LES SCIENTIFIQUES ONT DÉCOUVERT POURQUOI LE MÉTHANE ATMOSPHÉRIQUE A FAIT UN BOND EN 2020

Le méthane est un puissant gaz à effet de serre dont la concentration dans l' atmosphère a été multipliée par trois durant l'anthropocène*.

La réduction des gaz à effet de serre émis par l'activité humaine est une priorité absolue pour maintenir le réchauffement climatique largement sous le seuil des 2°C supplémentaires.

En 2020, la concentration de méthane dans l'atmosphère a augmenté de 15,1 parties par milliard (ppb). Il s'agit de la hausse la plus importante depuis le début des mesures atmosphériques, dans les années 1980. Cette augmentation spectaculaire est expliquée dans la nouvelle étude publiée dans *Nature*, dirigée par le professeur Shushi Peng de l' université de Pékin en Chine.

Avec une équipe de scientifiques du CEA, de l'UVSQ et du CNRS travaillant au Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE) en France et des coauteurs américains et norvégiens, un travail a été réalisé à partir des inventaires afin d' évaluer les émissions de méthane provenant des combustibles fossiles et de l' agriculture, et avec des modèles d'écosystèmes pour prédire les émissions liées aux zones humides et aux incendies. Ces résultats sont complétés par la modélisation inverse des émissions régionales à partir des mesures de concentrations atmosphériques.

« Deux facteurs expliquent la forte augmentation du méthane atmosphérique en 2020. Nous avons combiné différentes méthodes pour comprendre ce phénomène, qui constitue une expérience en grandeur nature et qui apporte un nouvel éclairage sur le bilan mondial du méthane », explique Philippe Ciais, chercheur au CEA qui a codirigé l' étude au LSCE.

Tout d'abord, la présence des radicaux hydroxyles (OH), principaux responsables de l' élimination du méthane dans l'atmosphère, a diminué en 2020. Davantage de méthane est donc resté dans l'atmosphère. La diminution des OH s'explique principalement par une baisse des émissions d'oxyde d'azote (NOx) induite par la réduction temporaire des émissions dans les régions polluées, pendant les confinements de la pandémie de COVID-19. C'est donc l'une des principales raisons expliquant l'augmentation anormalement élevée de la concentration de méthane dans l'atmosphère et y contribuant pour moitié environ.

En 2020, les chercheurs ont également trouvé une augmentation des émissions naturelles de méthane par les zones humides. Celle-ci s'explique par les conditions plus humides et plus chaudes observées dans les hautes latitudes nord et dans les Tropiques de l'hémisphère Nord. Cet effet explique la seconde moitié de l'augmentation du méthane.

« Ce sont potentiellement deux mauvaises nouvelles pour le changement climatique », déclare Marielle Saunois, experte du cycle du méthane au LSCE.

Tout d'abord, les efforts réalisés dans le cadre de l'Accord de Paris pour réduire l' utilisation de combustibles fossiles, ainsi que l'adoption de mesures de réduction de la pollution de l'air diminueront probablement les émissions de NOx à l'avenir. Au vu de ce qui a été observé en 2020, la réduction des NOx pourrait à son tour accélérer la hausse de la concentration de méthane. Nous devrons donc adopter des mesures d'atténuation encore plus contraignantes sur le méthane.

De plus, selon Ben Poulter, chercheur au Goddard Space Flight Center de la NASA et co-auteur de l'étude, *« l'année 2020 indique que le changement climatique a déjà un impact*

sur les zones humides, où les changements dans les précipitations et les tendances au réchauffement augmentent les émissions de méthane qui pourraient amplifier le réchauffement climatique à l'avenir ».
L'étude a montré que les émissions des zones humides sont très sensibles à la variabilité du climat. Ainsi, l'augmentation des émissions de méthane dans les régions contenant des zones humides tropicales et septentrionales où les précipitations devraient augmenter à l'avenir pourrait amplifier le réchauffement climatique.

Points clés

- Les observations atmosphériques de l'US National Oceanic and Atmospheric Administration Global Monitoring Laboratory (NOAA/GML) et de l'Integrated Carbon Observation System (ICOS) ont montré que le taux d'augmentation des émissions de méthane en 2020 est le plus élevé jamais atteint depuis 1984. Le taux d'augmentation annuel dans l'hémisphère nord (16,3 ppb/an) est plus élevé que dans l'hémisphère sud (14,1 ppb/an), ce qui suggère une hausse des émissions de méthane ou une baisse de sa destruction chimique dans l'atmosphère dans cet hémisphère, ou les deux.
- En 2020, pendant les périodes de confinement de la pandémie de COVID-19, le ralentissement des activités humaines s'était accompagné d'une réduction des émissions de méthane dans le secteur des combustibles fossiles, comme le rapporte l'Agence internationale de l'énergie (IEA). Dans le même temps, les émissions du secteur agricole et des déchets sont restées stables. Dans l'ensemble, par rapport à l'année 2019, l'étude a montré que les émissions anthropiques de méthane ont baissé de 1,2 Tg CH4 an-1. Par conséquent, les émissions anthropiques seules contribueraient à un ralentissement et non à une accélération de la concentration du méthane, comme observé dans l' atmosphère.
- L'année 2020 a été relativement humide, sauf en Amérique du Nord et en Amazonie. L' étude a montré que les émissions dues aux feux de forêts ont diminué de 6,5 Tg CH4 an-1 par rapport à l'année 2019. Toutefois, 2019 avait été une année particulièrement extrême en matière d'incendies, avec un excès de surfaces brûlées et d'émissions, notamment en Amazonie et en Australie.
- En raison d'un climat plus chaud et plus humide sur les zones humides en 2020, les simulations de deux modèles d'écosystèmes de zones humides prédisent une augmentation des émissions des zones humides de 6,0 ± 2,3 Tg CH4 an-1, principalement dans la région boréale de l'Amérique du Nord, en Sibérie occidentale et orientale, et dans les Tropiques du Nord. Les émissions plus importantes des zones humides simulées par les deux modèles, en utilisant différents jeux de données climatiques, expliquent environ 42 % de l'augmentation anormale de la concentration du méthane dans l'atmosphère en 2020, par rapport à 2019.

- Le plus grand défi était de quantifier en 2020 les changements des radicaux hydroxyles atmosphériques (OH), le principal agent de destruction du méthane dans l'atmosphère, qui élimine environ 85 % des émissions mondiales de méthane chaque année. Ces radicaux extraordinairement réactifs sont présents en quantités infimes dans l' atmosphère. Leur durée de vie est inférieure à une seconde et il est impossible de mesurer leur concentration directement. Didier Hauglustaine, directeur de recherche au LSCE a simulé les changements des OH dans l'atmosphère à l'aide du modèle numérique 3D de chimie-transport INCA pour lequel ont été prescrites les émissions anthropiques de monoxyde de carbone, d'hydrocarbures et de NOx en 2020. Ces émissions affectent la production et la disparition des OH dans l'atmosphère. Les émissions de monoxyde de carbone et de NOx issues des processus de combustion anthropiques ont été déduites des émissions de CO2 fossile estimées quotidiennement depuis 2019 par le projet Carbon Monitor (https://carbonmonitor.org). Les émissions des feux de forêts proviennent de la base de données mondiale sur les incendies (GFED4). Dans l'ensemble, les émissions de NOx à la surface provenant de combustions anthropiques ont chuté de 6 % en 2020, les réductions les plus importantes ayant eu lieu au cours du premier semestre de l'année, lorsque des mesures de confinement ont été imposées dans de nombreux pays de l'hémisphère Nord (par exemple, de janvier à mars pour la Chine et d'avril à juin pour les États-Unis, l'Europe, l'Inde, etc.). En outre, les émissions de NOx des avions dans la haute atmosphère ont pratiquement cessé pendant le pic de la pandémie.
- À partir des résultats du modèle de chimie atmosphérique INCA, les chercheurs ont obtenu une diminution de 1,6 % des OH troposphériques, principalement due à la réduction de la pollution par les NOx (Incertitude 1.6 ± 0.2) . Le résultat de cette simulation est corroboré par une estimation indépendante utilisant les mesures atmosphériques de trois gaz fluorés éliminés de l'atmosphère par les radicaux hydroxyles. Bien que l'ampleur de la diminution des OH en 2020 estimée par les deux approches indépendantes semble faible à première vue, elle se traduit en fait par une hausse anormale de la concentration de méthane de 7,5±0,8 Tg CH4 an-1 en 2020, ce qui explique environ la moitié du taux de croissance observé dans l'atmosphère.
- Pourtant, les estimations des émissions provenant des inventaires statistiques et des modèles d'écosystème pour les zones humides, ainsi que l'affaiblissement du puits de méthane atmosphérique dû à la diminution des OH n'ont pas permis de clore le bilan du méthane, laissant une source manquante de plus de 5,3 Tg CH4 an-1 pour expliquer l' augmentation observée du méthane atmosphérique en 2020, et ce même en tenant compte la valeur haute de l'augmentation estimée pour les émissions dans les zones humides.
- La réconciliation a été effectuée à l'aide des observations du méthane atmosphérique

provenant des stations de mesure en surface et du satellite GOSAT. Cette approche, appelée « modélisation inverse » établit une réconciliation entre les inventaires et les mesures atmosphériques, à l'aide d'un modèle 3D de chimie-transport atmosphérique. Les résultats de la modélisation inverse montrent que 47 ± 16 % du taux de croissance record du méthane en 2020 s'explique par des émissions naturelles plus importantes, provenant principalement des zones humides - bien que des émissions plus importantes provenant des sols arctiques aient également pu se produire ; et 53 ± 10 % par la réduction de l'élimination du méthane par les OH.

- Pour 2021, d'autres éléments d'explication pourraient expliquer l'anomalie persistante de l'augmentation de la concentration de méthane. En effet, la diminution des OH pourrait être à priori moindre en 2021 en raison du rebond des émissions, et probablement aussi en 2022.
- Les émissions de méthane liées aux zones humides peuvent augmenter rapidement pendant les années chaudes et humides, comme observé en 2020. Ces émissions naturelles ne sont pas rapportées par les inventaires nationaux qui couvrent uniquement les émissions des activités humaines, comme l'agriculture, les déchets et les énergies fossiles. La rétroaction positive entre les rejets de méthane des zones humides et le climat est encore mal comprise et pourrait constituer un obstacle pour l'atténuation du réchauffement climatique dans l'Accord de Paris.
- En outre, l'amélioration de la qualité de l'air avec une réduction des émissions de NOx, pourrait augmenter la durée de vie du méthane dans l'atmosphère : il faudrait donc réduire davantage les émissions de méthane pour atteindre l'objectif de l'Accord de Paris. Pour mettre en œuvre les objectifs de l'Engagement mondial sur le méthane, lancé lors de la COP26 en novembre 2021 par 150 pays qui se sont engagés à réduire collectivement les émissions de méthane d'ici à 2030 d'au moins 30 % par rapport aux niveaux de 2020, il faudra donc également prendre en compte les tendances des émissions anthropiques de NOx et d'autres polluants qui modifient la durée de vie du méthane atmosphérique.

*Période actuelle des temps géologiques, où les activités humaines ont de fortes répercussions sur les écosystèmes de la planète (biosphère) et les transforment à tous les niveaux.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Références

> Cause of the 2020 surge in atmospheric methane clarified, Nature, 14 décembre 2022
> Site du CEA

Le Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE-UVSQ/CEA/CNRS) est rattaché à l'Observatoire de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines (OVSQ) et à l'Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL).