

## Chapitre 23 – Introduction à la thermodynamique

Note aux colleurs et colleuses : je n'ai pas encore introduit l'enthalpie ; le but du chapitre est surtout que les élèves parviennent à utiliser et/ou calculer des grandeurs thermodynamiques (pression, température, capacité thermique, etc.) ; privilégier des exercices portant sur des situations concrètes ; compléter avec de l'oxydoréduction si nécessaire.

## À savoir

- ▷ Système thermodynamique, milieu extérieur, frontière. Système isolé, fermé (seuls étudiés en sup) ou ouvert.
- ▷ Différentes échelles d'étude : microscopique, macroscopique et mésoscopique.
- ▷ Grandeurs intensives (associées à l'échelle méso) et extensives (associées à l'échelle macro).
- ▷ Équilibre thermodynamique, correspondant à avoir **à la fois** l'équilibre :
  - ▷ mécanique, qui implique l'égalité des pressions (interne et externe au système) au niveau d'une paroi mobile ;
  - ▷ thermique, qui implique l'égalité des températures (interne et externe) au niveau d'une paroi diathermane.
- ▷ Variable d'état (grandeur d'état nécessaire pour décrire le système étudié à l'équilibre) ; connaître les principales (P, T, V et  $n$ ) ainsi que leurs unités SI.
- ▷ Système **thermoélastique** (ne nécessitant pour être décrit macroscopiquement que les variables P, T, V et  $n$ ).
- ▷ Fonction d'état (grandeur calculée à partir des variables) et équation d'état (lien entre les variables à l'équilibre).
- ▷ Définition **qualitative** de l'énergie interne d'un système : elle correspond à l'énergie « cachée », c'est-à-dire stockée dans les entités individuelles qui composent le système.
- ▷ Définition cinétique de la température à partir de la moyenne de l'énergie cinétique des entités :

$$\frac{3}{2} k_B T = \langle \mathcal{E}_c \rangle \quad \text{et} \quad \frac{1}{2} m u^2 = \langle \mathcal{E}_c \rangle \quad (1)$$

avec  $u$  la vitesse quadratique moyenne. Unité et ordre de grandeur de  $k_B$ .

- ▷ Modèle de la **phase condensée incompressible et indilatable** (PC2I) :
  - ▷ Connaître la signification des deux termes. Savoir que cela implique  $V = \text{cte}$ .
  - ▷ Savoir que pour une PC2I  $U$  ne dépend que de  $T$  ; première loi de Joule.
  - ▷ Capacité thermique d'une PC2I, et grandeurs intensives associées :

$$\Delta U = C \Delta T = m c \Delta T = n C_m \Delta T \quad (2)$$

- ▷ Modèle du **gaz parfait** (GP) :
  - ▷ Modèle du GP (particules sans interactions), définition d'un GP monoatomique (GPM) et diatomique (GPD).
  - ▷ **Loi des gaz parfaits**, conditions d'application (faibles pressions). Connaître la valeur approchée de la constante des gaz parfaits  $R = 8,3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Diagramme d'Amagat (P V en fonction de V).
  - ▷ Capacité thermique à volume constant d'un GP ; valeurs à connaître pour les GPM et GPD :

$$C_{V,\text{GPM}} = \frac{3}{2} n R \quad \text{et} \quad C_{V,\text{GPD}} = \frac{5}{2} n R \quad (3)$$

- ▷ Savoir qu'un GP vérifie la première loi de Joule.

## À savoir faire

- ▷ Reconnaître une grandeur extensive ou intensive ; règles de calcul « simples » (ex :  $\frac{\text{extensif}}{\text{intensif}} = \text{extensif}$ ).
- ▷ Trouver quelques ordres de grandeur pour un GP ou une PC2I (quantité de matière dans la pièce, nombre de molécules dans un verre d'eau, etc.).
- ▷ Utiliser l'équilibre mécanique et/ou thermique pour déterminer des grandeurs thermodynamiques.
- ▷ Calculer des variations d'énergie pour une transformation donnée en utilisant les capacités thermiques.
- ▷ Utiliser des données expérimentales ou un diagramme pour discuter de la modélisation d'un gaz par un GP.
- ▷ Le gaz de van der Waals est un exemple du cours mais n'est pas à connaître en soi ; il peut faire l'objet d'un exercice guidé.