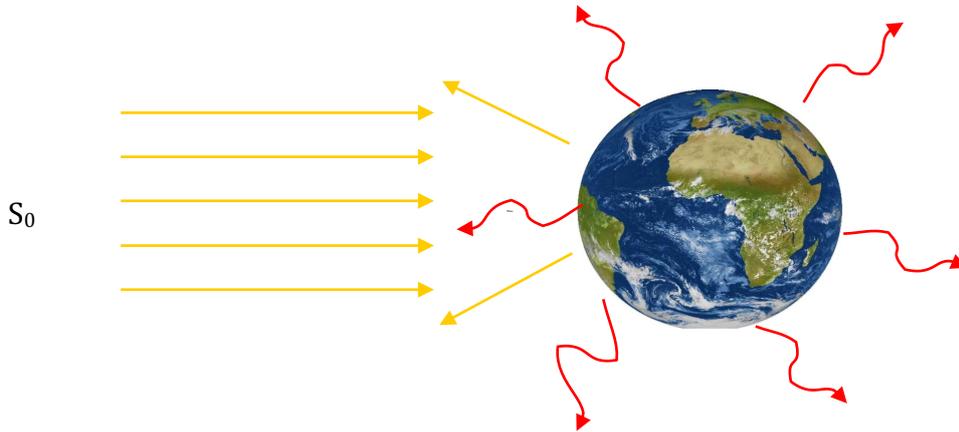


Equilibre énergétique (radiatif) de la planète Terre

I) Modèle simple

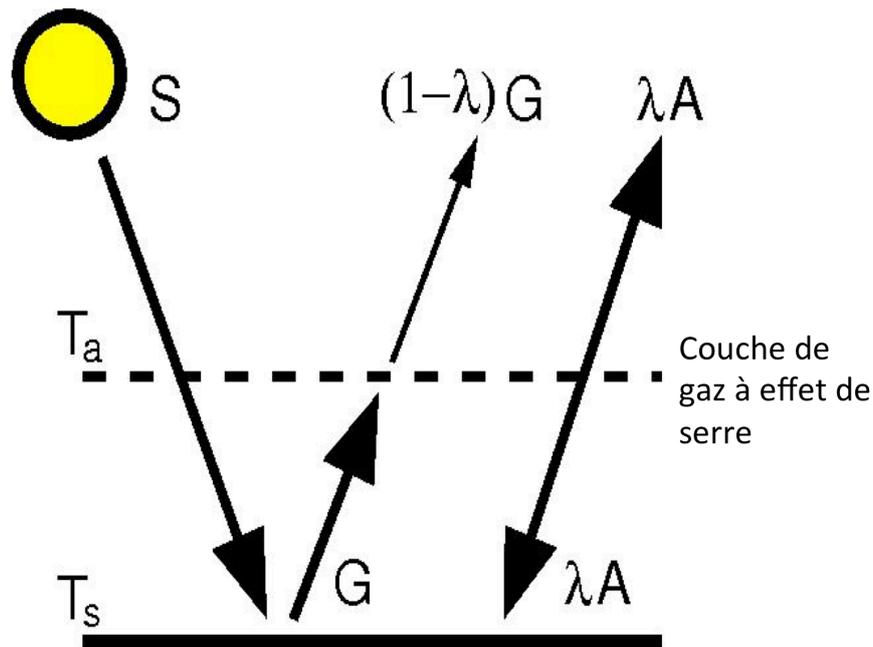


Voici un modèle très simple d'équilibre radiatif de la planète Terre. On nomme S_0 le flux solaire incident sur la Terre (en W/m^2), α l'albédo moyen de la terre, et T_s la température à la surface de la Terre, supposé ici homogène. R est le rayon de la Terre.

- 1) Quelle est l'expression du flux d'infrarouge réémis par la Terre, considérée ici comme un corps noir ?
- 2) Ecrire l'équilibre énergétique de la planète et en déduire la température T moyenne (on se place en condition stationnaire et on suppose ici que la Terre ne stocke pas de chaleur)
 - a. Application Numérique : $S_0=1370 W/m^2$; Constante de Stefan-Boltzmann $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} W/m^2 \cdot K^4$; $\alpha = 0.3$
Qu'en déduisez-vous ?

II) Inclusion de l'effet des gaz à effet de serre

On considère à présent un modèle un tout petit peu plus élaboré où on introduit une couche de gaz à effet de serre. λ représente l'émissivité de cette couche, qui va rayonner dans toutes les directions une partie de l'infra-rouge reçue G , tandis que l'autre partie part dans l'espace. Nous avons donc ici affaire un système avec trois composantes : la surface, la couche de gaz à effet de serre et l'espace. Le flux solaire incident S comprend à présent albédo et géométrie : $S = 0.7 S_0 / 4$



- 1) Ecrivez le bilan radiatif pour ces trois sous systèmes, en supposant de nouveau qu'aucun système ne stocke de chaleur, et en condition stationnaire
- 2) En déduire une expression de la température de surface T_s en fonction de l'émissivité λ et du flux solaire incident. Comment évolue T_s en fonction de l'émissivité (qui varie entre 0 et 1)
Application Numérique : $S=240 \text{ W/m}^2$ and $\lambda =0.769$

On s'intéresse à présent à ce qu'il se passe pour de petits changements d'émissivité (plus de gaz à effet de serre par exemple) ou de rayonnement solaire?

- 3) Calculer le changement de forçage radiatif au sommet de l'atmosphère F pour des changements δS , puis pour des changements $\delta\lambda$ d'émissivité.
- 4) Calculer le changement d'émission infrarouge pour des changements δS , puis pour des changements $\delta\lambda$ d'émissivité en fonction de F .

On définit à présent la sensibilité climatique comme étant le rapport entre les variations de température de surface sur le changement de forçage radiatif F

- 5) Exprimer la sensibilité climatique pour les variations précédentes.
- 6) Pour un doublement de CO_2 , le forçage radiatif est d'environ 3.7 W/m^2 . Quel serait le réchauffement associé.