

## GENERALITE SUR LES MOTEURS THERMIQUES

### 1. Introduction

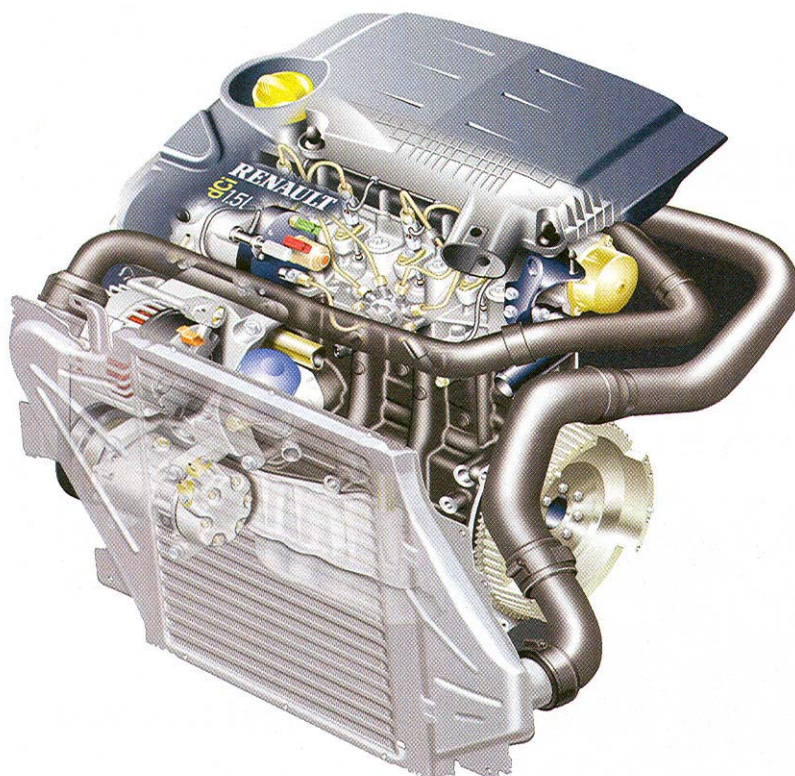
Les moteurs thermiques ont pour rôle de transformer l'énergie thermique à l'énergie mécanique. Ils sont encore appelés les moteurs à combustion qui sont généralement distingués en deux types :

- Les moteurs à combustion interne où le système est renouvelé à chaque cycle. Le système est en contact avec une seule source de chaleur (l'atmosphère).
- Les moteurs à combustion externe où le système (air) est recyclé, sans renouvellement, ce qui nécessite alors 2 sources de chaleur, entrent par exemple dans cette dernière catégorie : les machines à vapeur, le moteur Stirling...

### 2. Moteurs à combustion interne

#### 2.1 Moteurs alternatifs

La chaleur est produite par une combustion dans une chambre à volume variable et elle est utilisée pour augmenter la pression au sein d'un gaz qui remplit cette chambre (ce gaz est d'ailleurs initialement composé du combustible et du comburant : air). Cette augmentation de pression se traduit par une force exercée sur un piston, force qui transforme le mouvement de translation du piston en mouvement de rotation d'arbre (vilebrequin).



*Fig. 1.1. Moteur Renault 1.5 l dCi*

Les moteurs sont classés en deux catégories suivant la technique d'inflammation du mélange carburant-air :

- les moteurs à allumage commandé (moteur à essence)
- les moteurs à allumage par compression (moteur Diesel)

Dans les moteurs à allumage commandé, un mélange convenable essence-air, obtenu à l'aide d'un carburateur, est admis dans la chambre de combustion du cylindre où l'inflammation est produite par une étincelle.

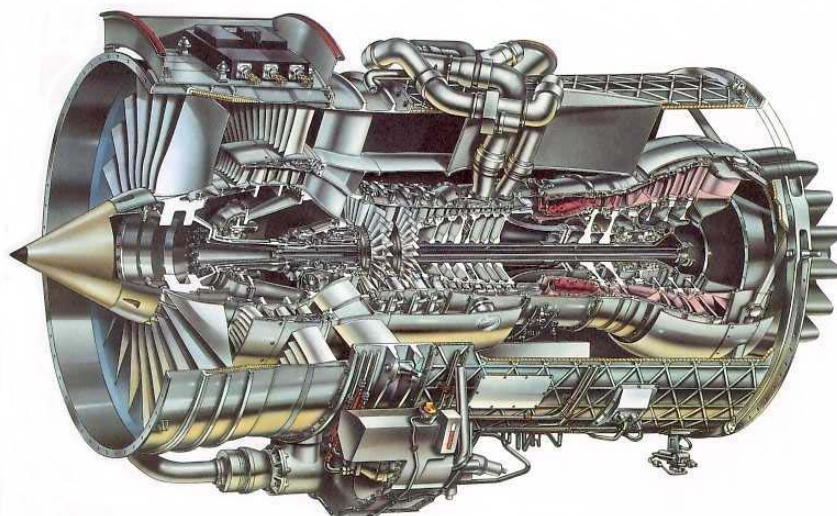
Dans les moteurs à allumage par compression, le carburant est du gazole. On l'injecte sous pression dans la chambre de combustion contenant de l'air, préalablement comprimé et chaud, au contact duquel il s'enflamme spontanément. Ces moteurs sont appelés moteur Diesel.

Les moteurs à allumage commandé et par compression, sont des moteurs à combustion interne, car la combustion s'effectue à l'intérieur du moteur.

Ces moteurs constituent actuellement la majorité des unités de production de puissance mécanique dans beaucoup de domaines, surtout le domaine de transports où ils se sont particulièrement développés en raison de leurs avantages : bon rendement, compacité fiabilité... ; ceci explique l'extension qu'on a pris de nos jours l'industrie des moteurs et l'ensemble de ses branches connexes dans tous les pays du monde. Nous traiterons sur ces types de moteurs plus détaillés aux chapitres suivants.

## 2.2. Turbomachines : (turbine à gaz)

Contrairement aux moteurs précédents, les turbomachines sont des machines à écoulement continu. Dans ces dernières machines, les évolutions des fluides moteur ont lieu dans des enceintes successives et juxtaposées, contrairement aux moteurs alternatifs où ces transformations s'opèrent dans le même espace, le cylindre.



*Fig.1.2. Turbomachine*

La chaleur est produite par une combustion dans une chambre de combustion d'un combustible généralement liquide (kérosène par exemple). Cette combustion augmente la pression du gaz (air + combustible). Ce gaz sous pression traverse une chambre de détente à volume constant constituée d'un arbre moteur doté d'ailettes (turbine de détente). De l'énergie est alors fournie à cet arbre sous forme d'un couple moteur qui sera utilisé d'une part vers les consommateurs, d'autre part vers un compresseur (turbine de compression) qui permet la puissance fournie. En effet la pression de l'air augmentant, la masse d'air aspirée augmente, on peut brûler davantage de kérosène, et la puissance disponible est donc augmentée (par rapport à une turbine qui ne disposerait pas d'étage compresseur en entrée).

### 2.3. Moteur WANKEL à piston rotatif

Le moteur rotatif WANKEL est le résultat d'une importante d'étude menée de 1945 à 1954 par l'ingénieur WANKEL sur les différentes solutions de moteur rotatif. En conclusion, il estima que la meilleure était de faire travailler en moteur, le compresseur rotatif réalisé par Bernard Maillard en 1943.

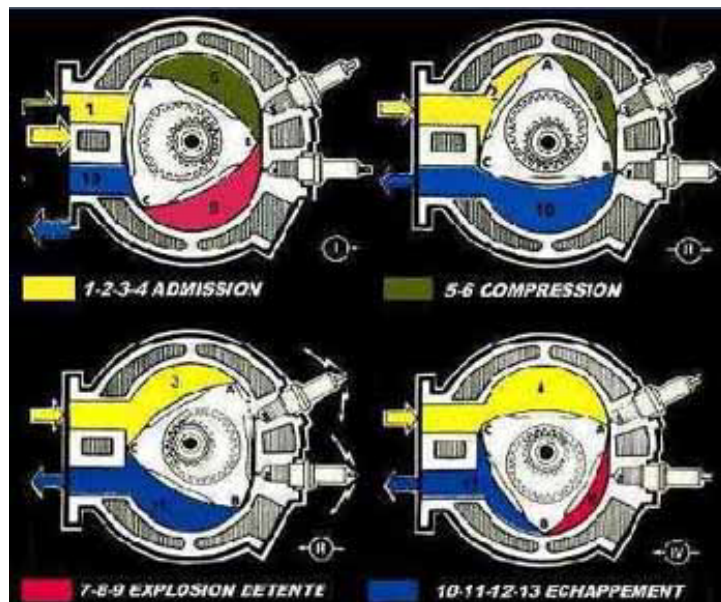


Fig.1.3. Moteur à piston rotatif

#### Avantages :

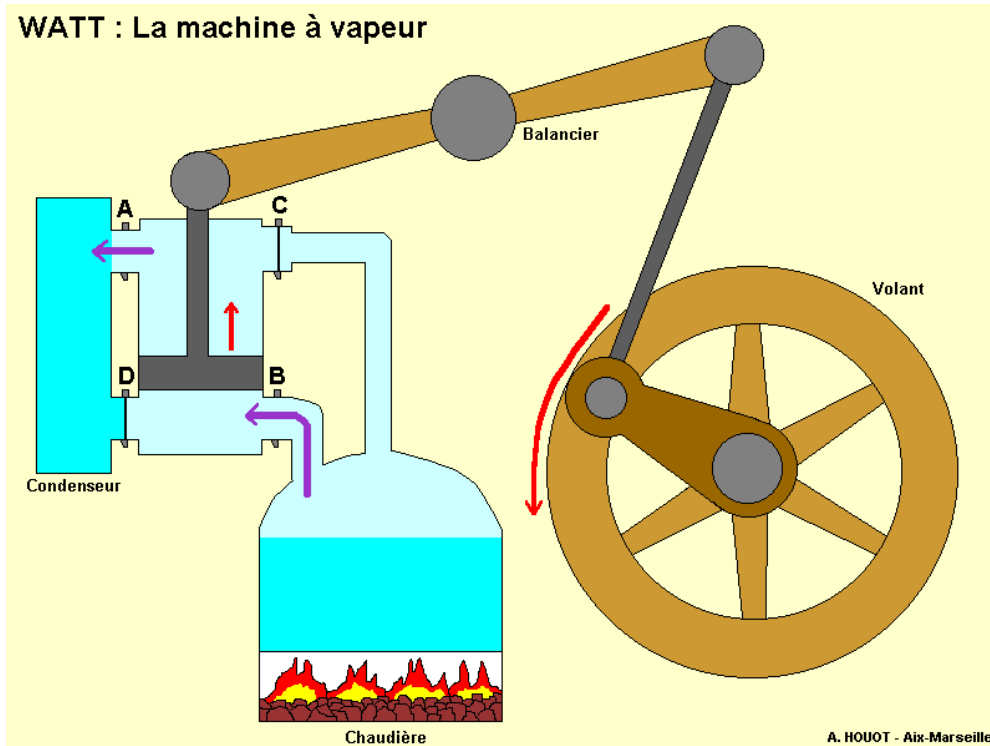
- Faible encombrement à cylindrée égale à un moteur conventionnel.
- Du fait qu'il ne transforme pas de mouvement linéaire en rotation, il déplace moins de pièces, donc moins d'inertie, ce qui lui permet d'atteindre des régimes très élevés. (En théorie max. 18000 tr/min)
- Moins de pièces permet de faire des montées en régimes très rapide.
- Moins de pièces est égale à moins de poids.
- La plage d'utilisation commence dès les premiers tours et s'étend jusqu'à la rupture.

#### Inconvénients :

- Consommation en essence excessive.
- Frein moteur pratiquement inexistant.
- Techniquement perfectible.

### 3. Moteurs à combustion externe

#### 3.1. Machines à vapeur



*Fig.1.4. Machine à vapeur*

La chaleur est produite dans une chambre de combustion (chaudière) séparée de la chambre de détente. Cette chaleur est utilisée pour vaporiser de l'eau. La vapeur d'eau obtenue par cette vaporisation est alors envoyée dans la chambre de détente (cylindre) où elle actionne un piston. Un système bielle manivelle permet alors de récupérer l'énergie mécanique ainsi produite en l'adaptant aux besoins.

L'eau qui est fournie à l'évaporateur est transformée en vapeur d'eau par apport de chaleur. Ce gaz (vapeur d'eau sous pression) est distribué vers le piston où il fournit du travail qui sera utilisé par le système bielle manivelle (non représenté ici). Les distributeurs permettent de mettre chaque face du piston alternativement à l'admission ou à l'échappement.

#### 3.2. Moteurs Stirling

Le moteur Stirling, appelé parfois moteur à combustion externe ou moteur à air chaud est inventé en 1816 dont on reparle de plus en plus aujourd'hui. Le moteur comprend deux pistons A et B et un régénérateur qui absorbe et restitue de la chaleur au cours du cycle. Il existe plusieurs types de moteur Stirling ; pour l'illustration, on ne donne que le schéma d'un moteur alpha (Figure 3).



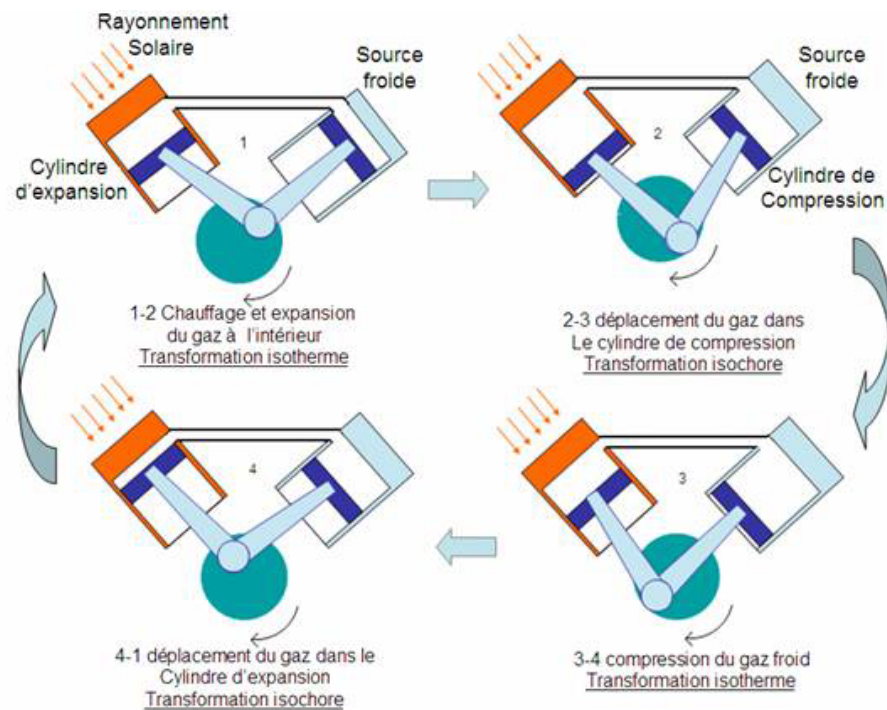


Fig.1.5. Moteur Stirling

#### Avantages :

- Le silence de fonctionnement : il n'y a pas de détente à l'atmosphère comme dans le cas d'un moteur à combustion interne, la combustion est continue à l'extérieur du ou des cylindres. De plus, sa conception est telle que le moteur est facile à l'équilibrer et engendre peu de vibrations.
- Le rendement élevé : fonction, il est vrai, des températures des sources chaudes et froides. Comme il est possible de le faire fonctionner en cogénération (puissance mécanique et calorifique), le rendement global peut être très élevé.
- La multitude de « sources chaudes » possibles : combustible des gaz divers, de bois, sciure, déchets, énergie solaire ou géothermique....
- L'aptitude écologique à répondre le mieux possible aux exigences environnementales en matière de pollution atmosphérique. Il est plus facile de réaliser dans ce type de moteur une combustion complète des carburants.
- La fiabilité et la maintenance aisée la relative simplicité technologique permet d'avoir des moteurs d'une très grande fiabilité et nécessitant peu de maintenance.
- La durée de vie importante du fait de sa « rusticité ».
- Les utilisations très diverses du fait de son autonomie et son adaptabilité au besoin et à la nature de la source chaude (du mW au MW).

Inconvénients :

- Le prix : le frein à son développement est aujourd'hui probablement son coût, non encore compétitif par rapport aux autres moyens bien implantés. Une généralisation de son emploi devrait pallier ce problème inhérent à toute nouveauté.
- La méconnaissance de ce type de moteur par le grand public. Seuls quelques passionnés en connaissent l'existence.
- La variété des modèles empêche une standardisation et par conséquent une baisse de prix.
- Les problèmes technologiques à résoudre : les problèmes d'étanchéité sont difficiles à résoudre dès qu'on souhaite avoir des pressions de fonctionnement élevées. Le choix du gaz ' idéal', à savoir l'hydrogène pour sa légèreté et sa capacité à absorber les calories, se heurte à sa faculté de diffuser au travers des matériaux. Les échanges de chaleur avec un gaz sont délicats et nécessitent souvent des appareils volumineux.