

I.1.Introduction

Un moteur thermique à combustion interne est un organe transformateur d'énergie. Il transforme l'énergie thermique produite par la combustion (carburante + comburante) en énergie motrice mécanique.

Un moteur est dit à combustion interne si la combustion se fait à l'intérieur du moteur. On parle de moteur à combustion externe si l'énergie est transportée par un fluide caloporteur à l'extérieur de celle-ci.

On appelle turbomachine, toute machine dans laquelle un fluide échange de l'énergie avec une ou plusieurs roues (ou rotor) muni d'aubes (ou ailettes) et tournant autour d'un axe. Les aubes ménagent entre elles des canaux par lesquelles le fluide s'écoule. Les aubes sont des obstacles profilés, plongés dans l'écoulement

On appelle gille d'aube, un ensemble fixe ou mobile d'obstacles (d'aubes), déduits des uns et des autres par un déplacement géométrique périodique, utilisé pour guider l'écoulement du fluide et pour échanger avec lui des efforts mécaniques. L'échange de l'effort mécanique résulte de la différence de pression entre les deux faces d'une aube [1]

I.2.Définition

Le moteur est un organe qui transforme en travail mécanique une source d'énergie qui lui est fournie.

- Il est dit "moteur électrique" si la source d'énergie est l'électricité.
- Il est dit "moteur thermique" si la source d'énergie est donnée par un combustible.

Dans un moteur thermique si la combustion se fait à l'intérieur du moteur : on le dénomme alors moteur thermique à combustion interne. C'est le cas de tous les moteurs thermiques employés actuellement en automobile et la turbine à gaz, dont le travail mécanique est obtenu par l'explosion plus détente des gaz portés à haute pression et haute température [2].

I.3.Machine thermiques à combustion interne ou externe

Un moteur à combustion interne est une machine thermique qui convertit l'énergie chimique d'un combustible en énergie mécanique, généralement sous forme de mouvement rotatif d'un arbre ou alternatif de piston.

Le terme «**alternatif**» utilisé souvent est dû au caractère non continu et cyclique de la combustion et permet de faire la distinction avec les turbomachines qui sont, elles aussi, des moteurs à combustion interne. En effet elles ne sont exposées aux gaz chauds que pendant le temps moteur. C'est ce qui explique le rendement supérieur des moteurs alternatifs par rapport aux turbomachines, car la température de leur source chaude peut être plus élevée, la conversion de chaleur en travail est donc plus efficace.

Si la combustion et l'énergie de pression se déroulent dans la même enceinte, alors le moteur thermique est dit "**Moteur à Combustion Interne**".

Si la combustion et l'énergie de pression se déroulent dans des enceintes différentes, alors le moteur thermique est dit "**Moteur à Combustion Externe**".

La figure I.1 donne les principaux moteurs thermiques à combustion interne et à combustion externe. [3].

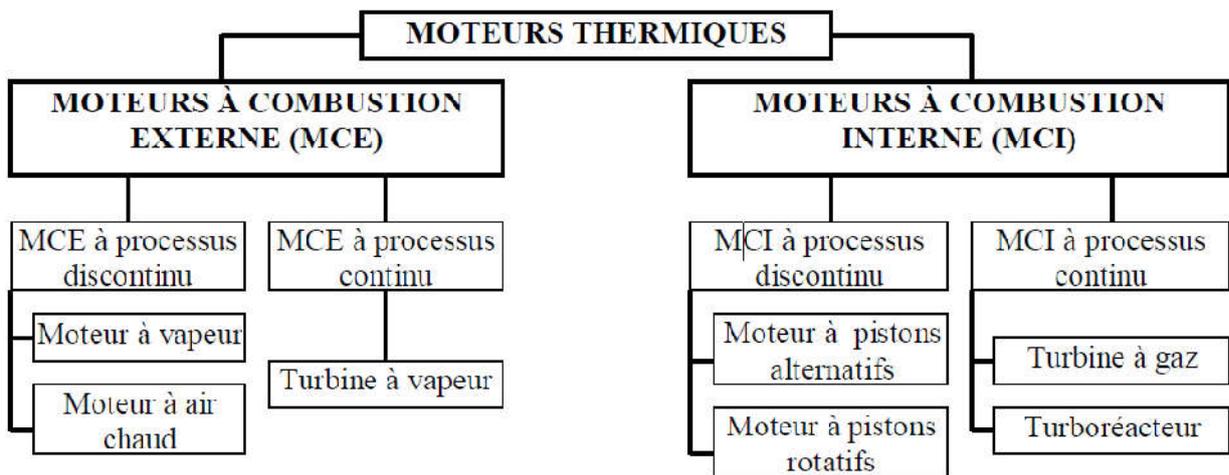


Figure I.1: Classification des moteurs thermiques [3].

I.4. Classification théorique et pratique des machines thermiques

I.4.1. Machine motrice

La quantité de chaleur échangée avec la source froide est considérée comme perdue (point de vue "économique"). Thermodynamiquement, Q_f n'est pas perdue et peut être valorisée. On distingue les machines motrices ($W < 0$) et Rendement thermique :

$$\eta_{th} = \frac{W_{utile}}{Q_{ch}}$$

I.4.2. Machine réceptrice

Transfère de la chaleur d'une source froide vers une source chaude (frigo, pompe à chaleur) machines réceptrices ($W > 0$).

- **Machine frigorifique** : on définit un coefficient d'effet frigorifique

$$\Sigma = \frac{Q_{fr}}{W_{fourni}}$$

- **Pompe à chaleur** : on définit un coefficient de performance (COP),

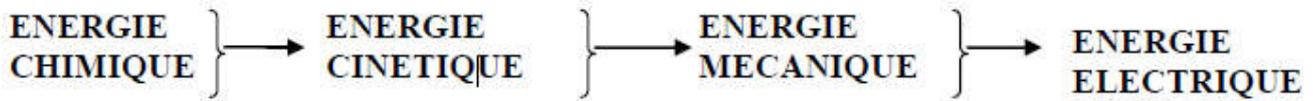
$$COP = \frac{Q_{ch}}{W_{fourni}}$$

I.4.3. Les différentes transformations d'énergie

Dans la turbine à gaz le combustible d'un mélange est utilisé pour produire la puissance nécessaire à l'entraînement de l'alternateur. Les gaz chauds issus du système de combustion traversent les directrices de la turbine ou ils sont transformés en énergie cinétique par détente. Les gaz chauds subissent un mouvement tourbillonnaire par rapport à l'axe de rotation, ce mouvement transforme l'énergie cinétique en énergie mécanique pour faire tourner le rotor turbine et l'alternateur.

L'énergie mécanique est transformée en énergie électrique au niveau de l'alternateur. Cette transformation utilise le principe de la force électromotrice induite par déplacement relatif d'un conducteur et d'un champ inducteur, une telle transformation nécessite :

- Une partie inductrice tournante (partie entraînée mécaniquement)
- Une partie induit fixe (siège de l'énergie électrique) [4]



I.5. Classification pratique [5].

Il existe deux grands types de moteurs à combustion interne :

- Moteurs thermiques à combustion interne à pistons alternatifs il s'agit de :
 - ✓ moteurs à allumage commandé (moteurs à essence) et le moteur à allumage par compression (moteurs Diesel)
- moteurs thermiques à combustion interne à Pistons Rotatifs Turbines à gaz

I.6. Comparaison entre le moteur à mouvement alternatif et la turbine à gaz

Comparée aux moteurs à mouvement alternatif, qu'ils soient à explosion ou à combustion, la turbine à gaz (comme, d'ailleurs, la turbine à vapeur et, d'une manière générale, toutes les turbomachines) est caractérisée essentiellement par la continuité de son fonctionnement. Dans les machines génératrices ou réceptrices, à mouvement alternatif, l'écoulement du fluide est toujours discontinu. La masse de fluide se trouvant dans le cylindre de la machine subit des variations pendant les périodes d'admission et d'échappement (ou, pour les compresseurs et les pompes, les périodes d'aspiration et de refoulement) et ne reste constante que lorsque les orifices d'entrée et de sortie sont fermés simultanément. Au contraire, dans une turbomachine, le fluide comprimé, s'écoule d'une manière continue et, en régime permanent, la masse de fluide se trouvant à chaque instant, à l'intérieur de la machine est invariable. Les différentes phases de la transformation sont donc réalisées simultanément, chacune d'elles affectant une partie de la masse totale du fluide qui traverse la machine à instant donné.

De cette continuité du fonctionnement des turbomachines qui rend celles-ci particulièrement aptes à être traversées par les débits élevés de fluide. En effet, d'une part, l'entrée et la sortie du fluide ayant lieu d'une manière permanente, le fonctionnement de la machine ne comporte pas de temps mort, de sorte que, pour une vitesse d'écoulement donnée, un grand débit traverse. D'autre part, l'absence des pièces en mouvement alternative permet d'augmenter notablement la vitesse d'écoulement. Grâce à cette double influence de la continuité de leur fonctionnement, les

turbomachines ont permis de réaliser un gain considérable sur la puissance unitaire ou, pour une puissance donnée, une réduction sensible de poids d'encombrement.[6]

I.7.Energie:

On ne sait pas définir précisément le concept général d'énergie par contre on sait définir l'énergie:

- ✓ Cinétique liée à la vitesse d'un corps.
- ✓ Potentielle liée à la hauteur à laquelle se trouve un corps.
- ✓ Mécanique égale la somme : $E_{\text{cinétique}} + E_{\text{potentielle}}$.
- ✓ Thermique liée à la température d'un corps.
- ✓ Electrique liée à l'électricité.

L'énergie d'un système est la somme des énergies du système. Un **système** est l'ensemble des corps d'une région de l'espace et l'espace qui contient ces corps [7].

L'énergie peut être transformée d'une forme à une autre.

Exemples :

- ✓ La force de frottement transforme de l'énergie mécanique en énergie thermique.
- ✓ Un barrage transforme de l'énergie potentielle en énergie électrique grâce à la force de pesanteur.
- ✓ Une cellule photoélectrique transforme de l'énergie rayonnante en énergie électrique

I.8.Combustibles:

Parmi les multiples modes de production de chaleur, il y a le mode de production de chaleur par combustion. Elle est la plus importante des sources industrielles de chaleurs et d'énergie interne.

On la retrouve dans beaucoup de systèmes énergétiques tels que : les foyers de chaudières ; les fours industriels et les moteur thermiques, etc. Pour alimenter le phénomène de la combustion dans ce type de systèmes énergétiques, on utilise des divers combustibles fossiles industriels.

On distingue plusieurs types de combustibles fossiles conventionnels et non conventionnels (voir figure I.2).

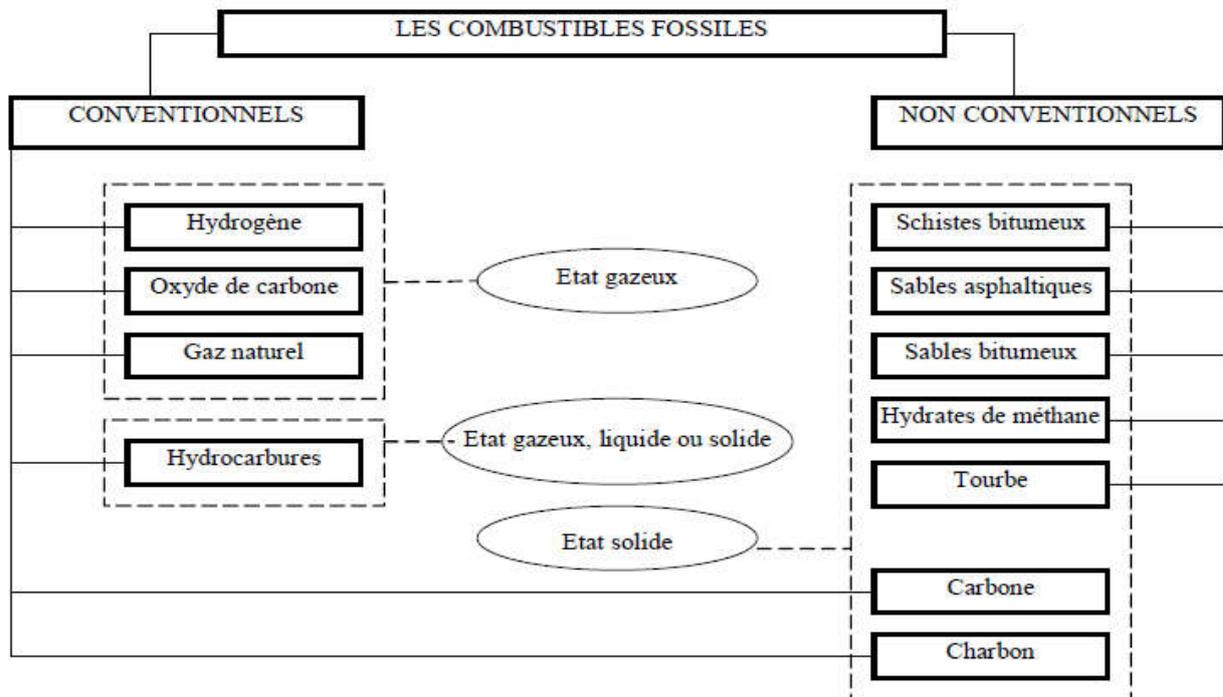


Figure I.2 : Classification de combustible [3]

I.8.1.Composition chimique du combustible

La composition d'un combustible fossile est représentée par les proportions de ses divers constituants (éléments ou composition chimiques) contenues dans une quantité déterminée du combustible. Pour les combustibles gazeux industriels on a :

CO, H2, CH4, C2H4, C3H8, C4H10, C3H6, et C4H8 avec des inertes comme N2. Pour les combustibles liquides et solides, on a: C H S 2

- ❖ Pour les combustibles gazeux, la composition est exprimée en volumes par unité de volume du combustible.
- ❖ Pour les combustibles solides ou liquides: la composition est exprimée en masses par unité de masse de combustible.
- ❖ Pour la masse: c'est le [Kg] et pour le volume : c'est le [Nm3] ou bien le [m3 (n)]. Le volume d'éréférence ou le Normal mètre/cube.

I.2.2. Le pouvoir calorifique

Le pouvoir calorifique ou chaleur de combustion (en anglais Heating Value) d'un combustible est l'enthalpie de réaction de combustion par unité de masse. Il existe deux types de pouvoir calorifique.

I.8.2.1. Pouvoir calorifique supérieur (PCS)

C'est l'énergie thermique libérée par la réaction de combustion. Cette énergie comprend la chaleur sensible, mais aussi la chaleur latente de vaporisation de l'eau, généralement produite par la combustion. Cette énergie peut être entièrement récupérée si la vapeur d'eau émise est condensée, c'est-à-dire si toute l'eau vaporisée se retrouve finalement sous forme liquide.

I.8.2.2. Pouvoir calorifique inférieur (PCI)

C'est l'énergie thermique libérée par la réaction de combustion sous forme de chaleur sensible, à l'exclusion de l'énergie de vaporisation (chaleur latente) de l'eau présente en fin de réaction. La différence entre ces deux pouvoirs est due à la chaleur de condensation de l'eau contenue dans les fumées; il est évident que plus un combustible renfermera de l'eau et d'hydrogène libre, plus grande sera la différence entre ces deux pouvoirs.

$$PCS = PCI + \text{Chaleur latente d'évaporation.}$$

Le tableau suivant donne les *PCS* et *PCI* à *P = cte* des principaux constituants fondamentaux qui se rencontrent dans les combustibles fossiles industriels.

Combustibles	Symbole	PCS (kcal)	PCI (kcal)
Hydrogène	<i>H</i>	3090	2610
Carbone	<i>C</i>	8100	8100
Méthane	<i>CH₄</i>	9460	8520
Oxyde de carbone	<i>CO</i>	3066	3066
Hydrocarbures lourds	$\Sigma C_m H_p$	-	17000

Tableau I.1 : Pouvoir calorifique de différents combustibles [3].

I.9. Conclusions

Dans ce chapitre nous avons cité Classification théorique et pratique des machines thermiques et les différentes transformations d'énergie.