

Résumé de cours de Thermodynamique TH4 Machines thermiques

Machine thermique : Système qui réalise une conversion d'énergie.

Un fluide effectue des transformations cycliques au cours desquelles il y a échange énergétique entre la machine et le milieu extérieur.

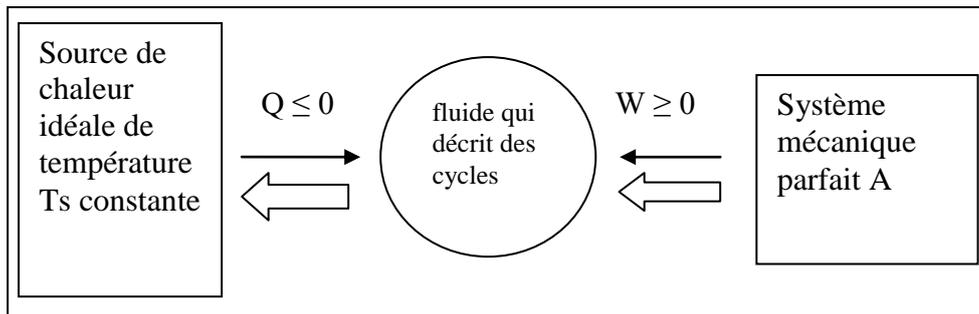
Système {fluide} fermé, qui décrit des cycles.

Pour un nombre entier de cycles (ou pour un cycle), on écrit le premier principe (1) et le second principe (2).

Système mécanique parfait : Système fermé n'échangeant que du travail de façon réversible = Subit une transformation adiabatique réversible.

Source de chaleur parfaite (ou thermostat idéal) : Système fermé n'échangeant que de la chaleur de façon réversible, sans que sa température varie = Subit une transformation isotherme réversible.

Machine monotherme : (1) $\Delta U_{\text{fluide}} = W + Q = 0$ (2) $\Delta S_{\text{fluide}} = S_{\text{ech}} + S_{\text{créée}} = \frac{Q}{T_s} + S_{\text{créée}} = 0$

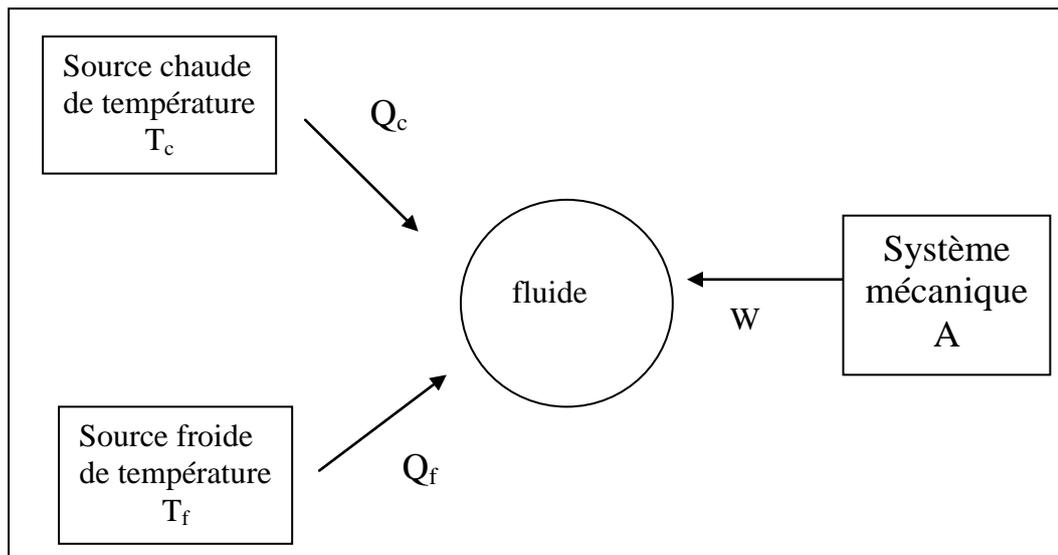


Énoncé de Kelvin du second principe : Il n'existe pas de moteur cyclique monotherme : on ne peut pas fournir du travail à partir d'une seule source de chaleur.

Machine ditherme : Pour un cycle du fluide :

$$(1) \Delta U_{\text{fluide}} = W + Q_c + Q_f = 0 \quad (2) \Delta S_{\text{fluide}} = S_{\text{ech}} + S_{\text{créée}} = \frac{Q_c}{T_c} + \frac{Q_f}{T_f} + S_{\text{créée}} = 0$$

Inégalité de Carnot Clausius : (2') $\frac{Q_c}{T_c} + \frac{Q_f}{T_f} \leq 0$ $\frac{Q_c}{T_c} + \frac{Q_f}{T_f} = 0$ si le cycle est réversible



Moteur réel :

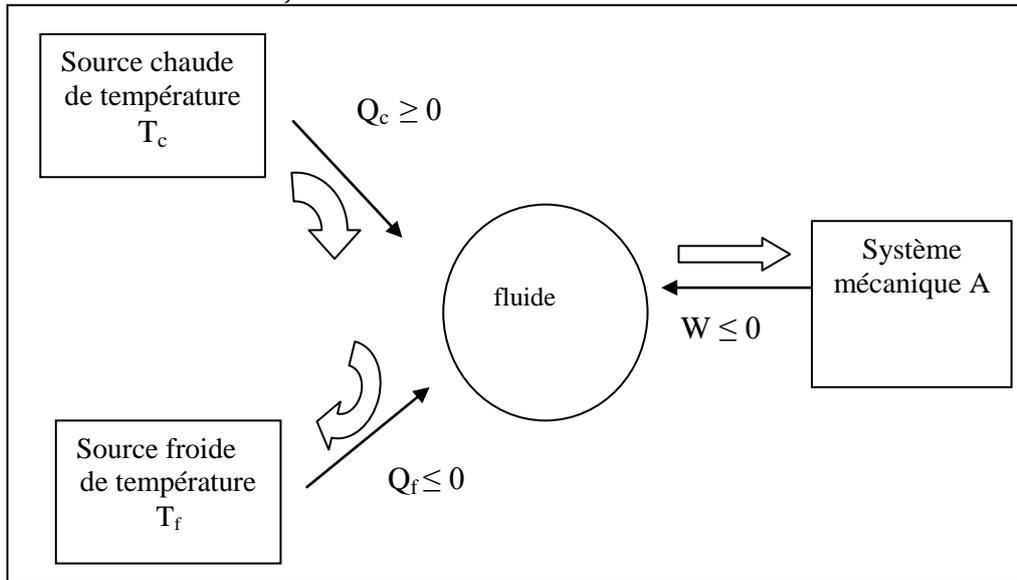
PMH : Point mort haut. Volume minimal.

PMB : Point mort bas. Volume maximal.

1 cycle = deux aller-retour du piston = deux tours de l'arbre moteur

Moteur thermique ditherme: Transforme une partie de la chaleur qu'il reçoit en travail mécanique.

Pour fournir un travail, le fluide reçoit de la chaleur de la source chaude et cède de la chaleur à la source froide. $W < 0 \Rightarrow Q_f < 0$ et $Q_c > 0$.



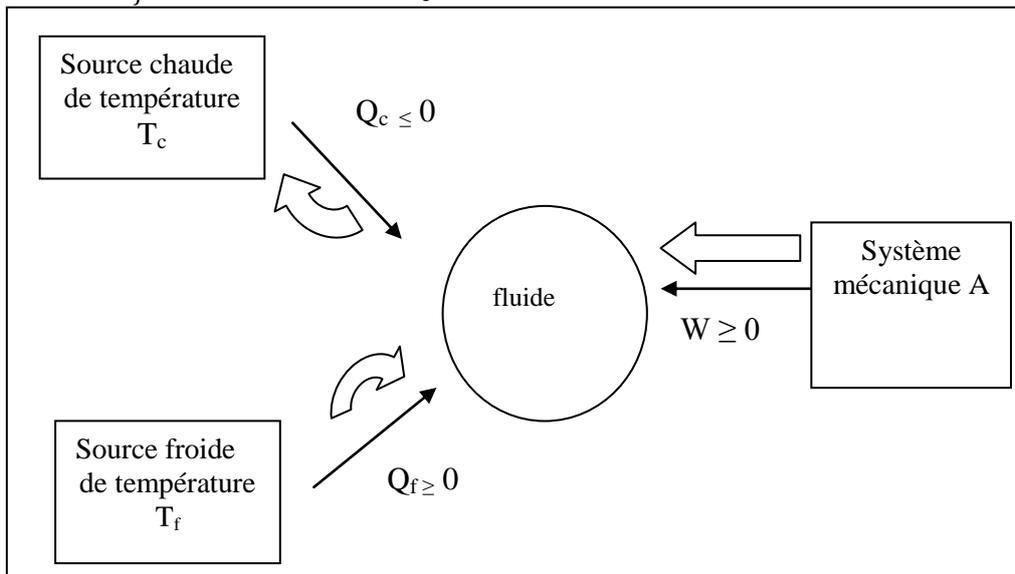
$$r = \frac{\text{grandeur valorisable ou utile}}{\text{grandeur coûteuse}} \leq 1 \quad r = -\frac{W}{Q_c}$$

Théorème de Carnot : Le rendement de Carnot est le rendement d'un moteur ditherme cyclique réversible

$$r_c = 1 - \frac{T_f}{T_c} \quad \text{Le rendement d'un moteur ditherme réel est inférieur au rendement de Carnot : } r \leq r_c \text{ (démonstration).}$$

Récepteur thermique ditherme: Reçoit du travail pour refroidir ou chauffer une partie du système.

Pour prendre de la chaleur à la source froide, le fluide reçoit un travail et cède de la chaleur à la source chaude. $Q_f > 0 \Rightarrow W > 0$ et $Q_c < 0$



$$e = \frac{\text{grandeur valorisable ou utile}}{\text{grandeur coûteuse}} \geq 1$$

- **réfrigérateur ou climatiseur :** doit refroidir la source froide. $e = \frac{Q_f}{W}$

- **pompe à chaleur (chauffage) :** doit chauffer la source chaude. $e = -\frac{Q_c}{W}$