



CAUSES & ENJEUX DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Ce document contient la transcription textuelle d'une vidéo du MOOC « Causes et enjeux du changement climatique ». Ce n'est donc pas un cours écrit au sens propre du terme ; le choix des mots, l'articulation des idées et l'absence de chapitrage sont propres aux interventions orales des auteurs.

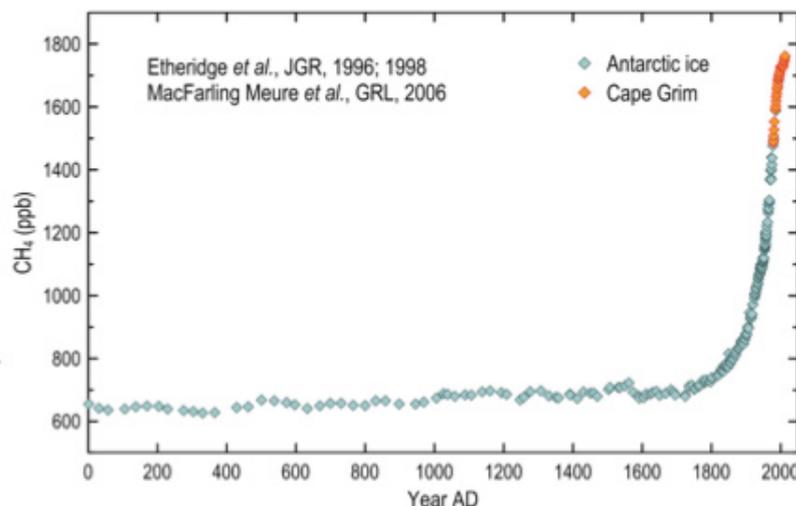
Le cycle du méthane

Philippe BOUSQUET

Professeur – Université de Versailles Saint-Quentin

Il y a plusieurs raisons de s'intéresser au méthane (CH₄), dans l'atmosphère.

- Tout d'abord c'est le deuxième gaz à effet de serre anthropique après le CO₂, ses concentrations ont été multipliées par 2,5 depuis 1750.



- Il a un pouvoir de réchauffement qui est estimé de l'ordre de 28 fois à celui du CO₂ à 100 ans.
- Ses émissions actuelles sont estimées entre 520 et 570 téragrammes par an (si on compare au CO₂, effectivement converti en unité CO₂ ça ferait 0,5 pétagrammes de carbone par an).

- Il a une durée de vie de 10 ans dans l'atmosphère, beaucoup plus courte que celle du CO₂.
- ⇒ Ce qui en fait une cible relativement efficace pour réduire rapidement les émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, en tout cas à des échelles compatibles avec les mandats électoraux.
- Il contribue aussi à la production d'ozone dans la troposphère, entre 0 et 10 km d'altitude et enfin, il contribue à la production de vapeur d'eau, ozone et vapeur d'eau étant des gaz à effet de serre aussi, dans la stratosphère, entre 10 et 50 km d'altitude.

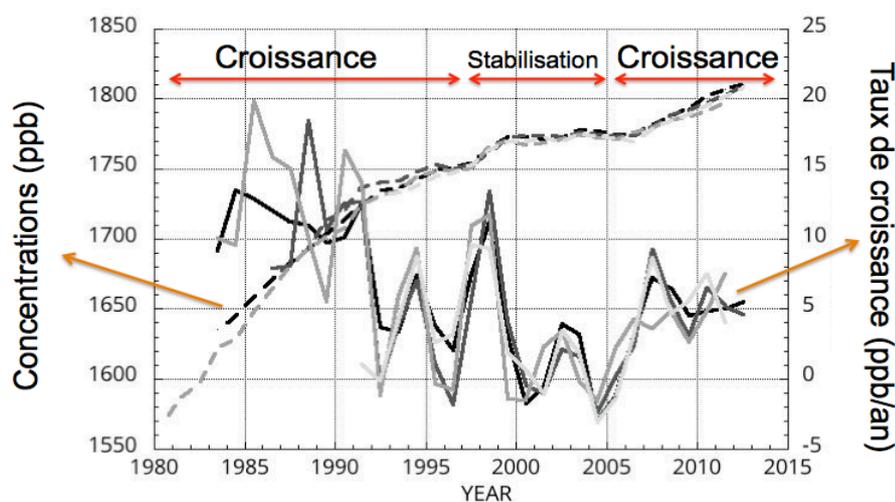
Les sources de méthane peuvent être classifiées entre naturelles et anthropiques.

- Donc les naturelles représentent à peu près 35 % des émissions totales de ces 520/570 téragrammes dont j'ai parlé.
- On voit sur ce diagramme que ce sont les zones humides via un processus de décomposition anaérobie par des archées de la matière organique qui est la source principale finalement de méthane avec quand même une assez forte incertitude, entre 140 et 280 téragrammes par an.
- Ensuite on a tout un tas de sources naturelles de plus petite taille, on a tout de même les eaux douces qui peuvent émettre entre 10 et 70 téragrammes et les sources de dégazage, je dirais, de la planète, que ce soit sur les continents ou au niveau des marches continentales dans les océans, dégazage qui peut émettre entre 30 et 70 téragrammes par an.
- Ensuite on a des sources plus petites : les hydrates, les pergélisols, les feux, les animaux sauvages et les termites.
- ⇒ Feux naturels qui peuvent émettre donc quelques téragrammes, jusqu'à une vingtaine de téragrammes par an, par type de sources.

Donc le total des sources naturelles, c'est entre 170 et 270 téragrammes par an.

- ⇒ Donc vous voyez, pas mal d'incertitudes sur ce cycle naturel.
- Les sources anthropiques qui représentent 65 % à peu près des émissions sont relativement réparties entre trois, je dirais, catégories principales :
 - l'extraction,
 - l'utilisation,
 - le transport des combustibles fossiles,
- ⇒ Notamment le gaz naturel qui émet entre 85 et 105 téragrammes par an.
- ⇒ Les décharges, qui émettent effectivement entre 65 et 90 ;

- ⇒ et les ruminants donc qui, via le processus de nouveau anaérobie de fermentation qu'il y a dans leur panse, essentiellement, peut émettre entre 85 et 95 téragrammes de méthane par an.
- ⇒ Ensuite, on trouve donc la culture du riz et la combustion de biomasse qui est aussi dans le cas où il n'y a pas suffisamment d'oxygène, la combustion peut produire des quantités significatives de méthane.
- Donc ces émissions anthropiques sont un petit peu moins incertaines que les émissions naturelles mais tout de même entre 270 et 410 téragrammes par an.
- Le méthane, une fois dans l'atmosphère, va être dégradé chimiquement par le radical OH, qui est un oxydant de l'atmosphère, qui supprime, on le voit, la plus grande partie, 85 % du méthane atmosphérique, entre 450 et 621 téragrammes par an et d'autres sources, d'autres puits secondaires sont liés toujours à la chimie stratosphérique cette fois-ci- un petit au-dessus, entre 10 et 50 km -, et à la chimie du chlore dans la basse atmosphère.
- Enfin, on a un puits de méthane dans les sols relativement secs, puisque les sols qui vont être gorgés d'eau ou saturés d'eau vont plutôt avoir tendance à émettre du méthane.
- Une fois dans l'atmosphère et que l'équilibre source/puits se fait, on a l'augmentation ou la variation du méthane dans l'atmosphère qui est représentée sur cette courbe représentée, où on voit depuis les années 80 jusqu'à 2013, l'évolution du méthane atmosphérique avec une période de croissance jusqu'à la fin des années 90, une période de stabilisation des concentrations et de nouveau une période de croissance après 2007.



Un signal plein de rebondissements !

Source : Kirschke et al. 2013

- ⇒ Si on prend la dérivée de cette courbe, on obtient ce qu'on appelle le taux de croissance, c'est-à-dire réellement combien de méthane chaque année s'accumule dans l'atmosphère, ce sont les courbes en traits pleins.

- ⇒ On voit que ce taux de croissance globalement baisse jusqu'à atteindre quasiment zéro, ce qui est lié au fait que le méthane était stable dans les années 2000 puis réaugmente et on voit aussi de fortes fluctuations d'une année sur l'autre.
- Alors, on comprend assez bien ces fortes fluctuations, par exemple les fluctuations de 97 - 98, qui sont liées à l'événement El Nino qui était le plus fort de la période avec cette perturbation finalement autour du Pacifique qui a entraîné des émissions supplémentaires liées aux feux de forêt et on voit ici la trace dans les émissions de méthane et dans l'accumulation plus forte de méthane dans l'atmosphère cette année-là.
- Après, pour expliquer la stagnation du méthane et sa recroissance à partir des années 2007, aujourd'hui, on ne sait pas très bien l'expliquer et donc on a besoin de travail supplémentaire pour comprendre quelle source, quel puits, sont responsables de ces variations puisqu'évidemment connaître le cycle du méthane aujourd'hui nous permet de faire des scénarios plus crédibles pour essayer de comprendre comment le méthane va évoluer dans le futur.
- ⇒ Alors, ce futur justement, il y a une zone qui est très importante pour le méthane, c'est l'Arctique. L'Arctique, c'est la zone la plus sensible pour le changement climatique, il y a un fort potentiel d'émissions de méthane en Arctique dans un climat se réchauffant, les zones humides bien sûr mais aussi le dégel du pergélisol et les hydrates de méthane sur les marches continentales.
- Aujourd'hui, la zone Arctique émet entre 15 et 30 téragrammes par an, au-dessus de 60° nord.
- ⇒ Elle est surveillée au niveau atmosphérique par un réseau de stations qui est représenté sur cette carte par les ronds jaunes, les triangles rouges, les ronds rouges et les différents réseaux qu'on peut avoir notamment en Europe (ICOS) et en Sibérie via des vols avions.
- Aujourd'hui, il faut le dire, on n'observe pas d'augmentation forte du méthane dans les zones Arctiques, ce qui traduit le fait que l'on n'a pas de déstabilisation massive d'hydrates, de fonte massive du pergélisol ou d'émissions supplémentaires très fortes des zones humides.
- Par contre, effectivement, il est important de continuer à surveiller cette zone et on a des projets, notamment un projet franco-allemand de satellites, de lidar spatial et mesures actives qui nous permettra, depuis l'espace, d'avoir une vision de ces zones Arctiques que l'on n'a pas aujourd'hui avec les satellites actuels.
- ⇒ C'est le projet Merlin.

Enfin, les émissions de méthane, quel intérêt à les réduire ? C'est probablement moins complexe, je ne dis pas que c'est plus simple mais en tout cas c'est moins complexe que pour

le CO₂ puisqu'on a des solutions technologiques qui vont peut-être moins impacter nos modes de vie quotidiens que toucher aux émissions de CO₂.

- Alors, on a quelques solutions sans regrets sur le méthane, c'est d'abord la récupération du bio gaz, évidemment.
- ⇒ Tout ce qui va être dégradation anaérobie qui va produire du méthane et ben, on peut essayer de le récupérer, donc c'est valable dans les décharges bien sûr, dans les méthaniseurs et même dans les mines.
- Ensuite, l'amélioration de la culture du riz.
- ⇒ On peut essayer de travailler sur des riz semi-inondés et pas inondés en permanence, donc évidemment moins d'émissions de méthane et peut-être un rendement équivalent, une qualité du riz qui peut être aussi très bonne.
- L'amélioration de l'alimentation du bétail.
- ⇒ Si on peut avoir un système de nouveau gagnant-gagnant en travaillant l'alimentation du bétail pour avoir soit du lait, soit de la viande effectivement de meilleure qualité tout en réduisant les émissions de méthane, il n'y a pas de raison de s'en priver, il y a beaucoup d'études qui vont dans ce sens aujourd'hui.
- Enfin, l'élimination des fuites de gaz naturel dans l'extraction, le transport ou l'utilisation paraît relativement naturelle pour un produit qui coûte quand même relativement cher même si les tarifs actuels sont plutôt bas et donc ne favorisent pas forcément des investissements dans les réseaux mais bon, c'est quelque chose qui devrait se faire assez naturellement.
- Enfin, on a quelques solutions où il faut faire attention, même si ça paraît facile au premier abord puisque dans l'environnement, quand on règle un problème on a toujours tendance en créer un autre ailleurs et donc, deux exemples simples :
 - Le drainage des zones humides agricoles, on pourrait se dire, on supprime les zones humides au niveau des cultures et donc comme ça, effectivement, on n'aura plus d'émissions de méthane, simplement attention quel effet sur le carbone du sol si on draine les zones humides ?
- ⇒ Est-ce qu'on ne va pas entraîner tout le carbone du sol des zones agricoles, appauvrir les sols et entraîner des émissions de carbone supplémentaires, ce qui n'était pas ce qu'on voulait faire au départ ?
 - Enfin, la lutte contre les termites : on pourrait se dire, effectivement il n'y a qu'à éradiquer les termites.

⇒ Or, des études récentes montrent qu'on a des bienfaits écosystémiques des termites pour d'autres aspects auxquels on ne pense pas forcément nous en tant qu'humains

Et donc ces deux solutions qui paraissent assez simples sont à regarder quand même de plus près.

Toujours est-il que pour le méthane, on a un volet d'action qui paraît important et qui permettrait finalement de réduire ces émissions, d'avoir un impact important sur l'effet de serre à court terme encore une fois.