

Température d'équilibre d'un corps du système solaire.

La température d'un corps du système solaire est celle obtenue à l'équilibre énergétique entre les rayonnements reçus et réémis.

Puissance reçue

C'est l'énergie par unité surface et unité de temps qui arrive sur la Terre. On peut la décomposer en deux parties :

- celle qui est immédiatement réfléchi
- celle qui est absorbée par les différentes parties de la surface terrestre : atmosphère, mers, croûte terrestre.

L'énergie reçue est celle du rayonnement solaire, le reste étant négligeable.

Le rayonnement reçu du Soleil peut être calculé de façon simple connaissant l'énergie totale rayonnée par le Soleil (température et rayon), sa distance, sa surface et son albédo.

L'**albédo** (*albedus* blanc) d'un corps est son pouvoir de réflexion qui vaut 1 si le corps est parfaitement réfléchissant ou 0 s'il est parfaitement absorbant (corps noir).

Une surface enneigée a un albédo de 0,9, la glace de 0,5, mais la surface des mers vaut 0,15. La Terre couverte de nuages a un albédo très différent de la Terre sans nuages (saisons).

Rayonnement du Soleil

Le Soleil étant assimilé à un corps noir, la loi de Stefan donne la *luminosité* du Soleil ou son énergie rayonnée par lui dans toutes les directions sur 4π stéradians (surface de la sphère de rayon unité).

Recherche : écrire l'expression de la luminosité du Soleil et la puissance reçue par une planète à la distance d .

$$L_S = 4\pi R^2 \sigma T^4$$

À la distance d d'une planète, cette énergie est répartie sur une sphère de rayon d . La Puissance ou énergie reçue par unité de surface à la distance de la planète est :

$$P = \frac{4\pi R^2 \sigma T^4}{4\pi d^2} = \frac{R^2}{d^2} \sigma T^4$$

qui traduit la variation de l'énergie reçue en fonction de l'inverse du carré de la distance.

Energie absorbée

Les matériaux constituant la surface de l'astre (planète, satellite, poussière...) ne sont ni parfaitement réfléchissant, ni parfaitement absorbant, et l'absorption dépend de la nature des matériaux à la surface.

On peut caractériser un corps vu de loin par un albédo moyen a . La puissance absorbée sera alors :

$$P_{abs} = P \cdot (1 - a)$$

Recherche : donner l'expression de l'énergie absorbée par une planète de rayon r et d'albédo a .

Si le corps sphérique a un rayon r , l'énergie absorbée sera le produit de la puissance absorbée par la section droite du corps par rapport au rayonnement

$$E_{abs} = P_{abs} \cdot \pi r^2$$

Température du corps

Le corps considéré comme un **Corps Noir** va rayonner une énergie fonction de sa température propre T_c . L'énergie ainsi émise s'exprime en fonction de la loi de Stefan

Recherche : expression de l'énergie rayonnée par la planète et température d'équilibre

$$E_C = \sigma T_C^4 \cdot 4\pi r^2$$

produit de la puissance rayonnée par unité de surface par la surface du corps.

A l'équilibre, énergie absorbée égale énergie rayonnée

$$E_C = E_{abs} = \sigma T_C^4 \cdot 4\pi r^2$$

$$T_C = \sqrt[4]{\frac{E_{abs}}{4\pi r^2 \sigma}}$$

D'où l'on tire la température

$$T_C = \sqrt[4]{\frac{(1-a) \cdot R^2 T^4}{d^2}} = \sqrt[4]{\frac{(1-a) \cdot R^2}{d^2}} \cdot T$$

Ou encore

$$T_C = \sqrt[4]{\frac{(1-a)}{4}} \cdot \sqrt{\frac{R}{d}} \cdot T$$

Cette expression s'applique à un corps sans atmosphère, dont la rotation est suffisamment rapide pour que l'équilibre puisse se faire entre les parties éclairées et à l'ombre.

Travail sur tableur

- 1) A partir d'un tableur calculer pour différents albédos la température d'équilibre de la Terre.
- 2) Faire apparaître l'influence de l'excentricité de la Terre.
- 3) Résultats sur les planètes du système solaire.

Les paramètres physiques du Soleil et des planètes seront pris sur le site de l'IMCCE.

Effet de serre

Les valeurs trouvées pour la Terre et les planètes ne correspondent pas la réalité des mesures. Il y a l'atmosphère.

Recherche : quels sont les effets perturbateurs de l'atmosphère ?

Rayonnement reçu : inclus dans l'albédo

- réflexion directe
- absorption et réflexion extérieure

Rayonnement réémis :

- réabsorption du rayonnement dont une partie est renvoyée vers la Terre : entraîne le chauffage de l'atmosphère, le chauffage du sol (effet de serre).

Recherche : quel coefficient d'absorption peut on mettre pour se rapprocher de la réalité.