

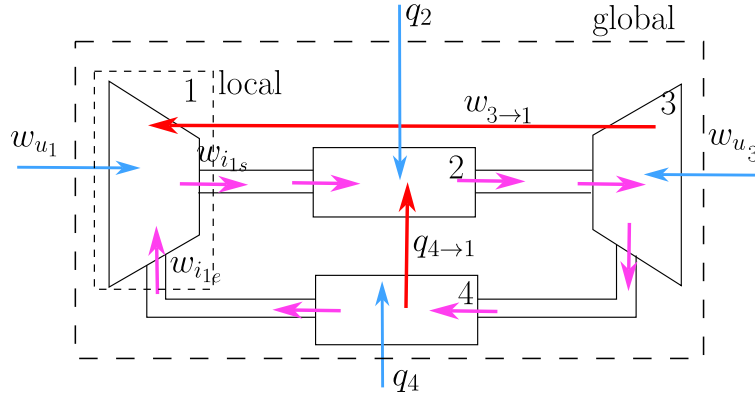
Premier principe industriel (2^e année)

Souvent dans une machine thermique le fluide caloporteur se déplace entre différents étages (compresseur, échangeur, détenteur, etc...).

⇒ On établit classiquement des **bilans massiques**, c'est à dire pour un kg de fluide ayant décrit le cycle.

Alors $\left\{ \begin{array}{l} \text{Les grandeurs sont notées en minuscules : } w, q, \Delta u \\ \text{On doit utiliser les capacités massiques } c_v = \frac{R}{M(\gamma - 1)}, c_p = \frac{\gamma R}{M(\gamma - 1)} \end{array} \right.$ (si gaz parfait, à vérifier!)

Ne pas confondre les raisonnements illustrés ci dessous :



• **globalement** (programme de 1^{ère} année), le fluide reçoit massivement $w = w_{u1} + w_{u3}$ ("u" pour utile) et $q = q_2 + q_4$ (on fait "abstraction" des étages). Alors le premier principe s'écrit (pour un kg de fluide ayant décrit le cycle)

$$\Delta u = 0 = w_{u1} + w_{u3} + q_2 + q_4 \quad (\text{flèches bleues})$$

• **localement** (programme de 2^e année), on s'intéresse à l'un des étages. Une portion de fluide, pour y rentrer, est "poussé" par le fluide derrière lui, "retenu" par celui devant lui, qui échange donc un travail de pression avec lui (flèches roses). Le premier principe s'écrit pour un kg de fluide traversant l'étage 1 :

$$\Delta u = u_{1,\text{sortie}} - u_{1,\text{entrée}} = w_{u1} + w_{i1e} + w_{i1s} + w_{3 \rightarrow 1} + \underbrace{q_1}_{0 \text{ ici}} \quad (\text{bleu} + \text{rose} + \text{rouge})$$

Les travaux de pression $w_{i,e} + w_{i,s}$, par un raisonnement analogue à celui mené dans la détente de Joule-Thomson, peuvent être "passés du côté de u". En utilisant l'enthalpie massique $h = u + pv$, on aboutit à la formulation "locale" ou "premier principe industriel" pour l'étage 1 :

$$\Delta h_1 = w_{u1} + w_{3 \rightarrow 1} + q_1 \quad (\text{bleu} + \text{rouge})$$

De manière générale, pour un kg de fluide passant dans l'étage i , le premier principe s'écrit :

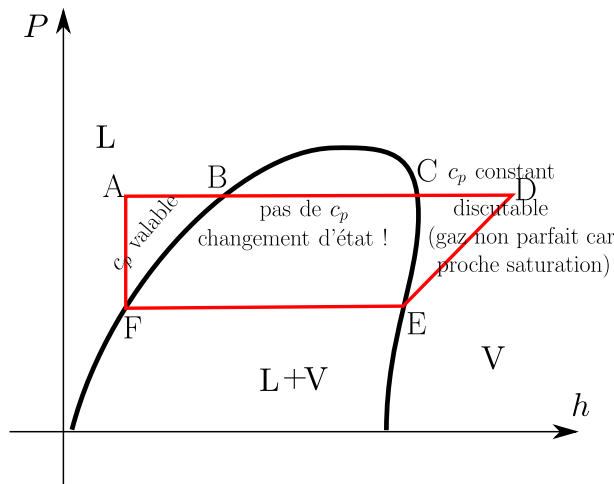
$$\Delta h_i = h_{i,\text{sortie}} - h_{i,\text{entrée}} = w_{i,\text{autres que pression}} + q_i$$

Rque : En sommant sur tous les étages, $w = \sum w_{u,i}$, (les travaux non utiles se simplifient), on retrouve le premier principe "global"

Diagramme des frigoristes $P = f(h)$

Utilité : permet d'appliquer le 1^{er} principe industriel sans calculs. Il suffit de placer les points représentatifs de l'état du fluide pour pouvoir calculer sur une étape les w_u, q en appliquant $\Delta h = w_u + q$

Par exemple, si $1 \rightarrow 3$ se fait sans travail utile (pas de pièce mobile), $q_{1 \rightarrow 3} = h_3 - h_1$



Attention : quand ce diagramme est donné, NE PAS UTILISER $\Delta h = c_p \Delta T$, qui au mieux est inutile, mais qui est le plus souvent faux, car il y a un changement d'état !