



Les composantes du système climatique et leurs interactions

Forçages climatiques, composition de l'atmosphère et vision simplifiée de l'effet de serre

[Marc Delmotte] Parmi les forçages climatiques, les phénomènes qui tendent à modifier le climat, on distingue des forçages naturels avec pour principal forçage externe le soleil et pour forçage interne le noyau terrestre. À ces forçages s'ajoute le forçage anthropique lié à l'activité humaine. Vous reviendrez sur ces notions et sur les ordres de grandeur dans la prochaine séquence.

La Terre se distingue des autres planètes par l'existence d'une enveloppe gazeuse autour de sa surface qui la protège et lui confère une température moyenne de l'ordre de 15 degrés, l'atmosphère. La composition chimique de cette atmosphère est la suivante : le reste étant composé de gaz sous forme de traces, notons en particulier les gaz à effet de serre qui ont un rôle fondamental dans le bilan thermique de la planète, et bien justement, l'effet de serre.

Parmi ces gaz, on peut noter par ordre d'importance, la vapeur d'eau qui s'inscrit dans le cycle naturel de l'eau, le gaz carbonique CO_2 premier gaz à effet de serre, le méthane CH_4 , le protoxyde d'azote N_2O et les chlorofluorocarbones CFC. Leur concentration s'exprime en partie par million PPM, ou partie par milliard PPB.

Le cycle naturel de ces gaz est fortement impacté par les activités humaines qui pour répondre aux besoins énergétiques de la société actuelle utilisent essentiellement des combustibles fossiles et carbonés comme source d'énergie primaire, le gaz naturel, le charbon, le pétrole et qui produisent essentiellement par combustion du CO_2 qui est rejeté dans l'atmosphère de façon massive.

Le méthane est lui plutôt produit par l'agriculture, les rizicultures les décharges mais aussi par l'élevage des ovins et des bovins et naturellement par les zones humides. Le CO_2 qui est rejeté dans l'atmosphère s'inscrit lui aussi dans un cycle naturel, le cycle du carbone, sur 100 molécules de CO_2 anthropique injectées dans l'atmosphère, seules 44 vont subsister dans l'atmosphère, tandis que 51 vont être ré-absorbées par les puits de carbone naturels que sont les océans et la végétation.

Le CO₂ se dissout naturellement dans l'eau de mer d'autant mieux que l'eau est froide, puis les micro-organismes tels que le phytoplancton les synthétise avant d'être eux-mêmes absorbés par d'autres organismes qui vont par exemple stocker le carbone sous forme de coquilles carbonées, de calcites de coquillage ou d'autres matières organiques.

Lorsque ces organismes vivants meurent, ils tombent au fond de la mer et au bout de dizaines voire de centaines de millions d'années, ils vont de nouveau former des gisements de combustibles fossiles, pétrole, gaz, etc. De son côté, la végétation va capter le CO₂ atmosphérique lors de la réaction de photosynthèse, les feuilles vertes et la lumière sont nécessaires pour cela. Elles vont synthétiser le carbone sous forme de matière organique, le bois par exemple qui se trouve alors stocké sous forme solide.

Avant de conclure cette première séquence, je souhaiterais vous illustrer et vous définir la notion d'effet de serre au premier ordre.

Sur la figure, on peut voir que les rayonnements issus du soleil sous forme de lumière visible, d'infrarouges et d'ultraviolets, va d'abord rencontrer la surface de l'atmosphère qui va doucement directement réfléchir une partie de ce rayonnement vers l'espace, environ un tiers, le reste du rayonnement va soit être absorbé par la couche atmosphérique, une petite partie, mais pour l'essentiel va venir impacter la surface terrestre et donc la réchauffer.

Afin de maintenir son équilibre thermique, la Terre va en retour réémettre vers l'espace un rayonnement, comme tout corps chaud, la Terre rayonne mais compte tenu de sa température, elle ne va émettre qu'un rayonnement infrarouge.

C'est là qu'interviennent les gaz à effet de serre. Ces gaz ont la propriété d'absorber les rayonnements infrarouges émis par la Terre et donc de limiter la part de ce rayonnement qui s'échappe vers l'espace, ils vont aussi les réémettre vers la surface terrestre, contribuant ainsi à réchauffer les basses couches de l'atmosphère, c'est ce qu'on appelle l'effet de serre naturel. Ce sont ces gaz à effet de serre qui permettent à la Terre d'avoir une température moyenne globale de l'ordre de 15 degrés, sans eux la Terre serait une boule de glace.

Pour mieux comprendre, je vous propose une analogie lorsque vous vous couchez le soir en hiver par exemple si vous vous allongez nu sur votre lit vous avez une sensation de froid, la raison en est que votre corps qui est chaud à 37 degrés

rayonne constamment, il perd de la chaleur et il émet lui aussi un rayonnement infrarouge et ce faisant vous chauffez tout l'espace de votre chambre dont la température est plus proche de 18 à 20 degrés.

Pour dormir confortablement, vous allez donc vous couvrir avec une couverture cette dernière va piéger la chaleur émise par votre corps et la redistribuer dans l'espace restreint entre vous et la couverture, vous n'aurez plus froid. Les gaz à effet de serre dans la couche atmosphérique ont le même rôle que la couverture sur votre lit. De même que si vous ajoutez d'autres couvertures sur votre lit, on va avoir de plus en plus chaud si on augmente la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, on augmente la température de la surface de la Terre. On parle alors d'effet de serre additionnel, c'est celui qui découle directement des activités humaines qui modifient la composition de l'atmosphère en émettant massivement des gaz à effet de serre, et en particulier du CO₂.

Nous arrivons au terme de cette première séquence dans laquelle nous avons posé les bases du système climatique, ce système est une machine thermique complexe qui fonctionne grâce à l'énergie fournie par le soleil et grâce aux interactions et aux rétroactions entre ces différentes composantes. L'atmosphère joue un rôle important au niveau du bilan radiatif terrestre, en particulier à travers l'effet de serre.

Dans la seconde séquence de ce SPOC, Marielle Saunois et Jean-Daniel Paris vont revenir en détail sur la notion de bilan radiatif du système climatique.