

Le bilan radiatif terrestre

1^{re}

Programme d'enseignement scientifique de première générale — BO 2023 n°25 — MENE2312806A

Le rayonnement solaire arrive parallèle et n'éclaire qu'une face de la planète : la Terre l'**intercepte** sur un disque. Elle le réémet en revanche sur toute sa surface, quatre fois plus grande. Ce facteur quatre, qu'on oublie facilement, est ce qui sépare un calcul juste d'un résultat absurde.

1 Du flux incident à la moyenne planétaire

RÈGLE

La Terre **intercepte** le rayonnement sur un **disque** d'aire πR^2 et le réémet sur une **sphère** d'aire $4\pi R^2$. Le flux moyen reçu par unité de surface vaut donc le **quart** du flux incident. Avec environ $1361 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ au sommet de l'atmosphère, la moyenne planétaire s'établit autour de $340 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

$$\text{flux moyen} = \frac{\text{flux incident}}{4}$$

LE PIÈGE QUI COÛTE LE PLUS DE POINTS

Prendre le flux solaire incident pour le flux moyen reçu par la surface terrestre. — Le rayonnement arrive parallèle et n'éclaire qu'une face : l'interception se fait sur l'aire d'un **disque**, la réémission sur toute la **sphère**, quatre fois plus grande. Oublier ce facteur quatre conduit à une **température** d'équilibre absurde — et l'erreur reste invisible dans le résultat si l'on ne connaît pas l'ordre de grandeur attendu.

Le réflexe : Diviser le flux incident par **quatre** avant tout calcul de moyenne planétaire.

2 Albédo et absorption

DÉFINITION

L'**albédo** est la fraction du rayonnement solaire **renvoyée directement** vers l'espace, sans avoir chauffé quoi que ce soit. Il dépend des surfaces : la neige et les nuages renvoient beaucoup, l'océan et les forêts très peu. L'albédo moyen de la planète est de l'ordre de 0,30 : environ trois dixièmes du rayonnement repartent sans être absorbés.

PROPRIÉTÉ

Le rayonnement absorbé chauffe la surface, qui réémet à son tour — mais dans l'**infrarouge**, parce qu'elle est bien plus froide que le Soleil. À l'**équilibre**, ce qui repart vers l'espace compense exactement ce qui a été absorbé, et la **température** de surface se stabilise. Tout écart entre les deux termes signifie que le système **accumule** de l'énergie, ou en perd.

3 Le rôle de l'atmosphère

PROPRIÉTÉ

L'atmosphère est largement transparente au rayonnement solaire et absorbante pour l'**infrarouge** émis par le sol. Elle en renvoie une partie vers la surface, qui reçoit ainsi deux apports au lieu d'un : c'est l'**effet de serre**. Sans lui, la **température** moyenne de surface serait très inférieure à celle que nous observons, et l'eau liquide bien plus rare.

Il faut distinguer nettement deux situations. À l'**équilibre**, absorbé et réémis sont égaux et la température ne change plus. Aujourd'hui, le renforcement de l'**effet de serre** crée un léger excédent : la Terre reçoit un peu plus qu'elle ne renvoie, et cette énergie s'accumule — très majoritairement dans l'océan, dont la capacité thermique dépasse de loin celle de l'atmosphère. C'est un **déséquilibre**, pas un nouvel équilibre.

ÉTABLIR UN BILAN RADIATIF

- 1 Diviser le flux incident par **quatre** pour obtenir la moyenne planétaire.
- 2 Retrancher la part renvoyée par l'**albédo** pour obtenir le flux **absorbé**.
- 3 Écrire l'égalité entre absorbé et réémis à l'**équilibre**.
Un écart entre les deux signifie que le système accumule ou perd de l'énergie.
- 4 Ajouter le rôle de l'atmosphère, qui renvoie vers le sol une part de l'**infrarouge**.
- 5 Conclure sur la **température** de surface, en distinguant équilibre et déséquilibre.

À VÉRIFIER

- Ai-je divisé le flux incident par **quatre** ?
- Ai-je retranché la part de l'**albédo** ?
- Ai-je écrit l'égalité de l'**équilibre** radiatif ?
- Ai-je dit que la Terre réémet dans l'**infrarouge** ?
- Ai-je distingué équilibre et déséquilibre actuel ?

À RETENIR

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Interception sur un disque, réémission sur une sphère : facteur 4.• Flux moyen $\approx 1361 \div 4 \approx 340 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.• Albédo $\approx 0,30$: part renvoyée directement.• Flux absorbé $\approx 238 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. | <ul style="list-style-type: none">• La Terre réémet dans l'infrarouge.• Équilibre radiatif : absorbé = réémis.• Effet de serre : l'atmosphère renvoie une part de l'infrarouge vers le sol.• Déséquilibre actuel : l'énergie s'accumule, surtout dans l'océan. |
|--|--|