



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.

Changement climatique : la naissance d'une problématique

Jean JOUZEL

Directeur de recherche – CEA

L'idée d'une influence de l'effet de serre liée aux activités humaines est née au début du XXe siècle à l'initiative d'un chercheur suédois : Svante ARRHENIUS, qui a émis l'hypothèse qu'à travers l'utilisation du charbon qui commençait à émettre des quantités de gaz carbonique assez importantes, et bien nous allons vers des réchauffements assez importants à la fin du XXe siècle.

⇒ Svante ARRHENIUS avait aussi prédit que l'effet de serre avait une influence sur les cycles glaciaires et interglaciaires.

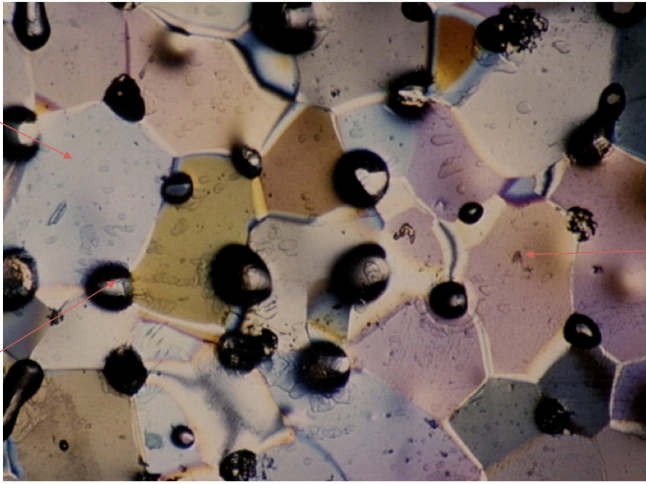
Au milieu du XXe siècle on voit le premier réseau d'observatoires, c'était à Hawaï, disons de mesures directes des teneurs en gaz carbonique dans l'atmosphère, puis ce fut le méthane dans les années 70, le protoxyde d'azote également, donc on a maintenant une image très complète de l'évolution des gaz à effet de serre dans l'atmosphère en réponse aux activités humaines.

Mais il est aussi important et intéressant de regarder vers le passé qui est une mine d'informations vis-à-vis de ce problème du lien entre effet de serre et climat.

- Quand on veut regarder vers le passé, on peut s'intéresser à des archives relativement récentes qui nous permettent de reconstituer le climat par exemple du dernier millénaire,

c'est le cas des archives historiques, des cernes d'arbres, des récifs coralliens, disons d'analyse des coraux.

- Si on veut regarder plus loin dans le temps, et bien, on peut utiliser des sédiments marins, des stalagmites sur le continent mais aussi des glaces dans les régions polaires.
 - Ces glaces, surtout des glaces de l'Antarctique (ici une carotte prélevée dans le cadre du projet EPICA au centre de l'Antarctique, au dôme C.), et bien ces glaces permettent de remonter à 800 000 ans (c'est plus de 3 kilomètres de forage), et leur analyse permet de reconstituer tout un ensemble de paramètres.
- ⇒ Ce sont des archives très riches, la glace elle-même nous permet de reconstituer la température.



Glace
H₂O
H₂¹⁸O
HDO

Air
CO₂
CH₄
δ¹⁵N
δ⁴⁰Ar
δ¹⁸O...

Impuretés
Poussières
Sel de mer
¹⁰Beryllium
Pollution
Volcanisme
...

+ température dans le trou de forage
(paléothermométrie)

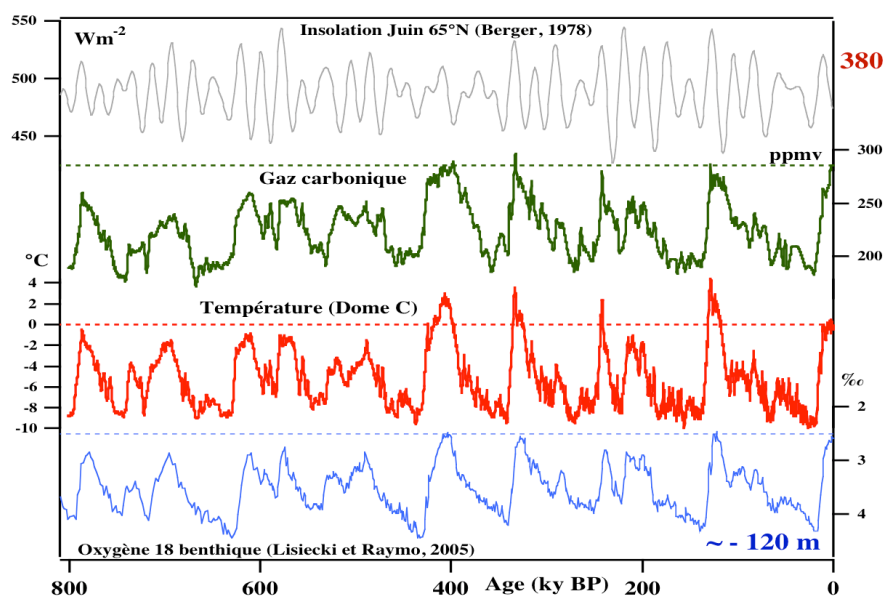
- ⇒ En effet la composition de la glace en isotopes, que ce soit le deutérium, l'isotope lourd de l'hydrogène ou l'oxygène 18, l'isotope lourd de l'oxygène 16, et bien ces concentrations en isotopes diminuent à mesure que la température diminue, à mesure qu'on va vers les régions polaires.
- ⇒ Tout simplement parce qu'à chaque fois qu'il y a condensation d'abord de pluie et de neige, et bien les condensats sont plus riches, les précipitations sont plus riches en oxygène 18 et en deutérium que la vapeur, si bien que la vapeur restante s'appauvrit progressivement quand on va depuis les régions tropicales, équatoriales vers les pôles.
- ⇒ Donc on a là vraiment un thermomètre qui nous permet de reconstituer les climats passés à partir de l'analyse isotopique de la glace.
- On peut aussi extraire les bulles d'air et donc là aussi, nous avons accès à différentes mesures : les gaz à effet de serre en particulier, le méthane, le protoxyde d'azote mais aussi

bien sûr en premier lieu le gaz carbonique et puis il y a toute une série d'impuretés, des poussières, du sel de mer, du béryllium qui a cette caractéristique d'être influencé par l'activité solaire.

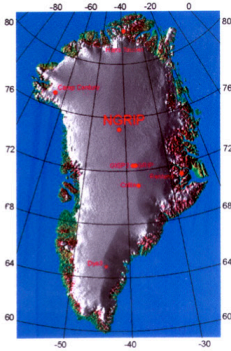
- ⇒ On peut donc remonter l'activité solaire à partir de l'analyse des glaces mais on y voit aussi tout ce qui concerne la pollution, au sens trivial du terme, et puis tous les événements volcaniques par exemple y sont enregistrés.
- ⇒ Donc on a des archives extrêmement riches et ce sont les seules qui permettent de comparer climat et effet de serre.
- Donc, dans ce forage d'EPICA, les premiers travaux sur le lien entre le climat et effet de serre datent du milieu des années 80, c'est le forage antarctique de Vostok qui nous a permis de remonter d'abord à un cycle climatique dans les années 80 et puis à 400 000 ans dans les années 90 et nous sommes remontés plus loin dans l'échelle de temps grâce à ce forage au dôme C. qui couvre 8 cycles climatiques.

Alors là, de droite à gauche, nous remontons dans le temps, de 0 à 800 000 ans.

- La courbe rouge, au milieu, concerne, retrace la température sur le site en Antarctique, au cœur de l'Antarctique avec cette alternance de périodes glaciaires relativement longues et de périodes interglaciaires chaudes beaucoup plus courtes.
- ⇒ Par exemple, nous sommes dans une période interglaciaire depuis 10 000 ans. La précédente période interglaciaire chaude, c'était il y a 125 à 130 000 ans.
- ⇒ Et bien, on reconstruit cette température avec des températures en période glaciaire en Antarctique à peu près 10°C plus froides qu'aujourd'hui.

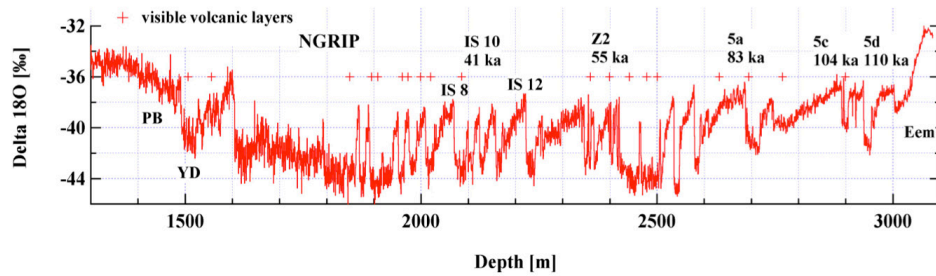


- Mais ce que l'on voit, la courbe en vert, un autre indicateur climatique, c'est l'élévation du niveau de la mer qui est mesurée, qui est analysée à partir des sédiments marins et on voit aussi là qu'en période glaciaire, et bien le niveau de la mer était à peu près 120 mètres plus bas qu'il ne l'est actuellement.
- ⇒ On voit bien donc qu'il y a des variations conjointes entre périodes glaciaires et niveau de la mer.
- Mais ce qui est peut-être le plus intéressant, c'est l'enregistrement de gaz carbonique qui montre des valeurs de gaz carbonique élevées en période chaude interglaciaire et beaucoup plus faibles (à peu près disons 180 parties par millions en période glaciaire, 280 parties par million en période chaude).
- ⇒ Alors ça permet de montrer aussi que nous sommes dans une période exceptionnelle, c'est-à-dire que nous sommes à 400 parties par million actuellement en gaz carbonique, c'est-à-dire qu'il y a une augmentation de 40 % de la quantité de gaz carbonique de l'atmosphère au cours des 200 dernières années.
- ⇒ C'est ce type d'enregistrement qui nous permet de dire que les valeurs que nous connaissons aujourd'hui n'ont jamais été atteintes au cours des 800 000 dernières années et de mettre en évidence ce lien entre effet de serre et climat à ces échelles de temps et c'était, je crois, très important pour visualiser le rôle de l'effet de serre dans le contexte du réchauffement climatique.
- Il faut bien souligner que ce n'est pas l'effet de serre qui lui-même gouverne l'alternance de ces cycles glaciaires et interglaciaires.
- ⇒ Le métronome de ces cycles c'est l'insolation, la courbe du haut. Ces variations d'insolation sont liées à l'évolution de la position de la Terre sur son orbite.
- ⇒ On voit par exemple, il y a 130 000 ans, l'insolation d'été était exceptionnellement élevée et ce sont ces variations d'insolations qui, disons, sont à l'origine du rythme du calendrier des périodes glaciaires et interglaciaires.
- Alors, un autre exemple qui nous vient du Groenland, d'information directement pertinente vis-à-vis du climat futur, c'est la découverte au début des années 90 dans les glaces polaires mais également dans les sédiments marins et dans d'autres enregistrements, des sédiments lacustres, des stalagmites, et des enregistrements continentaux également de variations extrêmement rapides du climat.



Groenland

Changements climatiques rapides



North GRIP Project : (NGRIP community, Nature, 2004)

- C'est vraiment à l'échelle d'une vie humaine, on voit ici un forage récent, celui de North GRIP et en fait on voit des variations de températures extrêmement rapides mais elles sont aussi extrêmement rapides pour les variations en teneur en méthane, en poussière, en précipitations et donc ces changements rapides sont très probablement liés à des changements de circulation océaniques dans l'Atlantique Nord et donc, on voit la richesse de ces enregistrements, que ce soit ceux du Groenland ou ceux de l'Antarctique pour tous ceux qui s'intéressent à l'évolution du climat.
- Vraiment, il est essentiel quand on s'intéresse au climat du futur de regarder vers le passé car il y a une continuité entre climat passé, climat d'aujourd'hui et climat futur qui fait que pour bien appréhender le climat futur, bien sûr ce n'est possible qu'avec des modèles, mais pour bien comprendre les mécanismes, il y a vraiment un apport des données du passé vis-à-vis de notre compréhension des mécanismes et des changements climatiques, de ce lien entre climat et effet de serre, de l'existence de variations climatiques rapides, qui n'auraient pas été mises en évidence sans ces glaces polaires et ces données paléoclimatiques.