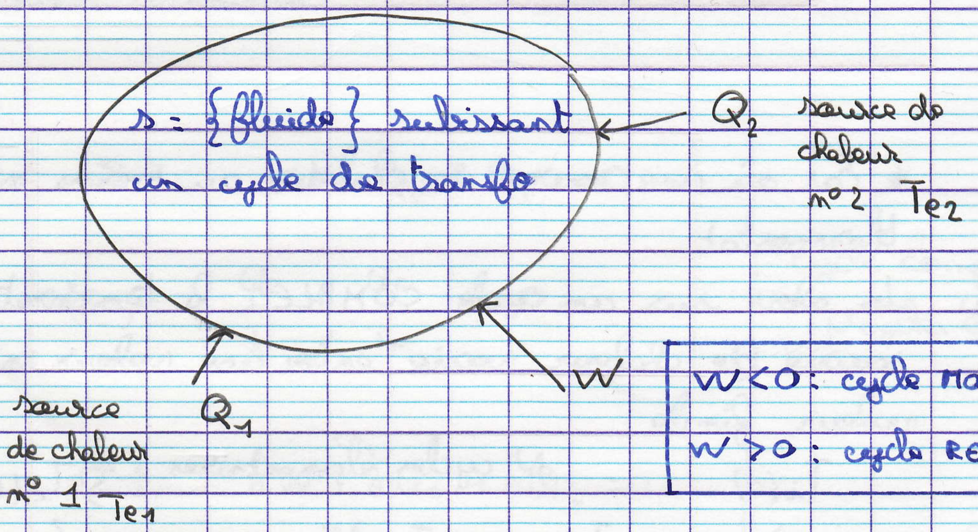
TS_ Application des 2 principes aux machines thermiques

I Premier principe et inégalité de Clausius



$W < 0$: cycle MOTEUR
$W > 0$: cycle RECEPTEUR

* Cas où toutes les sources de chaleur sont idéales (= thermostats) $\boxed{T_i = \text{cste}}$

↳ On travaille sur un cycle complet de fonctionnement. (N cycles "élémentaires")

• 1er P pour le {fluide}

↳ $\Delta U = \begin{cases} W + Q \\ U_A - U_A = 0 \end{cases}$

• 2e P pour le {fluide}

↳ $\Delta S_{cycle} = \begin{cases} {}^eS + {}^pS \\ S_A - S_A = 0 \end{cases}$ avec $\begin{cases} {}^eS = \sum_i {}^eS_i = \sum_i \frac{Q_i}{T_{ei}} \\ {}^pS \underset{=}{>} 0 \end{cases}$ $>$ si cycle irréversible, $=$ si cycle réversible

↳ 2e Principe devient ${}^eS = -{}^pS \leq 0$

donc $\boxed{\sum_i \frac{Q_i}{T_{ei}} \leq 0}$

Inégalité de CLAUSIUS (IC)

Pour un fluide subissant un cycle COMPLET

$$\boxed{1^{er}P : \quad W + Q = 0} \qquad Q = \sum_i Q_i$$

$$\boxed{2^e P \Rightarrow (IC) \quad \frac{Q_1}{T_{e1}} + \frac{Q_2}{T_{e2}} + \dots + \frac{Q_i}{T_{ei}} + \dots \leq 0}$$

* Cas où une source de chaleur au moins n'est pas un thermostat

↳ alors sur un cycle COMPLET la température de la source de chaleur varie entre une valeur initiale et une valeur finale.

$$T_i(0) \xrightarrow{\text{N cycles élémentaires}} T_i(t_f) \neq T_i(0)$$

$$\searrow \dots \underbrace{T_i \longrightarrow T_i + dT_i}_{} \longrightarrow \dots \nearrow$$

au cours d'un seul cycle élémentaire de fonctionnement on peut considérer que :

$$\boxed{\delta^e S_i = \frac{\delta Q_i}{T_i}}$$

On peut considérer que la source se comporte comme un thermostat pendant un cycle élémentaire.

Alors $1^{er}P$, $2^e P$ | pour le fluide sur un cycle élémentaire deviennent

$$\delta Q = \sum_i \delta Q_i$$

$$\boxed{1^{er}P : \quad \delta W + \delta Q = 0}$$

$$\boxed{2^e P : \Rightarrow (IC) : \quad \frac{\delta Q_1}{T_1} + \frac{\delta Q_2}{T_2} + \dots + \frac{\delta Q_i}{T_i} + \dots \leq 0}$$

Rappel T4 : Une machine monotherme ne peut être qu'un récepteur.

Si on veut un moteur : cf (II)

II Machines dithermes

1)

$$\boxed{1^{er} P : \quad W + Q_c + Q_F = 0}$$

$$\boxed{(IC) : \quad \frac{Q_c}{T_c} + \frac{Q_F}{T_F} \leq 0}$$

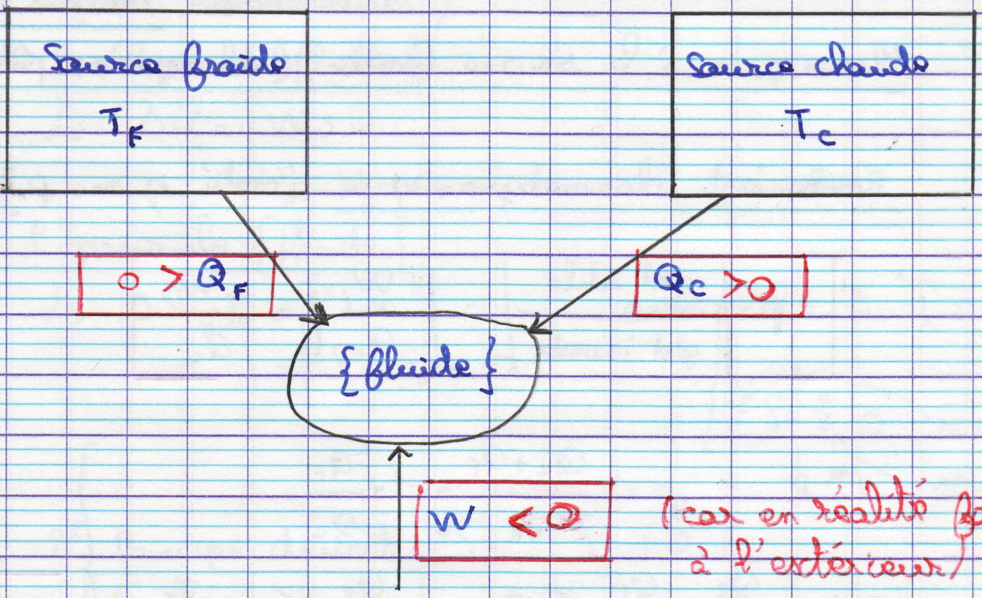
cycle complet (N cycles élémentaires)

$$\boxed{1^{er} P : \quad \delta W + \delta Q_c + \delta Q_F = 0}$$

$$\boxed{(IC) : \quad \frac{\delta Q_c}{T_c} + \frac{\delta Q_F}{T_F} \leq 0}$$

cycle élémentaire

2) Moteur ditherme



(car en réalité fourni à l'extérieur)

Les échanges d'énergie :

$(I_C) : \frac{Q_C}{T_C} + \frac{Q_F}{T_F} \leq 0$ 1er P : $W + Q_C + Q_F = 0$

$Q_F = -W - Q_C$

$Q_C \left(\frac{1}{T_C} - \frac{1}{T_F} \right) \leq \frac{W}{T_F}$

$Q_C \frac{T_F - T_C}{T_C} \leq W$

$$\left. \begin{array}{l} Q_C \geq \frac{W T_C}{T_F - T_C} \\ T_F - T_C < 0 \\ W < 0 \end{array} \right\}$$

$\boxed{Q_C > 0}$

$\hookrightarrow Q_F < 0$

car Q_F et Q_C toujours de signes opposés.

Dans les moteurs usuels, le fluide reçoit un transfert thermique de la source chaude (combust° d'un carburant par ex) : c'est l'énergie investie par l'utilisateur.

fournit un travail à ce même utilisateur.

restitue un transfert thermique à la source froide (atmosphère par exemple).

Rendement thermodynamique (noté η ou ρ)

$$\boxed{\rho = \left| \frac{\text{grd utile}}{\text{grd investie}} \right| = \left| \frac{W}{Q_C} \right| = \frac{-W}{Q_C}}$$

$$\left. \begin{array}{l} 1^{er} P : \quad \rho = \frac{Q_C + Q_F}{Q_C} = 1 + \frac{Q_F}{Q_C} \\ (I_C) : \frac{Q_C}{T_C} + \frac{Q_F}{T_F} \leq 0 \iff \frac{Q_F}{Q_C} \leq -\frac{T_F}{T_C} \end{array} \right\}$$