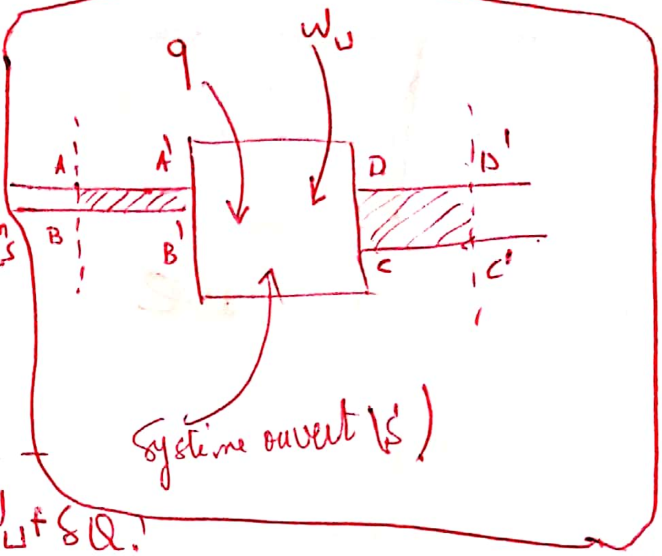
Systèmes ouverts en régime stationnaire + Machines thermiques

I

1^e principe :

système à t : $\Sigma(t) = (ABCD) = (S) + dm_e$

système à t+dt : $\Sigma(t+dt) = (A'B'C'D') = (S) + dm_s$



On applique à (Σ) 1^e principe entre t et t+dt

$$dE = \delta W + \delta Q = \delta W_p + \delta W_u + \delta Q$$

où → $E = E_c + E_p + U$: énergie totale.
→ w_p = travail des forces de pression
→ w_u = travail utile.

donc $\left[E_s(t+dt) + E_{dm_s}\right] - \left[E_S(t) + E_{dm_e}\right] = \delta W_p + \delta W_u + \delta Q$.

$E_S(t+dt) - E_S(t) + dm_s(U_s + e_{p_s} + e_{c_s}) - dm_e(U_e + e_{p_e} + e_{c_e}) = \delta W_p + \delta W_u + \delta Q$

En régime stationnaire : $E_S(t+dt) = E_S(t)$ et $dm_e = dm_s = dm$

donc. $dm(\Delta e_c + \Delta e_p + \Delta U) = dm(w_p + w_u + q)$

On a. $w_p = -\int_{v_e}^{0} P_e\, dv + \left(-\int_0^{v_s} P_s\, dv\right)$

$= P_e v_e - P_s v_s = -\Delta(Pv)$

donc $\Delta e_c + \Delta e_p + \Delta(U + Pv) = w_u + q$.

d'où

$$\boxed{\Delta e_c + \Delta e_p + \Delta h = w_u + q}$$

⚠

$$\boxed{D_m = \frac{dm}{dt}}$$ Débit massique.

$$w_u + q = \frac{\delta W_u}{dm} + \frac{\delta Q}{dm} = \frac{dt}{dm}\left(\frac{\delta W_u}{dt} + \frac{\delta Q}{dt}\right) = \frac{1}{D_m}\left(P_u + P_{th}\right)$$

d'où

$$\boxed{D_m\left(\Delta h + \Delta e_c + \Delta e_p\right) = P_{th} + P_u}$$ ⚠

Organes de base d'une Machine thermique

→ Compresseur

→ Turbine

→ Détendeur.

→ Echangeur thermique.

→ Tuyère.

Machines thermiques

•) 1er principe pendant un cycle : $\boxed{0 = W + Q_F + Q_c}$

•) 2e ——— " ——— $0 = \frac{Q_F}{T_F} + \frac{Q_c}{T_c} + S_c$

$\Rightarrow$ $$\boxed{\frac{Q_F}{T_F} + \frac{Q_c}{T_c} \leq 0}$$ Inégalité de Clausius pour les moteurs : $W < 0$

pour les récepteurs : $W > 0$

$\longrightarrow$ Moteur : Rendement $\{W<0, Q_c>0, Q_F<0\}$

$$\boxed{\rho = \frac{-W}{Q_c} = 1 + \frac{Q_F}{Q_c}}$$

ρ_{max} ssi réversible ie :

$$\frac{Q_F}{T_F} + \frac{Q_c}{T_c} = 0 \Rightarrow \frac{Q_F}{Q_c} = \frac{-T_F}{T_c}$$

donc $$\boxed{\rho_{max} = 1 - \frac{T_F}{T_c}}$$

$\longrightarrow$ Pompe à chaleur : $(Q_c < 0, W>0, Q_F>0)$

$$\boxed{\eta = \frac{-Q_c}{W} = \frac{Q_c}{Q_F + Q_c} = \frac{1}{1 + \frac{Q_F}{Q_c}}}$$

~~donc~~ η_{max} ssi réversible ie :

$$\frac{Q_F}{Q_c} = -\frac{T_F}{T_c}$$

$$\boxed{\eta_{max} = \frac{1}{1 - \frac{T_F}{T_c}}}$$

$\longrightarrow$ Réfrigérateur : $(Q_F > 0, Q_c < 0, W > 0)$

$$\boxed{\eta = \frac{Q_F}{W} = \frac{-1}{1 + \frac{Q_c}{Q_F}}}$$

η_{max} cas réversible ie :

$$\boxed{\eta_{max} = \frac{-1}{1 - \frac{T_E}{T_F}}}$$