

THERMODYNAMIQUE.

Chapitres 1 : Systèmes ouverts en Régime stationnaire.

Energie d'un système : $E = U + E_c + E_p$

$$e = u + e_c + e_p \left(\frac{E}{m} = \frac{U}{m} + \frac{E_c}{m} + \frac{E_p}{m} \right)$$

Remarque : Les systèmes fermés sont immobiles : $E_c = E_p = 0$

Débit massique : $\dot{m} = \rho \dot{v}$ et $\dot{v} = \frac{v}{t} (m^3/s) \rightarrow \text{Aire} \times \text{vitesse}$

$$\dot{m} = \rho \times A \times v_{\text{moyenne}} \quad (\text{Remarque: } v \text{ doit être perpendiculaire à la section de passage})$$

Système Fermé :

Premier principe : $\Delta E = \Delta U + \Delta E_c + \Delta E_p = W + Q$

$$dE = dU + dE_c + dE_p = \delta W + \delta Q$$

-Puissance reçue par le système : $\delta W = \mathbf{P} \cdot d\mathbf{t}$ (Travail mécanique)

-Puissance thermique/flux thermique : $dQ = \phi(t) \cdot dt$ avec $\phi(t) = hA(T_{\text{source}} - T(t))$ $h = cte$, $A = \text{aire du solide}$.

- $\Delta U = C \cdot \Delta T = m \cdot c \cdot \Delta T$

Second principe : $\Delta S = S_{ech} + S_c$

$$-S_{ech} = \frac{Q}{T+n}$$

- $S_c > 0$ pour une transformation irréversible ou $S_c = 0$ pour une transformation réversible

Rappel :

- $S_{(T)} = C \ln\left(\frac{T}{T_0}\right) + S_0$ pour un solide

- $S_{(TN)} = nC_{vm} \ln\left(\frac{T}{T_0}\right) + nT \ln\left(\frac{v}{v_0}\right) + S_0$

Système Ouvert :

Écoulement en régime stationnaire : $\Delta \mathbf{m}_{vc} = \mathbf{0}$

- $\dot{\mathbf{m}}_{in} = \dot{\mathbf{m}}_{out}$

- $\mathbf{P}_1 \cdot \mathbf{v}_{1\text{moyenne}} \cdot A_1 = \mathbf{P}_2 \cdot \mathbf{v}_{2\text{moyenne}} \cdot A_2$

Si l'écoulement est incompressible : $\mathbf{P}_1 = \mathbf{P}_2 \rightarrow \mathbf{v}_{1\text{moyenne}} A_1 = \mathbf{v}_{2\text{moyenne}} A_2 \rightarrow \boxed{\dot{v}_1 = \dot{v}_2}$

- Travail d'écoulement : $\boxed{W_{ecoul} = P \times V}$

- $E_{totale} = E_{\Sigma} + E_{ecoul} = U + E_c + E_p + E_{ecoul}$ avec $E_{ecoul} = P \times V$

- **Régime permanent :** Pendant l'évolution, les variables intensives et extensives restent constantes. (Volume, masse, énergie...)

$$-\mathbf{m}_{in} = \mathbf{m}_{out}$$

$$-\mathbf{E}_{in} = \mathbf{E}_{out}$$

Premier principe : $\dot{Q} - \dot{w} = \dot{m} \left(h_2 - h_1 + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2} + g(z_2 - z_1) \right)$

$$(\dot{Q}_{in} - \dot{Q}_{out}) - (\dot{W}_{out} - \dot{W}_{in}) = \dot{m} \left(h_2 - h_1 + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2} + g(z_2 - z_1) \right)$$

Remarque : $\dot{W} = J/S$ (Puissance)

Machines fonctionnant en régime permanent :

- **Tuyères :** conduit convergent qui augmente la vitesse de l'écoulement au dépend de la pression.

- **Diffuseur :** conduit divergent qui augmente la pression d'un fluide en le ralentissant.

$$\dot{Q} = 0, \quad \dot{W} = 0, \quad \Delta E_p = 0$$

Seules h et E_c restent dans le premier principe.

- **Turbines :** transforme une partie de l'Énergie totale de l'écoulement en travail mécanique afin d'entraîner l'arbre d'un atténuateur qui produit de l'électricité.

- Compresseur** : -Machine sur laquelle du travail est fait.
- Il consomme de l'électricité pour entraîner l'arbre.
- Comprime un fluide et fait augmenter sa pression.

Rappel: $h(\mu, x) = h_g + x \cdot h_{fg}$ x : titre massique en vapeur

- Soupapes ou détendeurs** : -Diminuent la pression au sein du liquide.
- Pas de production de travail.
 - T^o peut chuter de façon significative.
 - $Q = 0$, $W = 0$, $\Delta E_p = \Delta E_c = 0$
 - $\Rightarrow \Delta h = 0$ ($h_2 = h_1$): **Détente isenthalpique**

Second principe : $\Delta S_{vc} = S_{ech} + S_{cree} = \frac{Q}{T} + m_i S_i - m_e S_e + S_{cree}$ ($m_i S_i - m_e S_e = S_{ech}$ par l'écoulement)

-En Régime permanent : $\frac{dS_{vc}}{dt} = \frac{\dot{Q}}{T} + \dot{m}(S_i - S_e) + \dot{S}_{cree} = 0$

MOUVEMENT
DE L'ESIB
SOLIDAIRE