

## Chapitre 14

### AD.14A – Effet de Serre

Le bilan thermique du système Terre-atmosphère permet d'exprimer sa température d'équilibre en fonction de deux paramètres importants, l'albédo  $A$  et le coefficient d'absorption  $a$ .

**Objectif** : Calculer la température d'équilibre de la surface de la Terre

#### Étymologie

Albédo : mot d'origine latine signifiant « blancheur ».

#### MaThs

- Aire d'un disque de rayon  $R$  :  $S = \pi R^2$
- Aire d'une sphère de rayon  $R$  :  $S = 4\pi R^2$

#### Doc. 1 – Loi de Stefan Boltzman

Un corps noir est un objet idéal qui absorbe la totalité de l'énergie des photons qui frappent sa surface. Le Soleil et la Terre sont assimilés à des corps noirs de températures de surface respectives  $T_s = 5\,778\text{ K}$  et  $T_r = ?$

Un corps noir rayonne de l'énergie thermique. La puissance émise par une surface de ce corps d'aire  $S$ , à la température  $T$ , est donnée par la loi de Stefan-Boltzmann :

$$P_{\text{ray}} = \sigma T^4 S$$

où  $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$  est la constante de Stefan-Boltzmann.

#### Doc 2 – Albédo terrestre et coefficient d'absorption atmosphérique

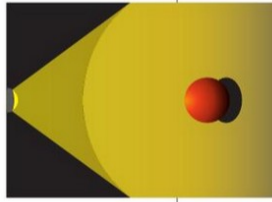
La surface du système Terre-atmosphère réfléchit la fraction  $A$  du rayonnement solaire, elle en absorbe donc la fraction  $(1 - A)$ .  $A$  est l'albédo terrestre moyen ( $A = 0,34$ ). L'albédo est une grandeur sans dimension : plus la surface considérée est blanche, plus l'albédo est proche de 1 (0,60 pour la glace) ; plus elle est sombre, plus il est proche de 0 (0,10 pour une forêt de conifères).

L'atmosphère terrestre absorbe la fraction  $a$  du rayonnement terrestre, seule la fraction  $(1 - a)$  est émise dans le cosmos.  $a$  est le coefficient d'absorption du rayonnement terrestre dans l'atmosphère : plus la quantité de gaz à effet de serre est grande dans l'atmosphère, plus  $a$  est grand. On prendra  $a = 0,45$ .

# Chapitre 14

## 3 Puissance reçue par une boule

• Dans l'obscurité, on braque une lampe vers un mur blanc. La puissance lumineuse reçue par le mur vaut  $P$ . Elle se répartit sur la surface d'aire  $S$  du mur éclairée par le faisceau.



• On place une boule de rayon  $R$  dans le faisceau de la lampe, au contact du mur. L'ombre de la boule, un disque de rayon  $R$ , a pour aire  $s$ . La puissance  $P'$  reçue par la surface de la boule est alors une fraction de la puissance totale :

$$P' = \frac{s}{S} P$$

• La puissance solaire reçue par la Terre est donnée par l'expression ci-dessus, avec  $s = \pi R_T^2$ ,  $S = 4\pi r^2$  et  $P$  la puissance totale émise par le Soleil.

**Données** • Rayon du Soleil :  $R_S = 6,96 \times 10^8$  m • Rayon de la Terre :  $R_T = 6,38 \times 10^6$  m • Distance Terre-Soleil :  $r = 1,50 \times 10^{11}$  m

### Questions

- 1 a. Calculer la valeur de la puissance totale  $P_{\text{ray,S}}$  rayonnée par le Soleil (doc. 1).  
b. En déduire la puissance solaire reçue par la Terre  $P'_{\text{ray,S}}$  (doc. 3) et la puissance surfacique  $p_S = \frac{P'_{\text{ray,S}}}{4\pi R_T^2}$ .
- 2 a. Calculer la puissance solaire  $P_a$  absorbée par le système Terre-atmosphère (doc. 1).  
b. Exprimer la puissance  $P_{\text{ray,T}}$  rayonnée par la Terre en fonction de  $T_T$  (doc. 1).  
c. En déduire la puissance  $P_e$  émise par le système Terre-atmosphère vers le cosmos, après absorption partielle par l'atmosphère (doc. 2).
- 3 À l'équilibre thermique du système Terre-atmosphère,  $P_a = P_e$ .  
En déduire la température d'équilibre  $T_T$  et sa valeur  $\theta_T$  exprimée en degrés Celsius.

### Bilan

- Faire un schéma avec le Soleil, la Terre et son atmosphère, et indiquer par des flèches les différents échanges énergétiques avec les valeurs des puissances associées.

► Cours 5 p. 438