

## 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.

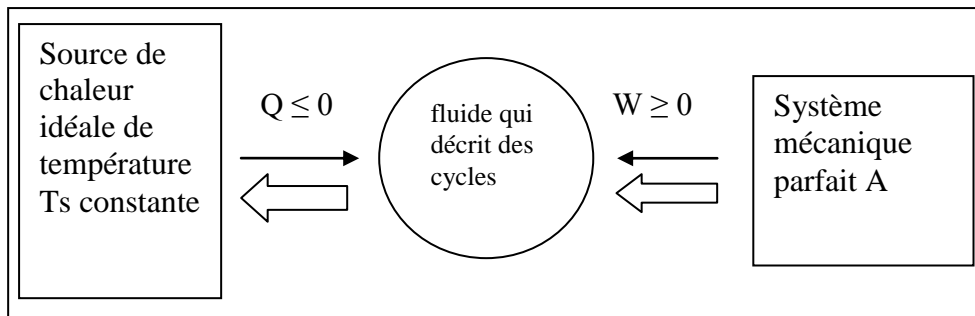
**Système** {fluide} fermé, qui décrit des cycles.

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)  $\Delta S_{\text{fluide}} = S_{\text{ech}} + S_{\text{créée}} = \frac{Q}{T_s} + S_{\text{créée}} = 0$

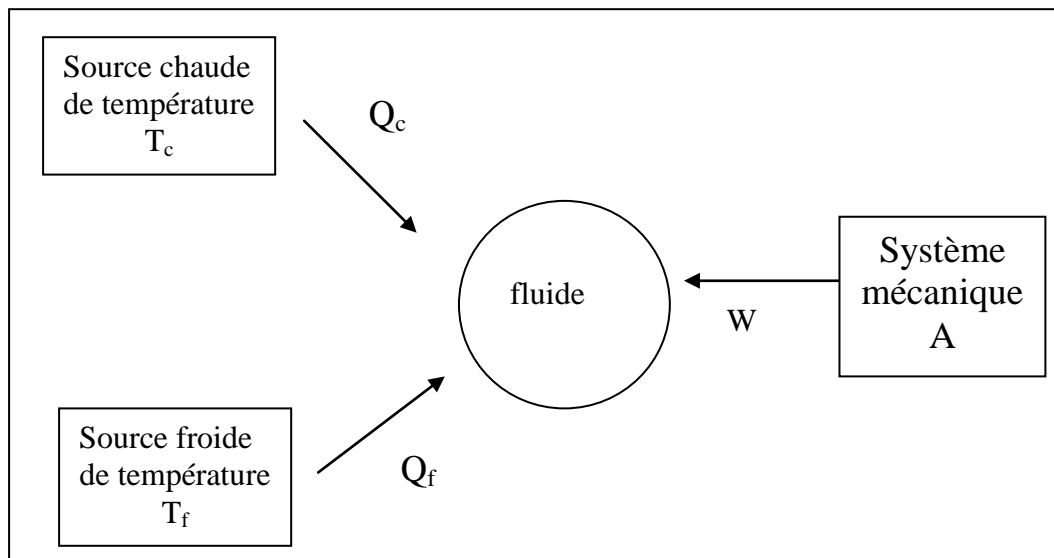


**Énoncé de Kelvin du second principe** : Il n'existe pas de moteur cyclique monotherme : on ne peut pas fournir du travail à partir d'une seule source de chaleur.

**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** :

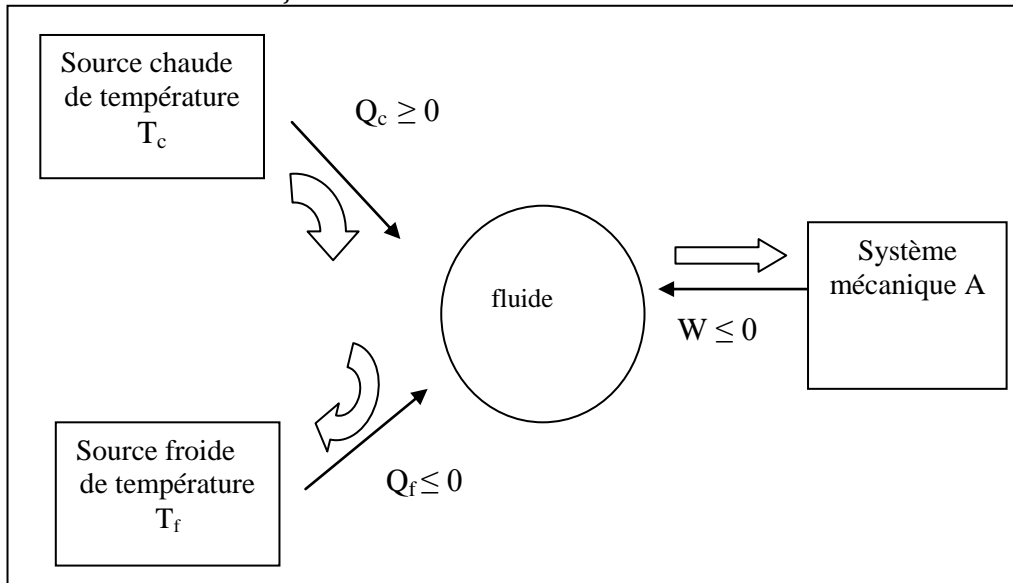
PMH : Point mort haut. Volume minimal.

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  $Q_c > 0$ .



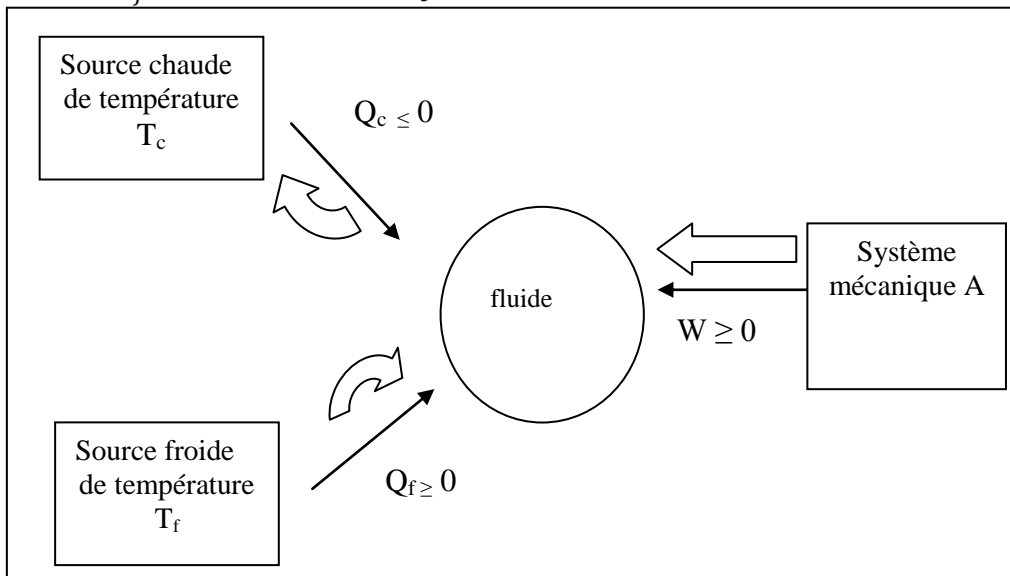
$$r = \frac{\text{grandeur valorisable ou utile}}{\text{grandeur coûteuse}} \leq 1 \quad r = -\frac{W}{Q_c}$$

**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.  $e = -\frac{Q_c}{W}$