

Chapitre II : Cycles thermodynamiques

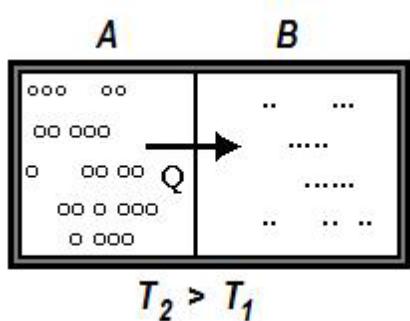
Définition

Lorsque, à partir d'un état initial, un système subit une suite de changements d'état ou d'évolutions différentes pour revenir à son état initial, on dit qu'il décrit un *cycle*.

Exemple :

L'air qui circule dans une turbine à gaz écrit un cycle. Elle bout dans la chaudière, se détend dans la turbine, se condense dans le condenseur et retourne dans la chaudière en passant dans un compresseur.

- Si on met un corps chaud au contact d'un corps froid, il se produit un transfert thermique ; ce transfert s'arrête quand l'équilibre est atteint. Dans ce cas, la quantité de chaleur prise par le corps froid au corps chaud est égale à celle cédée par le corps chaud au corps froid.



Le transfert spontané de la chaleur, caractérisé par:

- L'écoulement de la chaleur des Hautes Températures \rightarrow Basses Températures
- Ce transfert de chaleur est spontané et *irréversible*.

Enoncé de Clausius

Une quantité de chaleur ne peut jamais être transférée spontanément d'une source froide (**BT**) vers une source chaude (**HT**).

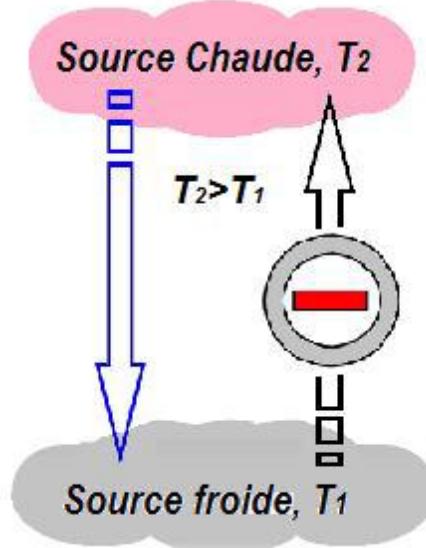


Figure 1 . Processus de transfert de chaleur impossible

Enoncé de Kelvin-Plank

Il est impossible de prélever une quantité de chaleur Q d'une source d'énergie et de la Transformer intégralement en travail W .

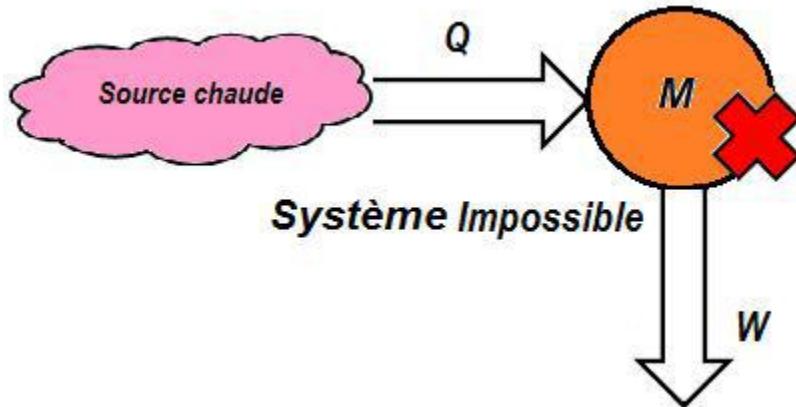


Figure 3. La conversion intégrale d'une quantité de chaleur en un travail est impossible

Notion d'entropie

L'entropie est une fonction d'état qui sert à mesurer le degré de désordre d'un système. Elle nous permet de pouvoir définir le sens d'une transformation. Plus on a de variation D'Entropie, plus il faut d'énergie pour avoir un échange entre deux systèmes, c'est à dire Avoir une différence de température.

Énoncé du deuxième principe

Pour tout système fermé, il existe une fonction d'état, extensive, non conservative, telle

que sa variation au cours d'une transformation élémentaire s'écrit :

$$dS_{\text{système}} = dS_{\text{échangée}} + dS_{\text{généré}}$$

$$dS_{\text{système}} = \frac{\delta Q_{\text{échangée}}}{T} + \delta S_{\text{généré}}$$

$dS_{\text{échangée}}$: entropie d'échange entre le système et le milieu extérieur.

$dS_{\text{généré}}$: entropie créée à l'intérieur du système.

$dQ_{\text{échangée}}$: quantité de chaleur échangée par le système avec le milieu extérieur à la température T .

Entropie créée est toujours positive ou nulle lié à l'irréversibilité, ce n'est pas une fonction d'état :

$$\delta S_{\text{généré}} \geq 0 \Rightarrow \begin{cases} (\delta S_{\text{généré}})_{\text{irré}} > 0 & \text{pour une transformation irréversible} \\ (\delta S_{\text{généré}})_{\text{rév}} = 0 & \text{pour une transformation réversible} \end{cases}$$

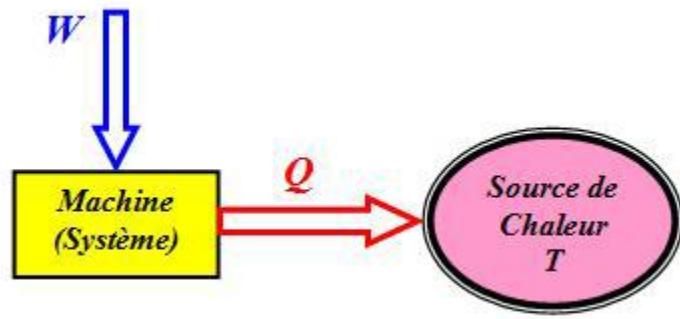
En pratique, toutes les transformations réelles sont irréversibles, et conduisent donc *à créer de l'entropie*.

Application du deuxième principe aux cycles thermodynamiques

L'énoncé général du **deuxième principe** contient implicitement tous les énoncés classiques basés sur les cycles **monothermes** (énoncés de Clausius et Kelvin) ou basée sur les cycles **dithermes** (cycle de Carnot).

Cycles monothermes

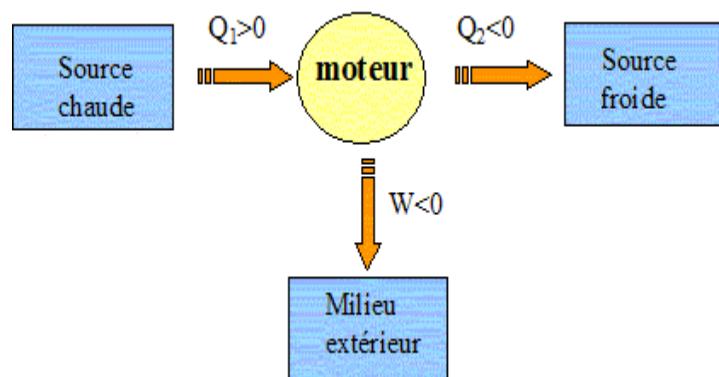
Un cycle monotherme ne fait intervenir des échanges d'énergie (Q, W) qu'avec une seule source de chaleur.



Dans le système thermodynamique subissant une transformation cyclique **monotherme**, *ne peut pas produire de travail* : il ne peut qu'en recevoir du milieu extérieur. En d'autres termes, un tel système ne peut pas se comporter comme un moteur (**il n'existe pas**).

Cycles dithermes

Un cycle dithermes (machine dithermes) fait intervenir des échanges d'énergie (Q , W) entre deux sources de chaleur.



Pour qu'un système dithermes fournisse du travail, il faut qu'elle encaisse de la chaleur de la source chaude et qu'elle en remet une partie à la source froide.