

Chapitre 1 — Premier principe de la thermodynamique

I. Premier principe de la thermodynamique

1. Énergie interne U

L'**énergie interne** U d'un système est son énergie propre : somme de toutes les énergies microscopiques (cinétiques + potentielles d'interaction). Elle s'exprime en **joules (J)** mais n'est pas directement calculable — seule sa **variation** ΔU est accessible.

Deux types de contributions microscopiques :

- **Énergies cinétiques microscopiques** — agitation thermique des particules ; augmentent avec la température.
- **Énergies potentielles d'interaction** — interactions intra- ou intermoléculaires entre les particules.

2. Énergie totale d'un système

$$E_{\text{tot}} = E_c + E_{\text{pp}} + U$$

Pour un système **au repos** à l'échelle macroscopique : $E_c + E_{\text{pp}} = \text{cste}$, donc :

$$\Delta E_{\text{tot}} = \Delta U$$

3. Premier principe

Pour un **système fermé** (sans échange de matière) et au repos, la variation d'énergie interne est due aux échanges thermiques Q et au travail W échangé avec l'extérieur (mécanique, électrique ...).

À RETENIR

$$\Delta U = W + Q$$

- W : travail échangé avec l'extérieur
- Q : transfert thermique échangé avec l'extérieur
- $\Delta U > 0$ si l'énergie du système **augmente**

Ce principe illustre la conservation de l'énergie d'un système.

II. Transferts et flux thermiques

1. Trois modes de transfert thermique

Mode	Définition	Exemple
Conduction	Transfert par contact, sans déplacement de matière.	Casserole sur une plaque électrique.
Convection	Transfert par mouvement de matière au sein du fluide.	Air chaud d'un radiateur circulant dans une pièce.
Rayonnement	Transfert par onde électromagnétique, sans support matériel.	Le Soleil réchauffe la Terre.

2. Capacité thermique C

La **capacité thermique** C est l'énergie à fournir pour augmenter la température d'un système de **1 K** (ou 1 °C). Elle s'exprime en $\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$.

$$C = m \cdot c$$

où m est la masse et c la capacité thermique massique du matériau en $\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$

3. Transfert thermique

Le transfert thermique noté Q est proportionnel à la variation de température ΔT

À RETENIR

$$Q = C \cdot \Delta T = m \cdot c \cdot \Delta T$$

4. Sens du transfert thermique

Le transfert thermique s'effectue **toujours** de la source **chaude** vers la source **froide**, et ceci de façon **irréversible**, jusqu'à égalité des températures.

Exemple : Un café chaud refroidit dans sa tasse en cédant de l'énergie au milieu environnant.

5. Flux thermique Φ

Un transfert thermique peut se faire plus ou moins rapidement. Pour évaluer cette vitesse de transfert, on détermine le flux thermique.

À RETENIR

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

Le flux thermique est une **puissance thermique**. Plus il est faible, meilleure est l'isolation.

6. Résistance thermique R_{th}

La **résistance thermique** R_{th} traduit l'opposition d'un matériau au flux thermique. Elle s'exprime en $\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$.

À RETENIR

$$\Phi = \frac{T_c - T_f}{R_{\text{th}}}$$

- T_c : température de la source chaude
- T_f : température de la source froide
- Plus R_{th} est élevée, plus le flux est faible $\rightarrow$ meilleure isolation.

Exemple : Sauna à 70 °C, extérieur à 20 °C, flux thermique : 1 500 W :

$$R_{\text{th}} = \frac{\Delta T}{\Phi} = \frac{50}{1500} = 3,3 \times 10^{-2} \text{ K}\cdot\text{W}^{-1}$$

III. Loi thermique de Newton

Newton avait remarqué qu'un objet se refroidissait d'autant plus rapidement que l'écart de température entre ce corps et l'extérieur était importante.

Cela se traduit mathématiquement par une relation de proportionnalité entre le taux de variation de la température (ou dérivée) et la différence de température entre le corps et l'extérieur :

$$\frac{dT}{dt} = -\gamma \cdot (T - T_{\text{th}})$$

- $\frac{dT}{dt}$ est la dérivée de la température par rapport au temps.
- γ est une constante
- $T - T_{\text{th}}$ est la différence de température entre le corps T et la température extérieure notée T_{th} considérée comme constante (thermostat)

. Cette loi est mathématiquement une équation différentielle du premier ordre à coefficients constants, l'expression de la température qui vérifie cette équation est de la forme :

$$T(t) = (T_0 - T_{\text{th}}) \cdot e^{-\gamma \cdot t} + T_{\text{th}}$$

. La représentation graphique montre que la température tend vers la température du thermostat.

