

## Résumé – Premier principe de la thermodynamique

### I. Énergie totale d'un système thermodynamique (pour un système fermé)

$$E = E_c + E_p + U$$

- E = énergie totale en J ;
- $E_c$  = énergie cinétique macroscopique en J ;
- $E_p$  = énergie potentielle macroscopique en J ;
- U = énergie interne en J.

$$\Delta E = W + Q = \Delta U$$

- $\Delta E$  = variation énergie totale en J ;
- W = transfert mécanique (travail) en J ;
- Q = transfert thermique (chaleur) en J.

À savoir – Q et W sont des grandeurs algébriques.

La variation de l'énergie interne  $\Delta U$  ne dépend que de l'état initial et l'état final du système et est indépendante du chemin suivi.

L'énergie interne est donc une fonction d'état du système thermodynamique.

$$\Delta U = U_f - U_i$$

### II. Fonction d'état enthalpie

$$H = U + PV$$

- H = enthalpie en J ;
- U = énergie interne en J ;
- PV = travail de frontière = produit de la pression (en Pa) et du volume (en  $m^3$ ).

#### A. Capacité thermique à pression constante ( $C_p$ )

$$dH = C_p \cdot dT$$

- dH = variation de l'enthalpie en J ;
- $C_p$  = capacité thermique en  $J \cdot K^{-1}$  ;
- dT = variation de température en K.

#### B. Transfert thermique dans le cadre d'une transformation isobare ( $\Delta P = 0$ )

$$Q = \Delta H$$

- Q = transfert thermique en J ;
- $\Delta H$  = variation d'enthalpie en J.

### C. Enthalpie d'un gaz parfait

#### 1. Relation de Mayer

$$C_p - C_v = nR$$

- $C_p$  = capacité thermique à pression constante en  $J.K^{-1}$  ;
- $C_v$  = capacité thermique à volume constant en  $J.K^{-1}$  ;
- $n$  = quantité de matière en mol ;
- $R$  = constante universelle des gaz parfait =  $8,314 J.mol^{-1}.K^{-1}$ .

#### 2. Rapport des capacités thermiques

$$y = \frac{C_{pn}}{C_{vn}} = \frac{C_p}{C_v}$$

⚠ Ce rapport est toujours supérieur à 1 ( $C_p > C_v$ ) !

On obtient donc :

$$C_v = \frac{nR}{y-1}$$

$$C_p = \frac{nRy}{y-1}$$

Ou encore avec les fractions molaires :

$$C_{vn} = \frac{R}{y-1}$$

$$C_{pn} = \frac{Ry}{y-1}$$

### III. Transformation adiabatique mécaniquement réversible d'un gaz parfait : loi de Laplace ( $Q = 0$ )

$$PV^y = \text{cste}$$

- $P$  = pression en Pa ;
- $V$  = volume en  $m^3$  ;
- $y = \frac{C_p}{C_v}$ .

⚠ La relation de Laplace est indépendante de la quantité de gaz considérée.