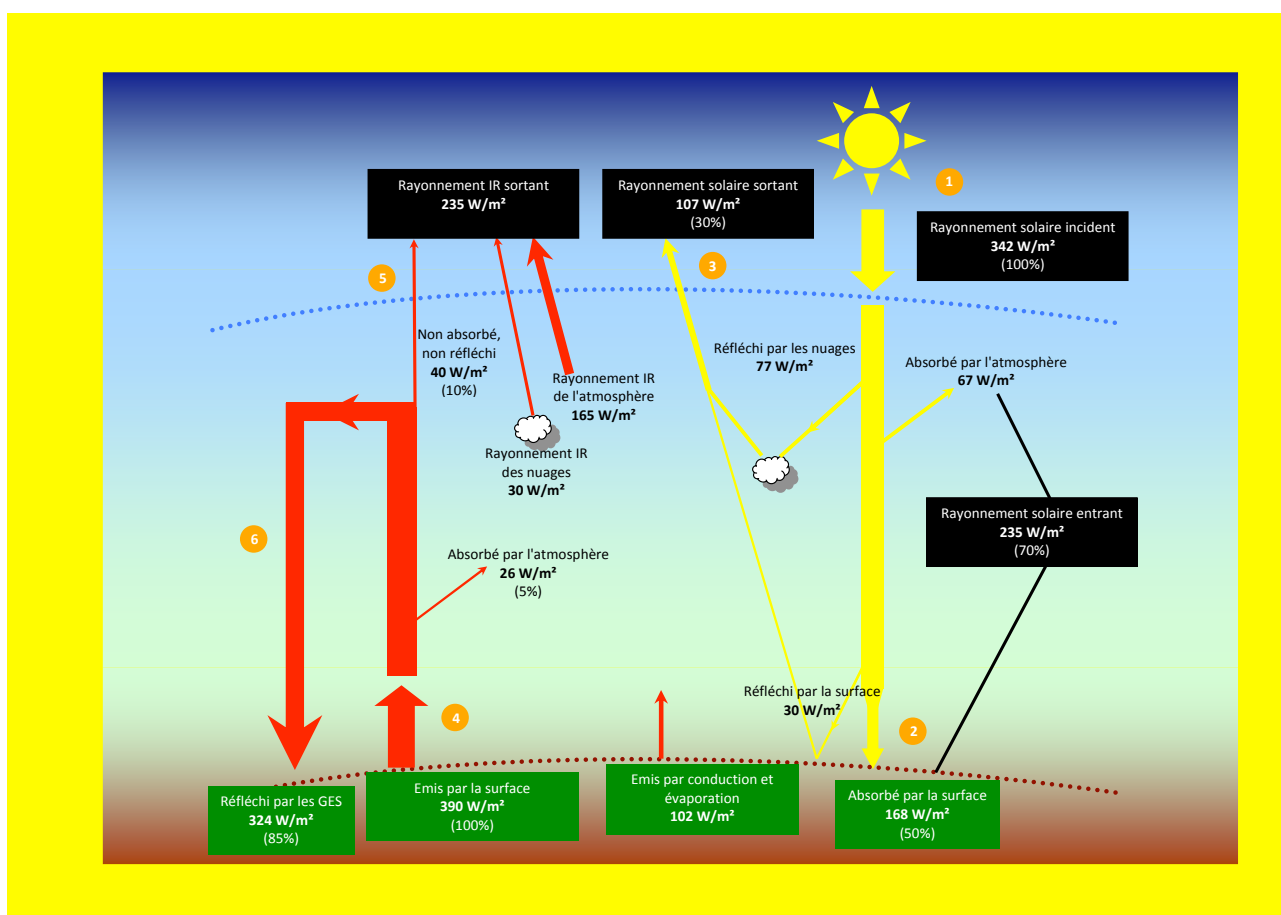


L'EFFET DE SERRE

L'effet de serre est un phénomène avant tout naturel qui maintient sur la Terre une température moyenne de $+15^{\circ}\text{C}$, permettant ainsi à la vie d'exister. Sans lui, cette température serait de -18°C , ce qui rendrait la Terre totalement inhabitable. Il est provoqué par la présence naturelle de gaz, les gaz à effet de serre (GES), qui piègent dans l'atmosphère une partie de la chaleur émise par le soleil. Ces gaz sont très peu abondants, les plus répandus à l'état naturel étant la vapeur d'eau, le gaz carbonique et l'ozone.

Dans le schéma ci-dessous, le phénomène de l'effet de serre a été schématisé au sein du bilan radiatif de la Terre. Les briques noires représentent les composantes du bilan du système {atmosphère} et les briques vertes celles du bilan du système {surface}.



Des 100% du rayonnement solaire incident (1), l'atmosphère laisse arriver au sol la moitié (2). La majeure partie restante est réfléchi vers l'espace par les nuages et la surface (3), le reste est absorbé par l'atmosphère. Le rayonnement absorbé par le sol et l'atmosphère est réémis vers l'espace en infrarouges (4). Le rayonnement infrarouge sortant est composé du rayonnement des nuages et de l'atmosphère eux-mêmes, ainsi que du rayonnement infrarouge de la surface directement renvoyé (5). 85% du rayonnement infrarouge de la surface est réfléchi vers l'atmosphère et la surface par les gaz à effet de serre (6).

Du fait du développement des activités humaines, la concentration de ces gaz dans l'atmosphère s'est sensiblement modifiée. En plus des gaz naturellement présents dans l'atmosphère sont émis plusieurs autres gaz d'origine purement humaine, quasiment absents à l'état naturel.

La communauté internationale a ainsi identifié six gaz responsables de l'effet de serre : CO_2 – CH_4 – N_2O – HFC – PFC – SF_6 . Cet ensemble de gaz a été défini au cours de la Conférence de Kyoto dont l'aboutissement, le protocole de Kyoto, jette les bases d'une politique globale de réduction de leurs émissions. Cette liste de gaz n'est pas exhaustive par rapport à l'ensemble des phénomènes conduisant à l'effet de serre ; l'ozone (O_3) par exemple y participe également, mais est déjà régi par le Protocole de Montréal de 1987, traitant de la préservation de la couche d'ozone. L'étude exclusive de ces seuls gaz comporte donc quelques limitations, en particulier pour son application à l'aviation.

Les six gaz à effet de serre définis par le Protocole de Kyoto

CO_2 : dioxyde de carbone ou gaz carbonique. Il est naturellement présent dans l'atmosphère, la biosphère et les océans, entre lesquels ont lieu des échanges permanents. Le CO_2 est produit par les éruptions volcaniques et la respiration des animaux et des végétaux. En retour, il est absorbé par les végétaux et dissous dans les océans. L'augmentation des rejets de CO_2 est due surtout à la combustion de matières fossiles (pétrole, charbon, gaz naturel) pour les transports, l'industrie et la production d'énergie. En cent ans, la concentration de CO_2 a augmenté de 30%. Ce gaz a contribué ainsi pour moitié à l'accroissement de l'effet de serre. Durée de vie : 50 - 200 ans.

CH_4 : méthane. Il est dégagé par la décomposition de la matière organique en milieu anaérobie (dépourvu d'oxygène), comme les marécage et les rizières. Il est également produit par la fermentation entérique, lors de la digestion du bétail. L'augmentation de la teneur en méthane est essentiellement d'origine agricole et donc en relation directe avec la croissance démographique mondiale. Un bilan précis des différentes sources d'émission de ce gaz reste à établir. Durée de vie : 10 ans.

N_2O : oxyde nitreux. Ses sources principales se trouvent dans le milieu océanique, l'humus forestier, la combustion des végétaux et les engrais azotés. La formation de ce gaz est due à l'action de micro-organismes dans les sols et dans l'eau. Durée de vie : 150 ans.

HFC, PFC, SF_6 : hydrofluorocarbones, hydrocarbures perfluorés, hexafluorure de soufre. Ces gaz de synthèse contribuent dans une moindre mesure à l'effet de serre. Ils sont employés comme substituts aux CFC (chlorofluorocarbones), désormais prohibés par le Protocole de Montréal car ils favorisent la destruction de la couche d'ozone. Ces gaz étaient couramment utilisés dans l'industrie sous le nom de fréons (liquides réfrigérants, gaz propulseurs, agents de fabrication de solvants). Durée de vie : 60 - 120 ans.

Afin de regrouper en une seule valeur l'effet additionné de toutes les substances contribuant à l'effet de serre, on utilise un indicateur : le Potentiel de Réchauffement Global (PRG). Il donne pour une masse unitaire du gaz considéré la masse de CO₂ équivalente en termes d'impact sur l'effet de serre. Afin de tenir compte de la durée de vie de chaque molécule, la valeur du PRG est fixée pour un horizon donné. Le GIEC¹ retient trois horizons : 20 ans, 100 ans, 500 ans.

CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆
1	21	310	140 → 11700	6500 → 9500	23900

PRG des six GES définis par le Protocole de Kyoto à l'horizon 100 ans (source GIEC)

Exemple : 1 tonne de CH₄ émise dans l'atmosphère aura le même impact sur l'effet de serre dans 100 ans que 21 tonnes de CO₂.

Il est difficile d'évaluer la quantité actuelle de GES dans l'atmosphère. Les quantités ne sont pas mesurées directement mais extrapolées à partir d'échantillons. La mesure est relativement aisée pour le CO₂, dont on connaît les sources ; on connaît par exemple assez bien la quantité de charbon brûlée dans le monde et combien une tonne de charbon relâche de gaz. L'évaluation est moins sûre pour les autres gaz comme le méthane, dont la production est moins uniforme.

¹ Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (IPCC en anglais). Ce groupe scientifique créé en 1988 est chargé d'évaluer l'impact du changement climatique.