



Changement climatique

impacts, atténuation et adaptation

Ce document est la transcription révisée, chapitrée et illustrée d'une vidéo du MOOC UVED « Changement climatique : impacts, atténuation et adaptation ». Ce n'est pas un cours écrit au sens propre du terme ; le choix des mots et l'articulation des idées sont propres aux interventions orales des auteurs.

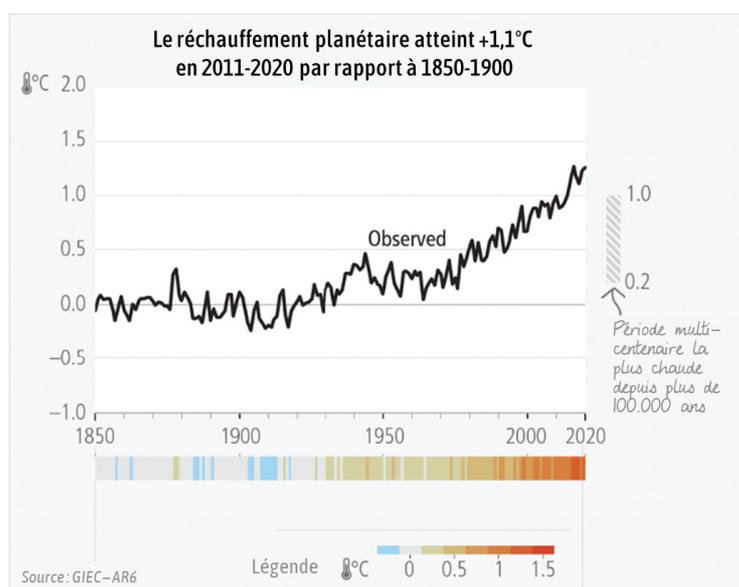
Les gaz à effet de serre : sources d'émission et impacts sur le climat

Sophie SZOPA
Directrice de recherche au CEA



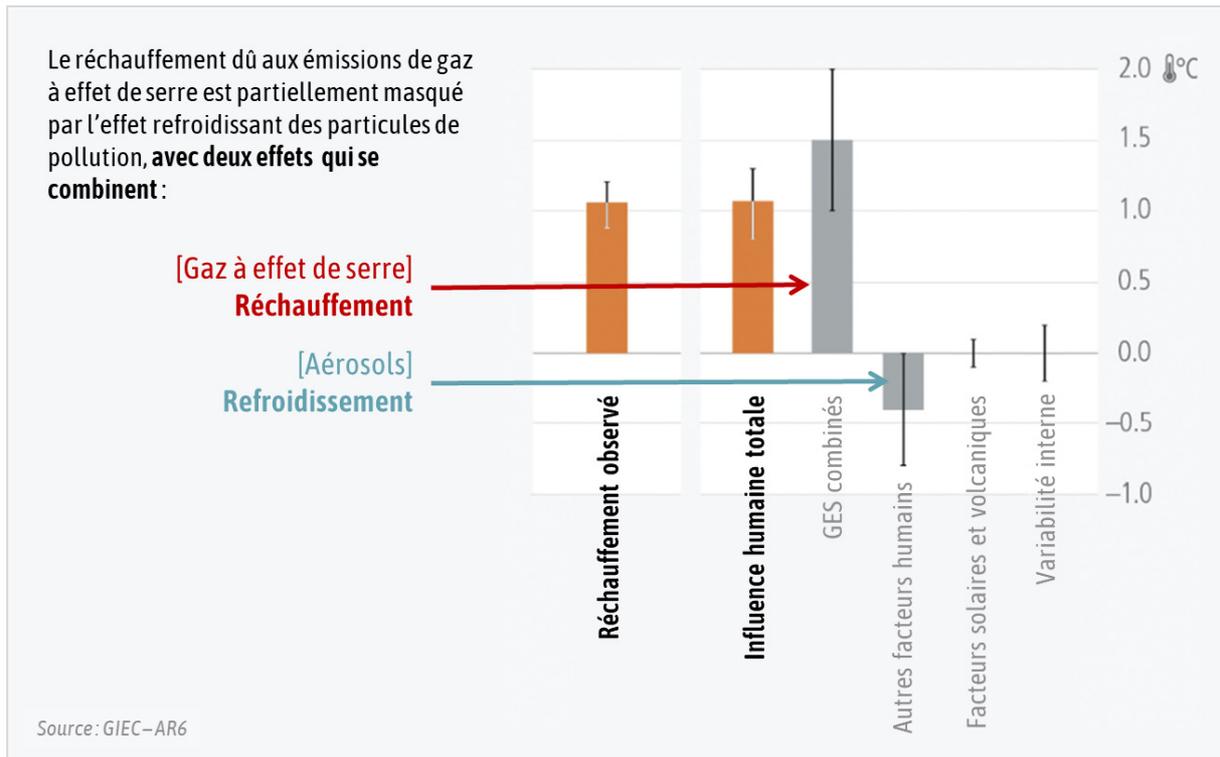
1. Introduction

Le réchauffement planétaire atteint 1,1°C pour la dernière décennie, donc 2011-2020, par rapport à l'enregistrement entre 1850 et 1900 (figure ci-dessous).



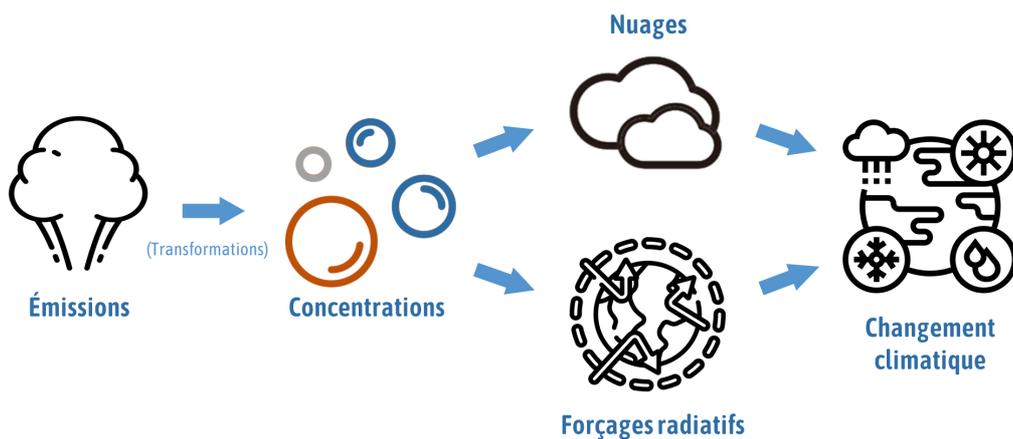
Les modèles climatiques démontrent que cette augmentation de température est intégralement liée à nos activités humaines.

En pratique, il se décompose en deux signaux. Il y a d'une part un signal de réchauffement fort qui est lié à l'augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Et il y a d'autre part une partie de ce signal qui est aujourd'hui masquée par la présence de petites particules qui sont des particules de pollution, et c'est la petite barre grise que vous voyez qui descend dans les valeurs négatives (figure ci-dessous).



2. Les gaz à effet de serre

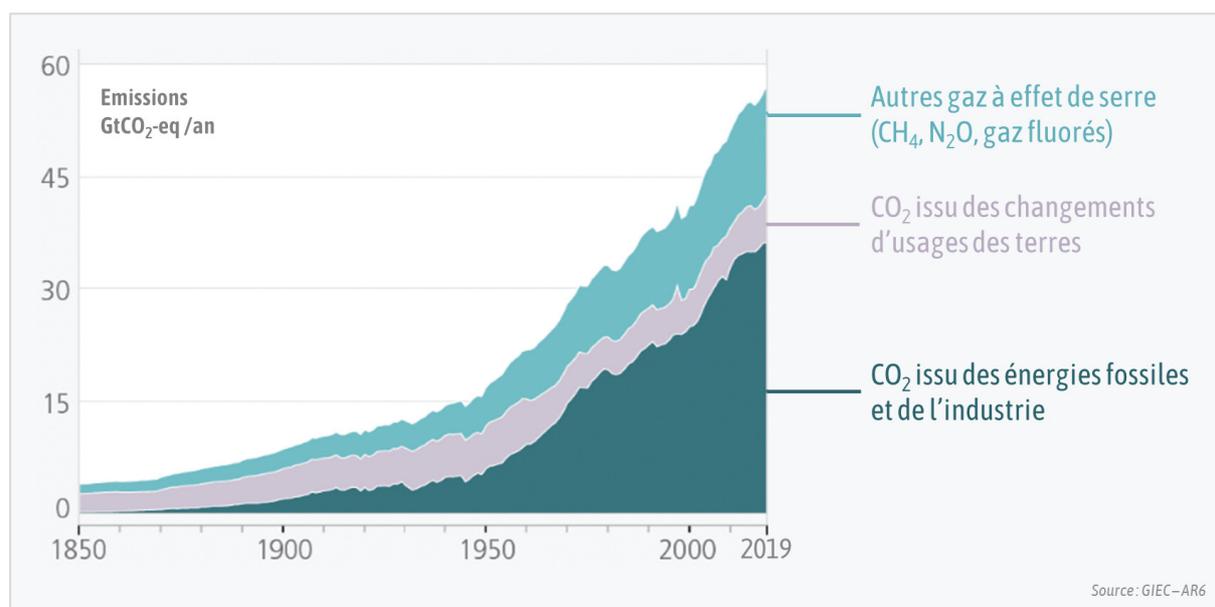
Qu'est-ce qui se cache derrière cette augmentation de gaz à effet de serre et ce changement en quantité de particules dans l'atmosphère ? Il faut comprendre que nos activités humaines conduisent à des émissions, donc à un flux de matières vers l'atmosphère. Ces émissions de composés vont pouvoir conduire à une modification de la concentration de ces composés, mais également parfois, au travers de transformations chimiques, à la création de nouveaux composés. On a donc une modification de la composition de l'atmosphère.



Ici, il s'agit d'espèces-traces, c'est-à-dire d'espèces qui sont en très petites quantités dans l'atmosphère, mais qui, par leur capacité à interagir, par exemple avec le rayonnement solaire ou réfléchi par la Terre, vont modifier le climat. C'est ce qu'on voit en bas avec le forçage radiatif, qui est lié à des modifications et des interactions entre ces composés et le rayonnement. On a aussi certains de ces composés, c'est le cas des particules fines, qui vont également pouvoir agir sur les nuages, modifier les propriétés des nuages, et, là aussi, venir modifier le forçage radiatif, mais également modifier d'autres paramètres du climat.

3. Evolution des émissions de GES

Sur cette figure, on voit représentée l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre entre 1850 et 2019.



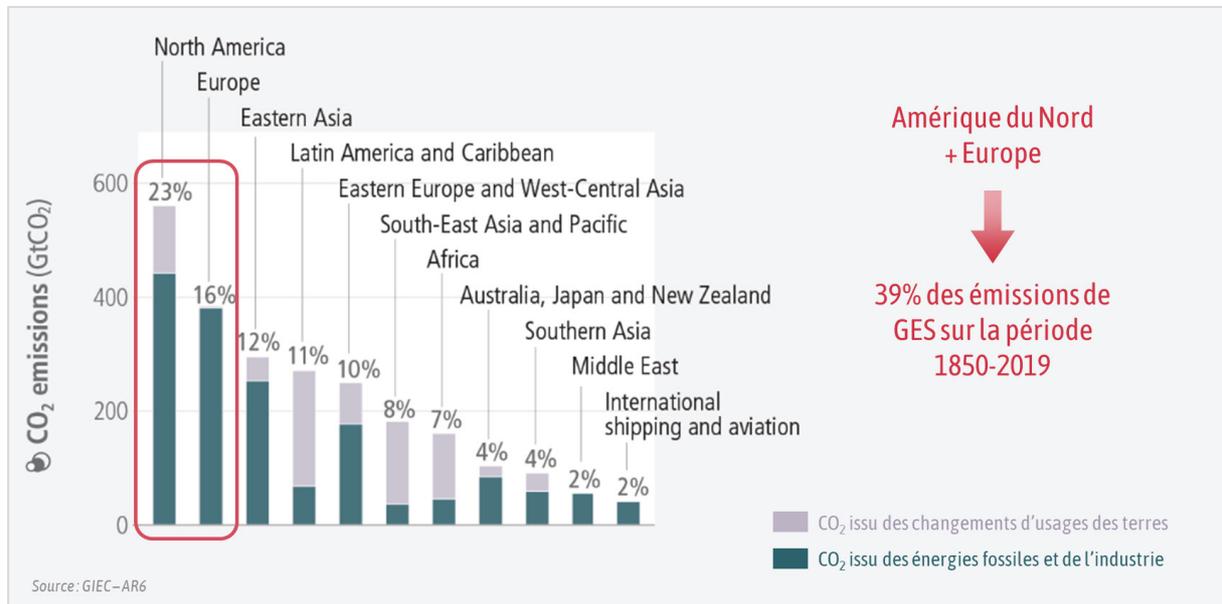
Cette augmentation continue est liée à des tendances non soutenables à la fois dans la manière dont on produit de l'énergie, dont on utilise les terres, et à nos styles de vie qui conduisent à une surconsommation de l'énergie et de l'alimentation.

Ce qu'on voit en bas, le grand aplatissement vert sombre, ce sont les émissions de CO₂ qui sont liées à l'utilisation des énergies fossiles (le pétrole, le gaz, le charbon), et également, en très petite partie, à l'industrie comme par exemple avec des procédés comme la fabrication du ciment qui vont conduire à des émissions de CO₂. Vous voyez également en gris une émission qui est liée au changement d'usage des terres. Ce changement d'usage des terres est essentiellement de la déforestation qui va conduire à un déstockage du carbone dans les sols. Une fois qu'on a converti des forêts en surfaces agricoles, par exemple, cela va conduire au relargage de CO₂ vers l'atmosphère. Enfin, la barre vert clair tout au-dessus correspond aux émissions des autres gaz à effet de serre. Ces autres gaz à effet de serre vont être par exemple le méthane et N₂O, le protoxyde d'azote, qui sont en grande partie émis par des procédés agricoles. Puis on retrouve les gaz fluorés qui, eux, sont émis par des activités plus spécifiques, et notamment par les besoins de réfrigération ou de climatisation.

4. D'où viennent les émissions de GES ?

Ces émissions de GES sont liées à des distributions très inégales à la fois dans le temps et dans l'espace. On voit ci-dessous le cumul historique des émissions de CO₂.

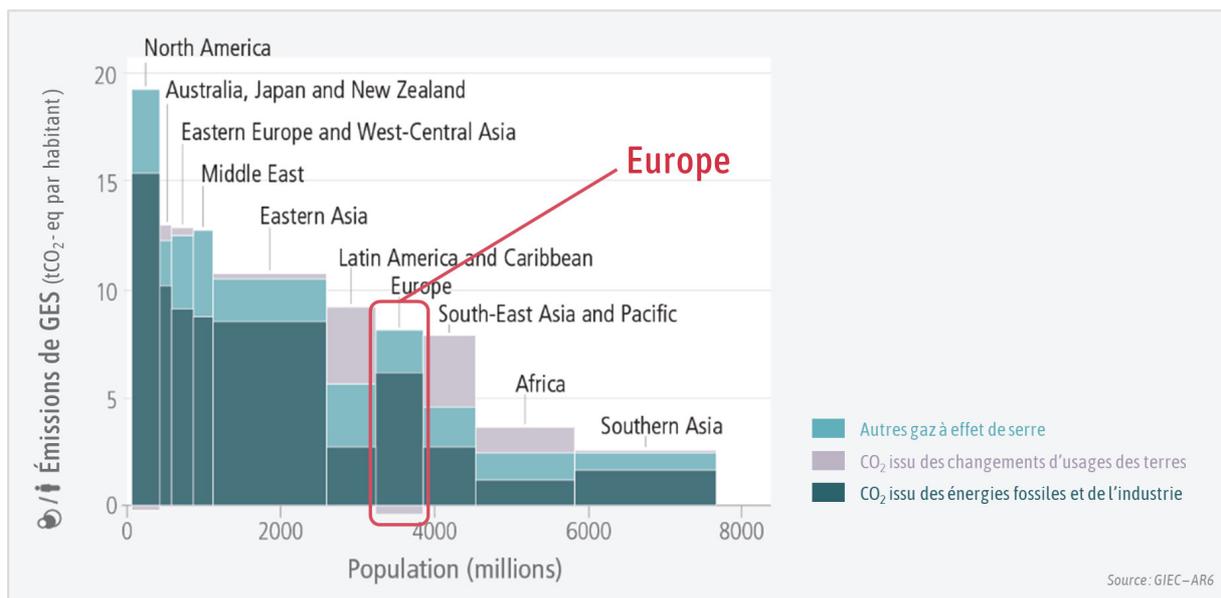
Cumul historique [1850-2019] des émissions de GES par région



Pourquoi regarder ce cumul historique ? En pratique, quand le CO₂ est émis dans l'atmosphère, une partie va être absorbée, aujourd'hui de l'ordre de 56 % du CO₂ émis est absorbé par la végétation terrestre et par l'océan, mais une partie du CO₂ émis va rester dans l'atmosphère pour des millénaires. Et aujourd'hui, nous subissons dans le 1,1°C de réchauffement une partie de CO₂ qui a été émise il y a fort longtemps, et notamment le CO₂ qui a été émis à l'ère préindustrielle.

Une autre inégalité concerne les émissions actuelles. C'est ce qu'on voit représenté ci-dessous. Ce sont les émissions, mais cette fois par personne et par région pour l'année 2019. Là encore, on peut voir une très grande disparité entre des pays développés qui vont avoir des émissions par personne qui peuvent, par exemple pour l'Amérique du Nord, avoisiner 20 tonnes de CO₂ par personne et par an, et des pays qui vont avoir des émissions plus faibles. Par exemple, l'Europe se situe autour de la moyenne mondiale, et la France est un petit peu au-dessus de l'Europe (environ 10 tonnes d'équivalent CO₂ par personne et par an).

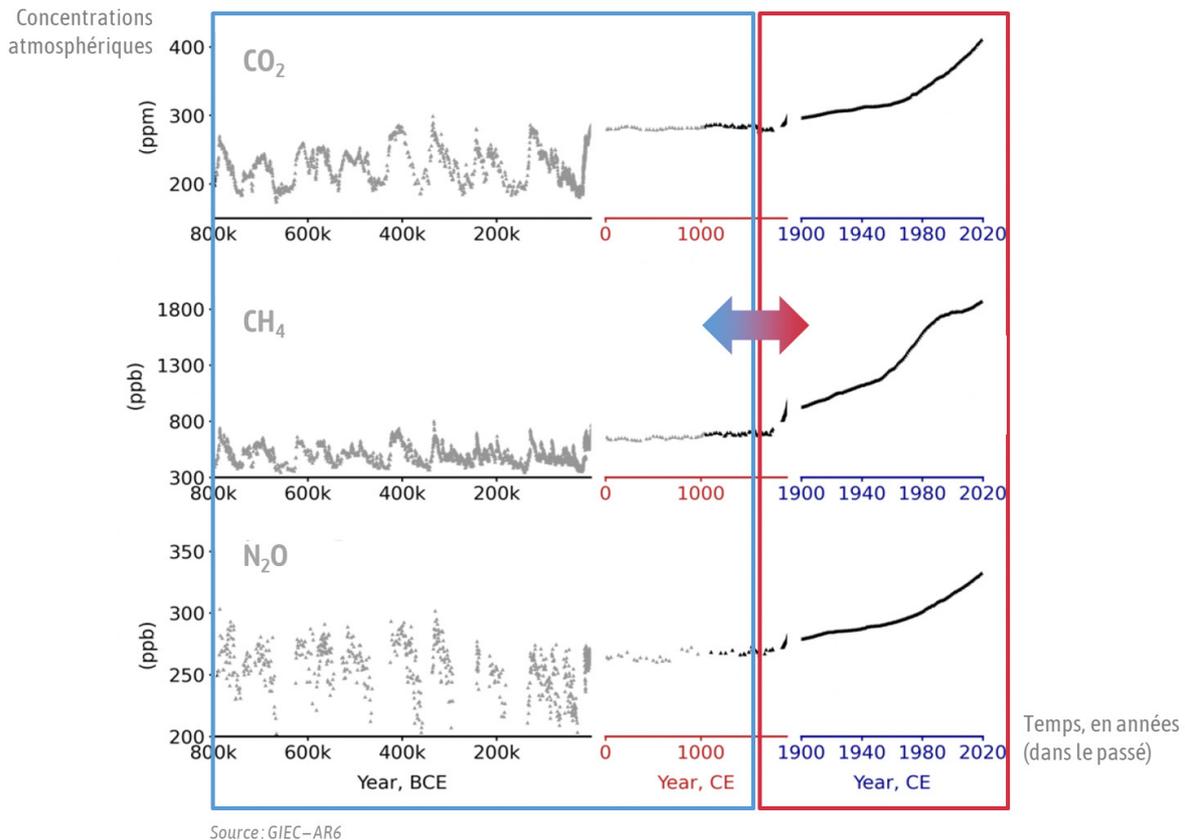
Emissions nettes de GES en 2019 par personne et par région



Cette forte disparité peut être traduite par le fait qu'on a 10 % des ménages les plus émetteurs qui représentent 40 % des émissions mondiales tandis que la moitié de la population de la planète ne pèse, elle, que 15 % des émissions mondiales.

5. Les concentrations de GES depuis 800 000 ans

Ces émissions continues de GES ont conduit à l'augmentation des teneurs en gaz à effet de serre. C'est ce qu'on voit représenté ci-dessous, où on voit dans un rectangle l'évolution récente depuis 1850 de la concentration du CO₂, du méthane et de N₂O, le protoxyde d'azote. On voit que cette évolution est très rapide sur ces 170 dernières années, et en particulier très rapide si on la compare à l'évolution de ces teneurs sur les 800 000 dernières années.

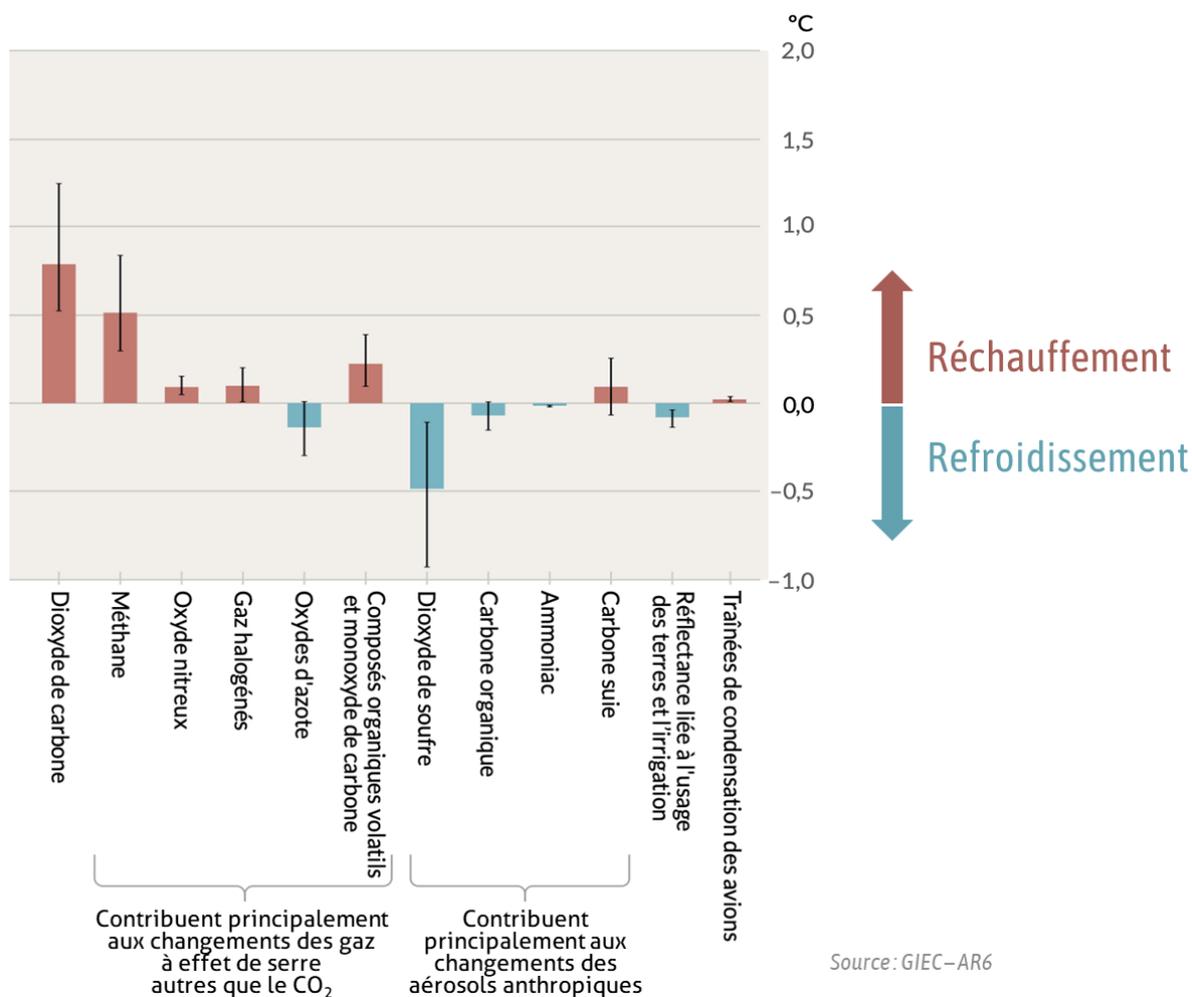


Comment est-ce qu'on connaît l'évolution de ces teneurs sur 800 000 ans ? Pour le passé lointain, on va utiliser les bulles d'air qui sont piégées dans les glaces et c'est ce qui nous permet de retracer l'évolution de la concentration de ces gaz à effet de serre sur la période d'il y a 800 000 ans jusqu'à à peu près 1850. Ensuite, on va avoir des mesures pour certains de ces gaz qui vont être de plus en plus denses au fur et à mesure du temps.

Aujourd'hui, on a des mesures satellites qui nous permettent de veiller à l'évolution des émissions et des concentrations de gaz à effet de serre en particulier. Cette modification de la composition induit un réchauffement du système climatique. En pratique, ces gaz à effet de serre vont venir piéger une partie du rayonnement qui est réémis en surface. Cette augmentation de la chaleur qui est piégée dans les basses couches de l'atmosphère va être en partie captée par l'océan qui va capter 91 % de l'énergie excédentaire dans le système.

6. Les GES : une diversité de composés

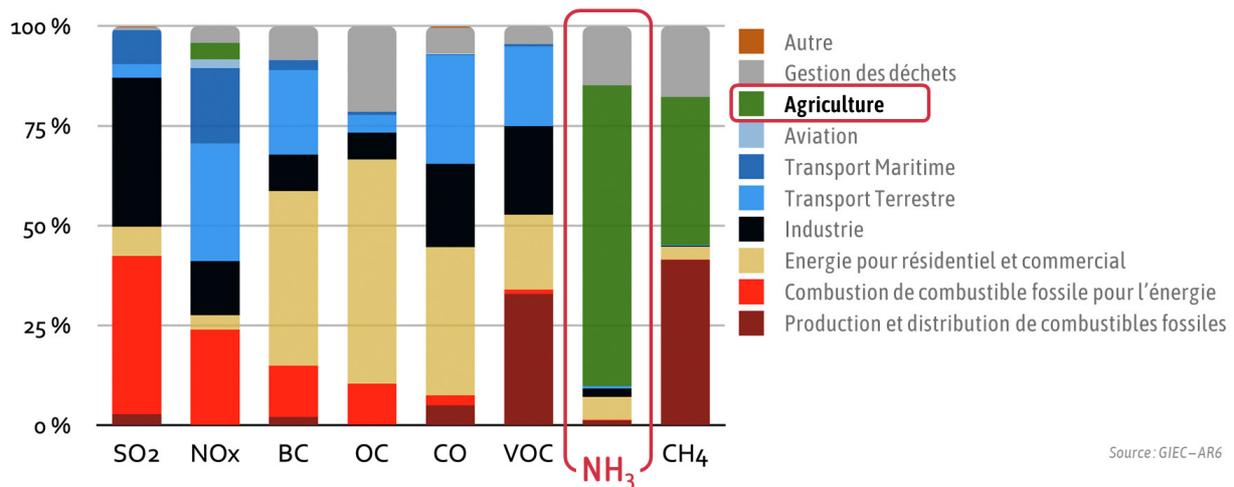
On voit sur ce graphique l'influence de chacun des composés émis sur la température de surface. C'est donc la manière dont le changement d'émissions entre le préindustriel et aujourd'hui est venu impacter la température de surface et participer à ce 1,1°C de réchauffement.



On voit deux composés très importants qui sont ceux qui agissent le plus sur le climat aujourd'hui, le CO₂ et le méthane, qui ont des caractéristiques très différentes. Dans le cas du CO₂, une partie de ces émissions est absorbée par la biosphère et par l'océan, mais ce CO₂, va en partie rester longtemps dans l'atmosphère. On dit qu'il a un effet cumulatif. Par contre, le méthane, lui, reste relativement peu de temps dans l'atmosphère, de l'ordre d'une dizaine d'années. L'implication est que si on baisse les émissions de méthane, on peut avoir un bénéfice relativement rapidement. Le méthane a des sources naturelles, mais dans ses sources anthropiques, donc d'origine humaine, il va avoir principalement l'extraction et la distribution de combustibles fossiles et l'agriculture, notamment l'élevage et les rizières. Ces deux composés sont les deux composés qui ont le rôle le plus important, mais on a également toute une galaxie de composés qui, eux, vont avoir des rôles moins importants mais qui vont aussi être impliqués, par exemple, dans les problèmes de pollution de l'air.

Ces autres composés, qui sont importants, ont des sources qui vont être aussi très variables. C'est ce que vous voyez ci-dessous : la contribution pour chacun de ces composés des différents secteurs d'émission.

Pourcentage de l'émission anthropique totale



Source: GIEC-AR6

Si on regarde par exemple le SO₂, le dioxyde de soufre, qui va conduire à la formation des particules qui jouent un effet refroidissant sur le climat, on voit qu'il est principalement lié à l'industrie et à la combustion de combustibles fossiles, alors que, par exemple, on va avoir des composés comme le NH₃, l'ammoniaque, qui vont être émis de manière principale par l'agriculture et par l'épandage de fertilisants qui vont conduire à cette émission de NH₃, comme pour le N₂O dont je vous parlais précédemment, qui est un gaz à effet de serre qui reste, lui, plus longtemps dans l'atmosphère. Donc, avoir des mesures pour lutter contre les émissions de gaz à effet de serre principaux, comme N₂O, le méthane, ou le CO₂, ça va signifier agir sur ces secteurs et aussi baisser mécaniquement la pollution de l'air.