

LES MOTEURS THERMIQUES

I- Machines à vapeur à piston et turbines à vapeur :

Dans les **machines motrices à vapeur** l'énergie du combustible est utilisée indirectement dans les **chaudières à vapeur** par l'intermédiaire de la vapeur d'eau produite.

Dans les **machines à vapeur à piston** la **dilatation** de la vapeur fournit du **travail** sur le mouvement d'un **piston** dans un **cylindre** à vapeur. Dans les **turbines à vapeur** l'énergie de la vapeur est d'abord transformée en énergie **cinétique** (due à la vitesse) et utilisée pour produire du travail par l'intermédiaire des **aubes**.

En supposant les pertes nulles, le travail fournit par la vapeur est égal à la diminution de son **enthalpie** h . Si h_1 est l'enthalpie de la vapeur à son arrivée dans la machine et h_2 son enthalpie à la sortie, le travail produit est $L = h_1 - h_2$. Cette quantité est également appelée **chute adiabatique**.

II- Moteurs à combustion interne :

On les appelle ainsi car cette dernière a lieu directement à l'intérieur de la machine. Suivant le type de combustion on distingue les **moteurs à explosion**, les **moteurs Diesel** et les **turbines à gaz**.

1- moteurs à explosion :

Ils utilisent comme combustibles soit des **gaz**, en particulier le gaz pauvre des **gazogènes** ou des **hauts-fourneaux** et le gaz des **cokeries** gazières, soit les **huiles légères** comme l'**essence** ou le **benzène** qui doivent être finement pulvérisés dans un carburateur avant la **combustion**. Le mélange air-combustible est enflammé dans un cylindre par une étincelle électrique, les gaz brûlés étaient portés à volume pratiquement constant à haute pression et haute température ce qui produit par l'expansion qui s'en suit du **travail mécanique** par déplacement d'un piston.

2- Moteurs Diesel :

Contrairement à ce qui se passe dans les moteurs à explosion, le combustible liquide est injecté dans de l'air à haute pression (30 à 60 bars) et haute température (550...600°C) de telle façon que la combustion ait lieu à pression pratiquement constante. Les combustibles utilisés sont des huiles moyennes (gaz-oil ou diesel-oil).

La principale différence qui existe entre un moteur à explosion et un moteur Diesel résulte de ce que, dans ce dernier cas, le combustible est introduit dans le cylindre à l'état liquide et non à l'état de vapeur et que l'allumage est spontané (auto-allumage) et non provoqué par une étincelle électrique

Rapports de combustion normaux $\epsilon = 12$ à 20 .

Le cycle des moteurs Diesel s'effectue à des températures supérieures à celles des moteurs à explosion, d'où des rendements supérieurs. Les rendements effectifs dépassent 40%.

Tableau. Rendement effectif η_e et consommation de chaleur et de combustible des moteurs thermiques.

Type de moteur	combustible	Rendement effectif η_e %	Consommation massique de chaleur q_e KJ/kw eh	Consommation massique de combustible C_e Kg/KW eh
Moteurs à explosion				
Petits moteurs à gaz	↑ gaz des gazogènes	0,25...0,30	11950...14200	-
	↑ gaz des hauts-fourneaux	0,30...0,35	10240...11950	-
Moteurs d'automobile	Essence	0,20...0,25	14200...18200	0,34...0,43
Moteurs d'avion	Essence	0,28...0,32	11380...13090	0,27...0,31
Moteurs Diesel petits	Gaz-oil	0,30...0,35	10240...11950	0,24...0,28
grands moteurs	Gaz-oil	0,35...0,40	9100...10240	0,22...0,24
d'automobile	Gaz-oil	0,25...0,30	11950...14200	0,28...0,34

3- Turbines à gaz :

Dans ces machines, l'énergie produite par la dilatation des gaz brûlés chauds résultant de la combustion d'une fraction du **pétrole** brut raffiné ou de gaz est transmise aux aubes de la **turbine**. Les principaux composants d'une turbine à gaz sont : le **compresseur** (il s'agit le plus souvent d'un compresseur hélicoïde à plusieurs étages), la **chambre de combustion** (le plus souvent de forme concentrique) et la **turbine**. Cette dernière entraîne le compresseur, tous les **deux** étant situés sur le même **arbre**.

Réalisations :

- **Turbines à circuit ouvert**, l'air aspiré est comprimé entre **3** et **8 bars** dans le compresseur, le combustible liquide ou gazeux est brûlé vers **1 500 °C** dans la chambre à combustion, la température d'entrée dans la turbine est de **600** à **800°C**, l'expansion et le travail qui en résultent sont fournis dans la turbine même. Environ **2/3** de la puissance sont utilisés dans le compresseur. L'amélioration du rendement se fait par le préchauffage de l'air dans un échangeur traversé par les gaz brûlés de la turbine.

- **Turbines à circuit fermé** (ou à air chaud). De l'air ou d'autres gaz comme par **exemple** l'**hélium** s'écoulent en circuit fermé à la pression de **10** à **30 bars**. Le chauffage de l'air a lieu dans des chaudières spéciales, le combustible étant indifférent. Expansion dans la turbine et combustion dans le compresseur. Une partie de la chaleur perdue est récupérée par le circuit d'eau froide. Les **turbocompresseurs** à gaz d'échappement sont utilisés dans les moteurs à combustion interne pour entraîner les compresseurs et relever ainsi la puissance des moteurs (turbocompresseurs à suralimentation). La température des gaz d'échappement atteint **1 100°C**.

Les turbines à gaz équipent principalement les avions, la turbine entraînant alors **compresseur** et **hélice**. Une autre application est celle de la propulsion par réaction, les gaz brûlés s'échappant à très grande vitesse par un **éjecteur** ce qui produit la **poussée**. On utilise depuis peu les turbines à gaz dans les centrales électriques.

Les turbines à gaz à circuit ouvert sont les plus employées. On peut utiliser tous les combustibles liquides ou gazeux existant. Elles atteignent **150 kW**.