EPREUVE DE CULTURE SCIENTIFIQUE GEOSCIENCES

Exercice 1.

**La radiation solaire et la température de la Terre**

Dans cet exercice, on cherche à estimer la température de la planète Terre, fonction du réchauffement dû au Soleil et du refroidissement par rayonnement infrarouge sortant de la Terre. On se référera à la Table 1 pour les données astronomiques et physiques nécessaires à la résolution du problème.

1. **Contexte astronomique**

**1.1** Etant donnée la puissance du Soleil (Tab.1), calculer la constante solaire S0, c’est à dire le flux d’énergie à l’endroit de l’orbite terrestre.

**1.2** Calculer la quantité totale d’énergie solaire incidente sur la Terre par unité de temps.

**1.3** Le flux de chaleur reçu par unité de surface sur la Terre varie selon la saison, l’heure de la journée, la latitude etc. Montrer par une approche simple, considérant un albedo constant, qu’une estimation moyenne globale annuelle de ce flux est égale à $\frac{S\_{0}}{4}(1-α)$.

1. **Bilan Radiatif.**

Pour un climat constant, la température moyenne globale de la Terre, n’augmente ni diminue dans le temps. Par conséquent, toute la radiation absorbée doit être équilibrée par la radiation terrestre sortante. En d’autres termes, on peut voir la Terre comme un corps noir, en équilibre radiatif avec le Soleil.

Le flux d’énergie d’un corps noir par unité de surface est donné par la loi de Stephan-Boltzmann:

E = σT4,

où σ est la constante de Stephan (Table 1), et T est la température de surface en degrés Kelvin.

**2.1** Calculer la température d’équilibre de la surface de la Terre pour cette approximation, utilisant la source d’énergie solaire trouvé au point 1.3.

1. **Commentaire.**

La température d’équilibre radiatif calculée au point 2 est-elle une bonne approximation de la vraie température de surface de la Terre? Si non (trop élevée? trop basse?), discuter les raisons physiques qui peuvent expliquer cette différence.

4. **Variations latitudinales**

**4.1** Supposons que l’axe de rotation de la Terre est normal à l’axe Terre-Soleil (comme dans les équinoxes). En considérant le flux solaire incident sur une bande de latitudes $(φ, φ + dφ),$ montrer que F$(φ)$, la moyenne journalière de la radiation solaire par unité de surface [Wm-2] de la Terre, varie avec la latitude comme :

F$(φ)$ = $\frac{S\_{0}}{π}\cos(φ)$ .

**4.2** Utilisant le résultat du point 4.1, supposez que, à toute latitude séparément, le bilan radiatif peut être représenté par l’approximation du corps noir et que l’albedo est le même pour toute région de la Terre. Déterminer comment la température de surface varie avec la latitude.

**4.3** Calculer la température de surface à l’équateur, et aux latitudes 30◦ et 60◦.

**Table 1**: Constantes physiques et astronomiques.

|  |  |
| --- | --- |
| Puissance émise par le Soleil  | Ps = 3.9 1026 W |
| Distance moyenne Terre-Soleil | R = 1.496 1011 m |
| Rayon moyen de la Terre | a = 6.371 106 m |
| Constante de Stephan | σ = 5.67 10−8 W m−2 K−4 |
| Albedo moyen | α = 0.3 |