

TD Bilan radiatif

M1 BIO-GÉO-CHIMIE APPLIQUÉE 2022

L'objectif de ce TD est d'illustrer les concepts de bilan radiatif vus en cour.

Enoncé

La **figure 1** représente les valeurs des différents termes du bilan radiatif mesurés au cours d'une belle journée d'été en Région Parisienne.

1 Donnez une définition simple de chacun des termes présentés sur la figure et précisez pour chacun d'eux si les rayonnements qu'ils représentent sont dits de « grande longueur d'onde » ou de « courte longueur d'onde » ?.

2 Pourquoi aR_g et R_t sont-ils représentés par leurs opposés sur ce graphique ?

3 Expliquez l'évolution journalière de R_g , R_t , et R_a .

4 Calculer le rayonnement net au-dessus d'une surface dont l'albédo vaut 0,2, l'émissivité 0,95 et de température 30°C, avec $R_g = 800 \text{ W.m}^{-2}$, $R_a = 350 \text{ W.m}^{-2}$, $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$.

5 même question, mais de nuit, avec un rayonnement atmosphérique de 350 W.m^{-2} et une température de 15°C

6 Quelle est la conséquence principale d'un rayonnement net négatif au niveau de la surface de la végétation ?

7 La **figure 2** représente les termes du bilan radiatif au cours d'une autre journée d'été. Comparez ce graphique au précédent. Quelles sont les principales différences, et comment les interprétez-vous ?

8 Calculez l'intensité du rayonnement solaire extraterrestre noté I_0 (appelé aussi constante solaire) sachant que la température du soleil est de 5800K, que le rayon moyen du soleil est de $0.695 \times 10^6 \text{ km}$ et que la distance entre le soleil et la terre est de $149.5 \times 10^6 \text{ km}$. Donnez l'expression littérale du rayonnement net à la surface de la lune (1) en se situant à son équateur et (2) à une latitude 'L'. Pour la lune la constante solaire sera noté I_0'

9 A midi solaire, par beau temps, le rayonnement global (R_g) en Région Parisienne en fin d'été est-il égal à la constante solaire I_0 ? Justifiez.

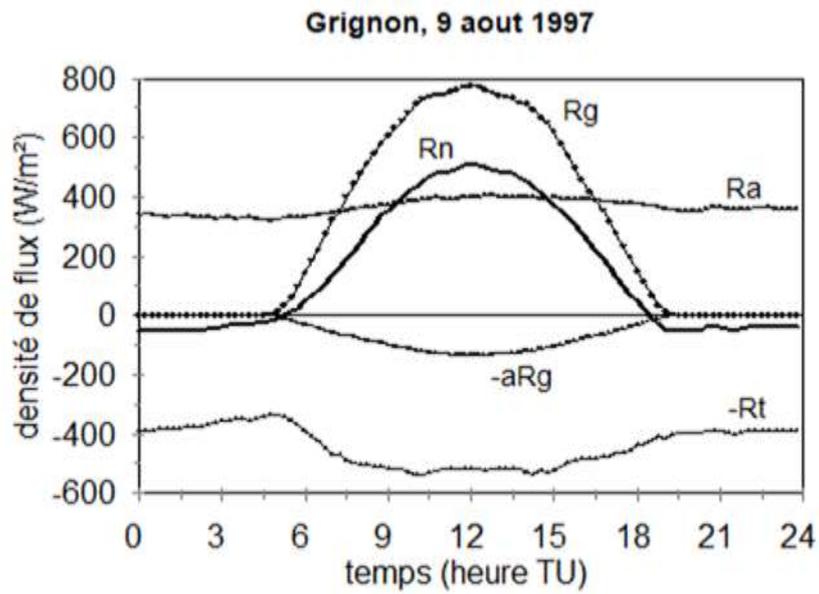


Figure 1. Evolution au cours d'une journée des termes du bilan radiatif mesurés au-dessus d'un couvert herbacé (Grignon, 9/8/97)

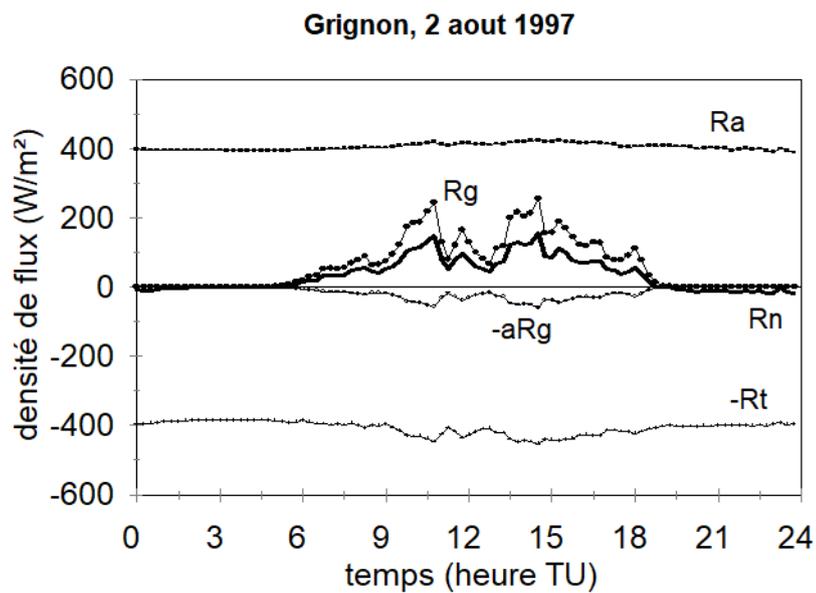


Figure 2. Evolution au cours d'une journée des termes du bilan radiatif mesurés au-dessus d'un couvert herbacé (Grignon, 2/8/97)

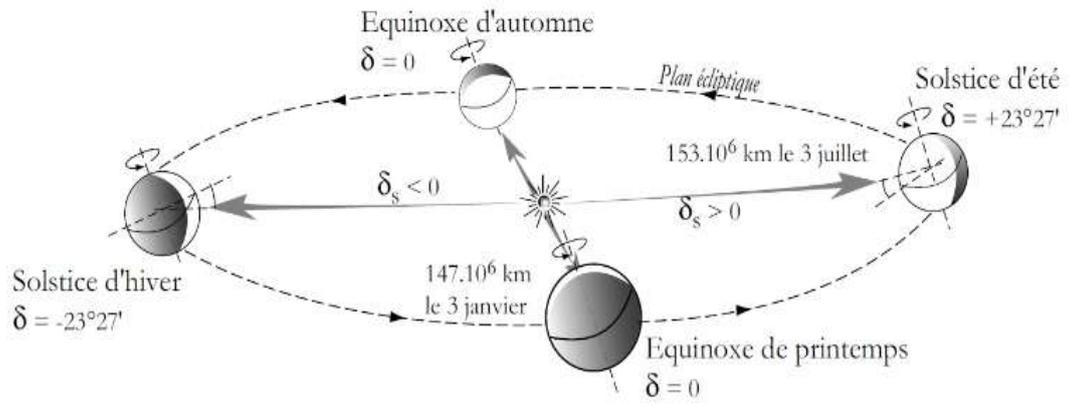


Figure 3. Evolution de l'angle de déclinaison solaire.

Corrections

1.1

Rg et aRg sont les termes des flux radiatifs de courte longueur d'onde (rayonnement d'origine solaire), Rg rayonnement global (rayonnement diffus et direct reçu du soleil), aRg rayonnement global réfléchi par la surface a est l'albédo.

Rt et Ra rayonnements de grande longueur d'onde. Ra émis par l'atmosphère et Rt rayonnement émis par la surface/sol

Bilan radiatif

$$R_n = R_g (1-a) + \varepsilon R_a - R_t = R_g (1-a) + \varepsilon (R_a - \sigma T_s^4)$$

ε est l'émissivité de la surface

σ constante de Stefan Boltzmann ($5.67 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4}$)

1.2.

a Rg et Rt sont représentés pas leur opposé car ils représentent une perte d'énergie pour la surface alors que Rg et Ra constituent un gain pour la surface.

1.3

Rg est nul la nuit et passe par un max en milieu de journée ceci résulte de l'angle d'inclinaison du rayonnement direct avec la surface. La régularité de la courbe indique que cela constitue une belle journée, avec un rayonnement directe qui constitue la principale composante. Le Ra est lui beaucoup moins fluctuant il augmente légèrement durant la journée en raison de la variation de la température de l'air.

Le Rt est faible pendant la nuit est augmente aussi légèrement en valeur absolue durant la journée.

Pendant la journée le Rn est positif la surface gagne de l'énergie pendant la nuit la surface perd de l'énergie, puisque dans ce cas les pertes Rt sont supérieures aux gains e Ra

1.4

$$R_n = 800 \cdot (1-0.2) + 0.95 \cdot (350 - (5.67 \cdot 10^{-8} \cdot (273+30)^4)) = 518.5 \text{ W/m}^2$$

1.5

$$R_n = 0.95 \cdot (350 - (5.67 \cdot 10^{-8} \cdot (273+15)^4)) = -38 \text{ W/m}^2$$

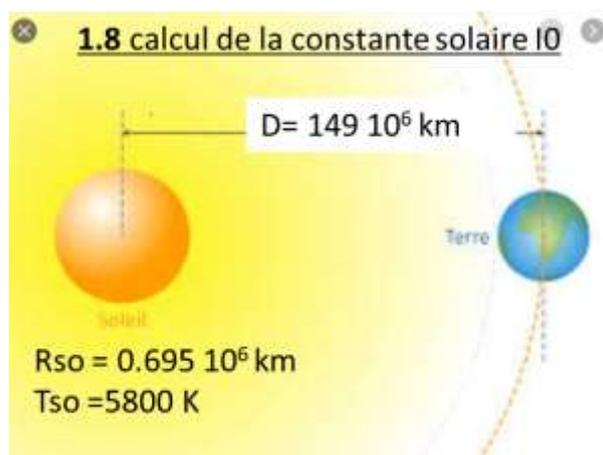
1.6

Il est possible donc d'observer des rayonnements nets négatifs => perte d'énergie au niveau du sol, cette perte peut être alimentée par de l'énergie stockée dans le sol, elle se traduit par un refroidissement de la surface

1.7

Sur Figure 2 la principale différence est due à R_g , son évolution n'est plus aussi régulière et il est beaucoup plus faible, ceci résulte d'un fort ennuagèrement et on a à faire à beaucoup plus de rayonnement diffus. La présence des nuages conduit à un R_a plus fort, en effet le R_a provient des basses couches de l'atmosphère et donc la température apparente de l'air est donc plus élevée. Le R_t est aussi légèrement plus faible en valeur absolue du fait que l'énergie solaire est plus faible et chauffe moins la surface.

1.8



Energie totale émise par le soleil
 $E_{so} = \sigma \cdot T_{so}^4 \cdot 4 \cdot \pi \cdot R_{so}^2$ (en W)

$$I_0 = \frac{E_{so}}{4 \cdot \pi \cdot D^2} = \frac{\sigma \cdot T_{so}^4 \cdot R_{so}^2}{D^2}$$

$$I_0 = 5.67 \cdot 10^{-8} \cdot 5800^4 \cdot \frac{\pi \times 0.695^2}{\pi \times 149^2} \times \left(\frac{10^6}{10^6}\right)^2$$

Rayonnement net sur la lune => il n'y a pas d'atmosphère !!

$$(1) R_{nlune} = (1-a) \cdot I_0' - \varepsilon \sigma T_s^4$$

$$(2) R_{nlune} = (1-a) \cdot I_0' \cos(LAT) - \varepsilon \sigma T_s^4$$

1.9

R_g en région parisienne $\neq I_0$ car on est à la latitude $46^\circ N$ il faut tenir compte de l'inclinaison de la terre. Par ailleurs il faut tenir compte de l'atténuation du I_0 liée à l'atmosphère qui absorbe, diffuse et réfléchit vers l'espace du rayonnement solaire.