

Transferts thermiques – Fiche de cours

1. Du microscopique au macroscopique

La matière est constituée d'entités atomes, ions ou molécules (aspect microscopique).

Leur comportement collectif peut être décrit avec des grandeurs physiques macroscopiques mesurables : la pression, la température...

2. Variation de l'énergie interne

Lorsque l'agitation thermique d'un système macroscopique varie, l'énergie interne des entités microscopiques varie également.

$$\Delta U = W + Q \quad \text{unité en (J)}$$

a. Variation de l'énergie interne sans changement d'état

$$\Delta U = m \cdot c \cdot \Delta T \quad \text{unité en (J)}$$

b. Variation de l'énergie interne avec changement d'état

$$\Delta U = m \cdot L \quad \text{unité en (J)}$$

3. Les transferts thermiques

a. Transfert thermique par conduction

L'énergie thermique se transmet de proche en proche sans déplacement de matière.

b. Transfert thermique par convection

L'énergie thermique se transmet avec déplacement de matière.

c. Transfert thermique par rayonnement

L'énergie thermique se transmet avec un rayonnement électromagnétique.

4. Le flux thermique

a. Définition

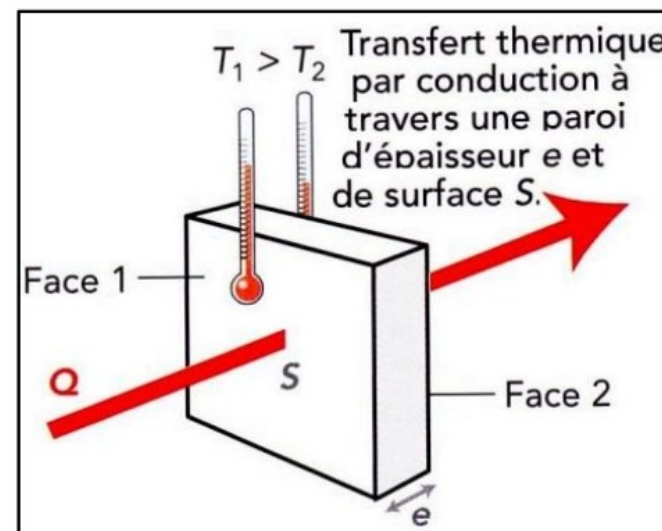
Le flux thermique échangé est une puissance et s'exprime en Watt

$$\phi = \frac{Q}{\Delta t}$$

b. Flux thermique traversant une paroi

$$\phi = \frac{\Delta T}{R_{th}} \quad \text{avec} \quad R_{th} = \frac{e}{\lambda S}$$

- e : épaisseur de la paroi (unité m)
- λ : coefficient de conductivité thermique en $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- S : surface de diffusion du flux thermique en m^2



Lorsque plusieurs parois sont juxtaposées :

$$R_{Th} = R_{th1} + R_{th2} + \dots + R_{thn}$$

e. Echange avec une paroi thermostatée (loi phénoménologique)

Le flux thermique traversant une paroi thermostatée à la température T_1 a pour expression :

$$\phi = hS(T_1 - T)$$

f. Equation et fonction de la chaleur

Pour un système incompressible : $\frac{dU}{dt} = \frac{Q}{dt} = \phi$

Pour un système sans changement d'état : $\frac{dU}{dt} = mc \frac{dT}{dt}$

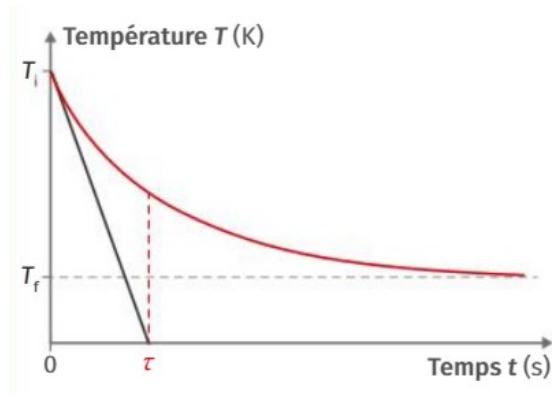
En tenant compte du phénomène conducto-conductif (paroi thermostatée) :

$$mc \frac{dT}{dt} = hS(T_1 - T)$$

On obtient l'équation différentielle : $\frac{dT}{dt} + \frac{hS}{mc} T = \frac{hS}{mc} T_1$

Pour un système à la température initiale T_2 , la solution de cette équation différentielle est :

$$T(t) = T_1 + (T_2 - T_1)e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{avec} \quad \tau = \frac{mc}{hS}$$



g. Rayonnement thermique et loi de Stéfán

La loi de Stéfán établit l'expression du flux thermique en fonction de la température : $\phi = \sigma T^4$ avec $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

5. Le bilan radiatif terrestre

a. Calcul simplifié du bilan radiatif terrestre

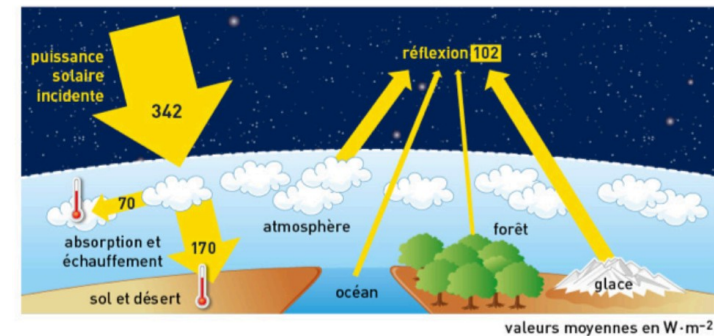
Bilan radiatif = Puissance solaire reçue - Puissance albédo - Puissance IR réémise

b. En moyenne sur Terre

Puissance solaire reçue : $342 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$
 Puissance renvoyée par albédo : $102 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$
 Puissance IR réémise : $240 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

$$\overline{BR} = 342 - 102 - 240 = 0$$

Environ 70 % de la puissance reçue est absorbée.



La puissance absorbée alimente l'effet de serre.

