

L'EFFET DE SERRE

1. QU'EST-CE QUE L'EFFET DE SERRE ?

1.1. QU'EST-CE QU'UNE SERRE ?

Tout le monde connaît la serre du jardinier ou de l'horticulteur. Ils l'utilisent pour protéger les légumes ou les fleurs des froidures de l'hiver ou pour favoriser la pousse de printemps. Une serre est un espace vitré qui peut aller de la simple cloche de verre pour protéger la salade, jusqu'aux grands bâtiments qui enferment les collections des plantes exotiques. On peut ainsi faire pousser des plantes tropicales sous des climats qui ne s'y prêtent pas¹. Chauffée ou pas, une serre bénéficie toujours de l'énergie solaire. La lumière du soleil passe à travers le vitrage, réchauffe l'intérieur et la vitre empêche la chaleur de ressortir. C'est l'effet de serre, c'est simple mais quel rapport avec notre terre ?

2.2. L'EFFET DE SERRE : COMMENT ÇA MARCHE ?

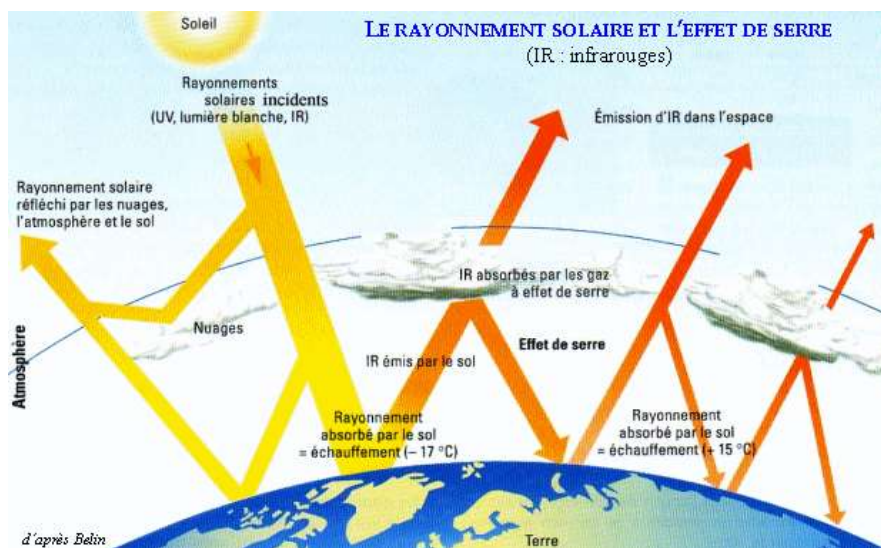


Sur la terre, c'est l'atmosphère qui joue le rôle de la vitre. Cette couche d'air assez fine laisse passer la lumière du soleil et retient la chaleur créée, l'empêchant ainsi de rediffuser dans l'espace.

Le phénomène est en réalité un peu plus complexe. Lorsque le rayonnement solaire atteint notre planète, 30% se réfléchit sur l'atmosphère et les couches réfléchissantes de la terre (océan, neige etc.) et repart directement dans l'espace, 20% est absorbé par l'atmosphère et contribue à son réchauffement et 50% arrive au sol et y dépose son énergie qui se transforme en chaleur.

Cette chaleur est réémise sous forme d'un rayonnement infrarouge de grande longueur d'onde qui est absorbé par l'atmosphère qui en réémet une grande partie vers la terre. **C'est l'effet de serre.**

La figure ci-dessous explique le mécanisme.



¹ Grâce aux serres chauffées par la géothermie, l'Islande est le premier producteur de bananes d'Europe.

1.3. SON INTÉRÊT POUR LA VIE SUR LA TERRE

Le tableau ci-dessous donne quelques valeurs de ce qu'aurait pu être la température de la terre suivant sa configuration.

Vide intersidéral	- 270°C	
Terre sans soleil	- 243°C	Réchauffée par son seul noyau radioactif
Ensoleillement direct	+120°C *	1365 W/m ² (90° au plan orbital)
Inclinaison de l'axe de rotation	- 18°C *	343W/m ² (angle écliptique 23°)
Terre avec effet de serre	+15°C *	

* Ces chiffres sont des valeurs moyennes réparties sur l'ensemble du globe.

2. LES CONTRIBUTEURS À L'EFFET DE SERRE

Notre atmosphère est constituée essentiellement d'oxygène (19,6%) et d'azote (76,5%), gaz transparents aux rayonnements solaires, et d'un certain nombre de gaz qui possèdent tous la propriété d'absorber le rayonnement infrarouge émis par la terre. Ce sont les gaz à effet de serre (GES).

2.1. LES GAZ À EFFET DE SERRE

Les principaux gaz à effet de serre sont la vapeur d'eau (H₂O), le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (N₂O), l'ozone (O₃), les oxydes d'azote (NO_x) et le monoxyde de carbone (CO). A ceux-ci il faut rajouter les gaz à effet de serre industriels incluant les halocarbones lourds (CFC, fréon, perfluorométhane) et l'hexafluorure de soufre (SF₆). Ces gaz ne représentent que 1,04% des gaz constituant l'atmosphère de la terre.

La vapeur d'eau (H₂O)

Ce gaz est le plus répandu des gaz à effet de serre et celui qui a l'effet le plus important. Dans l'atmosphère la quantité de vapeur d'eau augmente quand la température croît. Ceci conduit à une augmentation de l'effet de serre mais également à un obscurcissement de l'atmosphère limitant la pénétration du rayonnement solaire. Tout ceci conduit à une autorégulation qui entre dans le fonctionnement naturel de la machine climatique.

Le dioxyde de carbone (CO₂)

La source de ce gaz provient de la vie sur la terre (respiration des êtres et des végétaux), de la combustion ou de la décomposition des plantes et des arbres, de l'utilisation des combustibles fossiles (charbon, pétrole...). Son augmentation depuis 1800 provient essentiellement de l'activité humaine.

Le méthane (CH₄)

Il provient de la décomposition anaérobie (fermentation ou putréfaction) de composés organiques d'origine animale ou des plantes. Le méthane, présent dans l'atmosphère, est essentiellement d'origine naturelle (zones humides, marécages, marais,...), mais d'importantes quantités proviennent également de l'activité humaine à travers la combustion des combustibles fossiles, la décomposition des ordures ménagères et l'élevage.

Les oxydes nitreux (N₂O)

Ces gaz proviennent de façon naturelle des sols agricoles dégradés, des zones humides et des océans. L'action de l'homme se retrouve dans l'utilisation des engrais azotés, certains procédés chimiques et les émissions des moteurs thermiques

Le monoxyde de carbone (CO)

Ce gaz n'est pas à proprement dit un GES mais il a une influence indirecte en facilitant la création de gaz à effet de serre comme l'ozone ou le méthane. Ce gaz est produit essentiellement par les carburants et les combustibles.

Les oxydes d'azote, anhydride sulfureux, ozone, halocarbures (Chlorofluorocarbone)

Ce sont les résultats de l'activité industrielle.

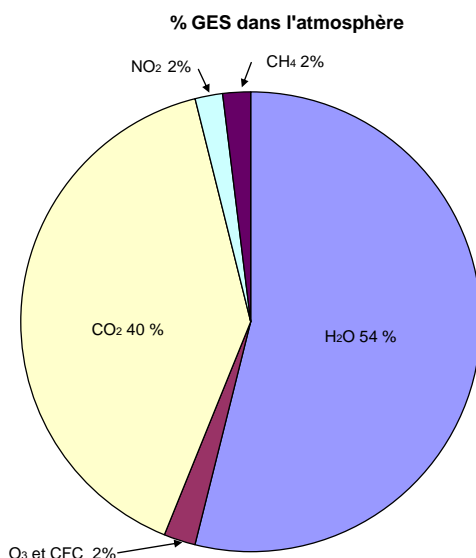
2.2. LE POIDS DES CONTRIBUTEURS

La température liée à l'effet de serre repose sur 2 paramètres :

- la concentration dans l'atmosphère des différents gaz

- la capacité de chacun à absorber et à renvoyer vers la terre le rayonnement infrarouge que l'on appelle le Pouvoir de Réchauffement Global (PRG)

Le graphe ci-dessous donne la répartition dans l'atmosphère des différents gaz à effet de serre et le tableau joint donne les facteurs de réchauffement de chaque gaz en prenant le dioxyde de carbone comme référence.



GES	H ₂ O	CO ₂	CH ₄	NO ₂	O ₃ et CFC	Autres gaz
Répartition (%)	54	40	2	2	2	Faible
PRG	ns	1	56	280	de 5000 à 10 000	

Bien que l'eau constitue en volume la plus forte proportion des gaz à effet de serre, son pouvoir réchauffant est relativement faible compte tenu de sa faible durée de vie (quelques semaines avant de retomber sur terre sous forme de précipitations).

Cependant l'eau, ainsi que les principaux gaz à effet de serre d'origine naturelle, entrent dans des processus de régulation appelés « Cycle » (cycle de l'eau, cycle du bioxyde de carbone, cycle du méthane...).

La surproduction de GES, liée à l'activité humaine, risque de perturber ces cycles de régulation, d'où la nécessité d'introduire un nouveau paramètre qui est « l'effet de serre additionnel ».

2.3. LES CONTRIBUTEURS À L'EFFET DE SERRE ADDITIONNEL

L'effet de serre naturel est indispensable à la vie. On ne lutte donc pas contre l'effet de serre, mais contre l'effet de serre additionnel, dont la rapidité d'accroissement depuis le début de l'ère industrielle risque de perturber l'équilibre actuel du climat.

Le tableau ci-dessous donne, pour les gaz retenus par la conférence de Kyoto, la part de chacun d'eux dans l'effet de serre additionnel. Ces valeurs résultent d'un calcul complexe qui fait intervenir la concentration du gaz, son pouvoir réchauffant, et sa durée de vie.

Gaz	CO ₂	CH ₄	NO ₂	CFC	O ₃	Autres gaz
Durée de vie	100 ans	10 ans	120 ans	x 1000 ans	qq semaines	
Contribution	56%	16 %	5 %	12%	8%	3%

Ces gaz sont considérés comme les facteurs déclenchant, mais de très nombreux processus interviennent dans le climat avec des interférences complexes entre chacun d'eux.

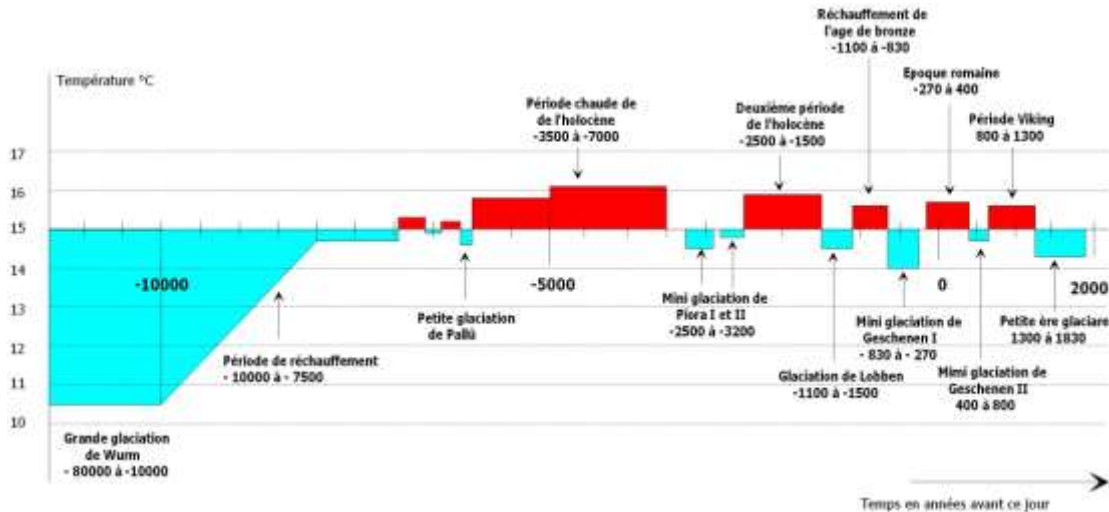
Parmi ces processus il y a : l'atmosphère, l'activité solaire, les courants marins, ainsi que les nombreux échanges entre l'atmosphère, les océans, la biosphère, les surfaces continentales... tous ceux-ci intervenant dans le fonctionnement thermodynamique de notre planète.

Quel sera le prochain point d'équilibre ?

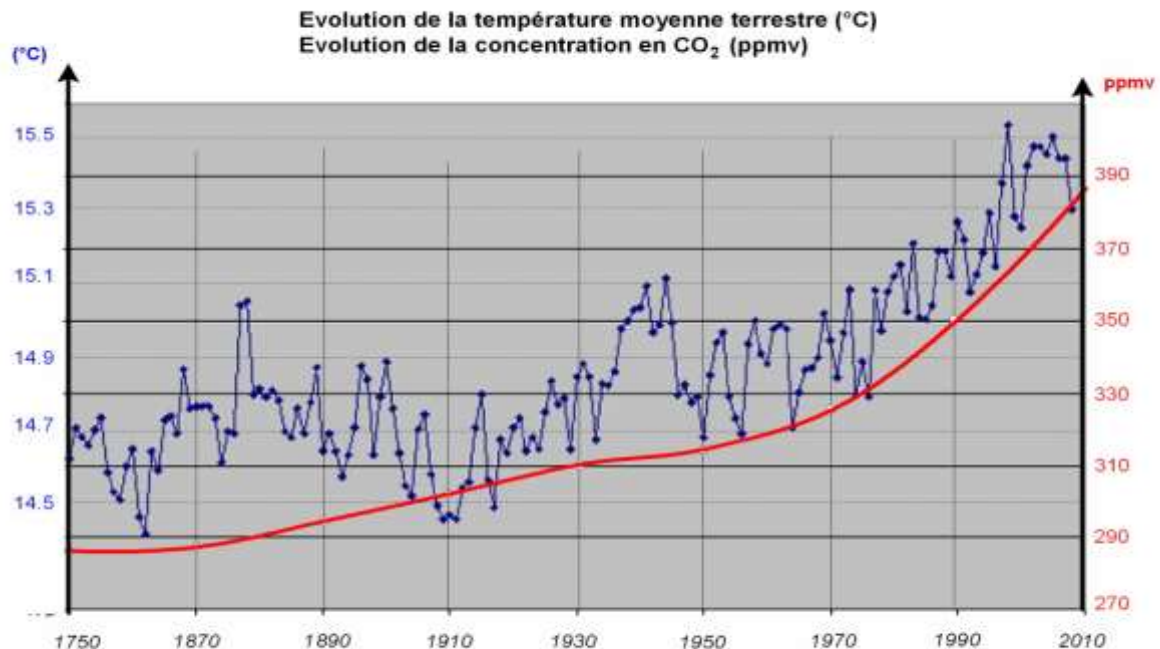
3. LE CLIMAT D'HIER ET D'AUJOURD'HUI

3.1. L'ÉVOLUTION CONSTATÉE

On dénombre cinq grandes périodes glaciaires dans l'histoire de la planète avec des périodes interglaciaires relativement chaudes et une température moyenne pouvant atteindre 25°C au temps du carbonifère. La dernière période glaciaire (glaciation de Würm) a duré près de 80 000 ans et depuis 18 000 ans la terre se réchauffe avec des oscillations autour d'une valeur moyenne de 15°C comme le montre le schéma ci-après².



Le début du XIXème siècle marque la fin de la dernière « petite ère glaciaire » et la planète rattrape sa température moyenne de 15°C liée à l'effet de serre comme le montrent les enregistrements de la température menés régulièrement depuis 1860.



La sortie de la petite ère glaciaire serait due à une augmentation de l'activité solaire. Avec la révolution industrielle de la fin du XIXème siècle, la concentration des principaux gaz à effet de serre a augmenté.

² Cette représentation schématique n'indique que des tendances et n'intègre pas les petites oscillations de température durant les différentes périodes.

En particulier, la teneur en gaz carbonique est passée de 280 à près de 290 parties par million en volume (ppmv) entre les années 1800 et 2010.

L'évolution de la température est relativement rapide et force est de constater que la pente s'est accentuée dans les 20 dernières années, suivant d'assez près l'évolution de la concentration des principaux gaz à effet de serre liés à l'activité humaine (CO₂, CH₄, NO₂, HCFC).

La tentation est donc grande d'affirmer une relation de cause à effet entre l'élévation de la température et la concentration en CO₂ qui est le plus fort contributeur à l'effet de serre additionnel.

Les simulations réalisées par le GIEC³ montrent que les températures pourraient atteindre 16,2 à 16,5 °C en 2050 en se basant sur des scénarios raisonnables attribuant à l'humanité une certaine capacité à maîtriser ses propres activités. Quoi qu'il en soit, les projections vers l'avenir montrent qu'il sera très difficile de limiter le réchauffement à 2°C à la fin du 21^{ème} siècle

Ce réchauffement devrait nous amener au niveau des périodes chaudes de l'holocène dépassant celles des époques romaines et viking.

3.2. COMMENT MESURE-T-ON LA TEMPERATURE ?

La température peut fluctuer de plus d'une dizaine de degrés au même endroit au cours de la journée, d'un jour à l'autre, d'une saison à une autre, d'une année à l'autre.

Pour faire ces relevés, c'est au total plus de 10000 mesures de températures qui sont faites de part le monde en continu dans des stations terrestres, en mer sur 7000 navires, et par les avions de ligne (environ 3000) ainsi que par radio sondage pour les mesures en altitude.

Toutes ces mesures sont diffusées et échangées par les services météorologiques et coordonnées au niveau mondial par l'Organisation Météorologique Mondiale. A ceci se rajoutent les mesures locales qui ne font pas l'objet d'échanges internationaux.

Météo France dispose de 500 postes de mesures en continue au sol et de 3000 observations journalières effectuées par des bénévoles.

A partir des données brutes de température on effectue différentes moyennes et pondérations qui font évidemment perdre une partie de l'information contenue dans les mesures mais qui permettent d'établir des tendances et des cartes de températures locales, régionales et même mondiales pour répondre aux préoccupations du changement climatiques.

Ces interprétations reposent sur des modèles mathématiques validés par l'Organisation Météorologique Mondiale.

3.3. LE HIATUS CLIMATIQUE

Depuis 1998 le rythme du réchauffement semble se stabiliser. L'augmentation n'est que de 0,05 °C pour les dix dernières années alors qu'elle était de 0,12 °C à chaque décennie depuis 1951.

Plusieurs hypothèses concomitantes peuvent expliquer ce phénomène : une baisse de l'activité solaire, la pollution atmosphérique de plus en plus importante qui joue le rôle d'écran, l'activité volcanique⁴ et la fonte de plus en plus rapide des glaces des pôles qui refroidit les mers et fait baisser la température moyenne.

Mais l'hypothèse principale penche du côté des océans car ce sont eux qui absorbent 93% de la chaleur qui n'est pas renvoyée vers l'espace. Une partie de la chaleur échangée entre la surface de l'océan Atlantique et l'atmosphère descend dans les profondeurs marines, emportée par un cycle naturel de courants⁵.

On a effectivement constaté une augmentation de la température de l'océan Atlantique entre 700 et 1500 mètres de profondeur.

Mais cette chaleur pourrait être restituée dans l'atmosphère au cours de la décennie à venir, accélérant de nouveau le réchauffement climatique, d'autant que la production du CO₂ continue de croître.

³ Groupement Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

⁴ En 1991 aux Philippines, l'éruption du Pinatubo a fait baisser la température moyenne à la surface de la planète de 0,5°C l'année suivante.

⁵ Les courants responsables de cette "disparition" de la chaleur circulent entre les pôles Nord et Sud. Tous les 20 à 35 ans, quand leur salinité de l'eau devient trop importante, ces courants, plus denses donc plus lourds, couleraient sous les eaux restées plus douces au large de l'Islande, faisant des entrailles de l'Atlantique et des eaux australes un puissant réservoir de chaleur.

Cette pause climatique, si elle va dans le sens des climato-sceptiques, n'est probablement qu'un ralentissement momentanée dans la tendance, à long terme, à la hausse des températures.

Il serait donc dangereux, pour l'avenir, de relâcher les politiques de réduction des gaz à effet de serre qui commencent à se mettre en place.

4. L'ÉVOLUTION ACTUELLE. QUE POUVONS-NOUS FAIRE ?

Les modèles mathématiques qui permettent d'extrapoler l'évolution du climat sont très complexes. Ils prennent en compte de très nombreux paramètres et scénarios et font apparaître de grandes marges d'incertitude qui autorisent un doute sur la consolidation des résultats, d'ailleurs contestés par certains.

Par contre, personne ne conteste le fait que l'effet de serre additionnel, lié à l'activité humaine (GES, déforestation etc.), est un phénomène aggravant qui ne peut qu'accélérer l'évolution naturelle.

C'est sur ces paramètres qu'il nous faut agir de façon à ne pas perturber l'évolution naturelle du système et laisser la nature gérer son propre équilibre sur lequel nous ne pouvons rien.

Si cette évolution n'est pas inquiétante au regard de l'histoire de la planète, elle risque d'être contraignante pour l'humanité actuelle et la biodiversité que nous connaissons, surtout si une évolution trop rapide liée à l'accroissement de la population mondiale ne permet pas une adaptation paisible de la nature.

RÉFÉRENCES

- 1) Le climat collection CEA Jeunes
- 2) L'effet de serre atmosphérique Article GAENA n°34 par Jean Poitou (voir site www.energethique.com)
- 3) Changement du climat anthropique. Article GAENA n° 37 par Michel Petit (voir site www.energethique.com)
- 4) Documentation diverse Internet