

MODULE N° 03 Etude des moteurs thermiques

I- Généralité :

Tous les moteurs à combustion font appel aux transformations thermodynamiques d'une masse gazeuse pour passer de l'énergie chimique contenue dans le combustible à l'énergie mécanique directement exploitable sur l'arbre de sortie du moteur.

Cette idée fondamentale a été émise par le physicien français S. Carnot. Selon le principe de Carnot :

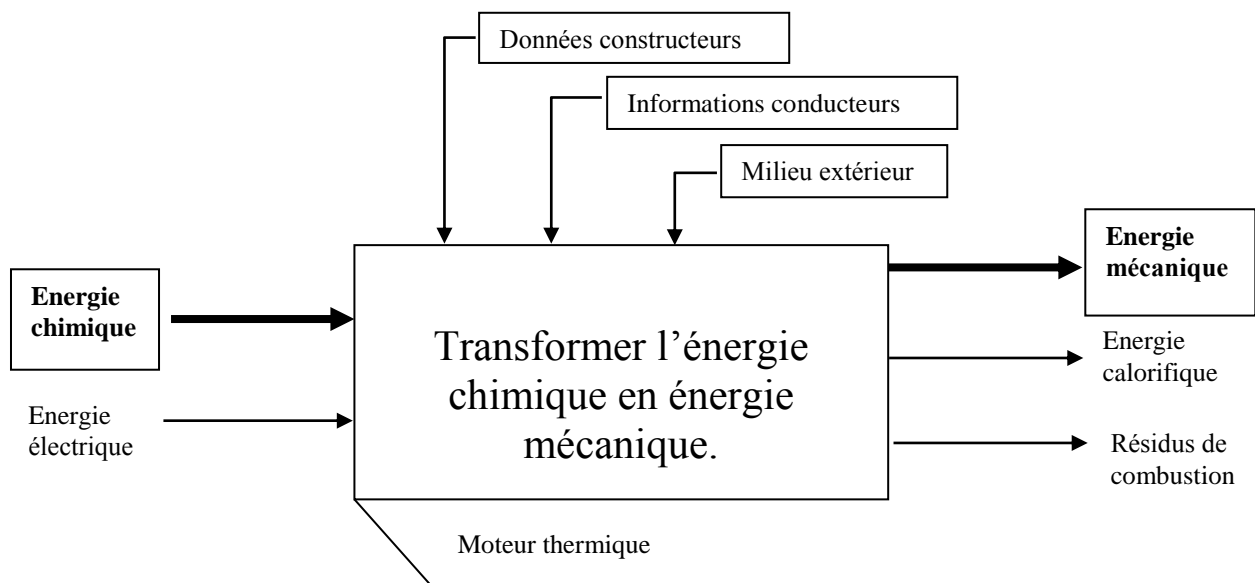
Une machine thermique ne peut produire du travail que si elle possède deux sources de Chaleur à des températures différentes :

- La source chaude (à température absolue T_2) où a lieu la combustion du carburant.
- La source froide à température T_1 (gaz d'échappement, radiateur, milieu extérieur très proche du moteur).

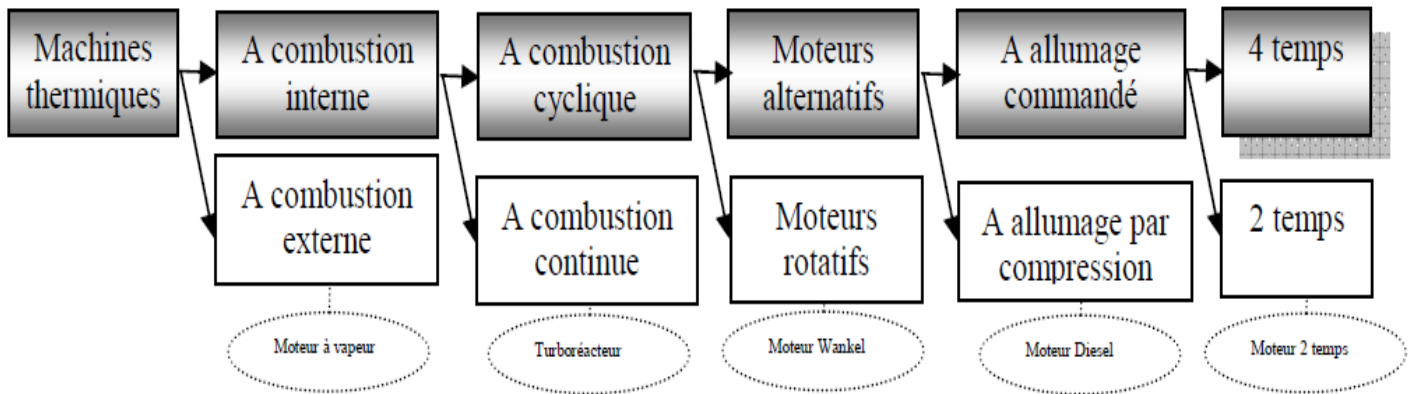
1. Fonction globale :

Le moteur thermique, est une machine motrice à combustion interne qui, par le processus de la combustion de carburant, transforme de l'énergie chimique en énergie thermique, puis la convertit en énergie mécanique. Destiné à équilibrer le travail Résistant d'un véhicule qui se déplace.

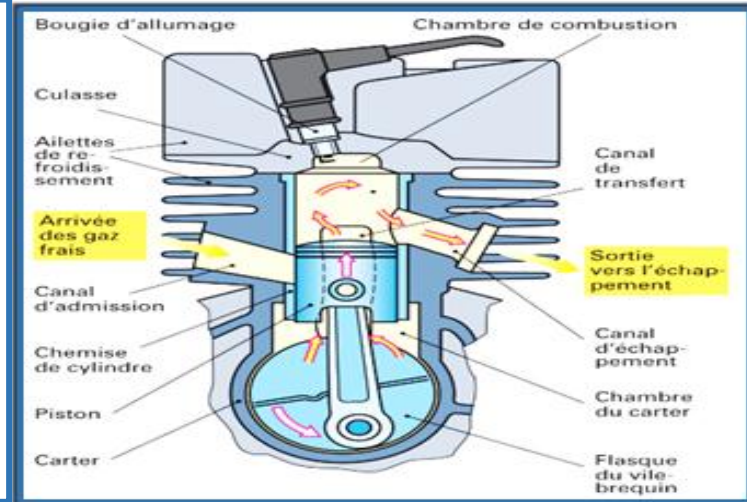
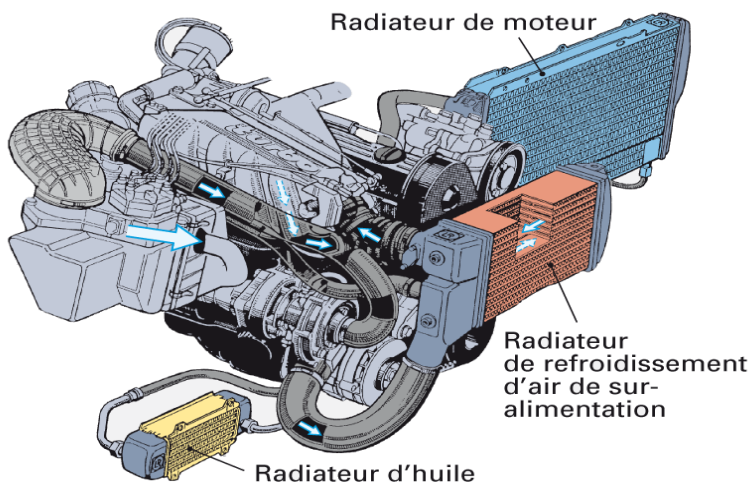
2. Analyse fonctionnelle :



3. Les différents types de moteur :

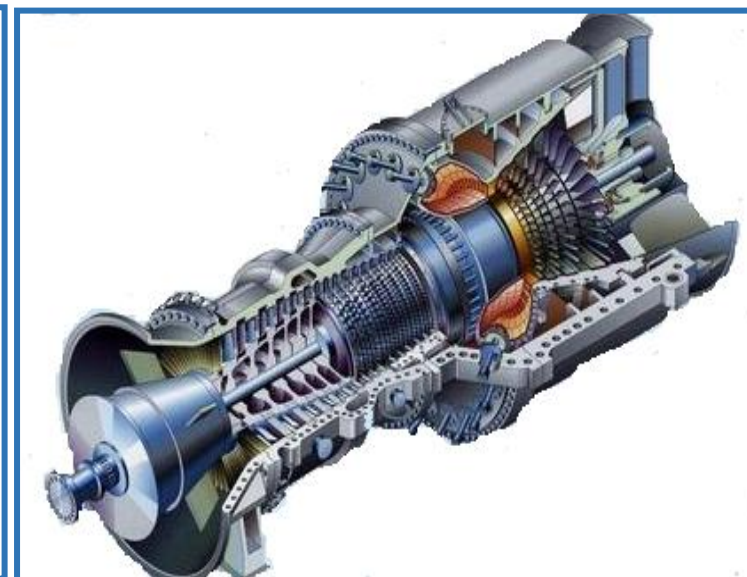
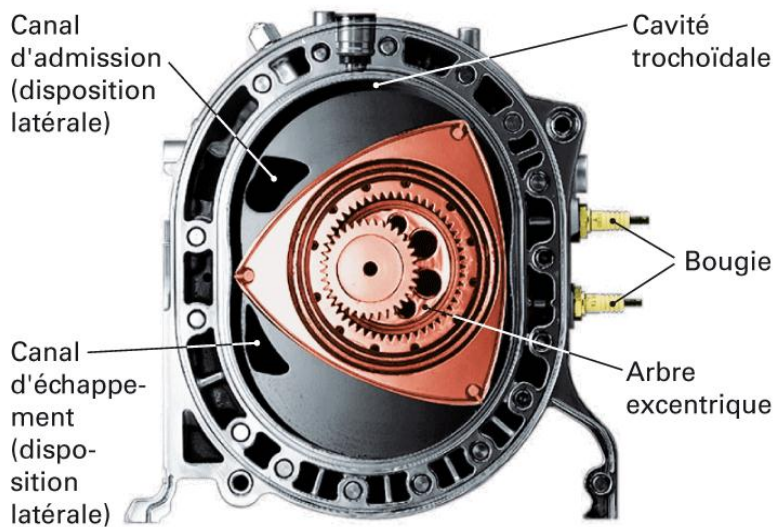


4. Portrait sur les différents types des moteurs à combustion interne :



Moteur alternatif

Moteur à deux temps

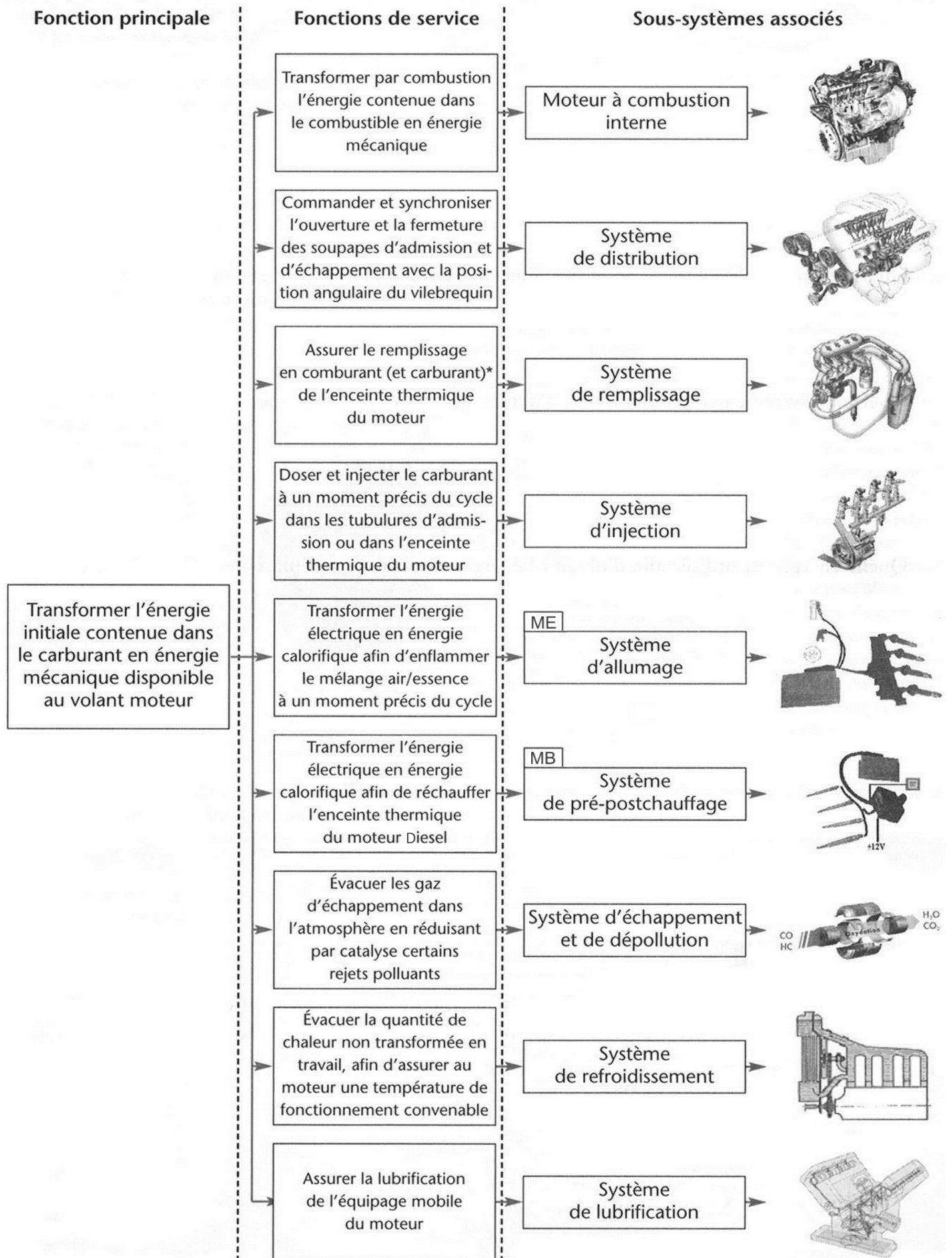


Moteur rotatif ou wankel

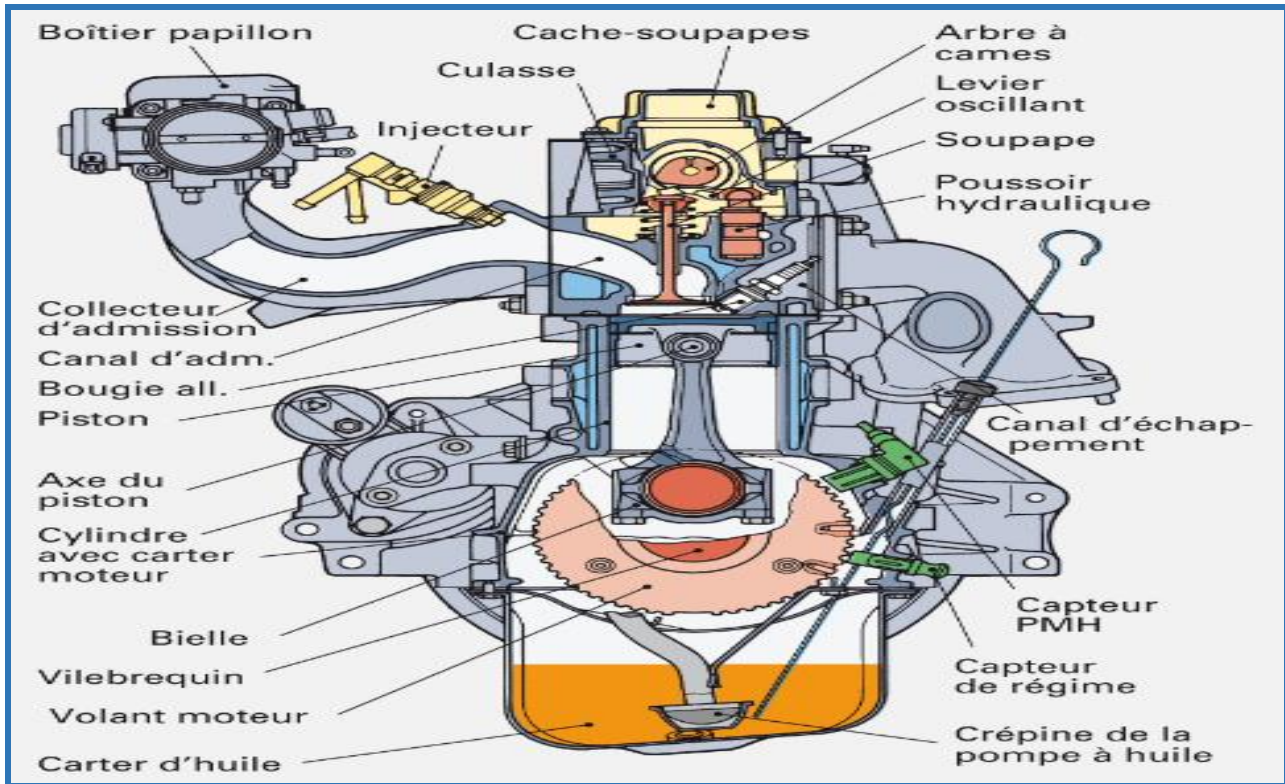
Moteur à turbines

5. Fonctions de systèmes et sous des systèmes moteurs:

Pour que la fonction principale soit assurée par la motorisation, l'intervention de plusieurs sous-systèmes, réalisant chacun une fonction de service, est nécessaire.



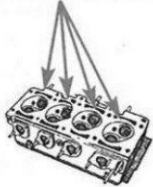
6. Portrait sur différents organes d'un moteur (exemple d'un moteur à injection essence)



Généralement un moteur à quatre temps avec piston alternatif se compose de deux parties :

- Les parties fixes : La culasse et le bloc moteur, formant ainsi l'enceinte thermique

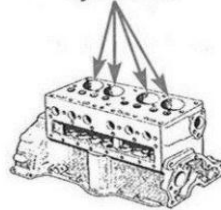
chambres de combustion



Culasse

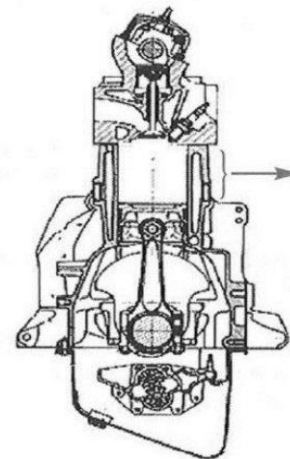
+

cylindres



Bloc moteur

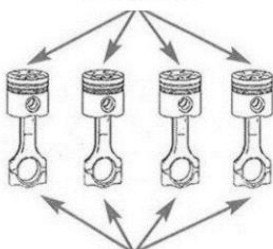
=



Enceinte thermique

- Les parties mobiles : Les pistons et les bielles forment, avec le vilebrequin, et le volant moteur formant l'embellage.

Pistons



Bielles

+



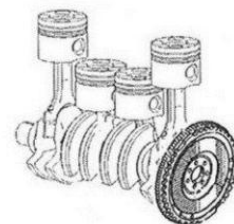
Vilebrequin

+



Volant moteur

=



Equipage mobile

II- Etudes théorique :

1. Classification des moteur automobile

Le moteur thermique est le groupe d'organes qui fournit l'énergie mécanique nécessaire à la marche du véhicule ; on utilise le principe de la détente des gaz portés à haute pression et à haute température par l'explosion d'un mélange gazeux.

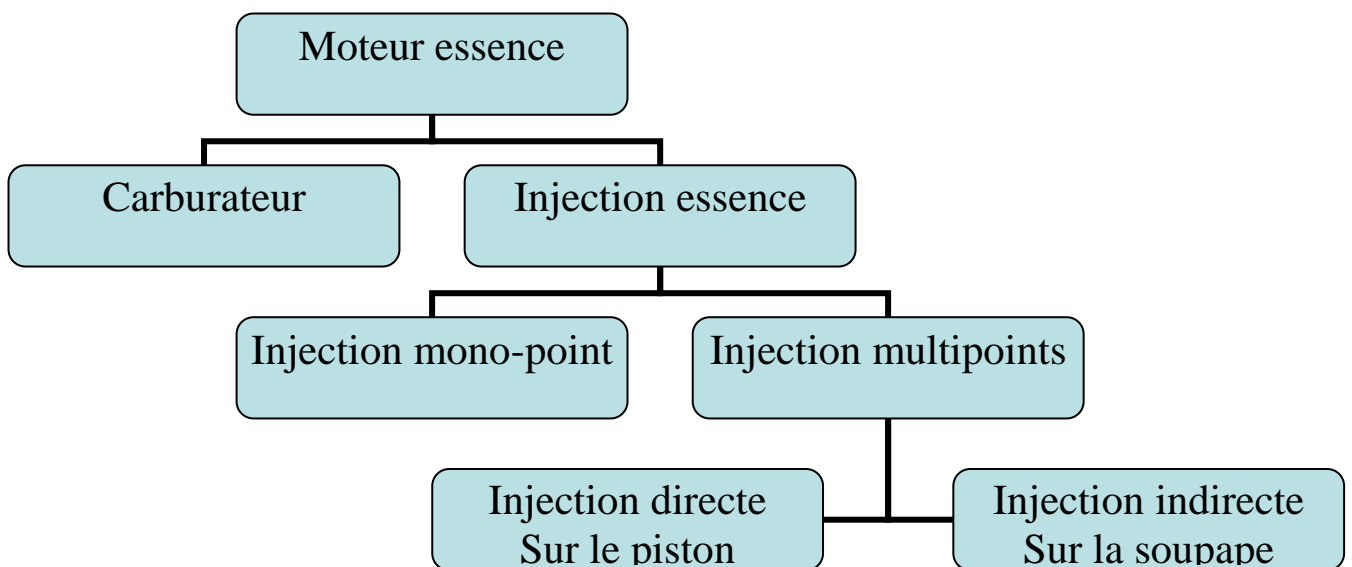
Il existe plusieurs types de moteurs thermiques, les plus utilisés en automobile sont :

- Moteurs à essence nommé aussi à explosion ou moteur OTTO (inventé par Nikolaus OTTO en 1867)
- Moteur à gasoil nommé aussi à combustion ou moteur diesel (inventé par Rudolf Diesel 1897)

1-1 Moteurs à explosion (à essence)

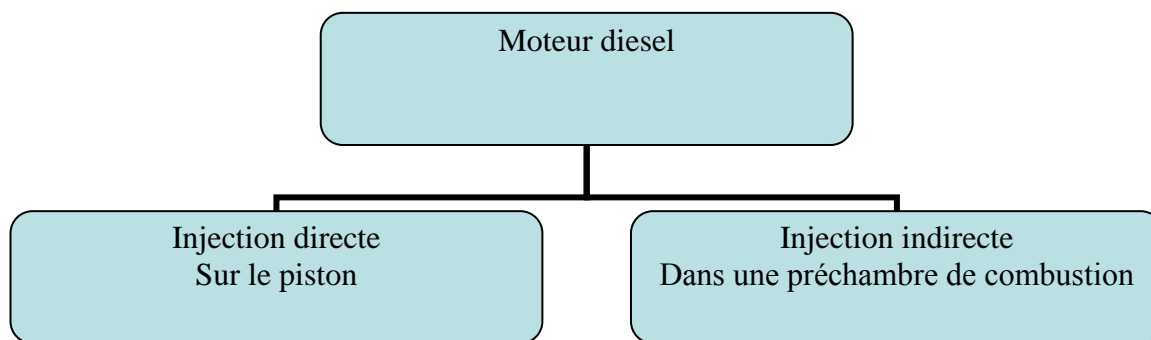
Les moteurs OTTO dans lesquels la combustion du mélange air/essence est amorcée par *l'étincelle d'une bougie d'allumage*. Il possède donc un système d'allumage commandé. Ce mélange peut s'effectuer par :

- carburateur ;
- injection d'essence.



1-2 Moteur à combustion (diesel)

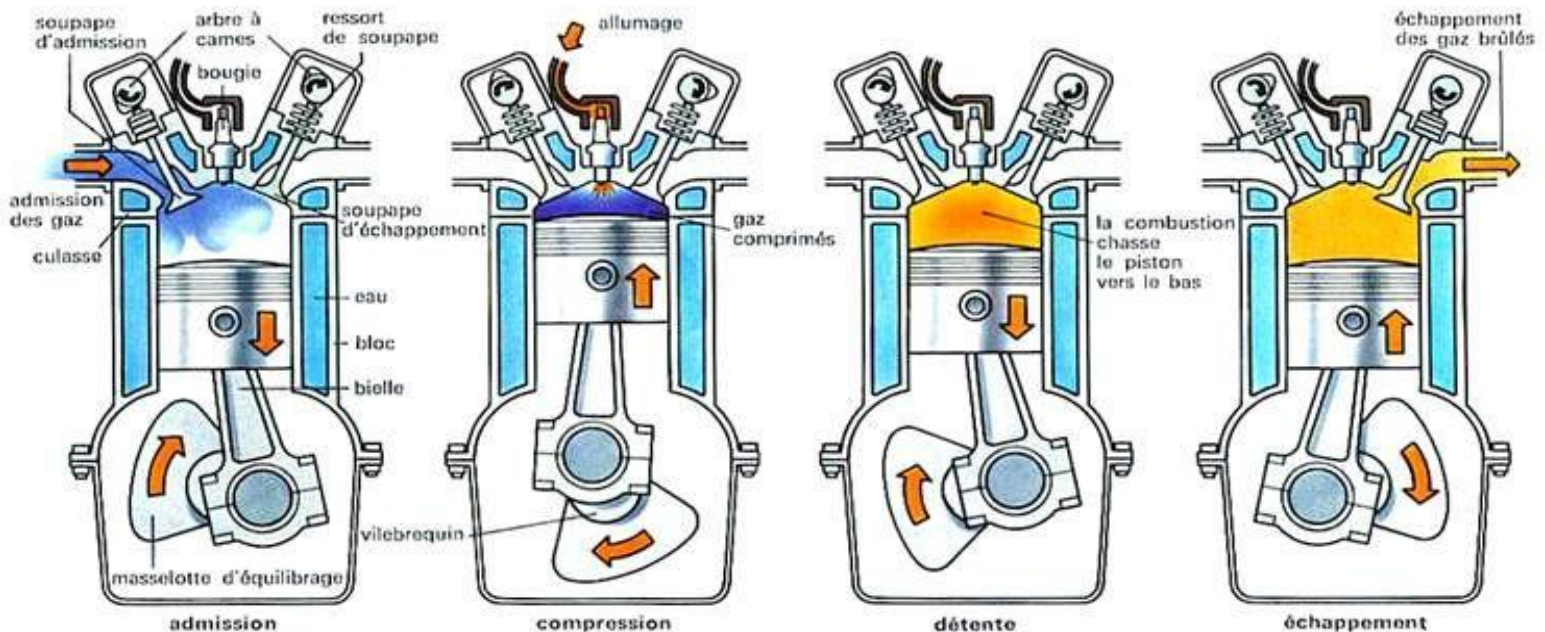
Les moteurs DIESEL dont la combustion est déclenchée par **auto-inflammation** sous l'effet d'injection de gasoil finement pulvérisé à haute pression dans de l'air surchauffé et fortement comprimé. Ce type de moteur possède un système d'injection à haute pression pour réaliser la combustion.



2. LE CYCLE A 4 TEMPS THEORIQUE

2-1 Définition

Ce sont les 4 temps nécessaires au cycle de transformation de l'énergie chimique contenue dans le carburant en énergie mécanique. Chaque temps correspond à un demi-tour de rotation du vilebrequin (une montée ou une descente du piston). Les temps 1 et 4 sont des temps consacrés aux transferts des gaz (admission des gaz frais et échappement des gaz brûlés), les temps 2 et 3 sont les temps nécessaires à la préparation et à la réalisation de la combustion et à sa transformation en énergie mécanique.



2-2 Pour un moteur à essence, les 4 temps se décomposent :

Admission : (Remplissage du cylindre)

La soupape d'admission s'ouvre ;

Le piston descend du PMH vers le PMB et aspire le mélange gazeux air-essence à pression atmosphérique 1.033 bars.

Compression :

Les deux soupapes sont fermées, le piston se déplace du PMB au PMH. Le piston en remontant comprime assez fortement les gaz dans l'espace ménagé à cet effet.

Explosion combustion/détente :

-Phase allumage-combustion. Un arc électrique provoque l'explosion du mélange (air-essence). La température augmente, ce qui provoque une violente élévation de pression à l'intérieur du cylindre. Le piston se trouve au environ du PMH.

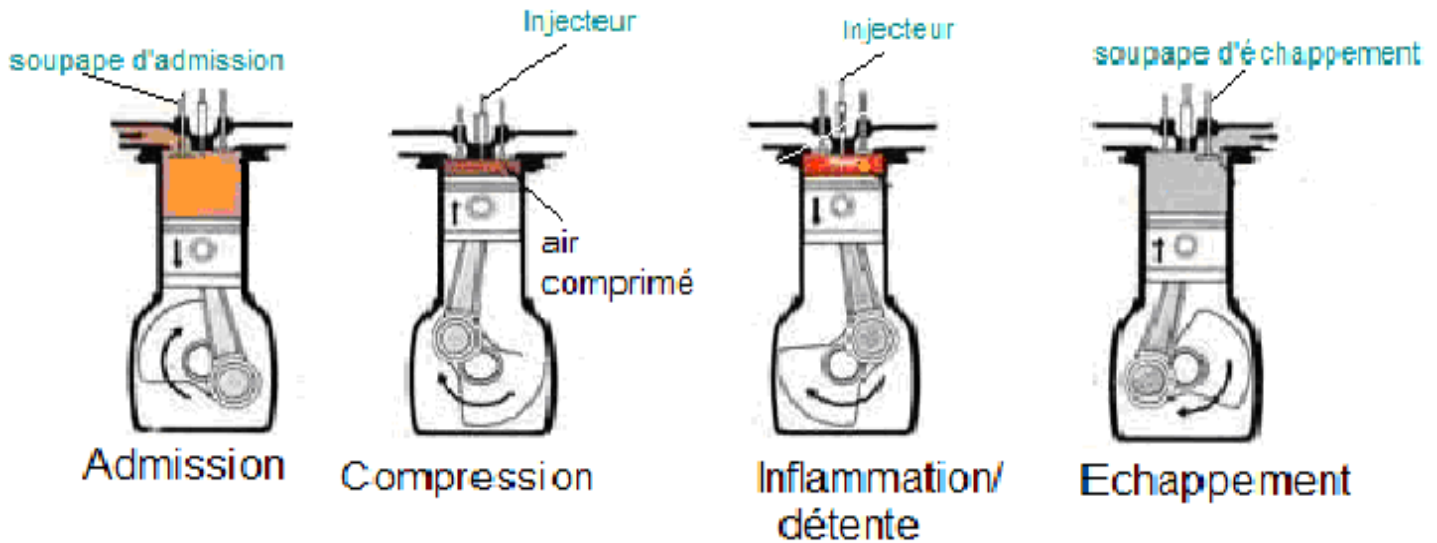
- Phase détente : les gaz enfermés dans le cylindre se détendent et produisent le travail mécanique, le piston se déplace du PMH au PMB.

-Les deux soupapes sont fermées.

Echappement : (Vidange des gaz brûlés du cylindre)

La soupape d'échappement s'ouvre. Le piston remonte du PMB vers le PMH et évacue les gaz brûlés.

2-3 Pour un moteur diesel, les 4 temps se décomposent :



Admission : (Remplissage du cylindre)

La soupape d'admission étant ouverte ; la course descendante du piston créant une aspiration de l'air (pression atmosphérique = 1.033 bars).

Compression :

Les deux soupapes sont fermées, le piston se déplace du PMB au PMH et comprime l'air à une pression de 35 à 45 bars. Cette compression de l'air engendre une augmentation de température ; environ 500 à 600°C

Inflammation / détente :

- ↳ Lorsque le piston arrive au PMH en fin de compression, le combustible est injecté dans la chambre de combustion.
- ↳ Au contact de l'air comprimé et à température élevée, le combustible s'enflamme spontanément.
- ↳ Les gaz augmentent très rapidement de volume leur détente chasse le piston vers le PMB. Le vilebrequin reçoit de l'énergie durant toute cette course. C'est le temps moteur.

Echappement : (Vidange des gaz brûlés du cylindre).

La soupape d'échappement s'ouvre. Le piston remonte du PMB vers le PMH et évacue les gaz brûlés.

3. DIAGRAMME THEORIQUE DU CYCLE A 4 TEMPS

3-1 DEFINITION :

Les diagrammes théoriques sont des courbes représentant les variations de pressions dans un cylindre en fonction des variations de volumes dues aux déplacements du piston.

3-2 DIAGRAMME THEORIQUE DU MOTEUR A ESSENCE (COMBUSTION A VOLUME CONSTANT)

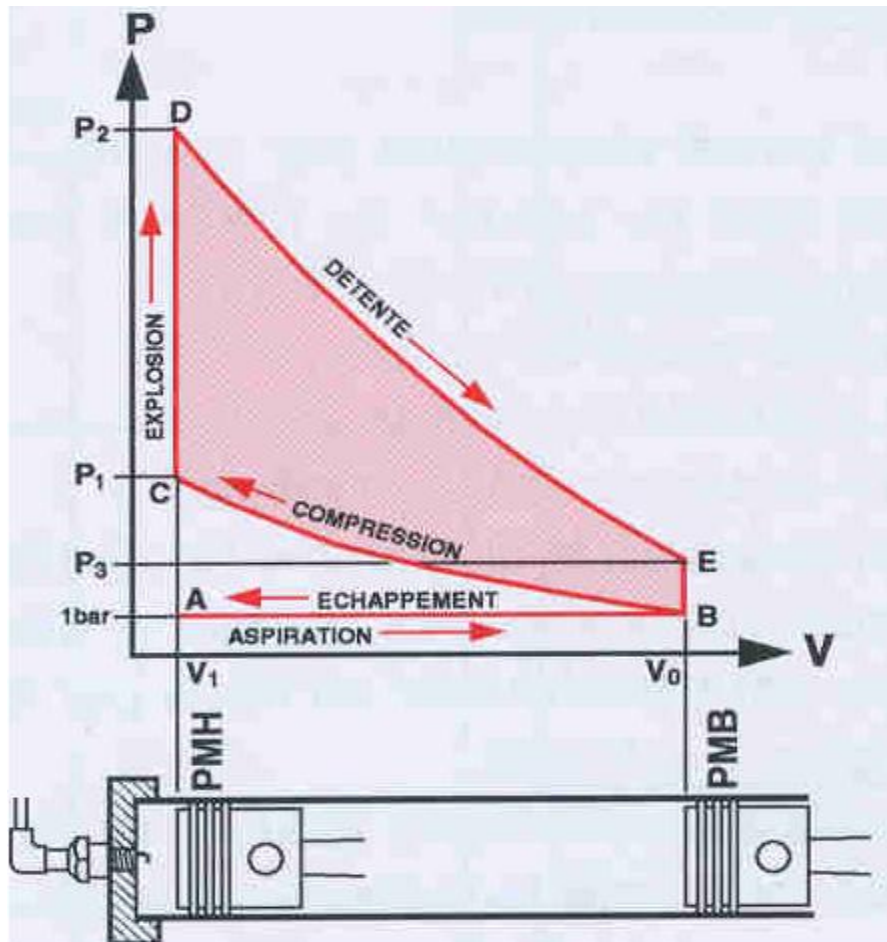


Diagramme théorique du moteur à essence

3-3-1 ANALYSE DE DIAGRAMME

Admission :

La soupape d'admission s'ouvre, le cylindre se trouve à la pression atmosphérique (P_a), soit environ bars. Le piston part du PMH et descend jusqu'au PMB. Le mélange gazeux est aspiré à pression atmosphérique. C'est la section (A-B).

Compression :

Les deux soupapes sont fermées, le piston remonte du PMB vers le PMH, le mélange est comprimé, la pression est aux environs de 10 bars en fin de compression. C'est la section (B-C).

Combustion / détente :

- **Combustion** : Quand le piston se trouve au PMH, l'étincelle jaillit et déclenche la combustion qui a lieu instantanément. La pression atteint environ 25 bars. C'est la section (C-D)
- **Détente** : Cette forte pression repousse le piston qui redescend. La pression chute jusqu'à environ 6 bars. C'est la section (D-E)

Échappement :

Le piston se trouve au PMB, la soupape d'échappement s'ouvre, la pression chute de 6 à 1bar. C'est la section (E-B). Le piston remonte et quand il arrive au PMH, la soupape d'échappement se ferme. C'est la section (B-A) et le cycle recommence.

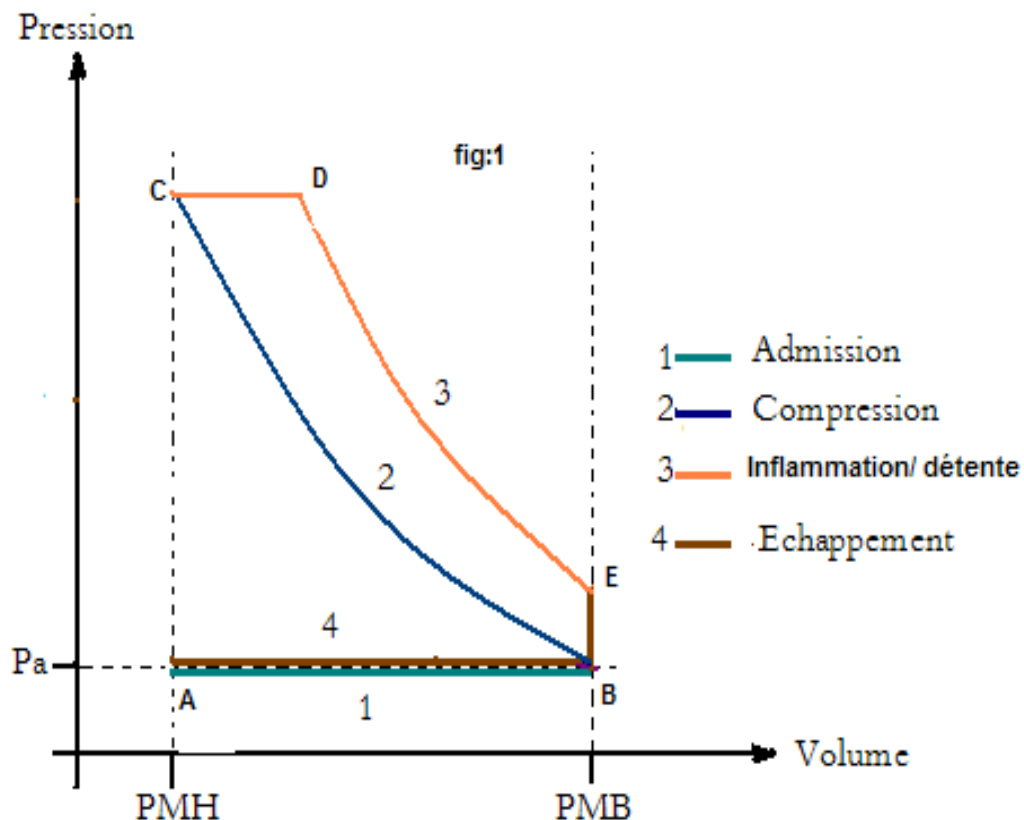
3-3 DIAGRAMME THEORIQUE DU MOTEUR DIESEL

Dans le cas d'un moteur diesel le mélange s'effectue en fin de compression directement dans la chambre de combustion.

L'air est porté à une température supérieure à celle d'auto-inflammation du carburant. La combustion est déclenchée par le début de l'injection. Le carburant brûle au fur et à mesure de son introduction dans le cylindre

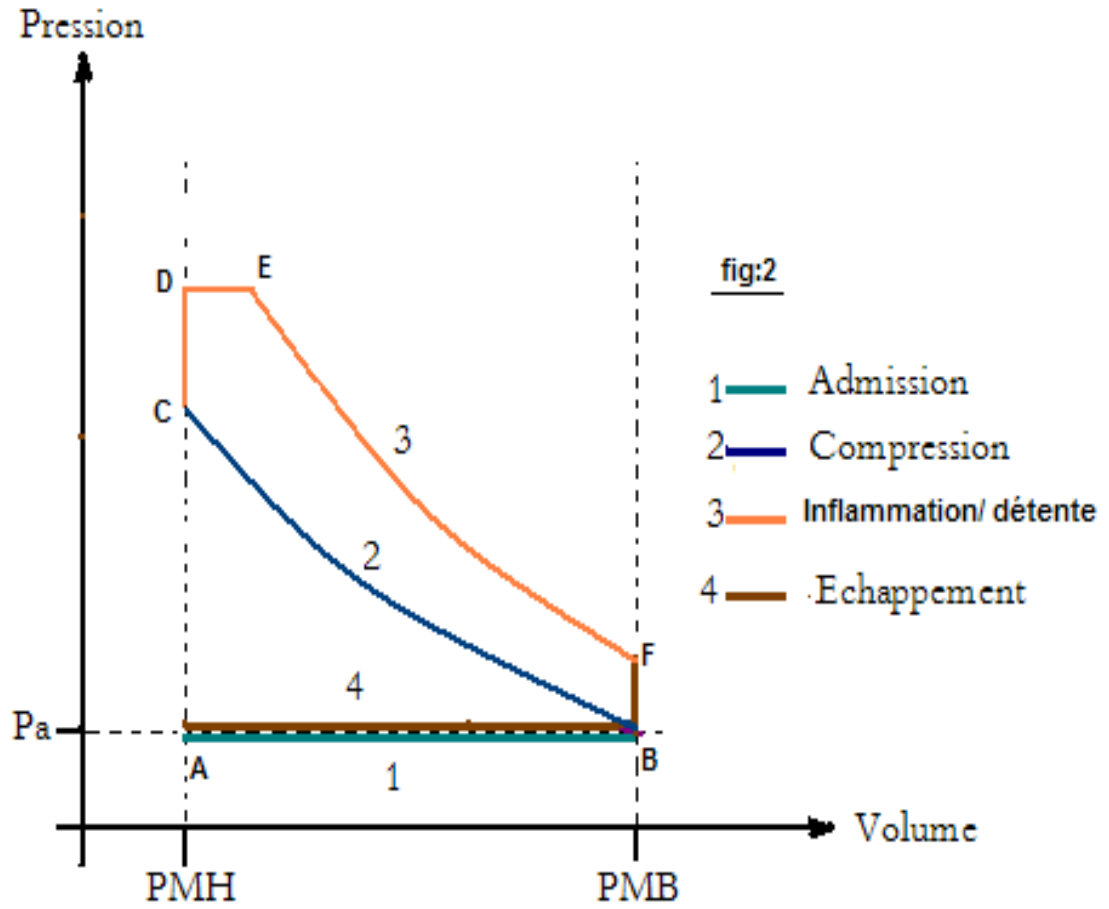
3-3-1 Diagramme théorique du moteur diesel, combustion à pression constante:

Dans ce cas la pression est théoriquement maintenue constante pendant une grande partie du temps combustion / détente.



3-3-2 Diagramme théorique du moteur diesel cycle mixte :

Dans ce cas une partie du carburant brûle à volume constant (courbe C-D) et une partie brûle à pression constante (courbe D-E).



4. CYCLE A QUATRE TEMPS REEL DES MOTEURSTHERMIQUES

3-4 DEFINITION :

On appelle cycle à 4 temps réel ou cycle pratique l'ensemble des opérations réelles observées entre l'admission des gaz frais et l'expulsion des gaz brûlés.

3-5 MOTEUR A ESSENCE

Admission :

La soupape d'admission est déjà ouverte (AOA) au PMH. Le piston descend du point mort haut (PMH) vers le point mort bas (PMB). La descente du piston crée une dépression (0.90 bars) dans le cylindre qui permet au mélange air/essence d'y pénétrer.

La soupape d'admission ne se ferme qu'après la remontée du piston du PMB de quelques degrés (RFA) pour assurer un meilleur remplissage du cylindre.

Compression :

La compression commence à partir de la fermeture de la soupape d'admission jusqu'au moment de jaillissement de l'étincelle (AA).

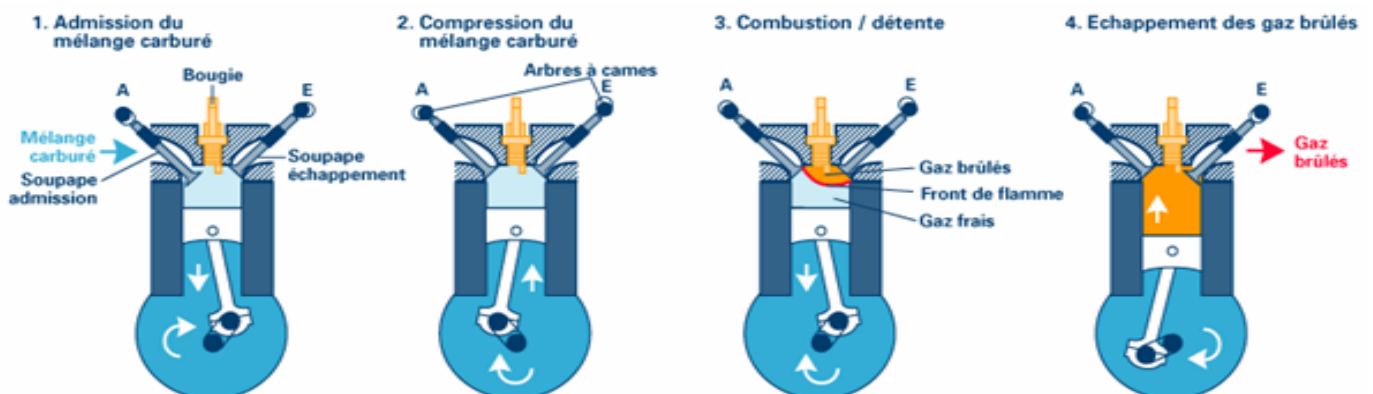
Explosion, combustion / Détente :

Le point d'allumage (moment de jaillissement de l'étincelle), est avancé (AA) sur un moteur à essence (avant l'arrivée du piston au PMH) car l'inflammation du mélange carburé nécessite un certain délai pour délivrer la pression optimale nécessaire pour le déplacement du piston. Pendant la détente le piston est poussé vers le point mort bas (PMB) et les soupapes restent fermées.

Echappement :

Avant l'arrivée du piston au PMB la soupape d'échappement s'ouvre (AOE) pour éviter les contre-pressions et accélérer l'équilibre des pressions intérieures et extérieures au cylindre. Le piston remonte du PMB au PMH et chasse les gaz brûlés.

Pour chasser complètement les gaz brûlés la soupape d'échappement ne se ferme qu'après la descente du piston du PMH de quelques degrés (RFE).



Cycle à 4 temps d'un moteur à essence

2- MOTEUR DIESEL

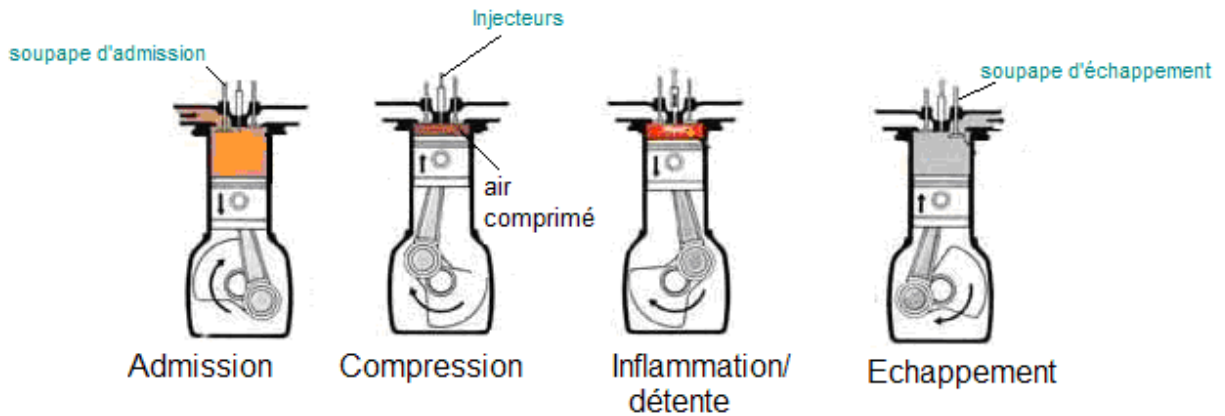
Pour un moteur diesel, les 4 temps se déroulent de la même façon à deux différences près :

↪ 1^{ère} différence :

C'est de l'air pur qui est admis et comprimé lors des temps d'admission et de compression, puis le carburant est introduit directement dans le cylindre en fin de compression avant le PMH (AI).

↪ 2^{ème} différence :

Le mélange s'enflamme spontanément, sans étincelle, du fait de l'élévation de la température de l'air liée à sa compression.



Cycle à 4 temps d'un moteur diesel

3- COMPARAISON ENTRE LE MOTEUR A ESSENCE ET DIESEL

	MOTEUR DIESEL	MOTEUR A ESSENCE
Aspiration ou Admission	Air seul	Mélange air + essence
Pression	0.95 bars (Kg/cm ²)	0.90 bars (Kg/cm ²)
Rapport volumétrique (V+v)/v	15/1 à 22/1	8/1 à 10/1
Allumage par	Chaleur de compression	Étincelle électrique
Combustion : Pression maximale	50 à 90 bars (Kg/cm ²)	1 à 50 bars (Kg/cm ²)
Température	1800°C à 2000°C	2000°C à 2500°C
Échappement : Gaz	Très peu toxiques	Très toxiques
Température	450°C à 600°C	600°C à 700°C
Puissance/litre de cylindrée	11 à 22 KW (15 à 30ch)	30 à 52 KW (40 à 70ch)
Couple/litre de cylindrée	50 à 70 m.N (5 à 7 m.kg)	60 à 90 m.N (6 à 9 m.kg)
Régime maximal	Inférieur à 5000tr/min	5000tr/min à 8000tr/min
Consommation spécifique	215 à 300 g/KW/h (160 à 220 g/ch/h)	310 à 405 g/KW/h (230 à 300 g/ch/h)

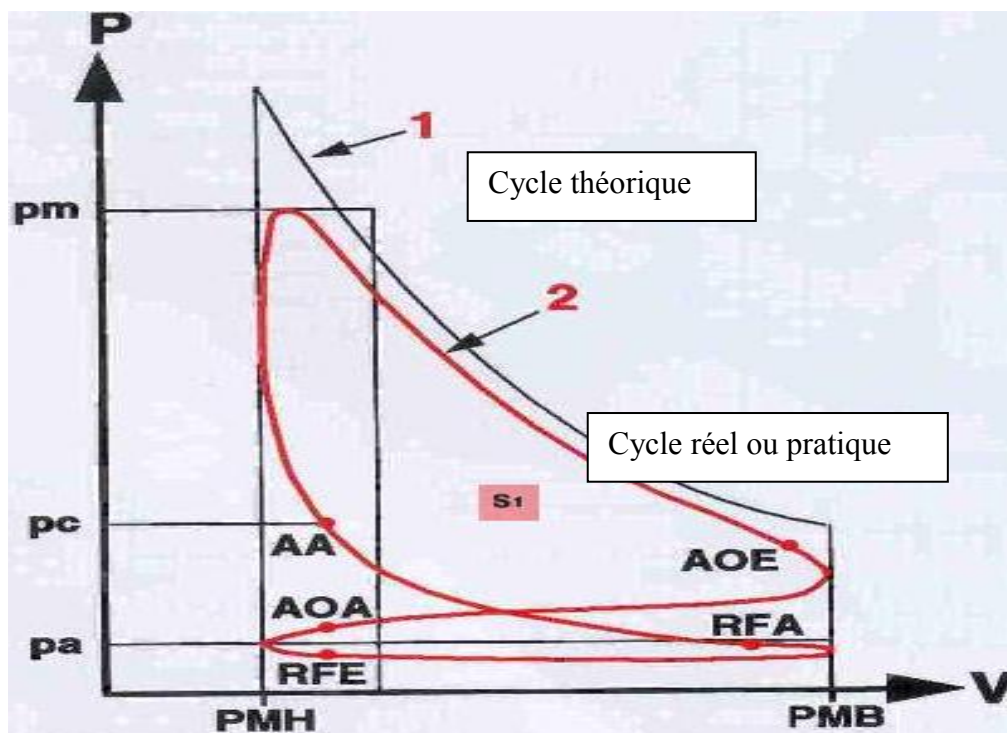
5. DIAGRAMME REEL DU CYCLE A 4 TEMPS D'UN MOTEUR A ESSENCE

5-1 DEFINITION :

Le diagramme réel du cycle à 4 temps est une courbe représentant les variations des pressions qui s'exercent sur le piston en fonction des déplacements de ce dernier. Il est relevé sur le moteur au moyen d'appareil enregistreur mécanique, optique ou électrique.

Il permet de suivre en détail le fonctionnement réel du moteur et d'effectuer les réglages de distribution nécessaires à l'obtention d'une puissance aussi élevée que possible.

5-2 Moteur essence



5-2-1 DESCRIPTION :

ADMISSION :

↳ **Avance à l'ouverture de l'admission (AOA) :** Cette avance évite l'arrêt de la veine gazeuse devant une soupape fermée et améliore ainsi le **taux de remplissage** du cylindre. La soupape d'admission s'ouvrira donc avant la fermeture complète de la soupape d'échappement, car par les gaz frais par la vitesse acquise (inertie des gaz) chassent les gaz brûlés en pénétrant dans le cylindre.

↳ **Retard à la fermeture de l'admission (RFA) :** On profite de l'inertie des gaz pour augmenter le remplissage et ne refermer la soupape qu'après le PMB, au moment où la pression à l'intérieur du cylindre est sensiblement égale à la pression atmosphérique (Pa).

COMPRESSION :

- ↪ La compression commence à partir de la fermeture de la soupape d'admission.

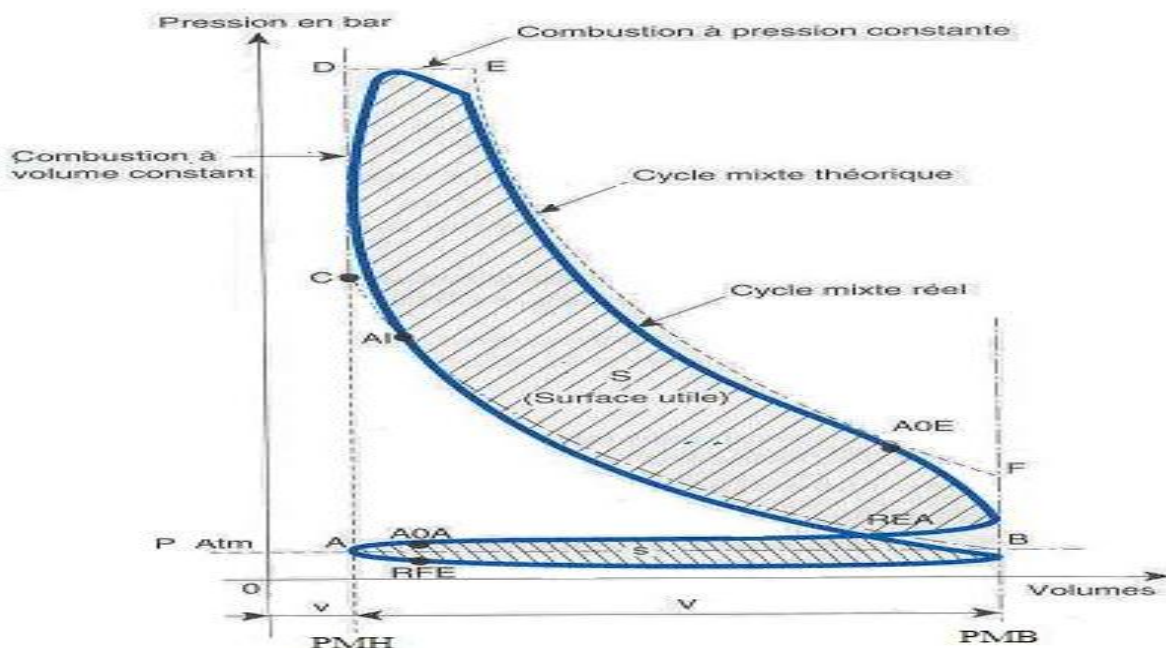
Explosion détente :

- ↪ **Avance à l'allumage (AA) :** Le point d'allumage (moment de jaillissement de l'étincelle), est avancé sur un moteur à essence (avant l'arrivée du piston au PMH) car l'inflammation du mélange carburé nécessite un certain délai pour délivrer la pression optimale nécessaire pour le déplacement du piston.

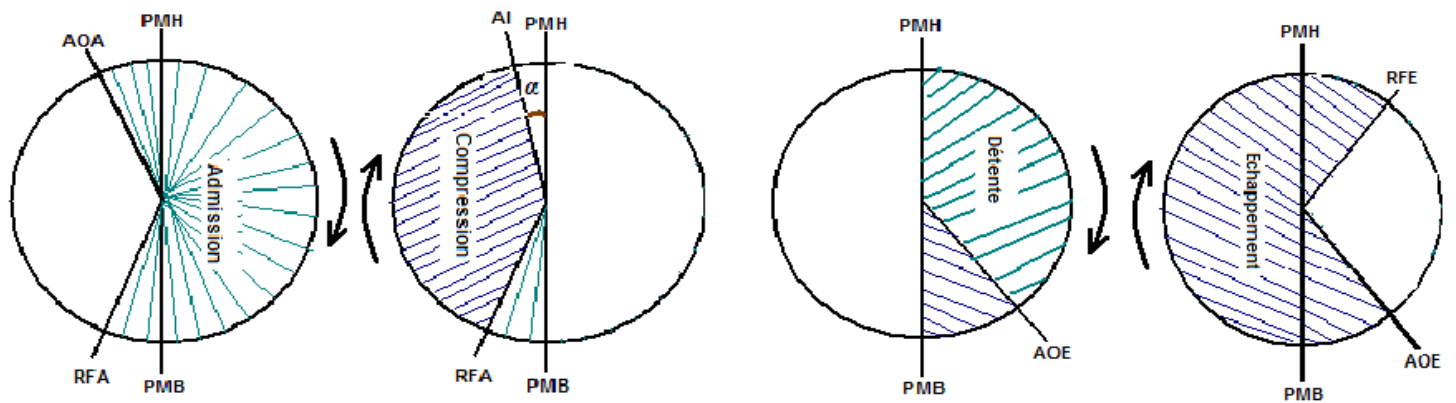
Échappement :

- ↪ **Avance à l'ouverture de l'échappement (AOE) :** Elle permet d'avancer la chute de pression des gaz brûlés afin de limiter leur tendance à la contre-pression.
- ↪ **Retard à la fermeture de l'échappement (RFE) :** On profite de l'inertie des gaz pour faciliter leur évacuation complète. La soupape d'échappement se fermera donc au début du temps d'admission.

5-3 MOTEUR DIESEL



5-4 LE BUTE DES REGLAGES



- ↪ **Avance à l'ouverture de l'admission (AOA)** : Pour permettre une meilleure évacuation des gaz brûlés.
- ↪ **Retard à la fermeture de l'admission (RFA)** : Pour obtenir un meilleur remplissage du cylindre.
- ↪ **Avance à l'injection (AI)** : comme un certain temps s'écoule entre le début de l'injection et le début de la combustion, représenté par l'angle α , il faut de l'avance à l'injection pour faire coïncider le début de la combustion avec la position du piston au PMH.
- ↪ **Avance à l'ouverture de l'échappement (AOE)** : Évite les contre pressions et permet d'accélérer l'équilibre, des pressions intérieures et extérieures au cylindre.
- ↪ **Retard à la fermeture de l'échappement (RFE)** : Permet de chasser complètement les gaz brûlés.

3. PROCESSUS DE LA COMBUSTION DANS UN MOTEUR DIESEL

Elle s'étale sur cinq phases:

Injection des premières gouttelettes finement pulvérisées.

Échauffement des premières gouttelettes en contact de l'air chaud.

Inflammation des premières gouttelettes.

Inflammation de proche en proche.

Inflammation de toute la masse.

- La combustion doit être complète (pas de fumée à l'échappement).
- Ne pas provoquer d'élévation de pression trop rapide ni trop importante (cognement).

6. LA CARBURATION

6-1 Définition :

La carburation est l'ensemble des opérations réalisant le mélange intime du carburant avec l'air dans des proportions précises afin d'obtenir une combustion rapide et complète.

6-2 Les conditions de transformation en mélange carburé :

Dosage : La quantité du carburant par rapport à l'air doit être soigneusement proportionnée.

Vaporisation : Pour mélanger le carburant et l'oxygène, il est nécessaire que les deux corps se trouvent dans le même état physique (gazeux). Si le carburant est liquide, il devra être transformé en gaz.

Homogénéité : Chaque molécule du carburant devant, pour brûler, être entourée de molécules d'oxygène.

7. LA COMBUSTION

6-3 Définition :

La combustion est l'ensemble des phénomènes physiques, chimiques et thermodynamiques qui accompagnent la combinaison d'un combustible avec l'oxygène. Il y a combustion interne lorsque ces opérations se déroulent à l'intérieur même du moteur.

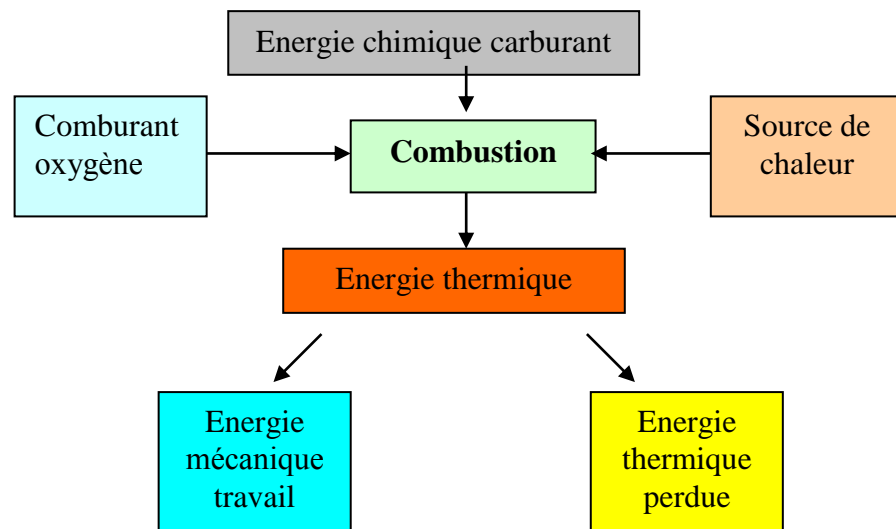
6-4 Rôle de la combustion :

Le rôle de la combustion est de transformer l'énergie chimique potentielle contenue dans le carburant en énergie thermique ou calorifique.

6-5 Comment réaliser cette combustion ?

Il est nécessaire de mettre en présence :

- Un **carburant** à haut pouvoir calorifique ;
- Un **comburant** : l'oxygène de l'air ;
- Une **source de chaleur**.



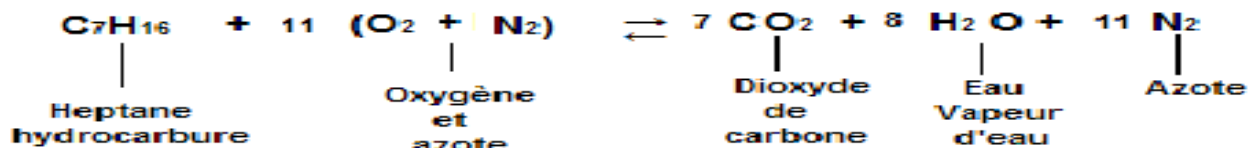
Le carburant et le comburant doivent se combiner parfaitement.

L'ensemble des opérations permettant la préparation du mélange afin de le rendre combustible se nomme carburation.

L'apport de chaleur permet d'amener le mélange carburé à sa température d'inflammation.

6-6 Transformations chimiques produites par la combustion :

La combustion parfaite d'un carburant uniquement constitué d'heptane combiné à l'oxygène pur peut se traduire par l'équation chimique suivante :



8. SYSTEME BIELLE MANIVELLE

8-1 Définition :

C'est l'ensemble des éléments (piston, axe, bielle, vilebrequin, volant) qui permet la transformation de l'énergie thermodynamique en énergie cinétique de rotation.

8-2 Principe de transformation du mouvement :

Le moteur à piston se caractérise par deux mouvements :

- o Le mouvement rectiligne alternatif du piston qui engendre
- o Le mouvement circulaire continu du vilebrequin et du volant.

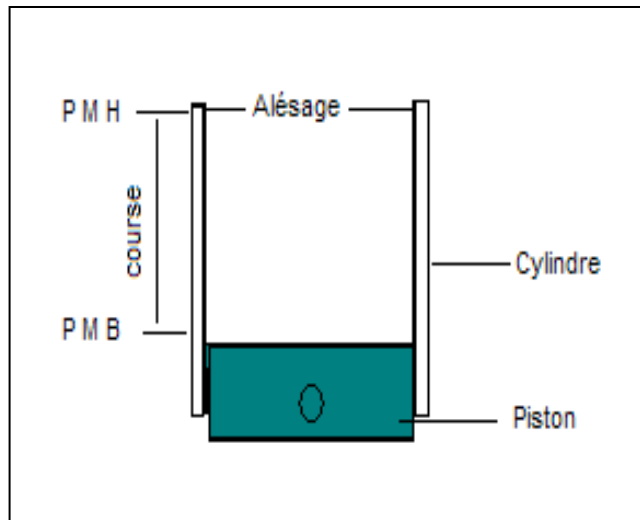
8-3 Fonctionnement

Les moteurs thermiques sont constitués d'un ou plusieurs **cylindres** confinant les combustions. Dans chaque cylindre, un **piston** coulisse en un mouvement rectiligne alternatif. Mouvement transformé en rotation, par l'intermédiaire d'une **bielle** reliant le piston au **vilebrequin** (assemblage de **manivelles** sur un **axe**).

9. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES MOTEURS THERMIQUES

Les moteurs thermiques à combustion interne se caractérisent par :

- ↗ La course : distance entre le PMH et le PMB en mm.
- ↗ L'alésage : diamètre du cylindre en mm;



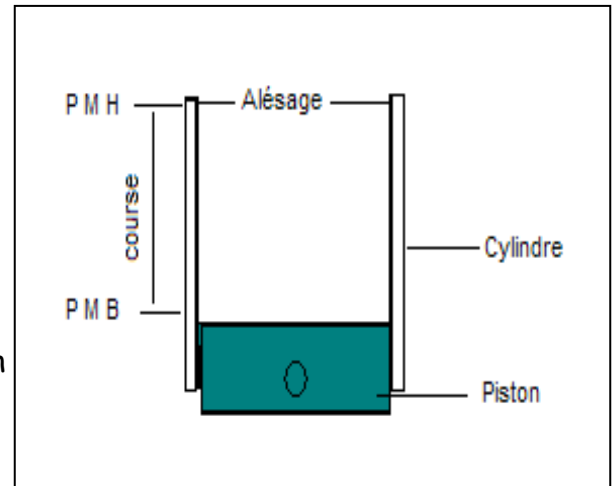
- ↗ Le nombre et la disposition des cylindres : 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6 ; 8...
- ↗ La cylindrée en Cm^3 ;
- ↗ Le rapport volumétrique ;
- ↗ Le couple moteur ;
- ↗ La puissance maximale ;
- ↗ La puissance fiscale.

9-1 LA CYLINDREE

1. Cylindrée unitaire : C'est le volume entre le PMH et le PMB d'un seul cylindre exprimé en centimètre cubes ou en litre.

$$V_u = \pi (A/2)^2 \cdot C$$

Avec : A = Alésage en centimètre.
 C = course en centimètre.
 V_u = cylindrée unitaire en litres ou en
1 litre = 1000 Cm^3



2. Cylindrée totale :

C'est le volume total des cylindres d'un moteur exprimé en centimètre cubes ou en litre.

$$V_T = \pi (A/2)^2 \cdot C \cdot n$$

Ou

$$V_T = V_u \cdot n$$

Avec : n = nombre de cylindres.

3. Exercice :

Un moteur à essence a les caractéristiques suivantes :

Alésage $A = 84 \text{ Cm}$; Course $C = 88.5 \text{ Cm}$; nombre de cylindres $n = 4$

- Calculer la cylindrée unitaire ;
- Calculer la cylindrée totale.

Réponse :

a- on a $V = \pi (A/2)^2 \cdot C \cdot n$
 $= 490.42 \text{ Cm}^3$

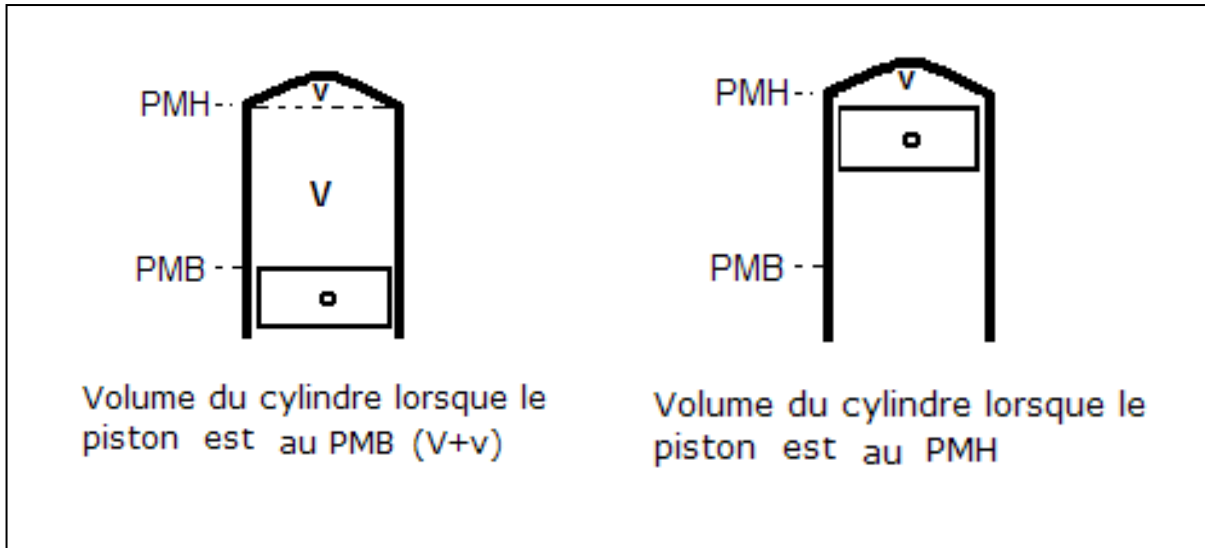
b - on a $V_T = \pi (A/2)^2 \cdot C \cdot n$
 $= 1961.7 \text{ Cm}^3$

9-2 RAPPORT VOLUMETRIQUE

1. Définition :

C'est le rapport existant entre le volume total du cylindre lorsque le piston est au PMB ($V+v$) et le volume restant lorsque le piston est au PMH (v).

Le volume (v) correspond à la **chambre de combustion**.



2. Formule :

$$\rho = (V + v) / v$$

Le résultat se présente sous la forme d'une fraction.

Exemple :

8/1; 9/1 ou 8 pour 1

3. Exercice : Un moteur à essence a les caractéristiques suivantes :
Alésage $A = 84\text{Cm}$; Course $C = 88.5\text{Cm}$;

- Calculer la cylindrée unitaire.
- Calculer le rapport volumétrique ρ sachant que le volume de la chambre de combustion est égal à 65 cm^3 .

Réponse :

a. On a $V = \pi (A/2)^2 \cdot C$
 $V = 490.42\text{ Cm}^3$

b. On a $\rho = (V+v)/v$
 $\rho = 8.54$

9-3 LE COUPLE MOTEUR

1. DEFINITION : Le couple moteur est le produit de la force sur la bielle par la longueur du bras de maneton de vilebrequin.

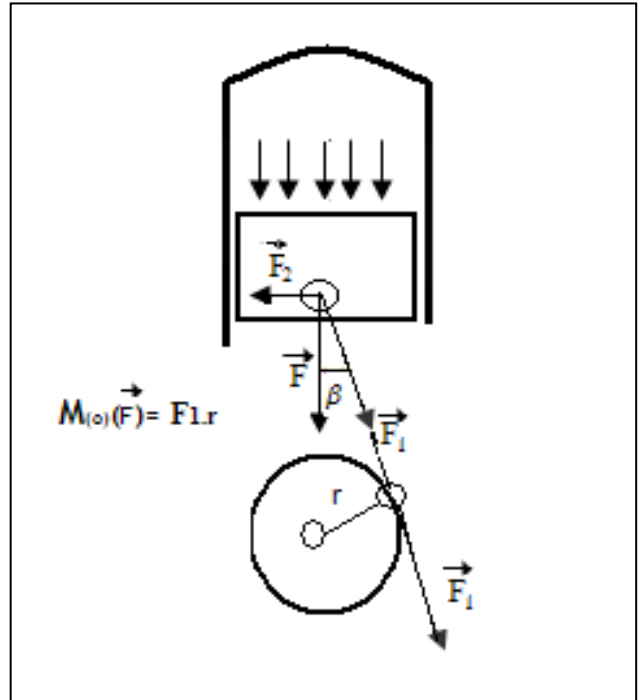
2. : EFFORT SUR LA TETE DU PISTON

La pression qui agit sur la tête du piston lui communique une force d'intensité F .

$$F = P.S$$

Avec :

- P = la pression des gaz en bars ou Kg/cm^2
- F = l'effort exercé sur la tête du piston
- S = la surface de la tête du piston



3. : CALCUL DU COUPLE MOTEUR

Intensité de la composante efficace de \vec{F} (F_1) sur la bielle :

$$F_1 = F / \cos \beta$$

Le moment du couple moteur sera:

$$M(o)(F) = F_1.r$$

Moment du couple
de F_1 par rapport à o

=

Force nominale à la
bielle

Rayon du bras de
manivelle

4- TRAVAIL DU COUPLE MOTEUR :

Le travail (W) est égal au produit de la force sur la bielle (F_1) par le déplacement du point d'application de la force (d ou l) :

$$W = F_1.l$$

- Avec : W : en joule
- F_1 : en N
- l : en m

Déplacement de la force pour un tour : $l = 2 \pi r$

Travail de la force pour un tour :

$$W = F \cdot l = F \cdot 2 \pi r$$

Le produit $F \cdot r$ déterminant le couple moteur, on a :

$$\rightarrow F \cdot r = M \text{ (ou) } (F) = C$$

C

$$\text{Et } W = F \cdot 2 \pi r = 2 \pi C$$

Pour un nombre de tours donnés (n), le travail :

$$W = 2 \pi n C$$

5- Consommation Spécifique : masse du combustible en gramme, en fonction de l'énergie fournie (g/KWh).

6- Exercices :

I - Un moteur monocylindrique d'alésage de 88 mm tourne à 3000tr/min. la pression des gaz lors de l'explosion est de 40 Kg/cm². Sachant que le rayon du bras de manivelle est $r = 35\text{mm}$ et $\beta = 30^\circ$.

- a - Quel est l'effort exercé sur la tête de piston ?
- b - Calculer le moment du couple moteur ?
- c - Calculer le travail du couple moteur pour 1 min ?

Réponse :

$$\begin{aligned} \text{a - } F &= P \cdot S = 40 \times 3.14 \times (8.8)^2 / 4 & F &= 2431.6 \text{Kg} \\ \text{b - } C &= F \cdot r \cdot \cos \beta & C &= 73.7 \text{daN.m} = 737.04 \text{ N.m} \\ \text{c - } W &= 2 \pi n C & W &= 13885833.6 \text{ J} \end{aligned}$$

II- Un moteur à pleine charge consomme 16 litres par heure de fonctionnement. Sa puissance est alors de 35Kw. La masse volumique du combustible est de 730Kg/cm³.

Quelle est sa consommation spécifique C_s dans ces conditions ?
Exprimer le résultat en g/Kw.h et en g/ ch.h.

Réponse :

$$\begin{aligned} \text{On a : } m_e &= 16 \cdot 10^{-3} \cdot 730 = 11.68 \text{Kg} = 11680 \text{g} \\ \text{Donc : } C_s &= 11680 / 35 = 333,7 \text{ g/Kw.h} \\ \text{Et on a : } 1 \text{Kw} &= 0.736 \text{ ch} \\ \text{Donc : } P &= 35 / 0.736 = 47.55 \text{ ch} \\ \text{Alors : } C_s &= 11680 / 47.55 = 245.63 \text{ g/ ch.h} \end{aligned}$$

9-4 LA PUISSANCE

1. DEFINITION : la puissance est égale au quotient du travail par le temps.

2. FORMULE :

$$P = \frac{\text{Travail (W)}}{\text{Temps (t)}}$$

Avec : - P : puissance en watts (W);
- w : travail en joules (J);
- t : temps en secondes (S).

Soit pour n tours par minute

$$\text{Et } 2\pi n/60 = \omega$$

Donc

$$P = C. \omega$$

3. Puissance spécifique : puissance effective (DIN ou SAE) pour un litre de cylindrée (KW/L).

4. Puissance fiscale : C'une valeur exprimée en **chevaux-vapeur fiscaux (CV)** permettant d'établir une classification des véhicules par les services fiscaux.

Exemple :

Un moteur d'une cylindrée de 1500cm^3 , **8 CV fiscaux; 50 ch effectifs; 36.8 KW ISO**

Avec : $736\text{W} = 1\text{ch}$

Exercice :

- a - Calculer la puissance (P) d'un moteur sachant que :
Couple moteur = 20daN.m ; vitesse de rotation = 3000tr/min .
b - déduire la puissance fiscale.

Réponse :

Soit : $C = 20\text{daN.m} = 200\text{ N.m}$

a- La puissance (P) :

On a : $P = C. \omega = 2\pi n/60$

$$\text{Donc : } P = 200 \times 2 \times 3.14 \times 3000 / 60$$

$$P = 62800\text{W}$$

$$P = 62.8\text{ KW}$$

b - La puissance fiscale :

$$\text{On a } P = 62.8\text{ KW} = 62800\text{W}$$

$$\text{Et on a } 1\text{ch} = 736\text{W}$$

$$\text{Donc } 62800\text{W} = 85.33\text{ ch}$$

Donc la puissance fiscale de ce moteur est $13.65\text{ ch} \sim 14\text{ch}$

Evaluation de fin de module

1. Qu'est ce que un moteur thermique ?
2. Décrire le cycle à 4 temps de fonctionnement d'un moteur diesel ?
3. Comment la combustion est déclanchée pour un moteur diesel ?
4. Décrire le diagramme de fonctionnement du moteur à essence représenter dans le schéma ci-dessous schéma n°1.
5. Par quel moyen est déclanchée la combustion pour un moteur à essence ?
6. Qu'est ce que diagramme réel ?
7. Qu'est ce que AOA, RFA, AOE, RFE, AA ?
8. Tracer le diagramme réel d'un moteur diesel ou à essence ?
9. Citer les caractéristiques des moteurs thermiques ?
10. Un moteur à quatre cylindre a un alésage de 76mm et une course de 66mm.
 - a - Calculer la cylindrée unitaire de ce moteur et déduire la cylindrée totale ?
 - b - Calculer le rapport volumétrique sachant que le volume de la chambre de combustion est 38cm^3 ?
 - c - Calculer la puissance effective sachant que le couple moteur est de 12daN et que le moteur tourne à 5000tr/min ?

