

Systèmes Ouverts en Régime Stationnaire

I) Énergie et entropie d'un système

1) Équilibre thermodynamique

→ Un système est à l'éq. thermodynamique

si :

- (1) Il n'y a pas de mvmt macroscopique de la matière à l'intérieur du système.

- (2) T est uniforme dans le sys.

- (3) P est uniforme dans le sys.

- (4) Le potentiel de chaque espèce est uniforme (condition d'équilibre de diffusion).

2) Éq. thermodynamique local (ETL)

→ Cet éq. est réalisé si on peut découper le sys. en volumes mésoscopiques pouvant être considérés comme des sys. à l'éq. thermodynamique.

→ Dans ce cas, en considérant $d\tilde{m}$ un volume mésoscopique, sa température est uniforme = $T(M, t)$, etc...

→ L'énergie ^{interne} du système totale

$$U(t) = \iiint_{M \in V} u(M, t) \cdot \rho(M, t) \cdot d\tilde{m}$$

ρ : masse volumique
 u : massique

Remarque : on travaille avec les grandeurs massiques (ou molaires) parce qu'elles sont intensives.

→ De m^1 on exprime $\dot{E}_c(t)$ et $\dot{E}_{p,ext}(t)$ et $S(t)$.

• Le premier principe pour un sys. fermé en transformation infinitésimale

$$dE = dU + dE_c + dE_{p,ext} = \delta W + \delta Q$$

Si on pose, $\delta Q = \phi dt$ et $\delta W = P db$

ϕ : flux thermique
 P : puissance mécanique

après :

$$\frac{dE}{dt} = \phi + P$$

II) Principes de la thermodynamique

pour un système ouvert en régime stationnaire :

• Voir "Thermo" 4^{ème} année (voir)

• 1^{er} principe pour un sys. ouvert

• Cas particuliers :

• Compresseur, pompe :

→ On néglige ΔE_c et $\Delta E_{p,ext}$, ainsi que q d'où :

$\Delta h \approx w_u > 0$

• Turbine :

$\Delta h + \Delta E_c \approx w_u < 0$

• Détendeur :

$\Delta h \approx 0$

• Tuyère :

$\Delta h + \Delta E_c \approx 0$

• Évaporateur, condenseur :

$\Delta h \approx q$

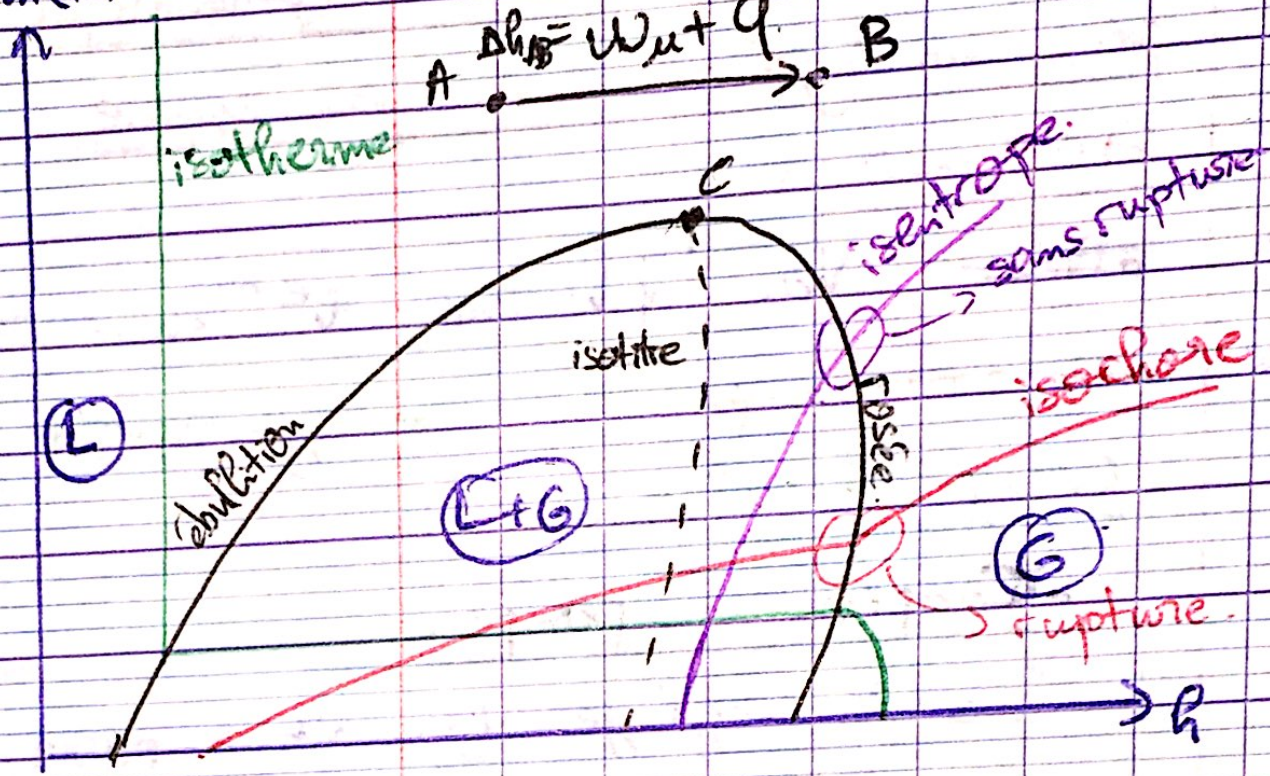
III) Diagramme ($P(h), h$) :

• Quelques notes importantes :

→ En observant le diagramme, on déduit que :

* la vapeur d'eau (resp. le liquide) se comporte comme un gaz parfait à faible pression (droite resp. liquide incompressible et inéluctable) ceci parce que $h \ll T$ à faible pression.

$h(P)$



Remarques générales

→ Un système purement mécanique est un système pour lequel $T = cte$ et $\delta Q = 0$. Dans ce cas, $dh = dE_{micro} + dE_{macro}$

et le premier principe s'écrit

$$dE_{micro} + dE_{macro} + dE_{macro} = \delta W$$

• si de plus le système est indéformable,

alors, $dE_{micro} = 0, = -\delta W_{int}$.