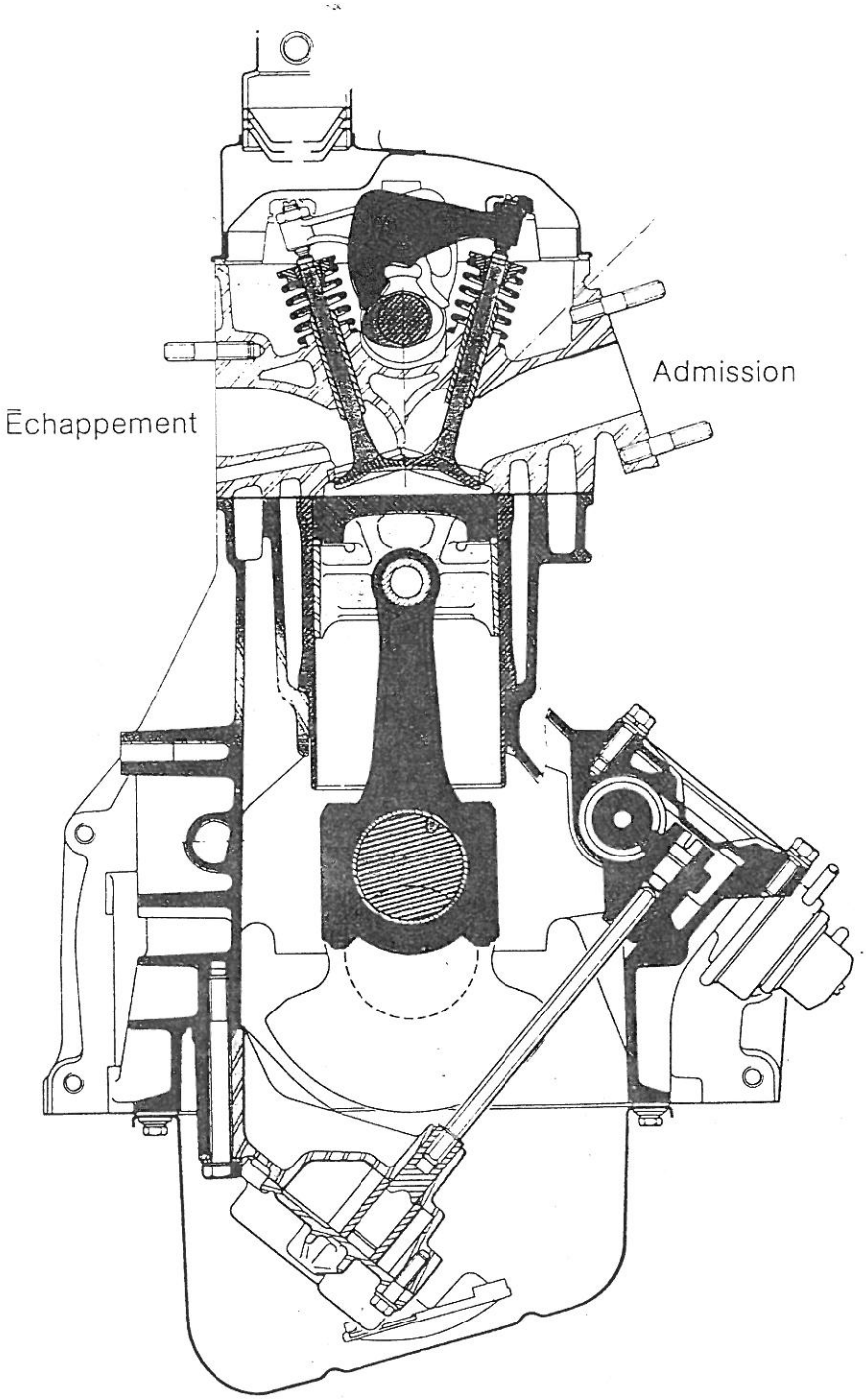
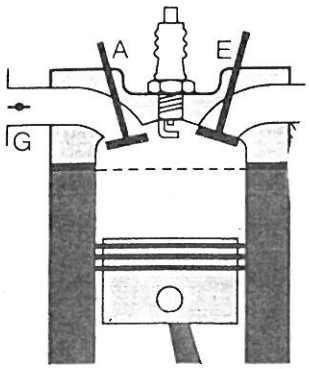
LE MOTEUR A ESSENCE

à 4 temps



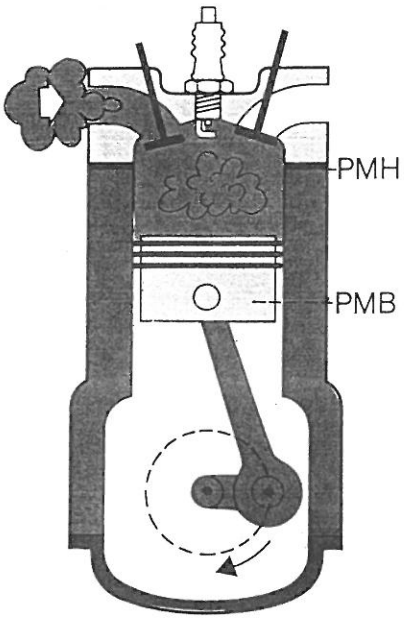
– LE CYCLE Ā 4 TEMPS THĒORIQUE ou cycle de Beau de Rochas



Pour permettre au moteur de fonctionner, sa partie supérieure est équipée :
- d'une bougie d'allumage pour déclencher la combustion
- d'une soupape d'admission (A) pour autoriser l'entrée du mélange
- d'un papillon G pour contrôler la quantité de mélange admis
- d'une soupape d'échappement (E) pour permettre l'évacuation du mélange brûlé.

Cette partie supérieure, généralement amovible est appelée LA CULASSE.

1 – 1er TEMPS : ADMISSION

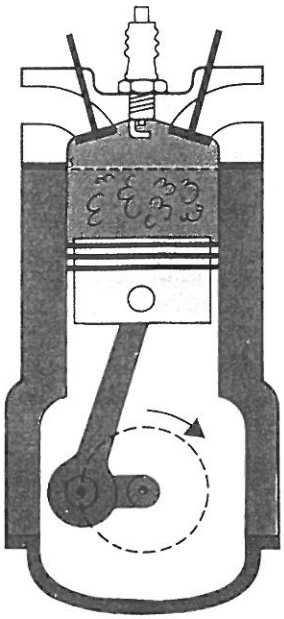


Rôle

Description

- La soupape d'admission s'ouvre quand le piston est au Point Mort Haut (PMH)
- Le piston descend du Point Mort Haut (PMH) vers le Point Mort Bas (PMB)
- La descente du piston crée une dépression dans le cylindre qui permet au mélange d'y pénétrer (LE MOTEUR EST UNE POMPE)
- La soupape d'admission se ferme quand le piston est au PMB.

2 – 2e TEMPS : COMPRESSION



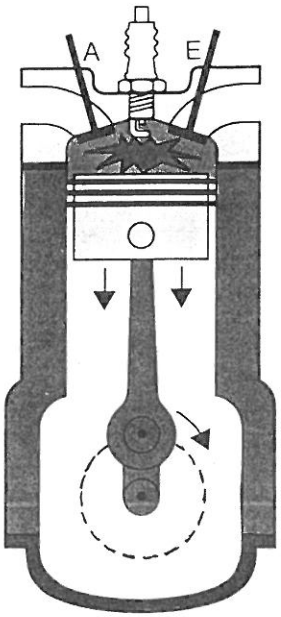
Rôle

Description

- Les soupapes sont fermées
- Le piston remonte du Point Mort Bas (PMB) au Point Mort Haut (PMH)

* Beau de Rochas : ingénieur français qui déposa son brevet sur le cycle à 4 temps en 1862.

– COMBUSTION-DÉTENTE

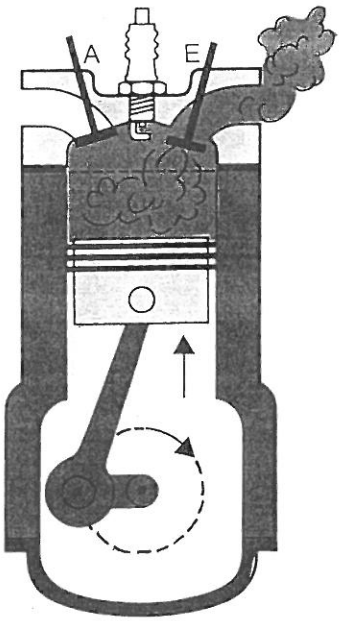


Rôle

Description

- Les soupapes sont fermées
- Quand le piston est au PMH, l'étincelle électrique fournie par la bougie enflamme le mélange
- La pression augmente sur le piston et chasse celui-ci vers le bas.
- Le piston redescend du PMH au PMB

4 – ÉCHAPPEMENT



Rôle

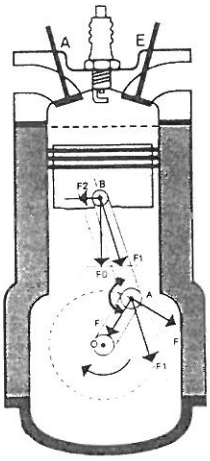
Description

- La soupape d'échappement s'ouvre quand le piston est au PMB
- Le piston remonte du PMB au PMH
- Les gaz brûlés sont chassés par le piston vers l'extérieur
- La soupape d'échappement se ferme quand le piston est au PMH

Résumons-nous !

ADMISSION
+
COMPRESSION
+
COMBUSTION-DÉTENTE
+
ÉCHAPPEMENT

- LE COUPLE



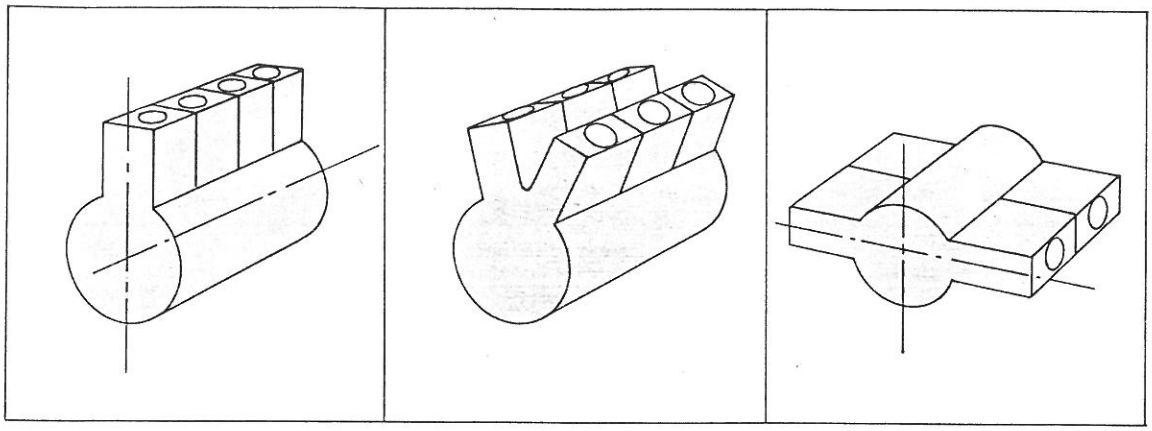
... La valeur du couple n'est pas constante, elle varie de grandeur à chaque instant : la force F varie ainsi que l'angle α. De plus seul le 3e temps offre un couple moteur, les autres temps offrent un couple résistant :
LE COUPLE MOTEUR OBTENU EST ASSIMILABLE Ã UN COUPLE MOYEN Mm

Mais

Pour y remédier :
2 SOLUTIONS

C'est une masse d'inertie qui autorise un mouvement régulier. En effet elle emmagasine une partie de l'énergie mécanique pendant le temps moteur pour la restituer pendant les temps résistants.

Plus le nombre des cylindres sera important :
– plus le couple sera régulier
– plus le couple moyen sera élevé
– plus le volant sera léger.
Dans la pratique on trouve essentiellement les solutions suivantes.

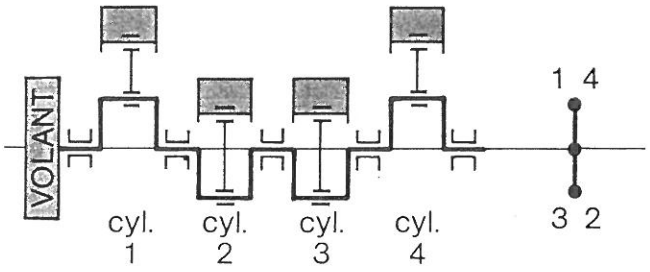


moteur "en ligne"
2, 4, 6 cylindres

moteur "en V"
2, 4, 6, 8, 12 cylindres

moteur "flat"
2, 4, 6, 8, 12 cylindres

Pour améliorer la régularité de fonctionnement, il faut répartir les temps "moteur" sur les 720° du cycle (2 tours de vilebrequin = 360° x 2)
Ex : moteur 4 cylindres : 720° : 4 = 180°.
De plus, dans le cas d'un moteur 4 cylindres en ligne, pour bien équilibrer l'ensemble bielle-manivelle, le vilebrequin doit être symétrique par rapport à son centre.



	0	180°	360°	540°	720°
Cylindre 1	Det ↘	Ech ↗	Adm ↘	Comp ↗	
Cylindre 2	Ech ↗	Adm ↘	Comp ↗	Det ↘	
Cylindre 3	Comp ↗	Det ↘	Ech ↗	Adm ↘	
Cylindre 4	Adm ↘	Comp ↗	Det ↘	Ech ↗	
Ordre de l'allumage	1	3	4	2	

6 – LA PUISSANCE

Par définition $P = \frac{W}{t} = F\ moy. \times \frac{2\pi Rn}{60}$

avec : $2\pi R$ = circonférence décrite par les manetons
F moy. = Force moyenne sur le piston
n = régime de rotation en tours/minute

or le couple $M = F\ moy. \times R$

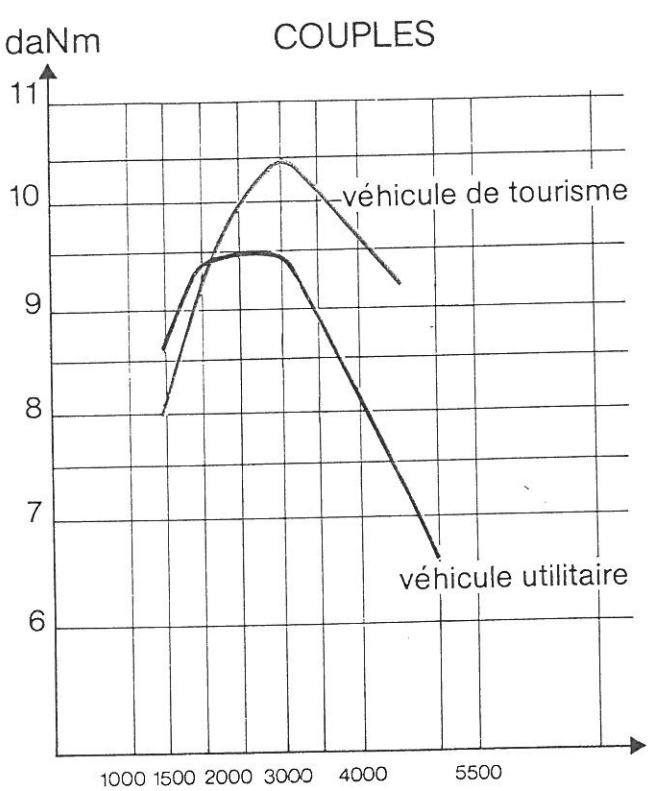
d'où $P = M \times \frac{2\pi n}{60}$

$$\boxed{P = M \times \omega}$$

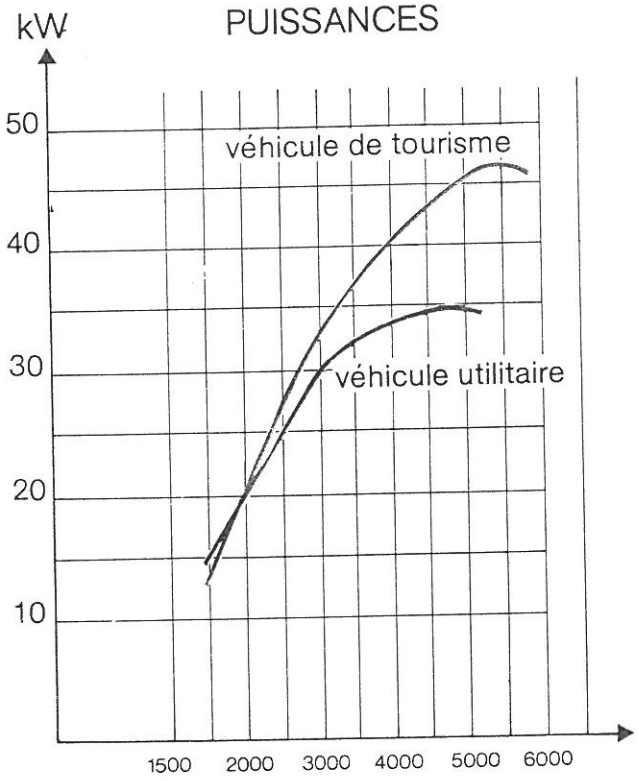
avec $\omega = \frac{2\pi n}{60}$ = vitesse angulaire en radians/seconde

Pour illustrer ce qui a été vu, examinons les courbes de couple et de puissance (papillon grand ouvert) d'un même moteur d'origine appliqué à 2 véhicules très différents.

Ex : moteur 4 cylindres en ligne
Alésage x course : 76 mm x 77 mm
Cylindrée : 1 397 cm^3



Véhicule utilitaire : 9,4 daNm à 2000 tr/mn
Véhicule de tourisme : 10,5 daNm à 3000 tr/mn



Véhicule utilitaire : 35 kW à 4750 tr/mn
Véhicule de tourisme : 47 kW à 5550 tr/mn

Ce moteur, à partir de réglages différents, permet d'obtenir des caractéristiques différentes. Ces dernières varient en jouant entre autres sur le rapport volumétrique, sur la commande des soupapes et sur l'alimentation en mélange air-essence :
– sur véhicule utilitaire, transportant des charges élevées, on a recherché un couple important à bas régime, et qui reste pratiquement constant sur une plage étendue. On a une courbe dite "plate". De même, la puissance maximum se trouve à un régime modéré ; sa forme est également assez plate.
– sur un véhicule de tourisme, on recherche un compromis entre l'agrément de conduite : la souplesse, et les performances élevées. On trouve le couple maximum à un régime plus élevé, mais sa courbe est plus pointue. De même, la puissance maximum plus importante est fournie à plus haut régime : il en résulte une vitesse de pointe plus élevée.

– LE RAPPORT VOLUMÉTRIQUE

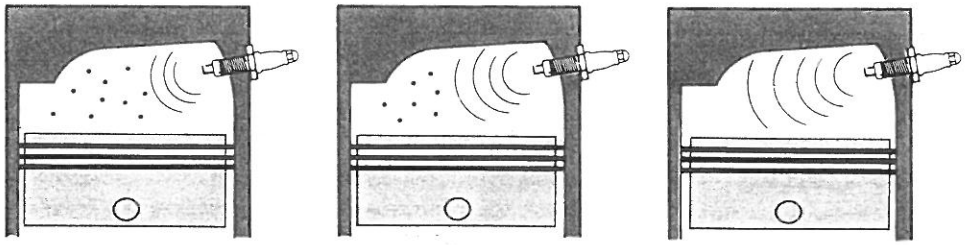
Il a une influence directe sur 2 éléments :

et

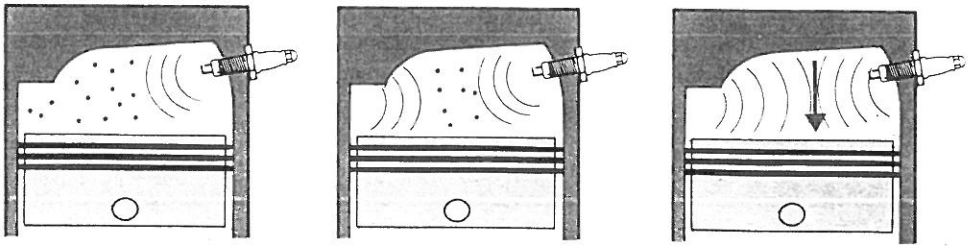
Plus le rapport volumétrique sera élevé, plus le volume de gaz aspiré sera comprimé : la pression et aussi la puissance sont liées à la valeur du rapport volumétrique.

Un rapport volumétrique élevé augmente la vitesse de combustion ce qui est favorable à une pression maximale élevée. Il est toutefois limité par les phénomènes de combustion détonante.

COMBUSTION NORMALE OU DÉFLAGRANTE: le front de flamme avance progressivement par nappes successives



COMBUSTION DÉTONANTE : la combustion débute normalement, mais par suite de l'élévation de pression et de température, une autre portion de mélange s'enflamme spontanément.



La rencontre des 2 fronts de flamme engendre LE CLIQUETIS qui se traduit par une brutale surchauffe pouvant aller jusqu'à la fusion des éléments du moteur (électrodes de bougie, tête du piston).