MOOC CLIMAT

Causes et enjeux du changement climatique

UVED
Université Virtuelle Environnement & Développement Durable

SEMAINE 1 : LE CLIMAT

Ce document contient les transcriptions textuelles des vidéos proposées dans la partie « Le système climatique » de la semaine 1 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.

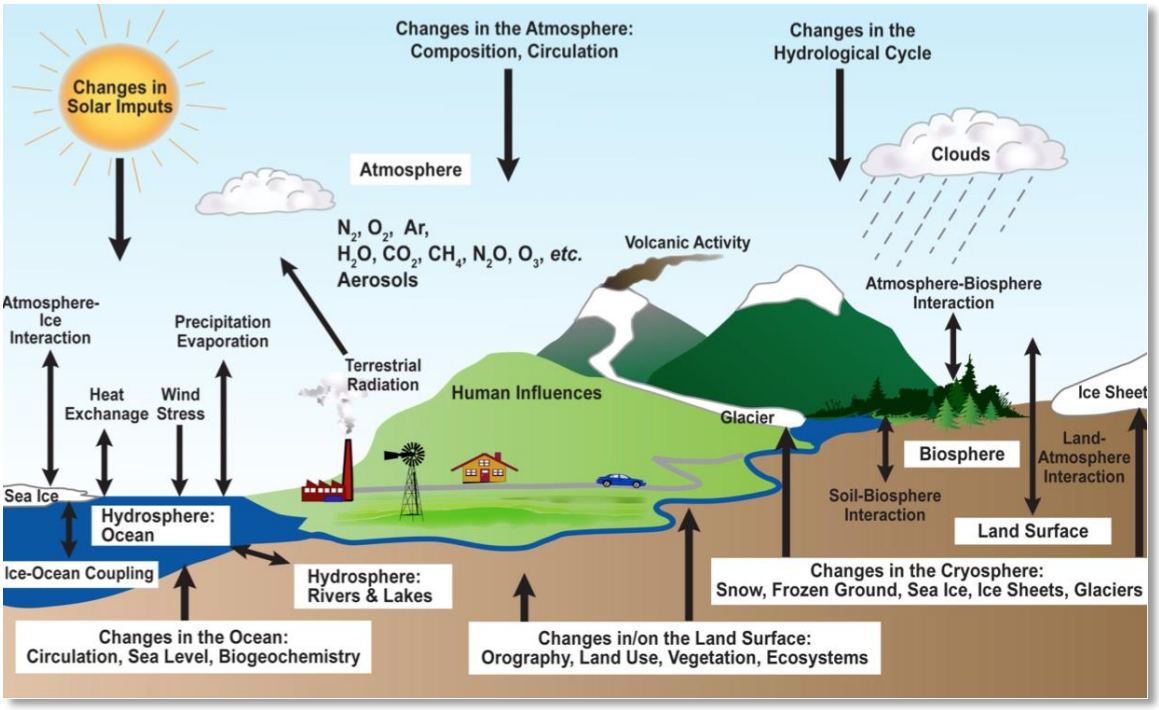
Le système climatique : échelles d'espace et échelles de temps

Hervé LE TREUT
Directeur – Institut Pierre Simon Laplace

Ce cours concerne le système climatique, l'étude du système climatique mais plus précisément l'étude du changement climatique.

Alors, quand on parle de changement climatique, on va nécessairement parler d'échelles de temps du système climatique et ces échelles de temps du système climatique, elles sont très diverses parce que le système climatique est lui-même fait de composantes qui sont très diverses.

- Peut-être l'élément central dans le système climatique, c'est l'atmosphère parce que l'atmosphère est celui de ces systèmes qui change le plus rapidement.



⇨ La vitesse moyenne de l'écoulement atmosphérique c'est 10 m/s, c'est suffisant pour mélanger l'atmosphère à l'échelle de quelques semaines, de quelques mois, si on regarde les deux hémisphères.

⇨ L'atmosphère, de ce point de vue-là distribue les climats à l'échelle de la planète, c'est donc le premier facteur qui module climat.

➢ Mais, l'atmosphère a peu de mémoire. La mémoire essentielle est dans l'océan.

⇨ L'océan se déplace à des vitesses qui sont beaucoup plus faibles, se déplace souvent sous l'influence de l'atmosphère, peut-être de manière cent fois plus lente que l'atmosphère.

⇨ Donc c'est un géant tranquille qui peut s'animer de temps en temps et qui va agir sur le climat plutôt comme un métronome, un gardien du temps comparé à l'atmosphère.

➢ Et on a d'autres composantes qui, elles, ont des échelles de temps bien supérieures :

- les glaciers : les glaciers sont là depuis des millions d'années très souvent ;
- on a souvent aussi le sol, sous les glaciers ;
- Et puis on a des rivières.

⇨ On a toute une série de composantes qui peuvent avoir des vitesses extrêmement différentes.

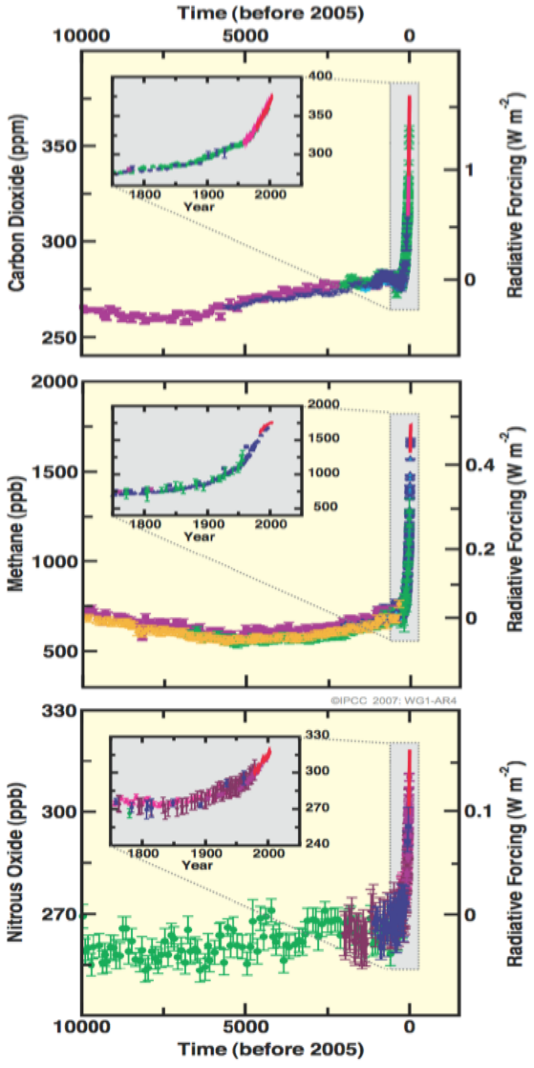
Alors, tout ça s'anime au fil du temps, on sait qu'on a des échelles de temps, des grandes glaciations qui se situent à l'échelle des centaines de milliers d'années, des dizaines de milliers d'années.

⇨ Avant cela, on a une histoire de la planète qui couvre des centaines de millions d'années avec la dérive des continents pendant les 120 millions d'années.

⇨ Donc on a une histoire extrêmement riche.

➢ Ce qu'on va regarder dans ce cours, c'est essentiellement quelque chose de beaucoup plus court et sur cette deuxième diapositive, ce qu'on va mettre en évidence, c'est un contraste majeur, c'est le contraste entre une période où se sont développées nos civilisations, qui est très stable en fait en termes climatiques.

⇨ Alors on la décrit ici par trois paramètres qui sont trois gaz à effet de serre très importants : le CO_2, le méthane et le protoxyde d'azote.



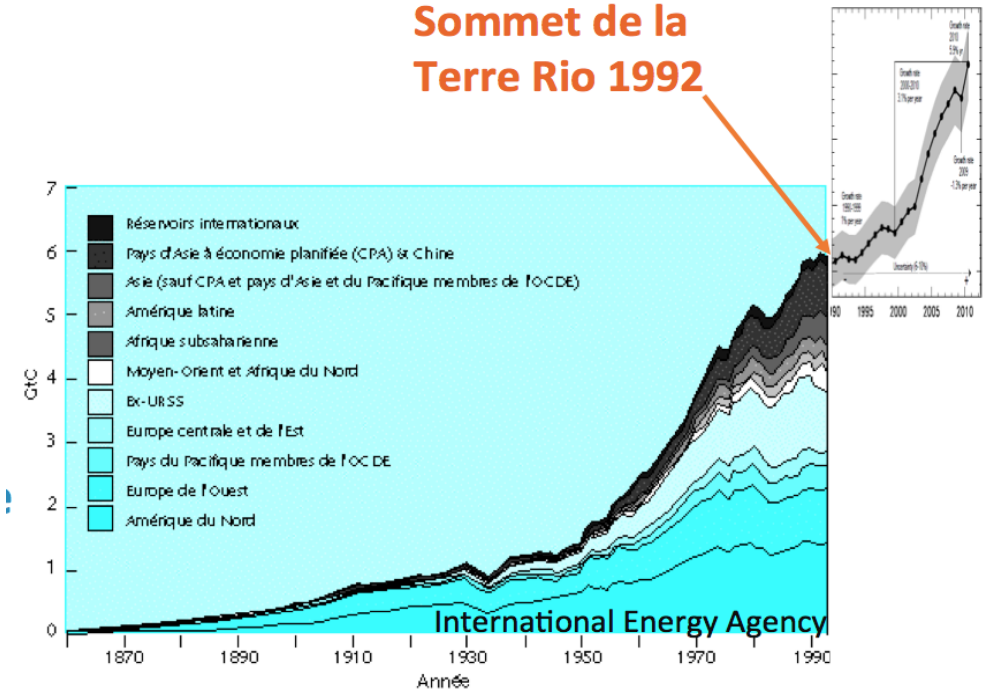
⇨ Et on voit que sur 10 000 ans, le temps où se sont développées nos civilisations, temps d'une période très chaude dans l'histoire de la planète, ces gaz ont peu évolué.

⇨ Et en fin de cette période, on voit au contraire une croissance extrêmement rapide de ces gaz à effet de serre (un diagramme issu du rapport du GIEC), et ces gaz ont une croissance qu'on associe souvent avec le début de l'ère industrielle.

En fait, on est dans un système d'évolution qui est encore plus récent que cela.

- Ce que montrent les petits encadrés gris, c'est que cette augmentation des gaz à effet de serre, elle est en fait postérieure à la Deuxième guerre mondiale et, sur la diapositive suivante, on voit que cela s'explique parfaitement par, par exemple, les inventaires de combustion du charbon, du gaz naturel, du pétrole tels que peut les donner l'Agence Internationale pour l'Energie.

⇨ On voit que le moment où tout cela augmente, le moment où tout cela s'emballe, c'est après la Deuxième guerre mondiale et donc on a un système qui s'est mis à évoluer très rapidement depuis cette époque-là.



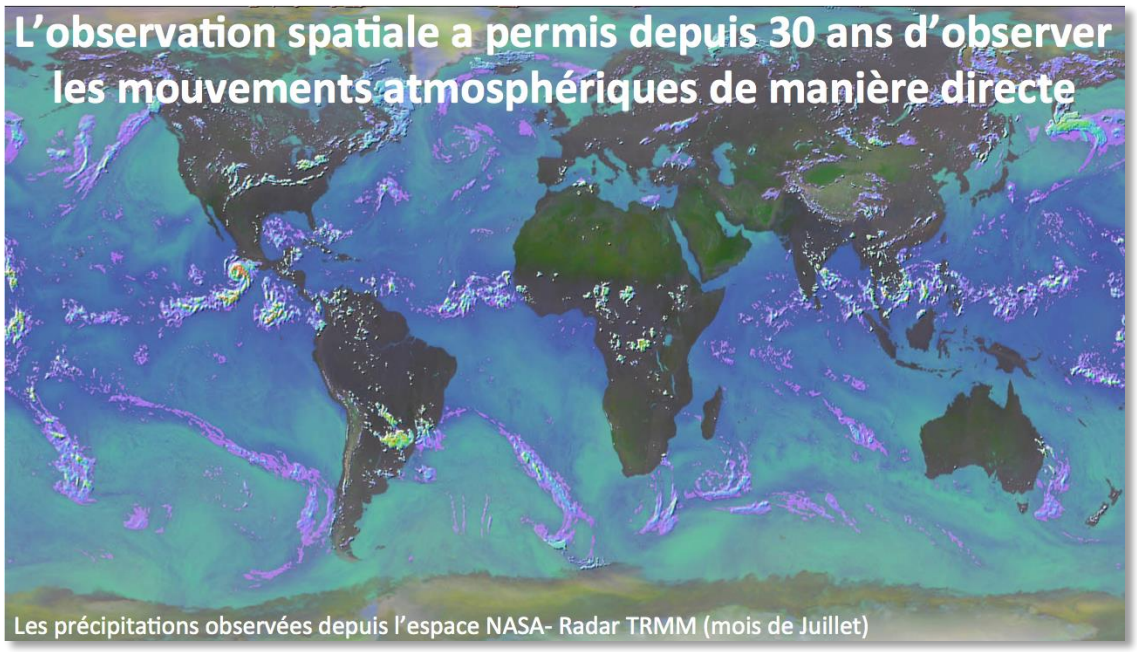
- Si on s'en tient à ce seul niveau d'émission du CO_2 liée aux activités humaines, liée à la combustion des produits fossiles, on était en début de la période concernée, c'est-à-dire dans les années 50 à 1 ou 2 milliards de tonnes de carbone par an, on est passé à 6 ou 7 milliards de tonnes de carbone sur le premier de ces deux diagrammes que j'ai mis ensemble - que j'ai souvent utilisé dans mes cours -, qui en fait nous amène à la conférence de Rio en 1992 (la première conférence où on a essayé de mettre en place une convention cadre des Nations Unies sur le changement climatique pour aussi pour essayer de réduire ces émissions).

⇨ On voit qu'on n'y est pas arrivés et que depuis, on a continué à augmenter ces émissions qui sont maintenant à 10 milliards de tonnes de carbone par an.

Donc, au sein d'un climat qui finalement a évolué à des échelles de temps très longues, on a, nous, créé un espace de variations extrêmement rapides comparé à un temps qui était

relativement stable, qui est celui de nos civilisation et des 10 000 dernières années relativement chaudes dans lesquelles on a vécu.

Alors, ce temps rapide des changements, on va l'articuler aussi avec une géographie de ces changements et là, on a un système qui est particulier parce que, je l'ai dit, il est très largement tributaire de ce qui se passe dans le domaine atmosphérique et une des caractéristiques de l'atmosphère c'est d'avoir une circulation qui est partiellement organisée et puis partiellement imprédictible.



- Alors cette organisation, on la voit sur cette carte, qui est une image radar instantanée de l'atmosphère - et qui est issue d'un programme de la NASA pour mesurer les précipitations depuis l'espace -, et vous voyez, les échos blancs constitués au moment où l'atmosphère monte.

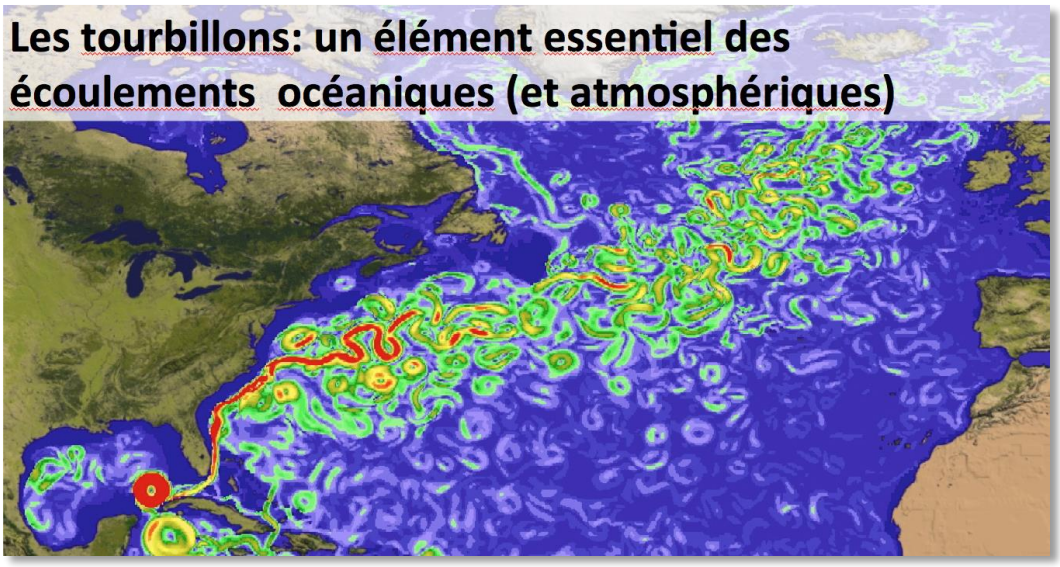
⇨ Près de l'Équateur on a par exemple ce qu'on appelle le pot-au-noir (on le voit ici en blanc), ce sont des grands cumulo-nimbus qui marquent la ceinture équatoriale.

- A nos latitudes, on voit surtout des grands tourbillons qui sont des tourbillons autour des dépressions ou des anticyclones, et ils sont tous organisés à l'échelle des milliers de kilomètres donc on voit que l'atmosphère ne fonctionne pas de manière complètement chaotique.

⇨ On pourra prévoir un certain nombre de choses mais on sait aussi que les prévisions météo sont limitées dans le temps à quelques jours donc la capacité à faire des prévisions détaillées sera malgré tout limitée quand on s'intéressera aux dimensions régionales du changement.

- On a un peu la même situation dans l'océan. L'océan est organisé à très grande échelle, alors beaucoup par la forme des bassins océaniques.

⇨ Vous avez ici par exemple le Gulf Stream. Le Gulf Stream s'appuie sur le bord ouest de l'océan atlantique, c'est-à-dire sur la côte est des États-Unis, le bord ouest de l'océan et il amène depuis le Golfe du Mexique jusqu'à l'Arctique à la fois des eaux chaudes et des eaux salées qui vont plonger, qui vont mettre en route des circulations océaniques très précieuses.



⇨ On sait que si le climat change, si on a plus d'eau douce dans les hautes latitudes de l'océan Atlantique, ce Gulf Stream risque de reculer vers le sud.

⇨ On sait dire un certain nombre de choses sur les évolutions possibles de la circulation océanique.

⇨ En même temps, on voit que cette circulation océanique, s'accompagne d'une série de tourbillons absolument considérables. Ces petits tourbillons sont des tourbillons qui sont un peu l'équivalent océanique de nos dépressions et de nos anticyclones. On ne les connaissait pas il y a quelques décennies, c'est là aussi l'observation spatiale qui nous les montre (là ce sont des simulations numériques qui permettent de les visualiser de manière peut-être plus illustrée et plus imagée).

Dans tous les cas, quand on sait que le grand enjeu de ce cours et le grand enjeu auquel on a à faire face en tant que société, c'est justement d'arriver à déchiffrer ce que sera le futur dans un monde qu'on est en train de secouer de manière très rapide par rapport à tous ces évolutions naturelles et dans lequel beaucoup d'éléments sont prévisibles mais beaucoup d'éléments ne seront pas prévisibles, ce qui veut dire qu'on sera obligés de les traiter comme des risques climatiques et ces risques climatiques sont maintenant une composante importante du paysage politique et avec lequel on doit affronter le futur.