



aux niveaux pré-industriels), en supposant que le climat s'est stabilisé ensuite.

La concentration atmosphérique de CO_2 à l'ère pré-industrielle étant d'environ 280 parties par million (ppm), le double vaut à peu près 560 ppm. On s'attend à ce que cette valeur soit atteinte au cours de ce siècle si l'on continue à brûler des carburants fossiles au rythme actuel – un scénario qualifié de *business-as-usual* (« les affaires continuent comme d'habitude »). Plus la température atmosphérique est sensible à une augmentation de CO_2 (plus l'ECS est important), plus vite elle s'élèvera.

Des rétroactions qui compliquent l'analyse

La valeur de la sensibilité climatique à l'équilibre est difficile à déterminer, car le réchauffement est influencé par des mécanismes de rétroaction, qui impliquent par exemple les nuages ou la glace. Les résultats des diverses simulations diffèrent quant à leurs effets précis, en particulier pour la couverture nuageuse. Celle-ci a à la fois un effet refroidissant, en réfléchissant vers l'espace la lumière du soleil, et un effet réchauffant, en absorbant une partie de l'énergie thermique émise par la Terre. Lequel domine ? Cela dépend du type, de la répartition et de l'altitude des nuages – difficilement prévisibles par les modèles climatiques. D'autres facteurs susceptibles d'exercer une rétroaction sont les variations de la quantité de vapeur d'eau (un gaz à effet de serre) dans l'atmosphère et la fonte des glaces océaniques et continentales (la glace renvoie plus d'énergie solaire vers l'espace que l'eau libre ou le sol).

Ces rétroactions présentent plusieurs incertitudes : quelle quantité de vapeur d'eau stockera une atmosphère plus chaude ? À quelle vitesse fondront les glaces ? De ce fait, le GIEC fournit une fourchette de valeurs pour la sensibilité climatique à l'équilibre, et non un seul nombre. Selon le rapport de septembre 2013, le réchauffement serait ainsi compris entre 1,5 et 4,5 °C pour un doublement de la quantité de CO_2 atmosphérique. La valeur inférieure a été abaissée par rapport au quatrième rapport, publié en 2007, qui l'estimait à 2 °C. Cette modification ne repose que sur un élément, peu fiable : le ralentissement du réchauffement lors de la dernière décennie – la pseudo-pause.

Pour nombre d'experts du climat – y compris moi-même –, une seule décennie

brusquement augmenté un peu plus tard (la lame de la crose).

Cette courbe a été très utilisée dans le débat sur le changement climatique. Dans son rapport de septembre 2013, le GIEC est remonté encore plus loin dans le temps et a conclu que le réchauffement récent est sans précédent depuis au moins 1 400 ans.

L'ampleur du réchauffement à venir dépend de la sensibilité de la température aux émissions anthropiques (c'est-à-dire dues aux activités humaines) de gaz à effet de serre, principalement du dioxyde de carbone. Les chercheurs la quantifient par une valeur standard nommée sensibilité climatique à l'équilibre (*Equilibrium climate sensitivity*, ou ECS) : cette valeur représente le réchauffement prévu à la surface de la Terre à la suite d'un doublement de la concentration de dioxyde de carbone (CO_2) dans l'atmosphère (considéré ici par rapport

L'ESSENTIEL

■ L'augmentation de température à la surface de la Terre a un peu ralenti durant la dernière décennie. Mais le terme de « pause », souvent employé, est inapproprié.

■ De nouveaux calculs montrent que si nous continuons à brûler des carburants fossiles au rythme actuel, le réchauffement global atteindra 2 °C en 2036, un niveau jugé dangereux.

■ Afin que cette limite ne soit pas franchie, la concentration atmosphérique de dioxyde de carbone devra rester inférieure à 405 parties par million.

est une période trop brève pour mesurer de façon précise le réchauffement global et le GIEC a accordé trop d'importance à ce phénomène. En outre, d'autres facteurs ont été proposés pour l'expliquer ; ils ne font pas intervenir la sensibilité du climat aux gaz à effet de serre et n'impliquent pas une poursuite du ralentissement.

L'un de ces facteurs est par exemple l'impact cumulé des éruptions volcaniques de la dernière décennie, dont celle du volcan islandais Eyjafjallajökull : l'effet refroidissant des particules projetées dans l'atmosphère pourrait avoir été plus important que ne le préoyaient la plupart des modèles climatiques. Un autre facteur est l'activité solaire, qui a connu une légère baisse et qui n'a pas été prise en compte dans les simulations du GIEC. La variabilité naturelle de la quantité de chaleur absorbée par les océans pourrait aussi avoir joué un rôle. Durant la dernière moitié de la décennie, La Niña (un phénomène climatique périodique, qui se traduit notamment par un refroidissement des eaux de surface à l'Est de l'océan Paci-

■ L'AUTEUR



Michael MANN
est professeur
de météorologie
à l'Université
de Pennsylvanie.
Il a contribué

aux travaux du Groupe
intergouvernemental d'experts
du climat (GIEC).

fique) s'est prolongée dans une partie du Pacifique, au niveau des tropiques. Ce phénomène aurait provoqué une baisse globale de 0,1 °C des températures de surface – un effet mineur par rapport au réchauffement à long terme, mais notable sur une décennie. Enfin, une étude récente suggère qu'un échantillonnage incomplet des températures arctiques a conduit à sous-estimer le réchauffement du globe.

Aucune de ces explications n'implique que le climat est moins sensible aux gaz à effet de serre. D'autres mesures suggèrent que la valeur de 1,5 °C, choisie comme limite inférieure de la sensibilité climatique, est peu probable. Les éléments disponibles plaident plutôt en faveur d'une valeur proche de 3 °C. Quand on fait la moyenne des valeurs trouvées par les modèles climatiques utilisés pour le cinquième rapport du GIEC, on trouve d'ailleurs un réchauffement de 3,2 °C pour un doublement de la quantité de gaz à effet de serre.

En d'autres termes, baisser la borne inférieure de 2 °C à 1,5 °C a peu de sens. Et même si la sensibilité climatique était

