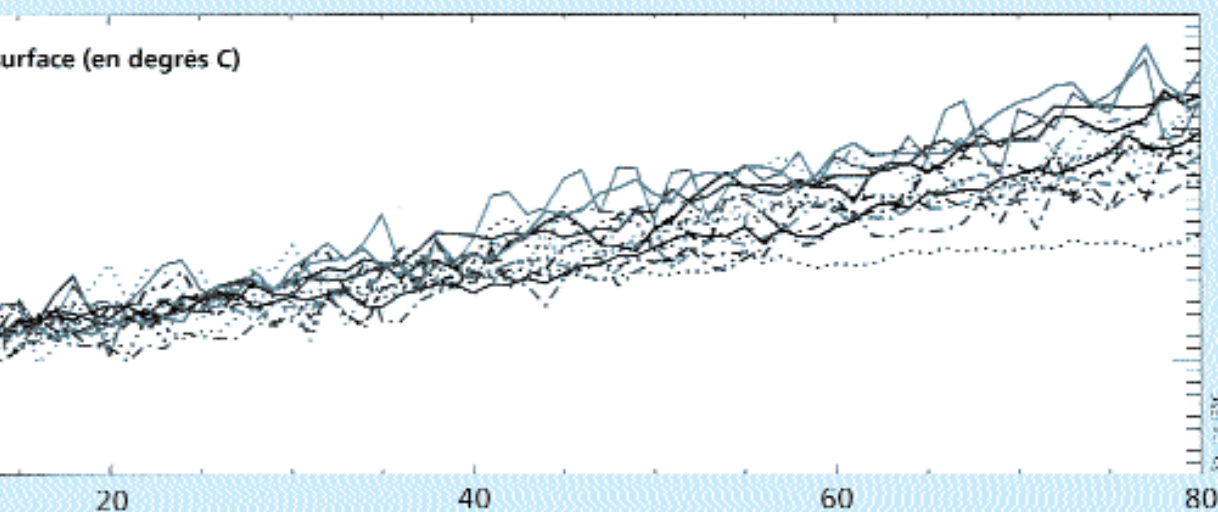
● Les échanges d'eau entre la Terre et l'atmosphère vont augmenter. Il pleuvra plus souvent, ou plus fort (avec en ce cas

une augmentation du risque d'inondations). Toutefois, le surplus de précipitations devrait être réparti de façon très inégale selon la latitude.

● Le réchauffement sera plus prononcé la nuit que le jour, l'hiver que l'été (ce

qui n'est pas sans conséquence pour la végétation), aux pôles qu'aux moyennes latitudes, sur les continents que sur les océans. Dans ce dernier cas, un facteur 2 à 3 entre l'augmentation globale et celle au-dessus des terres

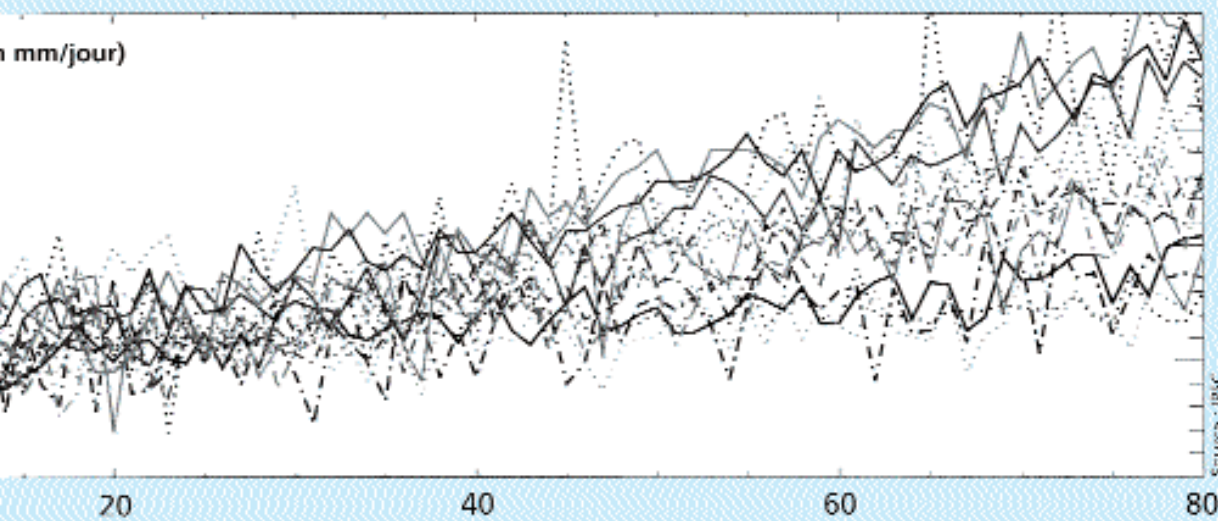
est parfaitement possible. Cela signifie que pour 3 °C d'augmentation de la température moyenne, qui est la prévision médiane pour 2100, nous pourrions avoir 6 à 9°C d'augmentation moyenne au-dessus des continents.



Les 15 modèles indiquent tous...

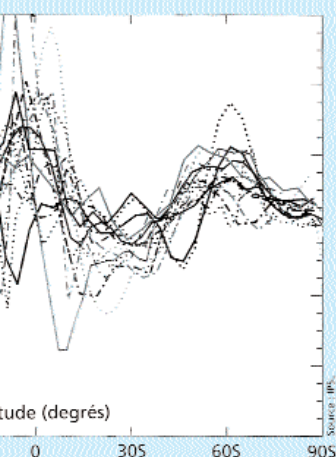
1 une température moyenne en hausse

La fourchette des estimations des 15 modèles (une courbe par modèle) va de 1 à 6 °C à l'horizon d'un siècle.



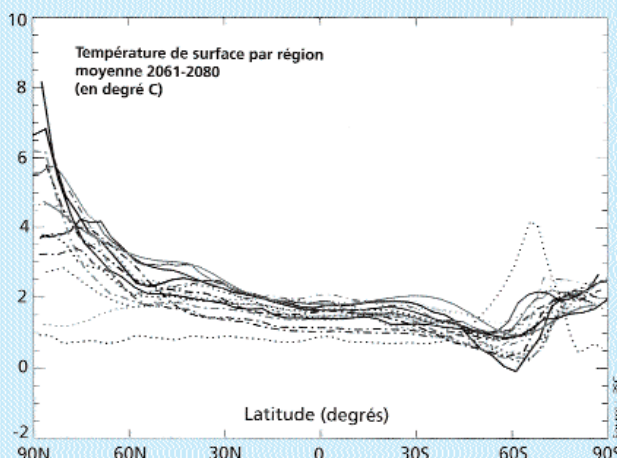
2 plus d'échanges d'eau Terre/atmosphère

Lorsqu'une courbe (une courbe par modèle) franchit la valeur 0,05 par exemple, cela signifie que les précipitations moyennes à la surface du globe augmentent de 0,05 mm d'eau par jour, soit un peu plus de 18 mm par an, soit encore 3,5 % des précipitations actuelles (520 mm d'eau par an en moyenne).



3 des précipitations plus mal réparties

Les courbes (une par modèle) donnent la répartition du surplus (ou du déficit) de précipitations en fonction de la latitude pour un doublement de la concentration en CO₂. Ainsi, par 60° Nord (Nord de l'Ecosse, Sud de la Norvège) il pleuvra 70 mm d'eau par an de plus en moyenne, alors que vers 30° Nord (Californie, Sahara, Mongolie) il pleuvra encore moins.



4 un réchauffement non uniforme

Le réchauffement sera plus sensible la nuit que le jour, l'hiver que l'été, aux pôles que sur les latitudes basses, sur les continents plutôt que sur les océans. Les glaces du pôle Nord (90° de latitude Nord, à gauche sur la figure) sont les premières concernées : l'augmentation moyenne de température au pôle Nord pourrait aller jusqu'à 8°C pour un doublement de la teneur en CO₂.