

TD 1 : Forçage et circulation troposphérique

Partie 1 : Equilibre radiatif de la Terre

Exercice 1 : Bilan radiatif d'une terre sans atmosphère

La loi du corps noir lie l'énergie radiative E émise par un corps et sa température T tel que :
 $E = \sigma.T^4$.

$\sigma = 5,67.10^{-8} W.m^{-2}.K^{-4}$; $R_T = 6378 km$; $R_S = 6,96.10^5 km$; $D_{TS} = 149.10^6 km$; $T_S = 5770 K$

1. Quelle est selon vous la première source d'énergie de l'atmosphère ?
2. Etablir l'énergie totale émise par le soleil E_S . Montrez qu'en un point, à une distance D du soleil, l'énergie reçue vaut $E_O = \sigma.[\frac{R_S}{D}]^2 T_S^4$. Application numérique : calculer la constante solaire C pour la distance Soleil-Terre.
3. Etablir l'énergie moyenne reçue par la Terre au sommet de l'atmosphère par unité de surface.
4. Etablir l'expression de la quantité d'énergie reçue par la surface de la terre si on considère une terre sans atmosphère. On note a , l'albedo terrestre.
5. Justifiez que la Terre est en équilibre énergétique. Si l'on considère que la terre émet selon la loi du corps noir, calculer la température d'une terre sans atmosphère.
6. Commentez la température obtenue.

Exercice 2 : Absorption - diffusion et réflexion atmosphériques

1. Quelles sont les zones de forts albedo terrestre (figure ppt) ? Commentez.
2. Estimer l'albedo terrestre pour une longueur d'onde de 0.6 microm (figure 1).
3. Quelles longueurs d'onde du rayonnement solaire sont absorbées par l'ozone dans la haute atmosphère ? Pourquoi ce gaz est-il essentiel pour la vie terrestre ?
4. Pourquoi le ciel est-il bleu ? Pourquoi le soleil apparaît-il rouge au coucher du soleil ?

Exercice 3 : Radiation solaire en surface

1. A l'aide d'un schéma discuter l'effet de la latitude sur l'énergie reçue par unité de surface. De même commentez l'effet des saisons. Commentez la figure 2.a.
2. Comparez votre résultat à la distribution réelle d'énergie solaire au niveau de la surface de la Terre (figure 2.b et ppt) ; quels autres paramètres influant la répartition géographique de l'énergie reçue sont mis en évidence ?
3. La figure 2.c présente le BILAN NET d'énergie radiative (énergie reçue - énergie ré-émise). Quelle serait la conséquence sur la température au sol d'un bilan non-nul ? Justifiez donc l'existence d'un transfert d'énergie sous une autre forme. Commentez la figure 3.

Partie 2 : Circulation de l'atmosphère

Exercice 4 : Circulation de Hadley

1. Commenter le champ de pression (Fig 4) en comparant d'abord avec la figure précédente, quel est le lien entre énergie reçue et pression ? Identifiez ensuite les structures principales ainsi que leurs variabilités saisonnières :
 - Donner la répartition moyenne de la pression au sol en fonction de la latitude
 - Donner les structures principales par hémisphère et par saison
2. Relier le champ des mouvements verticaux (Fig 5) à la pression de surface.
3. Dessiner schématiquement la circulation méridienne : Coupe latitude-altitude ; en prenant soin d'expliquer le sens des vents en surface et en altitude.

Exercice 5 : Relation pression de surface - vents : l'équilibre géostrophique

1. En utilisant la relation de l'équilibre géostrophique, tracer les vecteurs vents à partir du champ de pression en surface (Fig. 5).
2. Comparer au champ de vents réel (figure ppt). Respecte-t-il partout l'équilibre géostrophique ? Interpréter les différences.

Exercice 6 : Conséquence des mouvements verticaux sur les précipitations

1. Commenter les champs de précipitation annuel (Fig 6).
2. Commentez les variations saisonnières (fig ppt).
3. Quel est le lien entre mouvements verticaux et précipitation ?

Exercice 7 : Faire un schéma bilan des circulations mises en évidence