Devoir surveillé – Le bilan radiatif terrestre

Puissance solaire reçue, albédo, rayonnement infrarouge de la Terre, effet de serre, bilan radiatif et température moyenne (programme d'enseignement scientifique de 1re)

Durée : 120 min – Sans document – Sur 20 points · Enseignement scientifique 1re

Nom : _____ Date : _____ Note : _____ / 20

Les réponses doivent être rédigées et justifiées. Soigne l'orthographe et la présentation.

Exercice 1 – Questions de cours *(4 pts)*

a) Expliquer pourquoi le sol terrestre émet un rayonnement dans l'infrarouge et non dans le visible.

b) Citer les deux sources de la puissance reçue par le sol et comparer leurs ordres de grandeur.

c) Définir l'albédo et justifier qu'il s'agit d'une grandeur sans unité.

d) Expliquer ce qu'est un équilibre dynamique et en quoi il diffère d'une absence d'échanges.

Exercice 2 – Une exoplanète fictive *(4 pts)*

a) *Données :* constante solaire au niveau de la planète $S = 1\,820$ W·m^{-2} ; rayon $R = 5\,400$ km ; albédo $A = 0{,}35$; $\sigma = 5{,}67 \times 10^{-8}$ W·m^{-2}·K^{-4}.
Calculer la puissance solaire interceptée par la planète.

b) Montrer que la puissance solaire moyenne reçue par mètre carré de sa surface vaut 455 W·m^{-2}.

c) Calculer la puissance absorbée par mètre carré.

d) En l'absence d'effet de serre, estimer la température d'équilibre de la planète, en kelvins puis en degrés Celsius.

Exercice 3 – Albédo d'un paysage *(4 pts)*

a) *Données :* une zone de 40 km² est couverte à 60 % de forêt (albédo 0,14), à 28 % de cultures (albédo 0,21) et à 12 % de zones bâties (albédo 0,12). Elle reçoit en moyenne 230 W·m^{-2} de rayonnement solaire.
Calculer l'albédo moyen de la zone.

b) Calculer la puissance solaire absorbée par l'ensemble de la zone.

c) La forêt est entièrement remplacée par des cultures. Calculer le nouvel albédo et la variation de la puissance absorbée par mètre carré.

d) Un élève en conclut que « déforester refroidit le climat ». Expliquer pourquoi ce raisonnement est incomplet.

Exercice 4 – Bilan du sol en milieu désertique *(4 pts)*

a) *Moyennes mensuelles (avril) mesurées au sol en un site désertique, en W·m⁻² :*

Solaire absorbé	IR reçu de l'atmosphère	IR émis par le sol	Convection	Évaporation
214	301	437	52	18

Calculer la puissance totale reçue par le sol, puis la puissance totale qu'il cède.

b) Le sol est-il en équilibre dynamique ? Conclure sur l'évolution de sa température au cours de ce mois.

c) À l'aide de la loi $P = \sigma T^4$ ($\sigma = 5{,}67 \times 10^{-8}$ W·m⁻²·K⁻⁴), estimer la température du sol.

d) Expliquer pourquoi, en général, les nuits nuageuses sont moins froides que les nuits claires.

Exercice 5 – Un modèle d'effet de serre à une couche *(4 pts)*

a) *Données :* une planète absorbe en moyenne 205 W·m⁻² de rayonnement solaire, au niveau du sol. Son atmosphère, transparente au rayonnement solaire, absorbe tout l'infrarouge émis par le sol et réémet la même puissance vers l'espace et vers le sol. $\sigma = 5{,}67 \times 10^{-8}$ W·m⁻²·K⁻⁴.
Sans atmosphère, calculer la température d'équilibre du sol.

b) En écrivant le bilan de la planète vue de l'espace puis celui de l'atmosphère, montrer que le sol émet 410 W·m⁻².

c) En déduire la température du sol.

d) Un élève affirme : « le sol émet 410 W·m⁻² alors que la planète n'absorbe que 205 W·m⁻² : l'effet de serre crée de l'énergie ». Expliquer son erreur.

Bon courage !

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).