



université PARIS-SACLAY

LES CHERCHEURS EXPLORENT LES CAUSES DES VARIATIONS DES ÉMISSIONS DE CO₂ DANS L'ATMOSPHÈRE

Plusieurs résultats récents auxquels sont associés les climatologues du Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE : CEA/CNRS /UVSQ, Paris-Saclay) expliquent les liens entre les épisodes de sécheresse et les échanges de CO₂ entre la végétation et l'atmosphère.

L'impact de ces divers phénomènes sur la croissance du CO₂ atmosphérique à l'échelle globale n'est pas négligeable.

La concentration atmosphérique en CO₂ croît plus rapidement pendant les années sèches : une approche satellitaire innovante

Des chercheurs de l'ETH (Suisse), du Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE : CEA/CNRS/UVSQ, Paris-Saclay) et de l'université d'Exeter (Royaume-Uni) ont montré que la concentration atmosphérique en gaz carbonique s'accroissait plus rapidement pendant les années sèches, parce que les écosystèmes soumis au stress hydrique absorbent moins de carbone. Leurs résultats permettent de comprendre pourquoi l'augmentation du CO₂ atmosphérique peut varier beaucoup d'une année à l'autre, même si les émissions liées à l'activité humaine restent relativement stables.

À l'échelle globale, cet effet devra être pris en compte dans les modèles climatiques futurs.

Les écosystèmes terrestres absorbent en moyenne 30 % des émissions anthropiques de CO₂, un phénomène qui modère l'accroissement de la concentration de ce gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Cependant, les plantes ont besoin d'eau pour se développer. Lorsqu'une sécheresse se produit, elles réduisent leur métabolisme pour se préserver. Elles capturent alors moins de CO₂ atmosphérique : leur rôle de 'puits de carbone' est en quelque sorte affaibli.

Dans leur étude, publiée dans Nature [1], les chercheurs de l'ETH Zurich, du LSCE et de l'université d'Exeter ont utilisé une approche innovante pour mesurer, par satellite, la sensibilité globale des écosystèmes au stress hydrique.

Les satellites les plus récents mesurent des variations extrêmement faibles du champ de gravitation terrestre, y compris celles causées par des variations de la quantité d'eau stockée sur les continents.

Pendant les années globalement sèches comme 2015 (à l'échelle mondiale), les écosystèmes naturels ont capturé environ 30 % de CO₂ en moins que lors d'une année normale. Cela a induit, cette année-là, un accroissement plus rapide de la concentration

atmosphérique en CO₂. À l'inverse, l'année 2011 fut globalement très humide ; le développement de la végétation a causé une augmentation plus lente du CO₂ atmosphérique.

Les plantes utilisent l'eau plus efficacement et capturent moins de CO₂ lors des sécheresses marquées de l'hémisphère Nord

Des sécheresses sévères dans l'hémisphère Nord engendrent des baisses importantes des rendements agricoles, des réductions de la capture du carbone par les forêts et des accélérations de l'augmentation des concentrations du CO₂ atmosphérique. Les plantes répondent aux sécheresses en fermant partiellement leurs stomates (orifices des plantes permettant les échanges gazeux), pour limiter les pertes d'eau par évaporation, au détriment de la capture de carbone par la photosynthèse. Le phénomène maximise l'efficacité de l'utilisation de l'eau, comme l'attestent les mesures en laboratoire et les expériences sur le terrain publiées dans *Nature Geoscience* par une équipe internationale à laquelle est associée le LSCE [2].

Pour quantifier ce phénomène, le rapport $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ des isotopes stables du carbone a été mesuré sur des étendues de millions de km² et sur une dizaine d'années concernées par le changement climatique récent. Les chercheurs relèvent une forte cohérence spatiale et temporelle entre la maximisation de l'efficacité de l'utilisation de l'eau et la réduction de la capture du carbone atmosphérique dans l'hémisphère Nord lors des sécheresses qui ont affecté l'Europe, la Russie et les USA en 2001–2011.

L'impact de ces sécheresses est nettement plus important que les prévisions des six modèles les plus performants, à l'heure actuelle, dans ce domaine. Cela suggère que ceux-ci sous-évaluent les rétroactions climat-carbone causées par les sécheresses : leur prise en compte de la réponse au stress hydrique de la végétation doit être améliorée, en particulier sur la base des mesures des isotopes stables du carbone.

La capacité des puits de carbone a augmenté entre 1998 et 2012 avec l'évolution de l'usage des sols

La masse de carbone fixée sur les surfaces continentales (autrement dit le puits de carbone terrestre) a augmenté sur la période 1998-2012, pendant laquelle le climat a connu un lent réchauffement. Le triplement de cette valeur par rapport à la période précédente (1980–1998) reste mal compris. Cette intensification du puits ne peut être expliquée ni par la seule fertilisation associée à l'augmentation du CO₂ atmosphérique, ni par le seul changement climatique.

Dans Nature Geoscience [3], une équipe internationale à laquelle est associé le LSCE démontre par modélisation que l'évolution de l'usage des sols est la principale cause du phénomène. Elle l'explique par un reboisement dans les régions tempérées de l'hémisphère Nord, ainsi que par des pertes moindres de surfaces de forêts tropicales.

Les estimations par modélisation inverse des données atmosphériques corroborent ce scénario. Un autre modèle ne reproduit cependant pas cette augmentation du puits de carbone, vraisemblablement parce qu'il ne prend pas en compte la réduction de la déforestation tropicale.

Ces études démontrent l'importance de mieux quantifier les changements des émissions de carbone dus aux usages des sols pour mieux comprendre l'évolution récente du puits de carbone terrestre.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Références

[1] Sensitivity of atmospheric CO₂ growth rate to observed changes in terrestrial water storage. Nature, 30/8/2018.

[2] Increased water-use efficiency and reduced CO₂ uptake by plants during droughts at a continental scale. Nature Geoscience, 27/8/2018.

[3] Lower land-use emissions responsible for increased net land carbon sink during the slow warming period, Nature Geoscience, 20/8/2018 : <https://www.nature.com/articles/s41561-018-0204-7>