

# 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

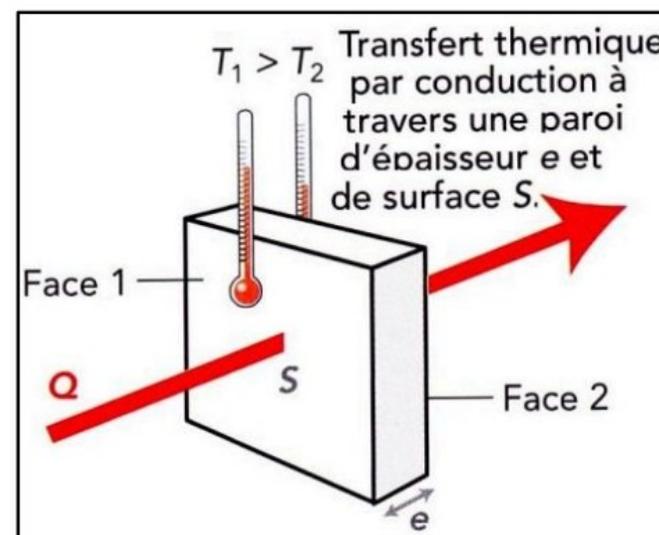
Le flux thermique échangé est une puissance et s'exprime en Watt

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

### 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)
- $\lambda$  : coefficient de conductivité thermique en  $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- $S$  : surface de diffusion du flux thermique en  $\text{m}^2$



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 :  $\frac{dU}{dt} = mc \frac{dT}{dt}$

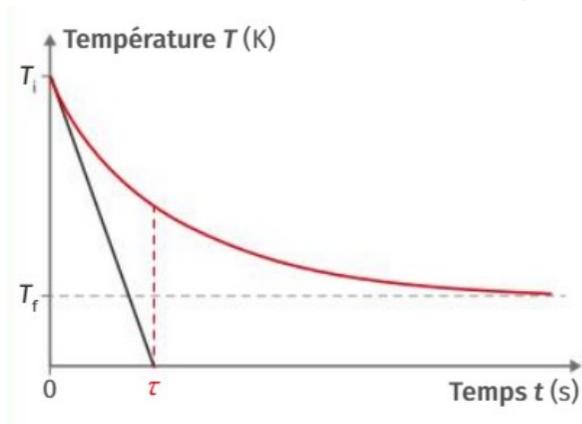
En tenant compte du phénomène conducto-conductif (paroi thermostatée) :

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

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**

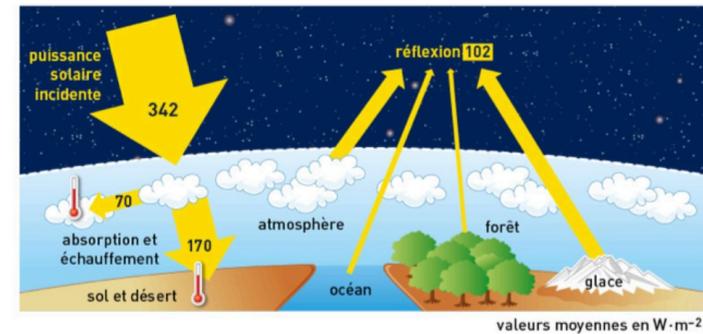
Puissance solaire reçue :  $342 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

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.

