

Livre page

Physique Chimie



Je travaille seul en silence.



J'aide ou je suis aidé, seul mon voisin m'entend.



Je travaille en équipe sans déranger personne.



1. Découvrir

**Je consulte les ressources :**

- Capsule
- Ressources à découvrir sur le site <http://physchileborgne.free.fr>
- Activité du livre



**Je mets en pratique :**

- TP :



2. Se tester

**Je vérifie que je maîtrise les objectifs du chapitre**

Citer les différentes contributions microscopiques l'énergie interne d'un système.



Prévoir le sens d'un transfert thermique.

Distinguer, dans un bilan d'énergie, le terme correspondant à la variation de l'énergie du système des termes correspondant à des transferts d'énergie entre le système et l'extérieur.



Exploiter l'expression de la variation d'énergie interne d'un système incompressible en fonction de sa capacité thermique et de la variation de sa température pour effectuer un bilan énergétique.



Caractériser qualitativement les trois modes de transfert thermique : conduction, convection, rayonnement.

Exploiter la relation entre flux thermique, résistance thermique et écart de température, l'expression de la résistance thermique étant donnée.

Effectuer un bilan quantitatif d'énergie pour estimer la température terrestre moyenne, la loi de Stefan-Boltzmann étant donnée.

Discuter qualitativement de l'influence de l'albédo et de l'effet de serre sur la température terrestre moyenne.

Effectuer un bilan d'énergie pour un système incompressible échangeant de l'énergie par un transfert thermique modélisé à l'aide de la loi de Newton fournie.

Établir l'expression de la température du système en fonction du temps.

*Suivre et modéliser l'évolution de la température*

**Capacité mathématique :** Résoudre une équation différentielle linéaire du premier ordre à coefficients constants avec un second membre constant.

**J'ai réalisé :**

Un compte rendu de TP

Une rédaction complète d'exercice

Un calcul

Une carte mentale

Un résumé de cours

Des exercices du devoir surveillé de la session précédente

## Energie interne

Les diverses formes d'énergie stockées dans le système, en dehors de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle d'interaction, constituent l'énergie interne du système, **notée U** et comme toutes énergies exprimée **en Joules (J)** et résulte de contributions microscopiques.

## Transfert thermique

Transfert d'énergie qui s'effectue spontanément du corps le plus chaud vers le corps le plus froid. L'énergie qu'un corps reçoit par transfert thermique sera notée  $Q$  et sera exprimée en Joules (J).

## Flux thermique

Le flux thermique traduit la vitesse du transfert thermique : c'est une puissance exprimée en watts (W).

**Définition 3 :** On appelle flux thermique, noté  $\Phi$ , à travers une paroi, la puissance thermique qui la traverse. Il évalue la rapidité du transfert thermique. Il s'obtient par la relation

$$\Phi = \frac{Q}{t} \quad \text{avec}$$

$\Phi$  = flux thermique en watts

$Q$  = quantité de chaleur transférée à travers la paroi, en joules

$t$  = temps en secondes

## Resistance thermique

**Définition 4 :** La résistance thermique  $R_{th}$  d'une paroi traduit sa capacité à s'opposer au transfert thermique. Elle est définie comme le rapport de la différence de températures entre les faces de la paroi sur le flux thermique. On a alors :

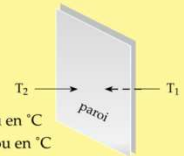
$$R_{th} = \frac{T_2 - T_1}{\Phi} \quad \text{avec}$$

$R_{th}$  = résistance thermique en  $K.W^{-1}$

$T_1$  = température absolue de la face froide en K ou en °C

$T_2$  = température absolue de la face chaude en K ou en °C

$\Phi$  = flux thermique



**REMARQUE :** Lorsque la paroi, de surface  $S$  et d'épaisseur  $e$ , est homogène et isotrope (même résistance dans toutes les directions), on définit la conductivité thermique  $\lambda$  en  $W.m^{-1}.K^{-1}$ . On a alors :  $R_{th} = \frac{e}{\lambda S}$

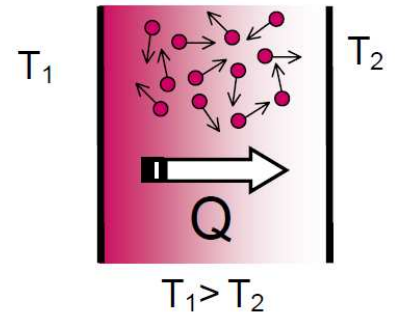
Un bon isolant thermique a une résistance thermique importante

## Modes de transferts thermiques

### ➤ Conduction :

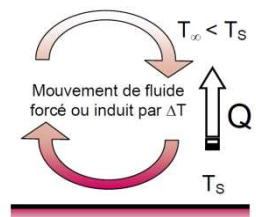
Microscopiquement, la température rend compte de l'agitation des particules d'un gaz ou d'un liquide. Le transfert par conduction signifie que cette agitation se propage de proche en proche, de molécule en molécule.

Il n'y a **pas de déplacement** des molécules.



### ➤ Convection :

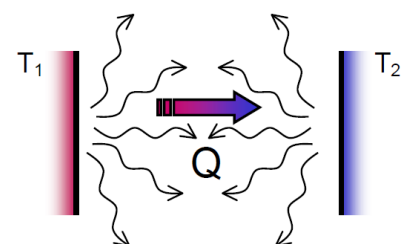
Au contraire ici, la température se propage **par déplacement** de molécule (casserole d'eau sur le feu).



### ➤ Transfert d'énergie par rayonnement :

L'énergie interne d'un corps (et sa température) augmente sous l'effet d'un rayonnement (de même type que la lumière, il peut être visible ou non (U.V)).

Sa particularité est qu'il peut se faire **dans le vide**.



## Energie et premier principe de conservation

On regroupe sous le terme d'énergie d'un système son énergie cinétique, son énergie potentielle et son énergie interne.  $E = E_c + E_{pp} + U$

L'énergie d'un système varie s'il est soumis à des transferts énergétiques, soit sous forme de travail soit par transfert thermique, soit par rayonnement.  $\Delta E = W + Q$

Si le système est immobile :  $\Delta U = W + Q$

Si ce n'est pas le cas, on dit que le système est **isolé**. Alors son énergie ne varie pas, c'est le **principe de conservation de l'énergie**.

### Variation d'énergie interne pour un corps sous phase condensée

La variation d'énergie interne d'une masse  $m$  de substance dont la température varie d'une valeur initiale  $\theta_i$  à une valeur finale  $\theta_f$  est donnée par la relation suivante :

$$\Delta U = m \cdot c \cdot (\theta_f - \theta_i)$$

$\Delta U$  en joule J  $m$  en kilogramme kg  $c$  capacité thermique massique  $J \cdot kg^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$

$\theta_f - \theta_i$  températures en  $^\circ C$

### Température moyenne Terrestre : loi de Stefan-Boltzmann

Cette loi permet de déterminer la température de la Terre à partir de la quantité de rayonnement qu'elle émet :  $M = \sigma T^4$

$M$  : puissance émise par unité de surface ( $W/m^2$ )

$T$  : température du corps en kelvins ;

$\sigma = 5,670\,367(13) \times 10^{-8} W \cdot m^{-2} \cdot K^{-4}$  : constante de Stefan-Boltzmann.

Pour  $M = 390 W/m^2$ , on calcule  $T = +15^\circ C$  température théorique radiative (effective) de la surface terrestre.

Rayonnement infrarouge émis vers l'espace  $M' = 235 W/m^2$  soit  $T' = -19^\circ C$ .

La différence entre  $M$  (émise par la surface terrestre) et  $M'$  (puissance émise vers l'espace), à savoir  $155 W/m^2$ , correspond à l'**effet de serre**.

L'albédo terrestre vaut donc  $\frac{155}{390} = 0,4$

### Loi de refroidissement de Newton

Le **taux de perte de chaleur** d'un corps est **proportionnel** à la **différence** de température entre le corps et le milieu environnant de température constante  $T_{air}$ .

$$\frac{dT(t)}{dt} = h \times (T - T_{air})$$

La résolution de cette équation différentielle linéaire du premier ordre à coefficients constants avec un second membre constant permet de prévoir l'évolution de la température du corps au cours du temps :

$$T(t) = (T_0 - T_{air}) \times e^{-h \times t} + T_{air}$$

$T_0$  température initiale du corps

$T_{air}$  : température du milieu dans lequel est placé le corps

