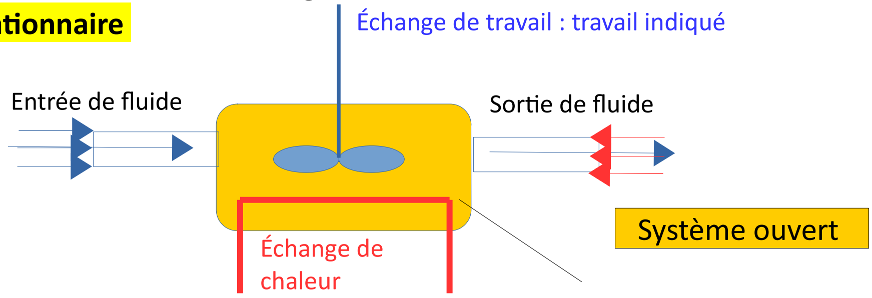
Thermodynamique industrielle(suite)

Un système ouvert **peut échanger de la matière avec l'extérieur ; ses frontières peuvent donc être virtuelles.** ***On négligera par la suite toute variation d'énergie mécanique macroscopique(énergie cinétique et énergie potentielle) pendant la durée* d'échange étudiée.**

On se place en régime stationnaire

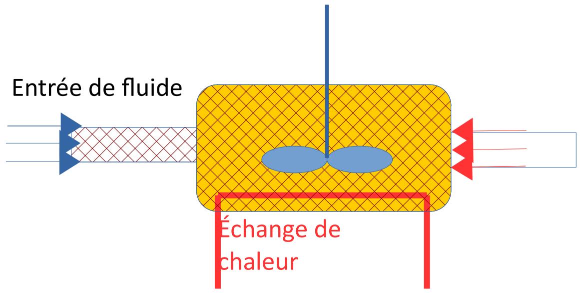


La masse M_Σ et l'énergie $U\Sigma$ du système ouvert sont indépendantes du temps.

Les paramètres intensifs en entrée et en sortie sont indépendants du temps .

On définit un système fermé associé S de masse M* constante par définition:

à t

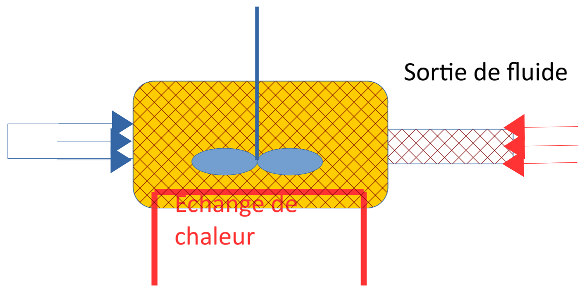


$P_{entrée(sortie)}$ pression dans la canalisation en amont, (en aval)

$v_{entrée(sortie)}$ volume massique en entrée (aval)

Forces pressantes exercées par le fluide extérieur

à t+dt



à t : $M^* = \delta m_{entrant} + M_\Sigma$

à t +dt : $M^* = \delta m_{sortant} + M\Sigma$ $\quad$ **$\delta m_{sortant} = \delta m_{entrant} = \delta m = D_m dt$**

Bilan d'énergie(application du premier principe au système fermé S)entre t et t+dt :

$$dU = U(t+dt) - U(t) = \delta W + \delta Q$$

-**$U(t+dt)-U(t)$** $= \delta m_{sortant}\ u_{sortie} - \delta m_{entrant}\ u_{entrée} = D_m dt\ (u_{sortie} - u_{entrée})$

-**δW** $= \delta W_{amont} + \delta W_{aval} + \delta W_{ind}$

δW_{amont}: $\delta m(P_{entrée}\ v_{entrée}) = D_m dt(P_{entrée}\ v_{entrée})$; $\quad \delta W_{aval}$:- $\delta m(P_{sortie}\ v_{sortie}) = - D_m dt(P_{sortie}\ v_{sortie})$

δW_{ind} travail élémentaire indiqué

soit $\delta m\ (u_{sortie} - u_{entrée}) = \delta m(P_{entrée}\ v_{entrée} - P_{sortie}\ v_{sortie}) + \delta W_{ind} + \delta Q$

avec $h=u+Pv$, **$\delta m\ (h_{sortie} - h_{entrée}) = \delta W_{ind} + \delta Q$ ou $D_m dt\ (h_{sortie} - h_{entrée}) = \delta W_{ind} + \delta Q$**

soit $h_{sortie} - h_{entrée} = w_{ind} + q$ ou $D_m(h_{sortie} - h_{entrée}) = P_{ind} + P_{th}$

Bilan d'entropie(application du deuxième principe au système fermé S*)entre t et t+dt :

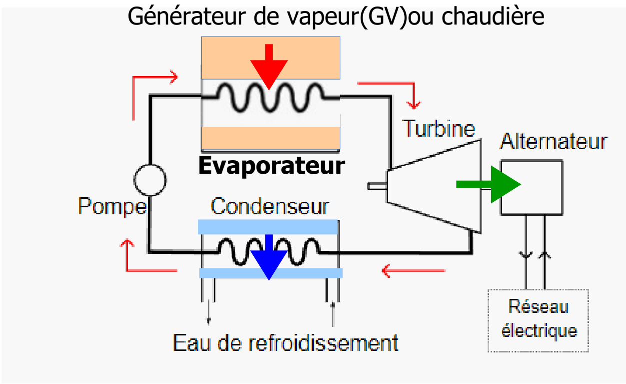
$$S(t+dt) - S(t) = \delta S_{ech} + \delta S_c$$

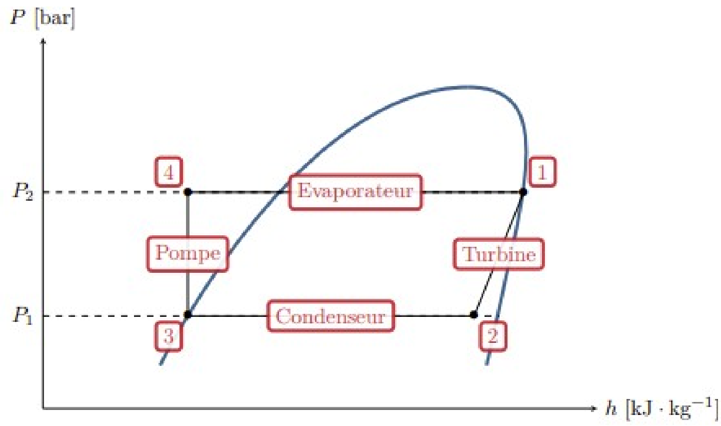
$S(t+dt)-S(t) = \delta m\ (s_{sortie} - s_{entrée})$ et $\delta S_{ech} + \delta S_c = \delta Q\ /Text + \delta S_c = \delta m\ (q\ /T_{th} + s_c)$

soit $s_{sortie} - s_{entrée} = q\ /T_{th} + s_c$

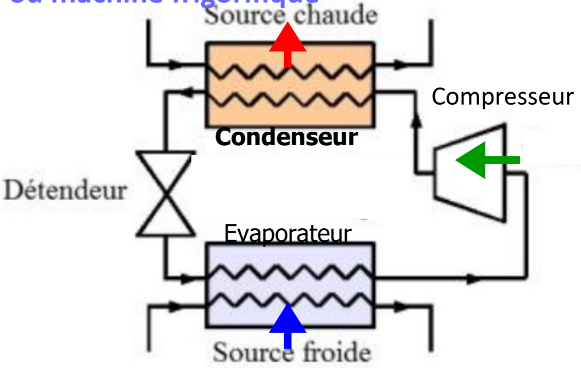
Thermodynamique industrielle(suite)

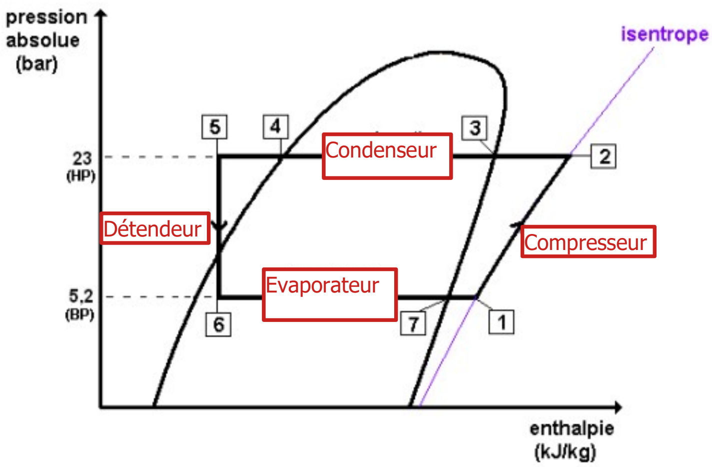
Machine motrice : centrale thermique





Machine réceptrice : pompe à chaleur ou machine frigorifique





Machines	Performance énergétique	Optimisée	Réelle
Centrale thermique	$\eta=\frac{\lvert w_{ind}\rvert}{q_c}=\frac{\lvert P_{ind}\rvert}{P_{thc}}$	$\eta_{MAX}=1-\frac{T_f}{T_c}$	$\eta=\frac{\lvert (h_s-h_e)_{turbine}\rvert}{(h_s-h_e)_{évaporateur}}$
Pompe à chaleur	$COP=\frac{\lvert q_c\rvert}{w_{ind}}=\frac{\lvert P_{thc}\rvert}{P_{ind}}$	$COP_{MAX}=\frac{T_c}{T_c-T_f}$	$COP=\frac{\lvert (h_s-h_e)_{condenseur}\rvert}{(h_s-h_e)_{compresseur}}$
Machine frigorifique	$COP=\frac{q_f}{w_{ind}}=\frac{P_{thc}}{P_{ind}}$	$COP_{MAX}=\frac{T_f}{T_c-T_f}$	$COP=\frac{(h_s-h_e)_{évaporateur}}{(h_s-h_e)_{compresseur}}$