

La machine climatique menace de s'emballer¹



Cédric Faimali/Collectif Argos

A mesure que la Terre se réchauffe, des boucles rétroactives renforcent le réchauffement climatique à la surface de la Terre. Le risque est que ces phénomènes finissent par déclencher un auto-emballage irréversible de la machine climatique.

En quarante ans, la quatrième plus grande réserve d'eau douce d'Afrique a perdu 90 % de sa surface. Le lac Tchad ne parvient même plus aux frontières du Nigeria et du Niger. Mahamat Ayouba, 29 ans, utilise encore la technique de « l'épervier ». Cette pêche n'est désormais possible que là où le lac est le plus profond.

12

1) Ce texte est essentiellement extrait du rapport de synthèse de la Conférence internationale de Copenhague, qui a eu lieu du 10 au 12 mars 2009, publié en juin 2009, en deux points complétés par des comptes rendus de publications récentes.

La cause essentielle de l'augmentation du contenu en chaleur à la surface de la planète depuis le milieu du XX^e siècle est la concentration croissante de gaz à effet de serre dans l'atmosphère due à l'activité humaine. Ces gaz augmentent l'effet de serre naturel, phénomène physique bien documenté et compris du système Terre – à l'instar de la gravité ou des marées – et connu depuis le XIX^e siècle.

L'effet de serre naturel rend la Terre habitable. Les gaz à effet de serre tels que la vapeur d'eau (H₂O), le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄) et l'oxyde nitreux (N₂O) présents dans l'atmosphère absorbent la chaleur qui quitte la surface terrestre, ce

qui a pour effet de retenir plus de chaleur près de la surface de la Terre.

Sans cet effet de serre naturel, la température moyenne sur Terre descendrait à environ -19°C, soit une température environ 34°C plus froide qu'aujourd'hui. Toutes les planètes dont l'atmosphère contient des gaz à effet de serre connaissent un tel effet ; la température extrême à la surface de Vénus (440°C), par exemple, ne s'explique que par la forte concentration de CO₂ qui y règne.

Les concentrations en CO₂, en méthane et en oxyde nitreux ont fortement augmenté dans l'atmosphère terrestre durant les récen-

tes décennies du fait des activités humaines. Les archives contenues dans les carottes de glace et les sédiments montrent que les concentrations de tous ces gaz dans l'atmosphère sont aujourd'hui plus élevées qu'elles n'ont jamais été depuis bien avant l'apparition de l'homme moderne. En fait, la concentration en CO₂ atmosphérique n'a pas été substantiellement plus élevée qu'aujourd'hui depuis au moins 20 millions d'années.

Les émissions totales de CO₂ dues à l'activité humaine sont responsables des deux tiers de la croissance de tout le forçage radiatif des gaz à effet de serre, c'est-à-dire du surplus de chaleur que la Terre piège. Les combustibles fossiles – charbon, pétrole, gaz – contribuent à hauteur d'environ 85 % du total des émissions de CO₂, les changements d'affectation des terres 15 %.

Les émissions de CO₂ croissent de manière exponentielle de 2 % par an depuis 1800. Les émissions dues aux combustibles fossiles se sont toutefois accélérées depuis 2000, pour passer à environ 3,4 % de croissance par an, taux de croissance qui se situe à la limite supérieure du champ des scénarii que le Giec envisage dans son rapport de 2007.

Rétroactions positives

Une préoccupation majeure concerne le déclenchement de boucles rétroactives qui amplifient le réchauffement initial dû aux concentrations croissantes de gaz à effet de serre. Il existe plusieurs exemples de ces phénomènes. Certains – influence de la vapeur d'eau, fonte de la banquise – sont d'ores et déjà à l'œuvre, d'autres pourraient s'enclencher bientôt.

La vapeur d'eau est le gaz à effet de serre le plus abondant et le plus fort contributeur à l'effet de serre naturel sur Terre. Parce que la capacité de l'atmosphère à contenir la vapeur d'eau dépend en grande partie de la température, la température de la Terre elle-même régule la quantité de vapeur d'eau dans l'atmosphère : cette quantité augmente à mesure que la Terre se réchauffe. Cela signifie que la vapeur d'eau suit et amplifie les changements de température globale que d'autres causes provoquent.

Un autre phénomène d'autorenforcement a lieu avec la couverture de glace et de neige. La glace et la neige réfléchissent la plupart du rayonnement solaire dans l'atmosphère alors que l'eau de mer l'absorbe. Par conséquent, plus la glace et la neige fondent à cause du réchauffement, plus la Terre absorbe de rayonnement solaire qui accentue le réchauffement.

Des puits vulnérables

Tout le CO₂ que les activités humaines relâchent dans l'atmosphère n'y reste pas. L'océan et la terre retirent plus de la moitié du CO₂ que la combustion d'énergie fossile et les changements d'affectation des terres envoient dans l'atmosphère.

Sans ces puits, qui stockent le CO₂ après l'avoir soustrait de l'atmosphère, les émissions totales de CO₂ depuis 1800 auraient amené la concentration de CO₂ dans l'atmosphère à passer du niveau préindustriel de 280 ppm à presque 500 ppm. En fait, l'accumulation de CO₂ dans l'atmosphère n'a conduit à y amener la concentration de CO₂ « qu'à » 385 ppm (avec une croissance actuelle d'environ 2 ppm par an).

Mais ces puits naturels de CO₂ sont vulnérables aux changements du climat et d'affectation des terres : il est probable qu'à l'avenir, plusieurs effets les affaibliront, dont l'acidification accrue de l'océan, des changements dans la circulation de l'océan et des contraintes qui s'exercent via l'eau, la température et les nutriments sur l'absorption de CO₂ par les terres.

Les océans s'acidifient plus vite que prévu

« La croissance du CO₂ à la surface de l'océan a des effets sur l'équilibre chimique de l'océan, écrit le Giec en 2007. A mesure que le CO₂ augmente, les eaux de surface s'acidifient et la concentration d'ions carbonate décroît. Ce changement réduit la capacité de l'océan à absorber du CO₂ additionnel. »

Or, les océans s'acidifient plus vite que prévu. Des scientifiques de l'Université de Chicago, aux Etats-Unis, ont mesuré qu'en huit ans, le pH de l'eau autour de l'île Tatoosh, à l'ouest de l'Etat de Washington, a chuté de 0,36 unité, pour atteindre environ 8,1, soit une baisse 23 fois plus forte que celle qui était prévue (Wootton et coll., 2008).

De plus, des réservoirs préalablement inertes de carbone sont susceptibles d'être mobilisés et de relâcher dans l'atmosphère du CO₂ ou du méthane, l'un des plus puissants gaz à effet de serre. Des réservoirs qui inquiètent incluent les tourbières tropicales riches en carbone, qui sont sensibles aux incendies, au défrichage et au drainage des terres, et les grands stocks de carbone organique contenu dans le permafrost arctique, qui sont sensibles au réchauffement.

Les forêts d'Amazonie sont une composante clef, mais très mal comprise du cycle global

du carbone. Elles apparaissent vulnérables à un stress croissant dû à une baisse du taux d'humidité, avec un potentiel de grosses pertes de carbone qui exerceraient une rétroaction positive sur le changement climatique. Si, comme cela est anticipé, ces forêts sèchent au cours du siècle, elles pourraient accélérer le changement climatique via des pertes de carbone massives (Phillips et coll., 2009).

Des travaux récents commencent à quantifier l'effet amplificateur de ces vulnérabilités sur le changement climatique. Il est de plus en plus sûr qu'au final, elles renforceront les augmentations de CO₂ et de méthane atmosphérique en 2100, ce qui accentuera le changement climatique.

Points de bascule

Une grosse inconnue concerne en outre ce que les scientifiques appellent des « points de bascule ». Ce sont des seuils critiques à partir desquels un petit changement d'une variable importante, par exemple la température, déclencherait de grands changements rapides et inattendus du climat (voir page 14). ■

BIBLIOGRAPHIE

SYNTHESIS REPORT OF THE COPENHAGEN CLIMATE CONGRESS. *Global Risks, Challenges & Decisions*, Copenhagen, 10-12 March 2009. www.climatecongress.ku.dk

GROUPE INTERGOUVERNEMENTAL D'EXPERTS SUR L'ÉVOLUTION DU CLIMAT (GIEC). *Fourth Assessment Report*, Climate Change, 2007.

PHILLIPS OL ET COLL. *Drought Sensitivity of the Amazon Rainforest*, Science 323, pp. 1344-1347, 2009.

WOOTTON ET COLL. *Dynamic Patterns and Ecological Impacts of Declining Ocean pH in a High-Resolution Multi-Year Dataset*, Proceedings of the National Academy of Science, vol 105, n°48, pp 18848-18853, 2 December 2008.