

Chapitre 1 : Les cycles thermodynamiques moteurs 2^{ème} séance

Le **cycle de Carnot** est le cycle le plus efficace que peut exécuter une machine fonctionnant entre une source de chaleur à la température T_H et un puits de chaleur à la température T_L . Son rendement est :



$$\eta_{th,Carnot} = 1 - \frac{T_L}{T_H}$$

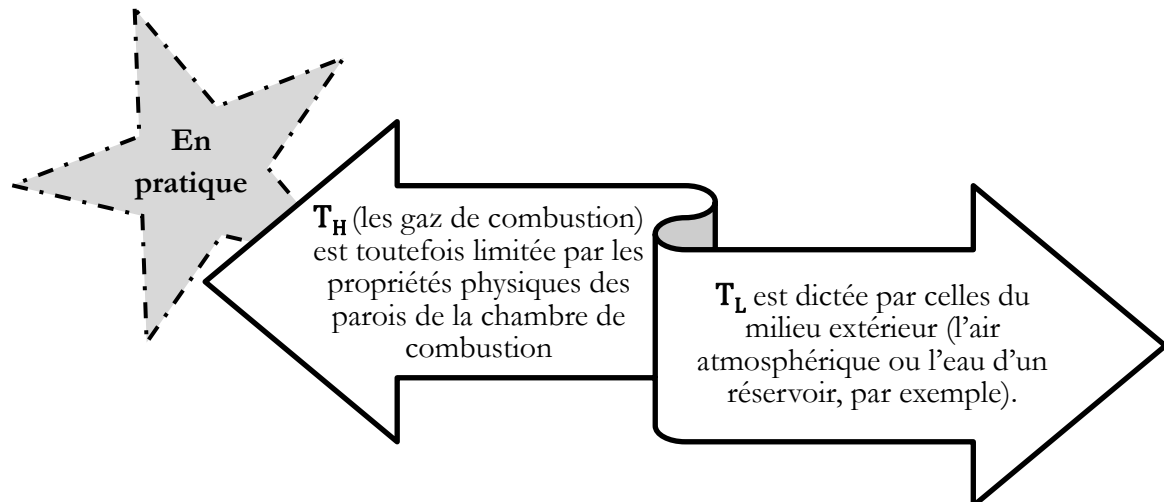
Cependant, transmettre de la chaleur de façon réversible et à température constante est très difficile à réaliser. Pour y arriver, il faudrait disposer d'échangeurs de chaleur immenses et de beaucoup de temps. Or, un moteur réel complète un cycle en une fraction de seconde.

Concevoir et exploiter une machine qui fonctionnerait selon le cycle de Carnot n'est tout simplement pas pratique. Alors à quoi peut bien servir le cycle de Carnot ?

L'intérêt du cycle de Carnot est de servir d'étalon auquel les cycles réels et les cycles théoriques peuvent être comparés.

De surcroît, l'équation du rendement thermique précédente suggère que le rendement des cycles réels et des cycles théoriques croît à mesure que :

- la température de la source de chaleur augmente T_H 
- ou
- la température du puits de chaleur diminue T_L 



2. Cycles moteurs

Les moteurs à combustion interne (MCI) et les turbines à gaz (TAG) sont des systèmes qui produisent du travail en utilisant un fluide moteur qui demeure toujours à l'état gazeux. Dans ces machines, l'énergie chimique stockée dans le carburant est libérée par la combustion sous forme de chaleur et de travail mécanique.

On définit naturellement le rendement thermique η_{th} de ces machines comme le rapport du travail qu'elles produisent à la chaleur qui les alimente, soit :

$$\eta_{th} = \frac{W_{net}}{Q_{in}}$$

En dépit du fait que les MCI et les TAG décrivent un cycle mécanique, ils ne parcourent pas un cycle thermodynamique complet.

Un fois le travail produit, les gaz d'échappement sont expulsés de la machine. Ces systèmes fonctionnent suivant un cycle ouvert. Toutefois, afin d'analyser leur comportement thermodynamique, il est opportun de modéliser le cycle ouvert avec des cycles fermés, appelés des **cycles théoriques** (ou des **cycles idéals**), qui admettent des hypothèses simplificatrices dites **hypothèses d'air standard**.

Hypothèses d'air standard

1. Le fluide moteur du cycle est constitué d'une masse d'air fixe. Il n'y a pas d'évolution d'admission ou d'échappement des gaz.
De surcroît, l'air se comporte comme un gaz parfait.
2. Toutes les évolutions sont réversibles intérieurement.
3. Le phénomène de combustion est représenté par un apport de chaleur provenant d'une source externe.
4. Le cycle se termine avec l'évacuation de la chaleur dans le milieu extérieur.

De plus, si on suppose que les chaleurs massiques de l'air à 25°C, demeurent constantes, on parle alors **d'hypothèses d'air standard Simplifiées**.

Cycles de production de puissance (Cycles de puissance)

À gaz

À vapeur

Concernent **MCI** et **TAG**

que parcourent **CT** et **CN**

- Systèmes qui produisent W en utilisant un fluide moteur.
- Le fluide moteur demeure, en tout temps, en phase gazeuse.
- Dans ces machines, $E_{chimique}$ stockée dans le carburant est libérée par la combustion sous forme de Q et de $W_{mécanique}$.
- Le cycle peut être :

fermé

ouvert

Le fluide moteur parcourt, de façon cyclique, les mêmes évolutions.

À la fin de chaque cycle, le fluide moteur revient à son état initial.

Le fluide moteur est renouvelé à la fin de chaque cycle.

Par exemple, à la fin du cycle ouvert d'un MC, les gaz d'échappement sont expulsés dans le milieu extérieur et remplacés par un nouveau mélange d'air-carburant. Le moteur complète un cycle mécanique, mais le fluide moteur ne parcourt pas un cycle thermodynamique complet.

Dans ces cycles, le fluide moteur est évaporé et condensé.

La plupart des CT et CN exploitées à travers le monde fonctionnent selon les cycles de puissance à vapeur d'eau.

Ce fluide caloporteur est :

- Bon marché.
- Disponible.
- Sa chaleur latente d'évaporation est élevée.

Cycle de Rankine

Cycle de Brayton

Dans les MCI (moteurs à combustion interne), par exemple les moteurs de voiture, le fluide moteur est chauffé en participant à la combustion du carburant à l'intérieur des frontières du système.

Cycle Otto

Cycle Diesel

Cycle de Stirling

Cycle d'Ericson