

# Transfert macroscopique d'énergie.

---

## I. Du macroscopique au microscopique.

### Activité 1 : L'énergie interne, une énergie au cœur de la matière

La matière est constituée d'un nombre trop grand d'entités (atomes, molécules, ions) pour que l'on puisse appliquer les lois physiques à l'échelle microscopique. On est donc obligé de décrire le comportement collectif d'un grand nombre d'entités à l'aide de grandeurs physiques MACROSCOPIQUES, mesurables à l'échelle humaine telles que la pression, le volume ou la température.

La constante d'Avogadro, notée  $N_A$ , permet de faire le lien entre le MICROSCOPIQUE et le MACROSCOPIQUE. La mole est une unité de quantité de matière qui contient autant d'entités qu'il y a d'atomes dans 12 g de carbone 12, soit  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$  atomes.

## II. Energie d'un système macroscopique

L'énergie totale  $E_{TOT}$  d'un système physique (par exemple une pomme) se décompose en :

- **Energies microscopiques ( $U$ )**
  - ✓ Les énergies cinétiques des particules composant le système, qui sont en mouvement du fait de leur agitation thermique liée à la température.
  - ✓ Les énergies potentielles d'interaction entre atomes, ions, molécules...
- **Energies macroscopiques ( $E_m$ )**
  - ✓ L'énergie cinétique du système s'il est en mouvement (la pomme tombe par exemple)
  - ✓ Les énergies potentielles (de pesanteur, électrique, élastique)

**L'énergie interne** d'un système notée  $U$  est la grandeur macroscopique définie comme la somme des énergies cinétiques et potentielles microscopiques des entités constituant le système.

Ainsi, l'énergie totale d'un système physique est égale à :

$$E_{tot} = E_m + U$$

On ne mesure que la variation  $\Delta U$  de l'énergie interne, entre un état initial et un état final.

$$\Delta U = U_f - U_i$$

Cette variation est la conséquence d'échanges d'énergies du système avec l'extérieur, sous forme de travail  $W$  ou par transfert thermique  $Q$ .

Si l'énergie mécanique du système est constante :

$$\Delta U = W + Q$$

Dans le cas où le système étudié n'interagit pas avec son environnement (système isolé), son énergie interne reste constante :  $\Delta U = 0 \text{ J}$

Rq. Par convention,  $W$  et  $Q$  sont positifs s'ils sont reçus par le système et négatifs s'ils sont cédés par le système.

### III. Transferts thermiques

#### Activité 2 : Transferts thermiques

##### A. Modes de transfert thermique

Les différentes possibilités pour un système d'échanger de l'énergie avec l'extérieur par transfert thermique sont au nombre de 3 :

✓ La conduction

<http://clemspcreims.free.fr/Simulation/conduction.swf>

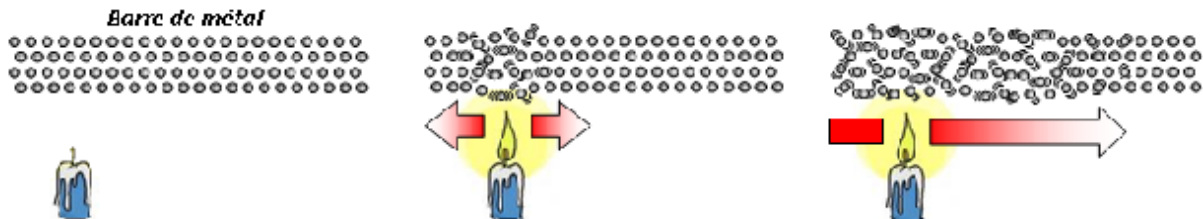
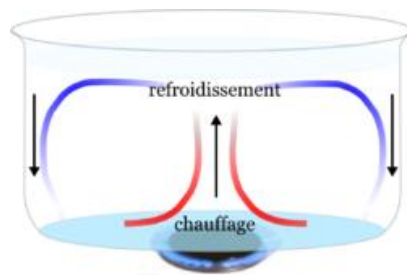


Figure 6 : La conduction thermique

L'agitation des atomes est diffusée à partir de la partie chauffée du métal

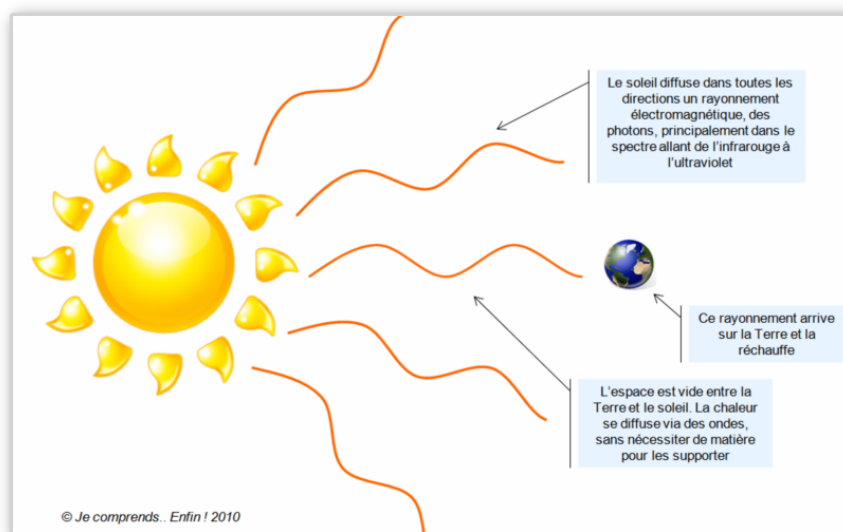
✓ La convection

<https://youtu.be/BOKl-D8egW4>



C'est un transfert porté par un **mouvement de matière**. Elle ne se produit que dans les fluides. Le fluide chauffé, est dilaté, il s'élève à la verticale de la source entraînant un appel de fluide à la base de la source chaude. Le fluide est ainsi brassé.

✓ Le rayonnement



Un transfert par rayonnement est généré par l'émission ou l'absorption d'un rayonnement électromagnétique.

Ce mode de transfert est le seul à pouvoir s'effectuer dans le vide.

### B. Energie interne et température

Lorsqu'un corps de masse  $m$  (liquide ou solide) passe d'une température initiale  $T_i$  à une température finale  $T_f$ , sa variation d'énergie interne  $\Delta U$  a pour expression :

$$\Delta U = m \cdot c \cdot \Delta T = m \cdot c \cdot (T_f - T_i)$$

La grandeur  $c$  est appelée « **capacité thermique massique** » du corps.

Elle représente l'énergie qu'il faut fournir pour augmenter de  $1\text{ K}$  la température d'un kilogramme de ce corps.

$c$  ne dépend que de la nature du corps.

*Exemples :*

Matériau	Eau	Cuivre	Ethanol	Brique	Verre	Aluminium
$c$ ( $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ )	4180	385	2430	840	720	897

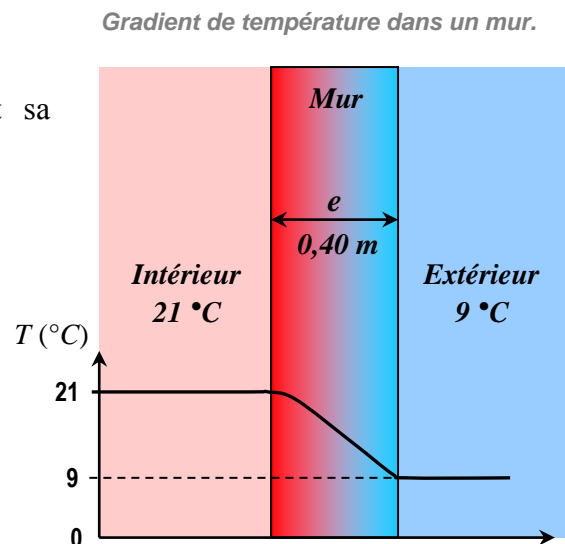
### C. Flux et résistance thermique

Le flux thermique  $\Phi$  à travers une surface est la puissance thermique qui la traverse. Ce flux évalue la vitesse du transfert thermique  $Q$  pendant une durée  $\Delta t$ . Il va spontanément de la source chaude vers la source froide et est **IRREVERSIBLE** :

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

$$\Phi = \frac{\Delta T}{R_{\text{th}}}$$

La résistance thermique d'un corps traduit sa capacité à s'opposer au transfert thermique



Pour une paroi plane, la résistance dépend de :

- son épaisseur  $e$
- sa surface  $S$
- sa constitution caractérisée par une conductivité thermique notée  $\lambda$

$$R_{\text{th}} = \frac{e}{\lambda \cdot S}$$

Lorsque plusieurs parois sont accolées (cas d'un mur isolé), la résistance thermique équivalente est égale à la somme des résistances thermiques.

$$R_{\text{th-tot}} = R_{\text{th1}} + R_{\text{th2}} + R_{\text{th3}} + \dots$$

#### **IV. Bilans énergétiques**

Pour établir un bilan énergétique, on doit :

- Définir le **système macroscopique étudié**.
- Déterminer la **nature des transferts énergétiques** (Travail W ou chaleur Q) entre le système et l'extérieur.
- Déterminer le **sens de ces transferts** : l'énergie reçue par le système est comptée positivement, et celle cédée, négativement.
- Représenter ces transferts par une chaîne énergétique et conclure sur l'efficacité de la transformation en déterminant généralement un rendement (en %) noté  $\eta$

$$\eta = \frac{\text{énergie utile}}{\text{énergie reçue}} \times 100$$

**Exercices 18p365 23p366, 31p369 et 35p370.**