

## L'effet de serre et le réchauffement climatique :

Soumis par Administrator  
27-12-2009  
Dernière mise à jour : 09-04-2018

Il existe différents modèles qui permettent d'expliquer le réchauffement climatique suite à l'augmentation des gaz à effet de serre (GES) dans notre atmosphère. L'une de ces théories habituellement admises par les scientifiques est celle "du bilan d'énergie avec écran", l'écran étant l'atmosphère terrestre avec tout ce qu'elle contient, notamment les GES

Le soleil nous envoie sur notre terre en moyenne une énergie (par seconde) de 1,76.10<sup>17</sup> W. La terre est en équilibre thermique, ce qui signifie qu'elle fournit elle-même à l'espace, autant d'énergie par rayonnement qu'elle en reçoit.

Ce qui différencie l'énergie reçue de l'énergie fournie est sa nature. Le soleil nous envoie une énergie lumineuse (faisons simple) dont le spectre va de l'infrarouge à l'ultraviolet. L'énergie rayonnée par la terre et l'atmosphère est par contre constituée essentiellement de rayonnement infrarouge. Ce rayonnement (rayonnement du corps noir pour la terre) dépend de la température du sol (notons la TS) et satisfait à la loi de Stéfan-Boltzman :  $H = \sigma T^4$ . Cette loi signifie qu'un "corps noir" (la terre peut être considérée comme un corps noir) rayonne une énergie qui est proportionnelle à la puissance 4 de sa température exprimée en Kelvins ( $K = ^\circ C + 273$ , soit par exemple  $0^\circ C = 273 K$ ).  $\sigma$  est appelée constante de Stéfan-Boltzman et  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$

Le schéma ci-dessous va nous permettre d'établir un bilan énergétique, pour lequel nous admettrons que la terre et l'atmosphère sont en équilibre thermique (nous verrons un peu plus loin quelle en est la conséquence)

où pour être un peu explicite :  $k = 4 \cdot R^2 \cdot \tilde{a}$ ,  $\tilde{a}$  est appelé "albédo" ( $\tilde{a} \cdot S$  est donc l'énergie solaire réfléchi par l'atmosphère). On admet que l'atmosphère est totalement transparente au

rayonnement solaire (autrement dit , la terre reçoit du soleil  $S(1-a)$ ).

L'écran ne se comporte pas comme un corps noir , d'où ce coefficient noté  $\mu < 1$ .  $\mu$  est l'émissivité de l'écran et une caractéristique de celle-ci est d'être identique en émission et en absorption. (l'écran émet un rayonnement vers la terre et vers le ciel).  
Nous verrons un peu plus loin de quoi dépend  $\mu$ .

La terre est en équilibre thermique (énergie fournie = énergie reçue ) , soit :

$$S(1-a) + \mu \cdot k(T_e)^4 = k(T_s)^4$$

L'atmosphère est également en équilibre thermique :

$$\mu \cdot k(T_s)^4 = 2 \mu \cdot k(T_e)^4$$

Nous remarquons de cette égalité que du flux terrestre  $k(T_s)^4$  l'écran n'absorbe que la quantité  $\mu \cdot k(T_s)^4$ .

Ces deux équations vont nous permettre de calculer la température de la terre  $T_s$  . En combinant ces deux équations , nous obtenons en remarquant que  $(T_s)^4 = 2(T_e)^4$

En passant à l'application numérique , sachant que :

$$S = 1,76.10^{17} \text{ W} ; R = 6378 \text{ km (rayon terrestre)} ; \mu = 0,77 ; \sigma = 5,67.10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$$

nous obtenons :

Dans l'hypothèse , où il n'y aurait pas d'atmosphère (ce qui revient à faire  $\epsilon = 0$  , dans l'expression précédente , nous obtiendrions :

Ce serait la température moyenne de notre terre s'il n'y avait pas d'atmosphère ! Il est clair que la température moyenne de notre terre dépend de l'émissivité  $\epsilon$ ; de l'atmosphère . Ainsi , notre atmosphère agit telle une couverture enveloppant la terre et la réchauffant . Principalement transparente au rayonnement solaire (voir le début de l'article) , elle est pratiquement opaque au rayonnement infrarouge terrestre qu'elle absorbe ( $\mu \cdot k(T_s)^4$ ) , pour ensuite en réémettre vers la terre ( $\mu \cdot k(T_e)^4$ ).

Mais de quoi dépend  $\epsilon$ ; ? ou , de quoi dépend l'opacité de l'atmosphère pour le rayonnement émis par la terre : elle dépend tout simplement de sa composition : différents gaz ont la propriété d'absorber différents rayonnements suivant leur longueur d'onde (couleur) . C'est le cas des gaz à effet de serre qui contribuent à une augmentation de  $\mu$  , ce qui se traduit par une augmentation de la température de la terre. La courbe ci-dessous , nous donne l'évolution de la température terrestre en fonction de l'émissivité  $\mu$  de l'atmosphère :

Il est une autre grandeur qui apparaît dans le développement des calculs ci-dessus : c'est l'albédo  $a$  . Celui-ci dépend en effet de la quantité de glace à la surface de la terre . Ainsi , la quantité de rayonnement solaire réfléchi par la surface sera supérieure si la quantité de glace est plus importante , ce qui aurait par conséquent pour effet de diminuer la température moyenne de la terre .