

**Année universitaire 2021**

**Module**

**Moteur à Combustion Interne**

**Partie IV**

**Constitution des Moteurs à  
Combustion Interne**

# **Théorie des Moteurs à Combustion Interne**

## **Préface**

**Ce cours est réalisé en utilisant les informations et illustrations mis à la disposition du grand publique sur l'industrie automobile dans les livres et les sites spécialisés supportés par : Google, You tube etc.**

**Mis à part l'organisation et le choix du contexte conformément au module Moteur à Combustion Interne du programme officiel de la filière.**

**L'auteurship des illustrations, des schémas et des démonstrations, revient de droit à leurs auteurs d'origines comme mis à la disposition du grand publique.**

## **Note:**

**Certains contenus ne sont peut être pas retracables, vu leur ancienneté, leur retrait par leurs auteurs ou simplement sont dépassés et remplacés par du matériels nouveaux.**

# Constitution des Moteurs à combustion interne

## Rappel

Un moteur est un transformateur d'énergies

Il transforme l'énergie calorifique d'un combustible en énergie mécanique

Pour une quantité de combustible qu'il reçoit il fournit une quantité de travail

L'énergie qu'il nous fournit est l'énergie mécanique sous forme de rotation

La rotation représente le couple moteur donc la puissance développée.

Le rendement du moteur est le rapport entre ce qu'il reçoit et ce qu'il rend

Le rendement varie généralement entre 45% à 65%

# Vidéos sur l'historique des premières voitures

<https://www.youtube.com/watch?v=atP0kFM-Xko>

<https://www.youtube.com/watch?v=xilk8Wynn0Y>

<https://www.youtube.com/watch?v=GOLYDbNzb9Q>

[https://www.youtube.com/watch?v=018sRPD\\_HZw](https://www.youtube.com/watch?v=018sRPD_HZw)

<https://www.youtube.com/watch?v=s4sEzlbeVMw>

[https://www.youtube.com/watch?v=vx0UHvkR\\_qY](https://www.youtube.com/watch?v=vx0UHvkR_qY)

<https://www.youtube.com/watch?v=XfDrdJpsbUQ>

[https://www.youtube.com/watch?v=\\_sRIJS2WXe8](https://www.youtube.com/watch?v=_sRIJS2WXe8)

<https://www.youtube.com/watch?v=pZ4Ux2H4PdY>

# Constitution des Moteurs à combustion interne

L'évolution de l'automobile est lié à la volonté d'améliorer les performances du moteur

**L'objectif des constructeurs est d'augmenter le rendement du moteur**

**Augmenter le rendement = Moteur plus performant**

**Moteur plus performant = Moteur plus économique.**

Améliorer les performances = Améliorer les opérations, les systèmes et les éléments.

**L'amélioration est réalisé par l'introduction de :  
l'électronique, l'informatique et de nouveaux matériaux**

**L'électronique et l'informatique dans la gestion plus précise du moteur**

**Les matériaux plus haute résistance, Légèreté et dureté**

# INTRODUCTION

Le fonctionnement d'un moteur à combustion interne met en jeu:

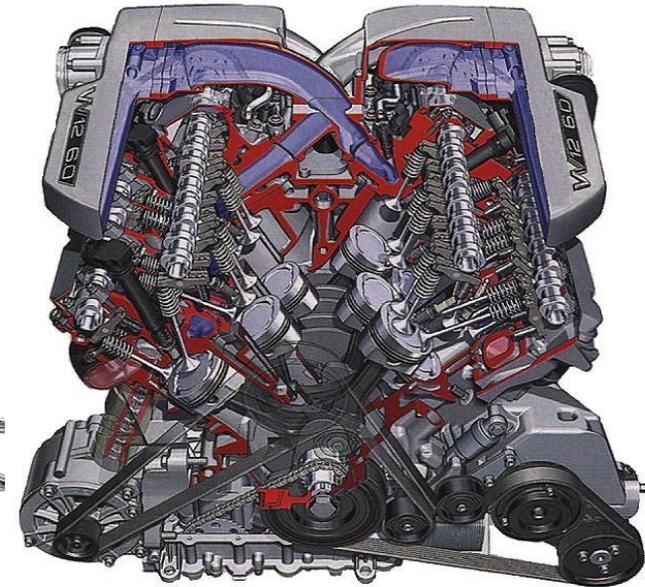
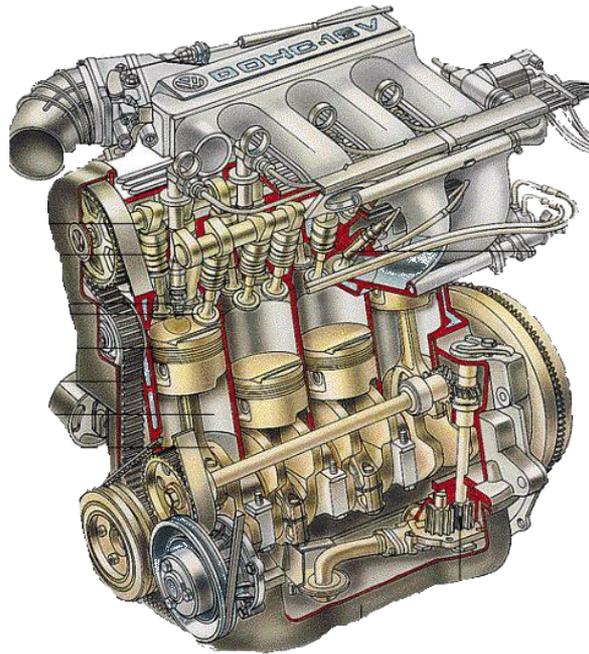
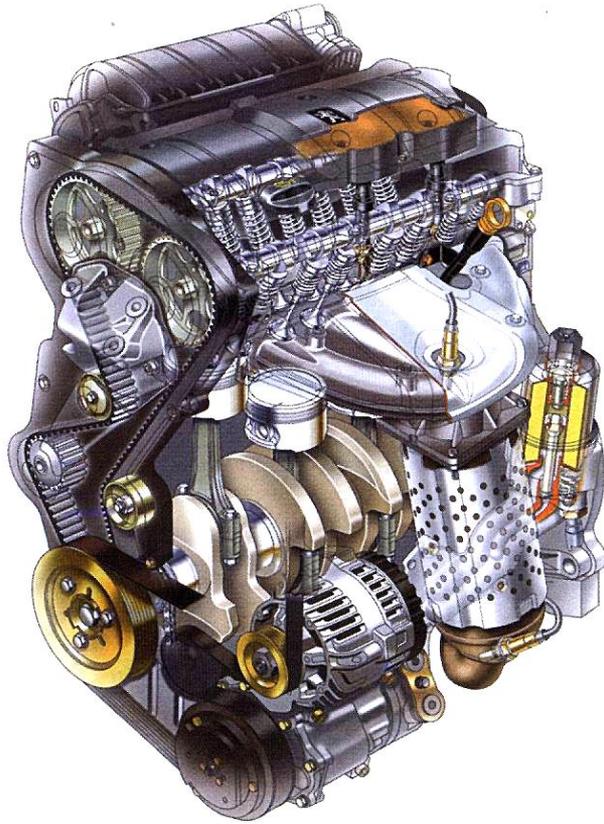
- Des éléments fixes
- Des éléments mobiles
- Des accessoires auxiliaires externes

**L'amélioration et le perfectionnement de ces 3 axes conduit à :  
l'amélioration du rendement du moteur à combustion interne**

- L'innovation dans l'industrie automobile est la clé du développement mécanique, informatique et électronique de l'automobile.
- Le partenariat et la diversité regroupent plusieurs constructeurs qui se partagent les nouveautés et les nouvelles techniques.
- Les échanges entre eux; de pièces, d'accessoires ou d'idées plus adaptables à un model qu'à un autre font d'eux une communauté très soudée.
- Dominant un créneau très lucratif et inépuisable pour le moment, ils cohabitent et la concurrence se limite surtout à l'acquisition de nouveaux marchés.

# Le moteur à combustion interne Organes

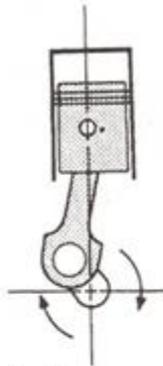
<https://www.youtube.com/watch?v=jdeyprmFc29c>



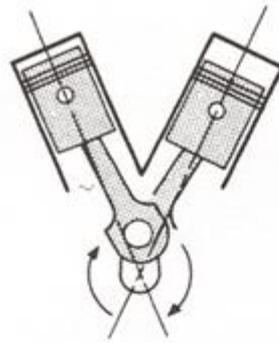
videoplayback

# Arrangements des cylindres

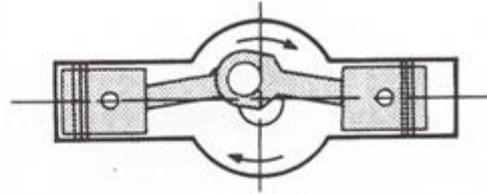
L'arrangement des cylindres donne la forme au moteur



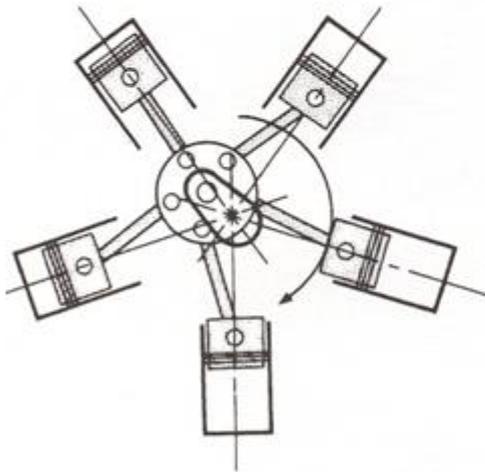
En ligne vertical



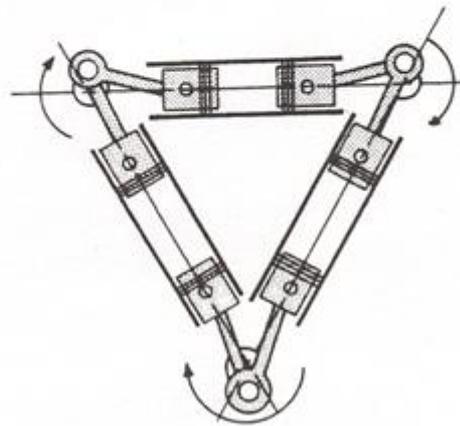
Moteur en V



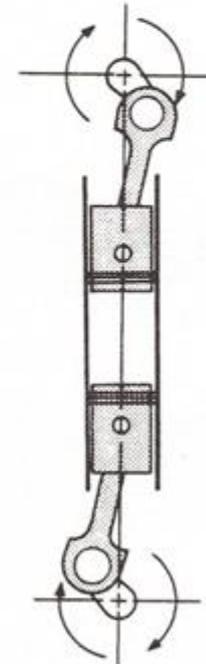
Moteur Horizontal



Moteur Radial



Moteur Delta



Moteur à  
Pistons opposés

Suite

# Différentes géométries de moteurs



Suite

<https://www.youtube.com/watch?v=D3bj47TAYiU>

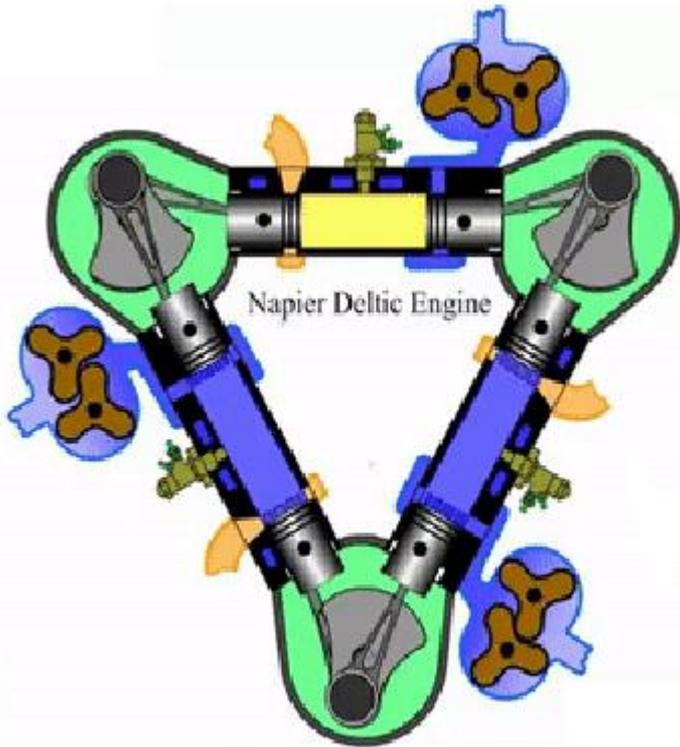


Napier Deltic Engine.mp4

<https://www.youtube.com/watch?v=o9AecNLjYI4>

<https://www.youtube.com/watch?v=9Gcaoel6QFY>

<https://www.youtube.com/watch?v=UF5j1DvC954>

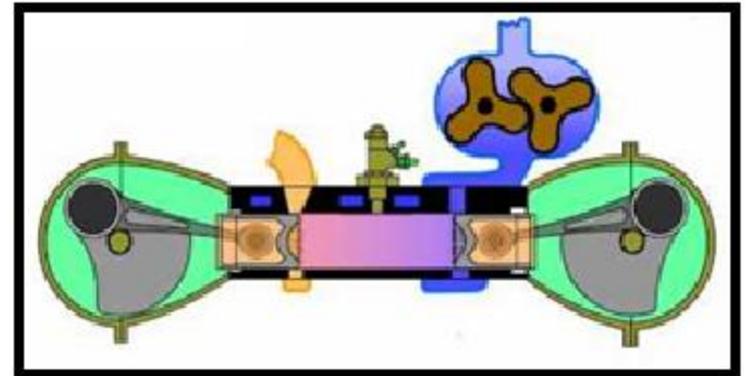


[www.mechanisms.co](http://www.mechanisms.co)



videoplayback(3).mp4

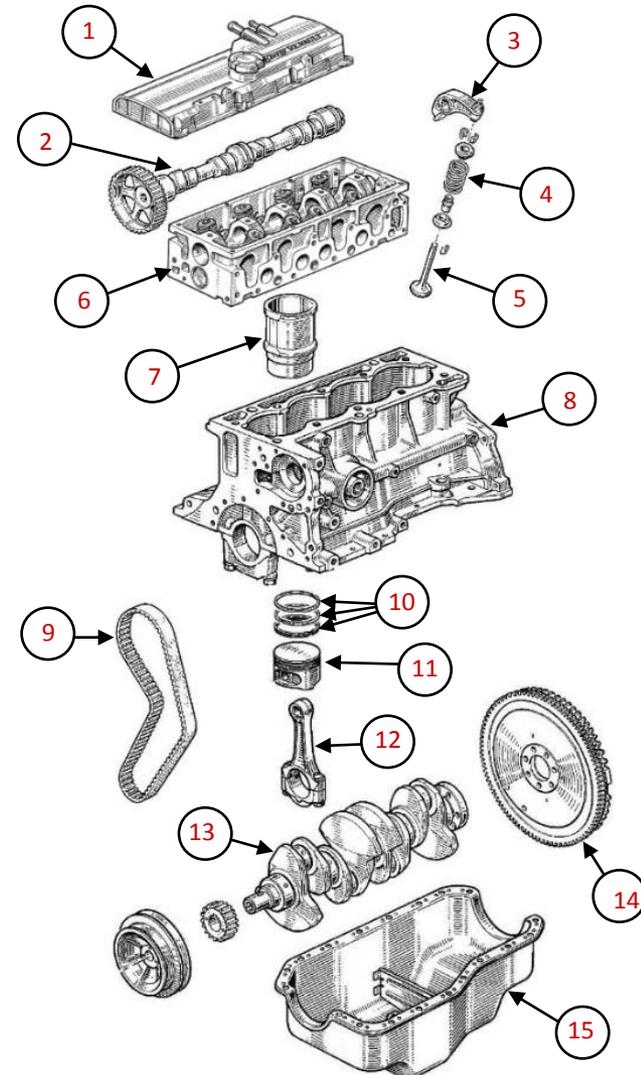
<https://www.youtube.com/watch?v=UF5j1DvC954>



*Fin*

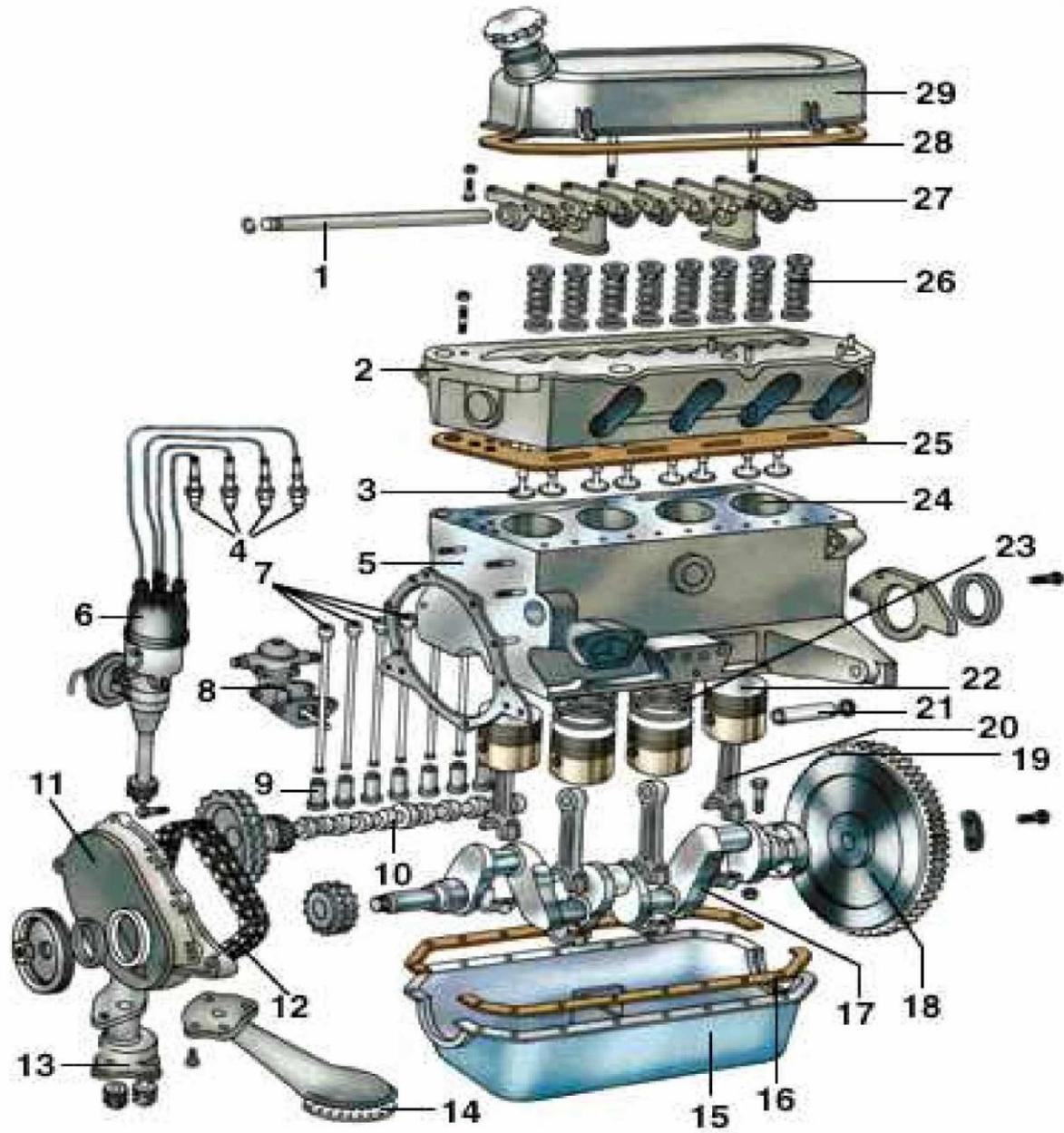
# CONSTITUTION

1	Couvre culasse
2	Arbre à cames
3	Culbuteurs
4	Ressort de soupape
5	Soupapes
6	Culasse
7	Chemise
8	Bloc moteur
9	Courroie de distribution
10	Segments
11	Piston
12	Bielle
13	Vilebrequin
14	Volant moteur
15	Carter inférieur



Suite

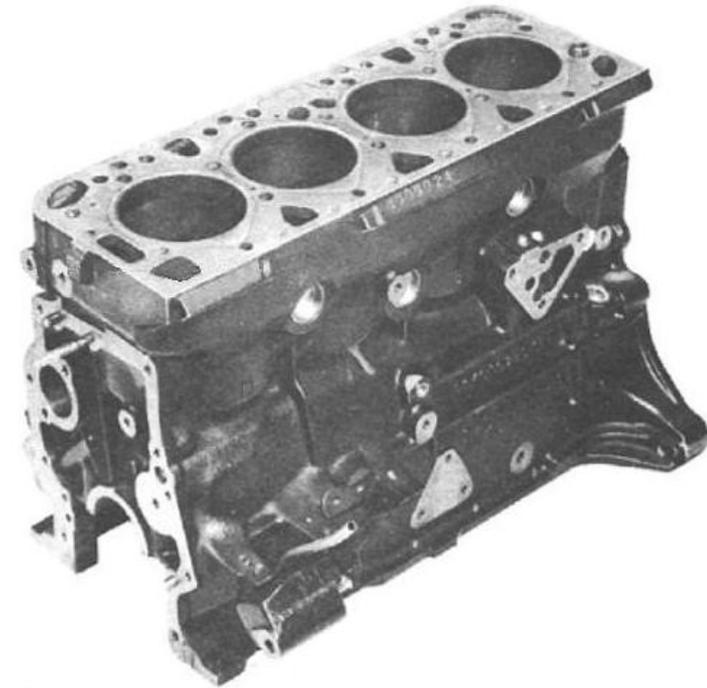




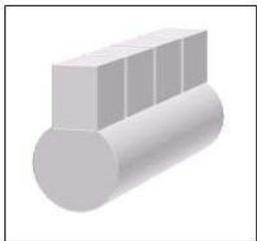
Fin

# LE BLOC CYLINDRE

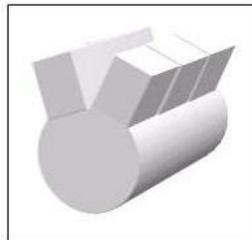
- Il ne doit pas se déformer sous la contrainte de la combustion
- Il doit permettre l'évacuation d'une partie de la chaleur dégagée par la combustion.
- Il supporte tous les éléments mobiles du système bielle-manivelle ainsi que la culasse et ses éléments et les accessoires auxiliaires.



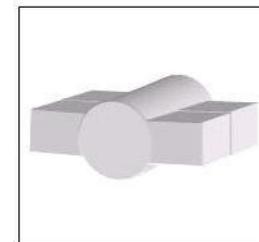
## Disposition des cylindres



*En ligne*



*En V*



*À plat*

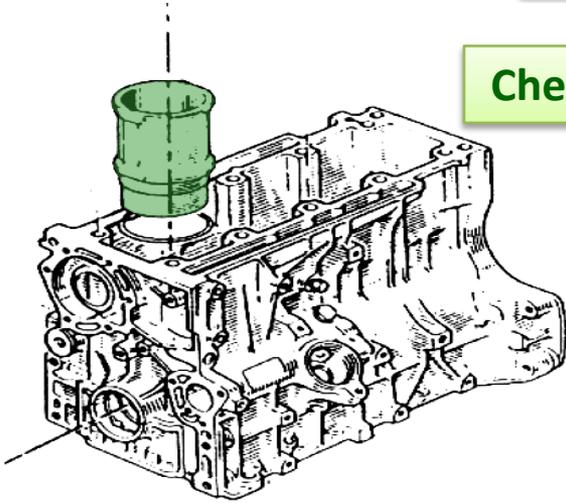
*Suite*



# LE BLOC CYLINDRE

## Montage des cylindres

### Chemises humides

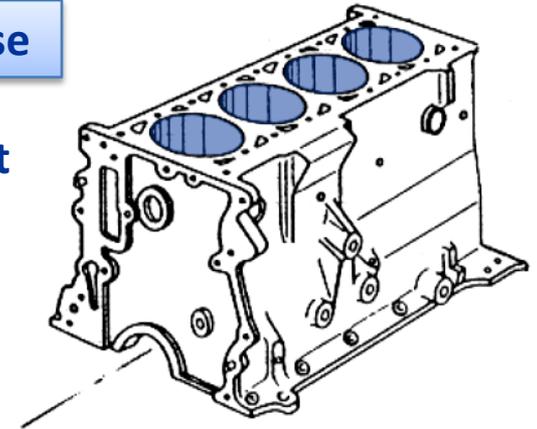


Les cylindres sont amovibles et au contact du liquide de refroidissement.

Cette conception facilite la fabrication du bloc cylindre celui-ci étant un simple carter creux.

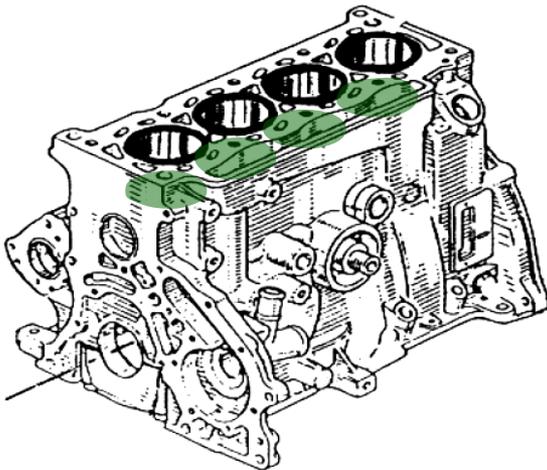
### Sans chemise

Les cylindres sont directement alésés dans le bloc.



### Chemises sèches

Les cylindres sont constitués de fourreaux de faible épaisseur emmanchés dans un bloc en fonte ou en alliage léger.



*Suite*



# LA CULASSE



Elle est, en général, en alliage léger



Elle sert de couvercle hermétique au haut du bloc cylindre

Elle comporte:

- les conduits d'admission et d'échappement
- les soupapes, les arbres à cames, et leurs nécessaires
- les bougies (allumage ou pré-chauffage)
- Des conduits de refroidissement et de lubrification
- les dessus des chambres de combustion
- les injecteurs
- Le cache culasse et son joint

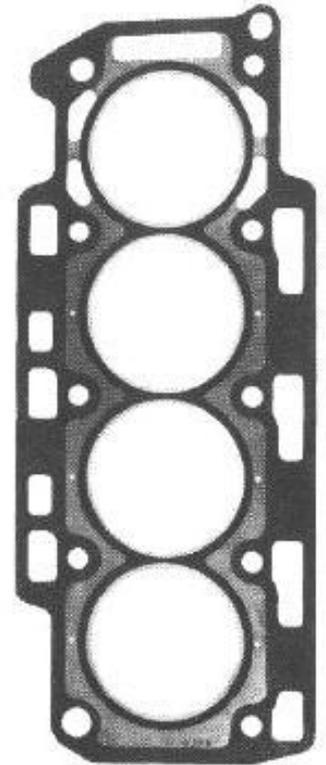
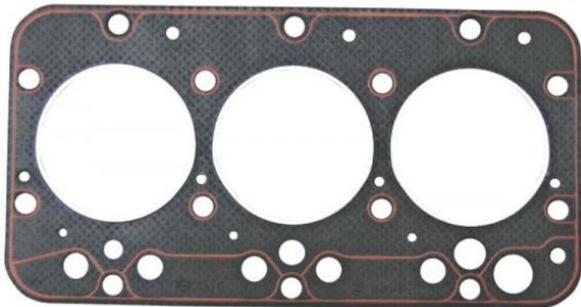


Suite

# Joint de culasse

➤ **Joint métalloplastique placé entre la culasse et le bloc cylindre.**

- Assure l'étanchéité au gaz entre chemise et culasse.
- Assure l'étanchéité à l'eau vers l'extérieur entre culasse et bloc cylindre, vers le cylindre entre culasse et chemises.
- Assure l'étanchéité à l'huile vers l'extérieur entre culasse et bloc cylindre, à l'intérieur entre l'huile et l'eau.



*Suite*



# Les différents caches

## Cache culbuteur

Le cache culbuteur également connu sous le nom de couvre-culasse.

*Il peut contenir le goulot de remplissage d'huile*



## Carter d'huile

Le cache inférieur du moteur connu sous le nom de carter d'huile.

*Il contient l'orifice de vidange d'huile*



## Cache chaine distribution



Suite

# Descriptions et rôles des caches

Les caches peuvent être en aluminium, en tôle fine ou en plastique.

Les caches sont montés sur le moteur avec un joint d'étanchéité.

Les caches assurent l'étanchéité du moteur : ils évitent les fuites d'huile moteur

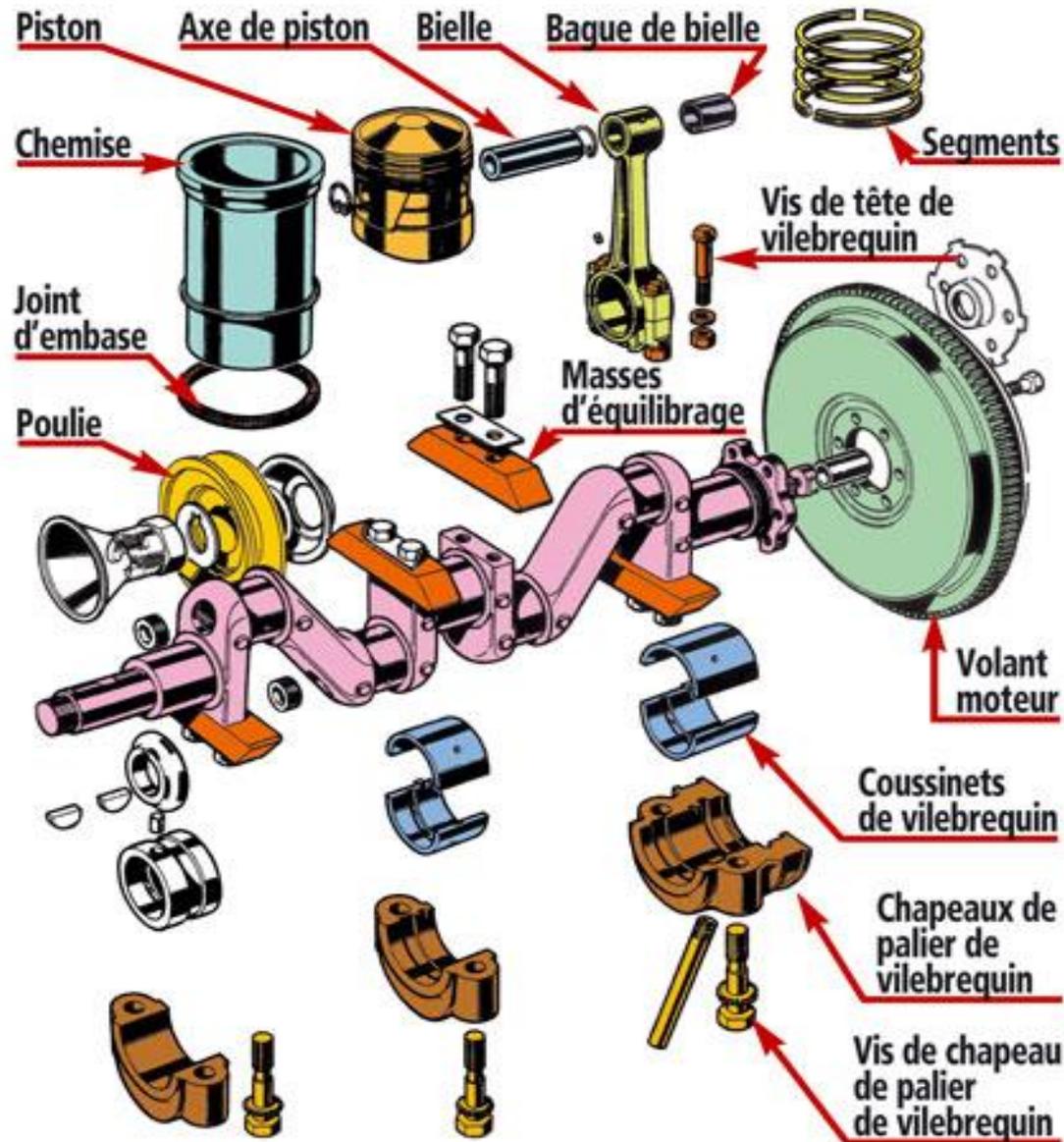
**Le cache culbuteur** est une pièce qui recouvre la partie haute du moteur et permet de protéger l'ensemble du système de distribution.  
il retient l'huile moteur puis il l'a fait couler dans la culasse afin d'assurer sa lubrification.

**Le carter d'huile** il recouvre le bas du moteur et joue le rôle d'un réservoir d'huile moteur. L'huile moteur redescend par simple gravité dans le carter après avoir été envoyée sous pression par la pompe à huile à travers le filtre à huile dans le moteur pour lubrifier les différents composants (vilebrequin, arbre à cames, turbo)

**Le cache chaîne de distribution** est une pièce qui recouvre l'avant du moteur.  
Un autre cache ferme le moteur coté volant moteur.

*Fin*

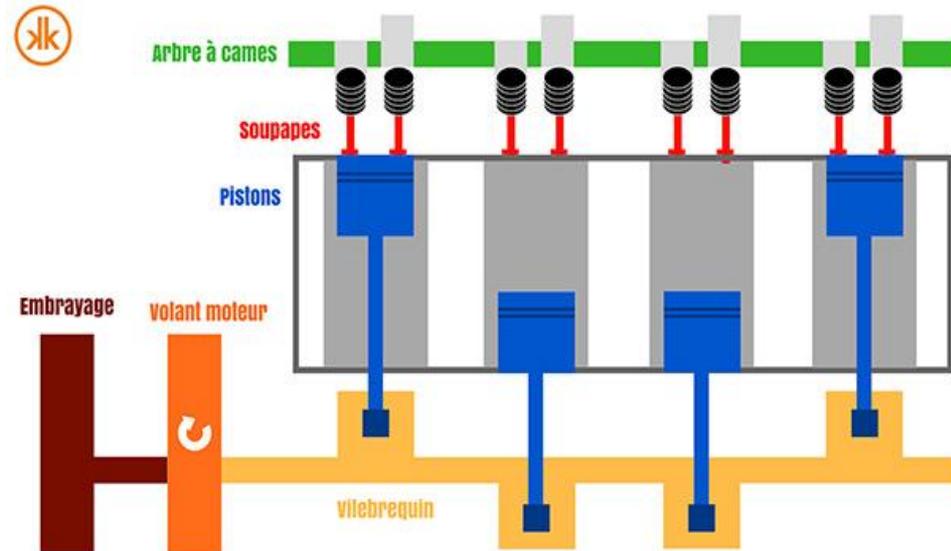
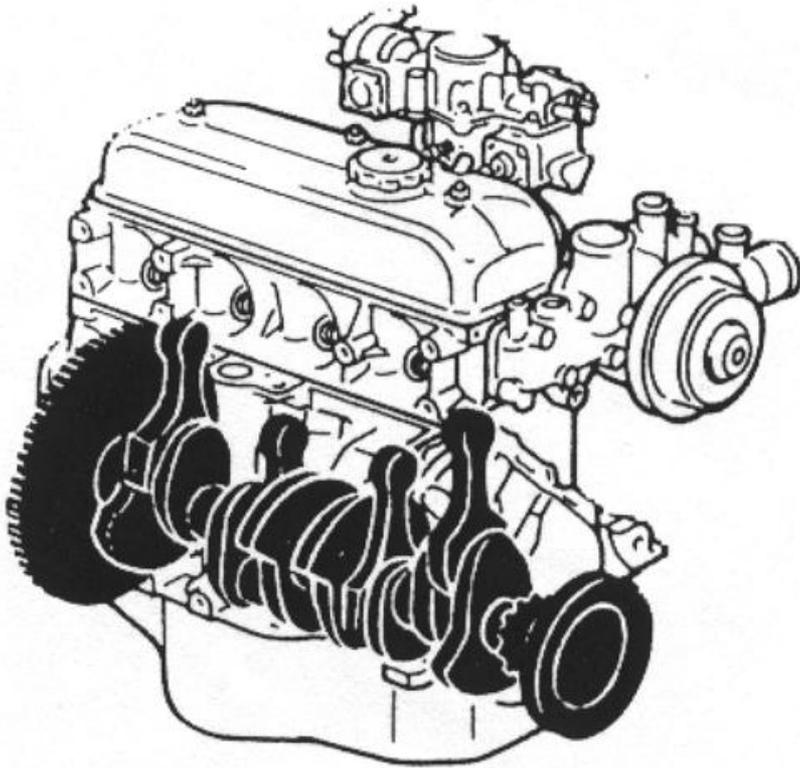
# L'équipage mobile du moteur



# ATTELAGE MOBILE

Constitué du vilebrequin et des bielles, il transforme le mouvement rectiligne alternatif des pistons en mouvement circulaire continu.

La transmission du mouvement circulaire continu à la boîte à vitesse se fait par le volant moteur et le système d'embrayage.



*Suite*

# L'ENSEMBLE PISTON

Le montage des pistons nécessite l'assemblage suivant:

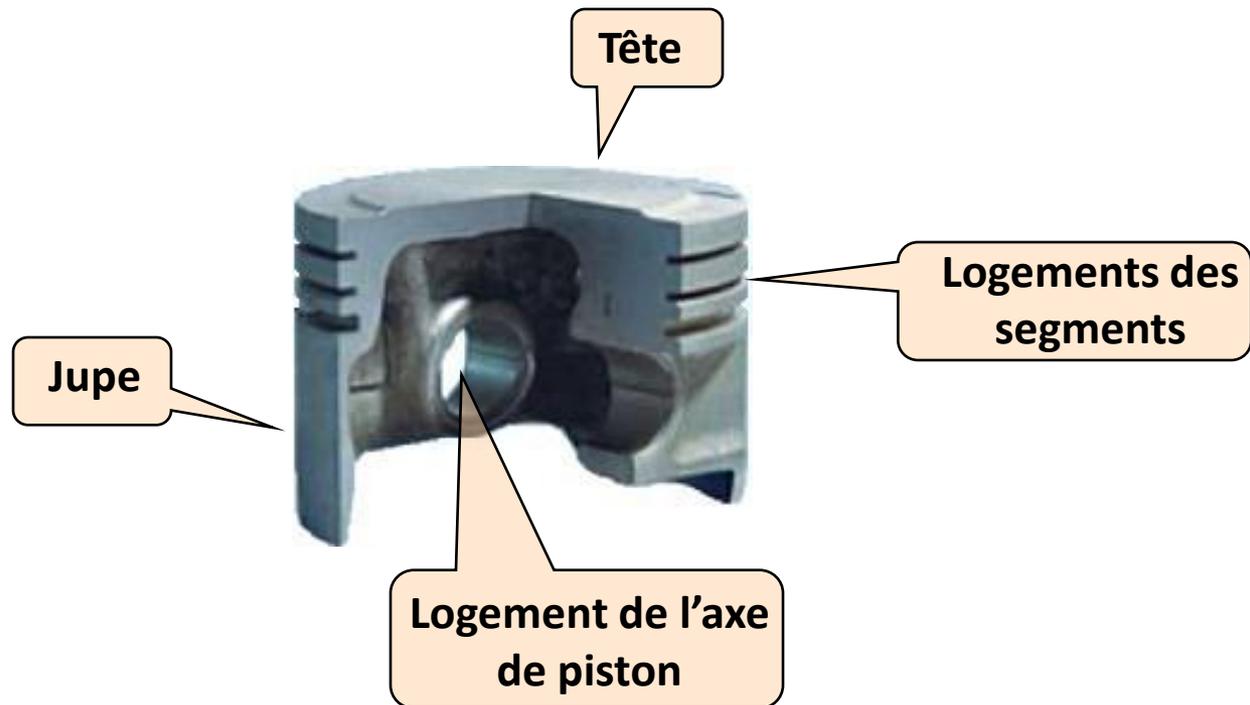
- Les segments sont montés dans leurs logements dans un ordre déterminé.
- L'axe comprenant le pied de bielle est incéré dans son logement et retenu par des circlips.
- l'ensemble piston, segment, et axe son incérés dans la chemise



*Suite*

# LES PISTONS

## Description



- Ils transforment **l'énergie de la combustion en énergie mécanique.**
- Ils doivent avoir une bonne résistance mécanique et thermique.
- Ils doivent être légers pour réduire l'inertie de l'attelage mobile.
- **L'étanchéité entre piston et cylindre est assurée par les segments.**

*Suite*



# DIFERENTS TYPES DE PISTONS

La forme de la tête du piston est en rapport avec la combustion



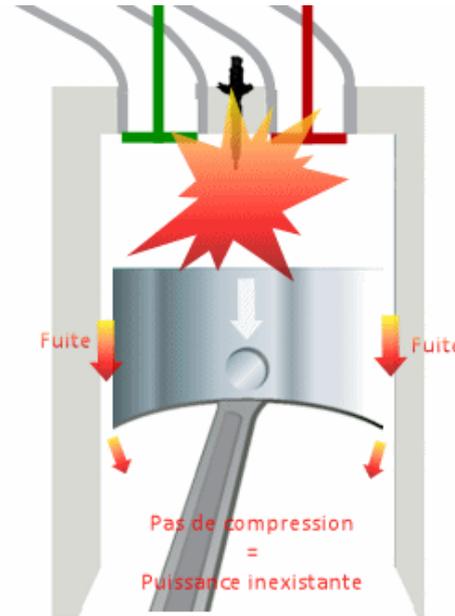
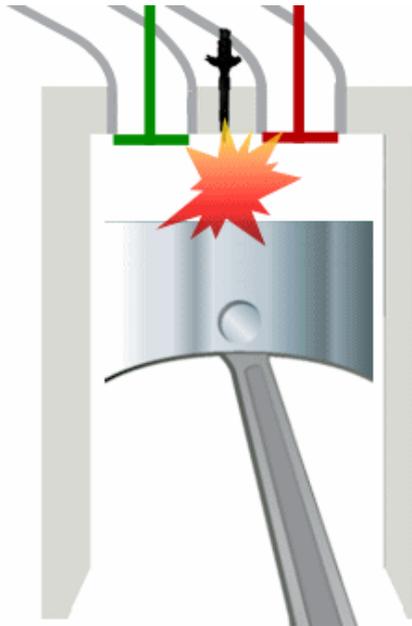
*Fin*

# LES SEGMENTS

## Rôle des segments

Le rôle des segments est d'isoler la chambre à combustion du carter.  
Il existe trois types de segments sur un seul piston.

- Le segment coup de feu
- Le segment d'étanchéité
- Le segment racleur.



*Suite*

# Description des segments

- Ils doivent assurer l'étanchéité entre la chambre de combustion et le carter pour éviter toute perte de puissance.
- Ils doivent participer au guidage du piston, résister à l'usure, la corrosion et tenir aux vibrations.

## 1. Segment coup de feu

Assure l'étanchéité à de la chambre de combustion a pour rôle de sceller les gaz brûlants de combustion et d'éviter la transmission de la chaleur au reste du piston.

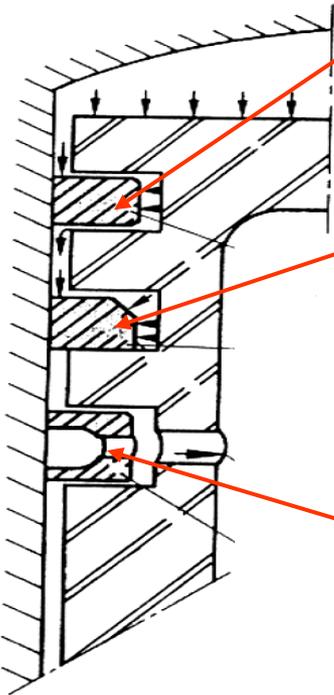
## 2. Segment d'étanchéité

2 ième segment d'étanchéité. il renforce le premier segment dans la maîtrise des gaz et la transmission de la chaleur. Et il permet de répandre sur les parois du cylindre, l'huile envoyée par le segment racleur afin que le premier segment trouve assez de lubrification.

Dans certains moteurs il y en a deux

## 3. Segment racleur

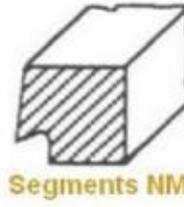
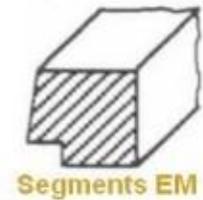
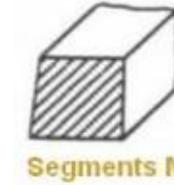
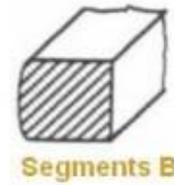
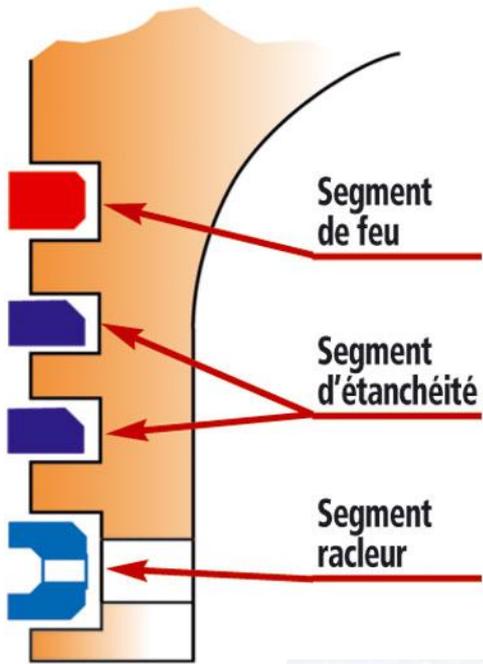
Racle l'huile pour éviter les remontées dans la chambre



Suite



# Formes des segments



Diam. 80 à 99 mm

GOETZE®				
82.00	2.000		001 IF MOL P	KV1
	2.500		026 MO P	KV1
	4.000		231 CR P	STD

Suite

# Montage des segments

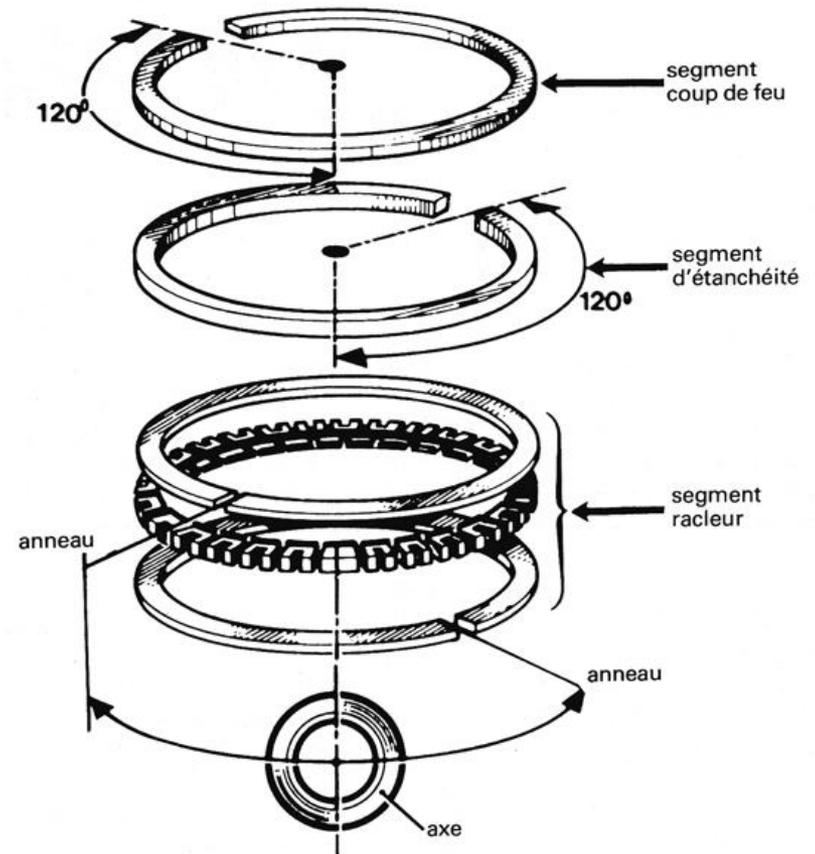
Le segment racleur est monté en premier et occupe le troisième logement (3).  
Ensuite sont montés les segments d'étanchéité (2).  
Et finalement le segment de feu dans le premier logement (1).

Disposition des segments



Les ouvertures des segments sont espacées d'un angle pour éviter un passage direct de la pression et de l'huile.

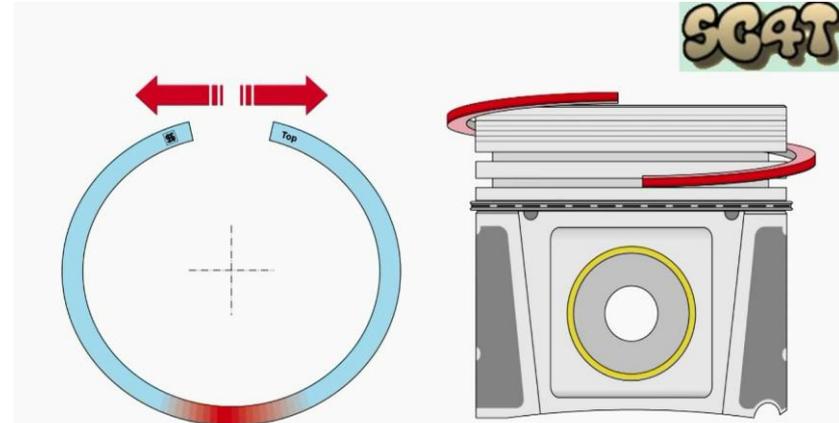
Orientation de l'ouverture des segments



Suite

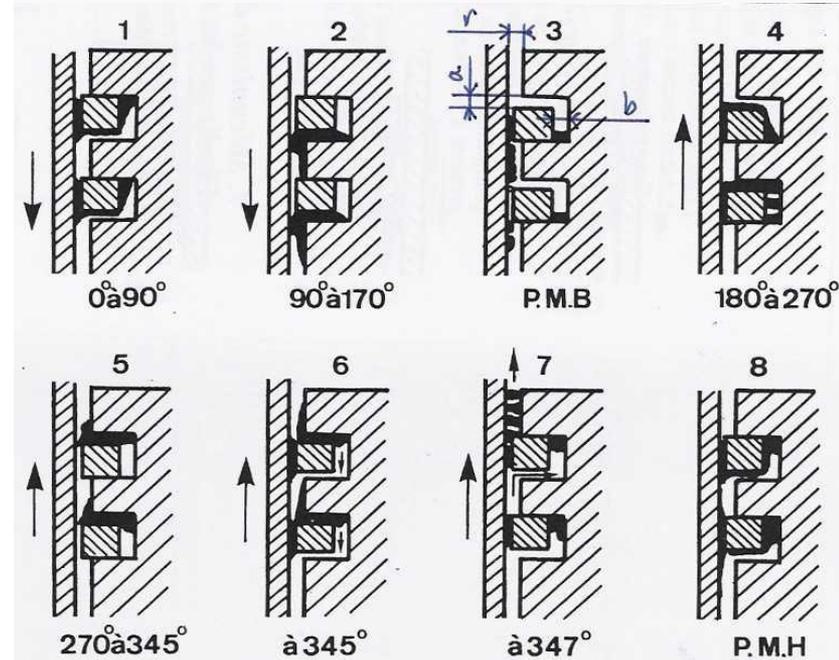
# Insertion des segments sur le piston

L'élasticité et la forme ovale permet au segment de se plaquer contre la parois du cylindre



Évitez toute déformation ou torsion excessive du segment lors du montage.

Le déplacement du segment dans son logement en fonction de la montée et de la descente du piston permet une remontée d'huile suffisante pour la lubrification entre la paroi et les segments

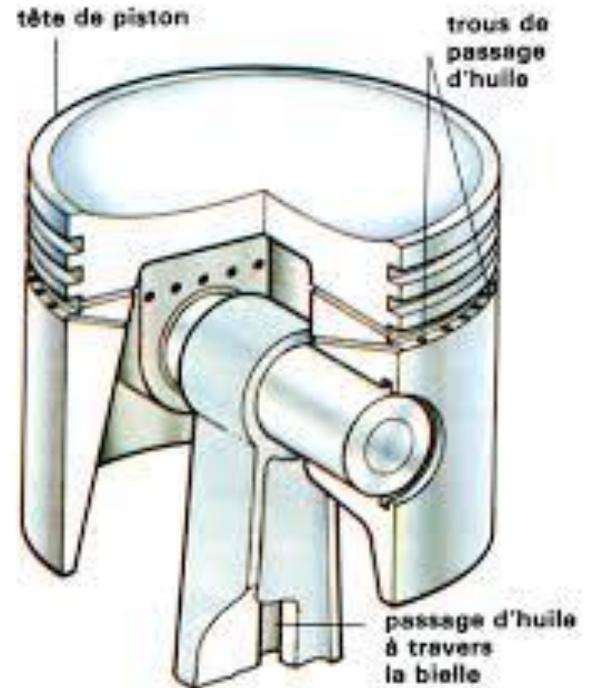


Suite

# Lubrification des organes du piston

La lubrification du pied de bielle et des axes se fait avec l'huile récoltée par le segment racleur.

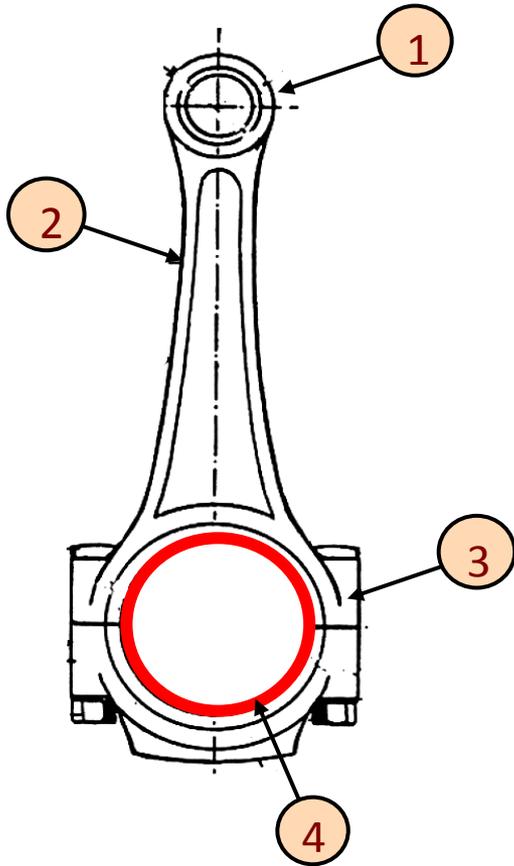
L'huile traverse le segment racleur et pénètre dans des trous du logement du segment racleur et est dirigée par des petits canaux vers les bossages de l'axe du piston et le pied de bielle.



Fin

# LA BIELLE

Elles relient les pistons au vilebrequin



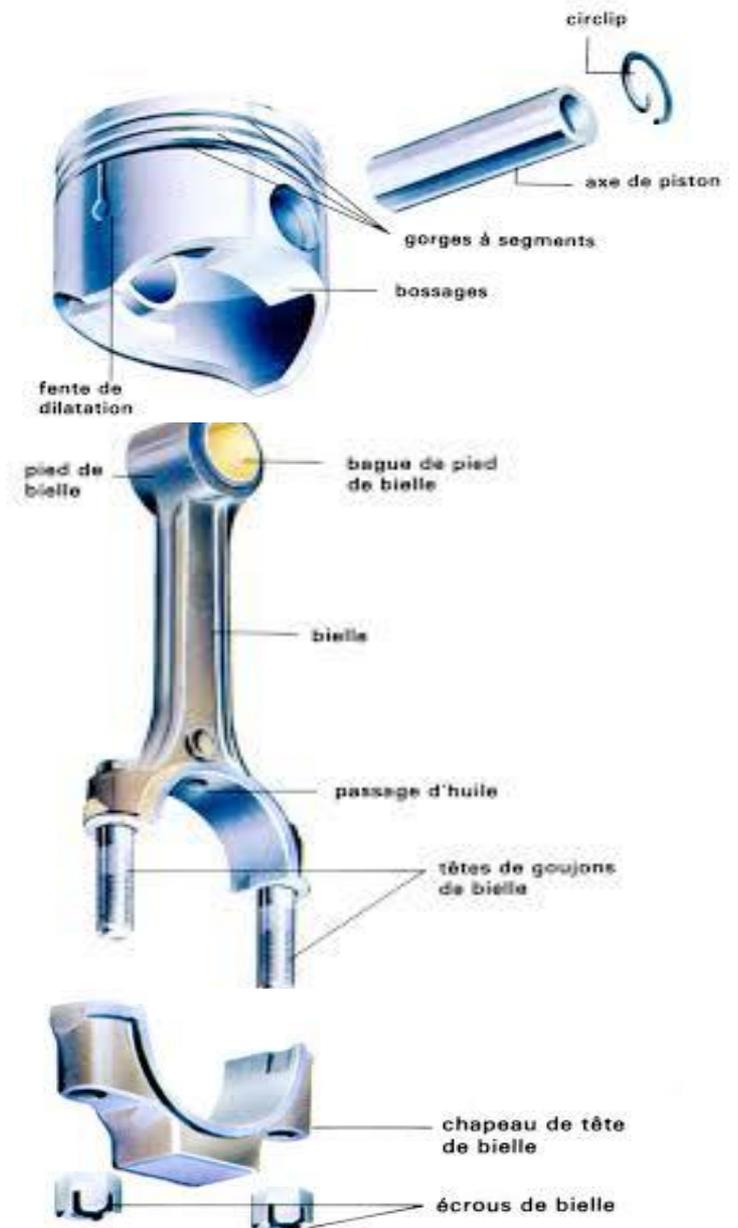
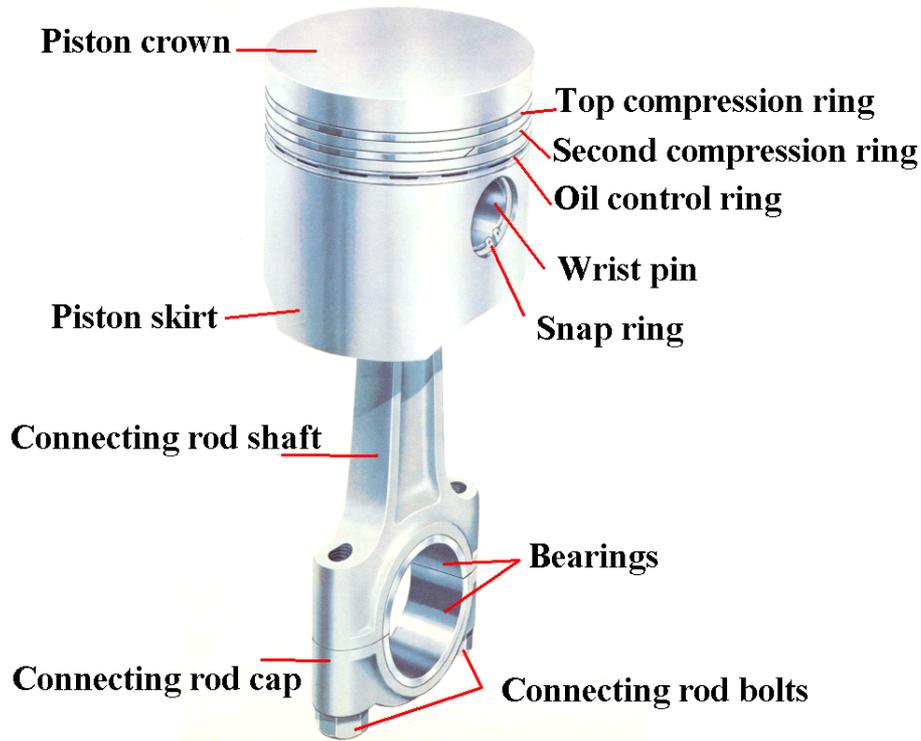
N°	Désignation	Observation
1	Pied de bielle	Liaison avec le piston
2	Corps	Doit être suffisamment rigide pour ne pas se déformer lors de la pression exercée par la combustion
3	Tête de bielle	Liaison avec le vilebrequin (au niveau des manetons)
4	Coussinets	Bagues recouvertes de métal antifricition. Un défaut de lubrification peut entraîner la fonte des coussinets

Suite



# Assemblage piston/bielle

## Appellation Anglaise



*Suite*

# Généralités sur les bielles

**Piston ovale à double bielle**



**Outil d'insertion de piston avec segments dans les chemises**



**Types de bielles**



*Suite*

# Le Système Bielle-Manivelle

Derrière le succès de la transformation de l'énergie calorifique en énergie mécanique se trouve le système Bielle-Manivelle.

La partie bielle est l'ensemble piston + bielle

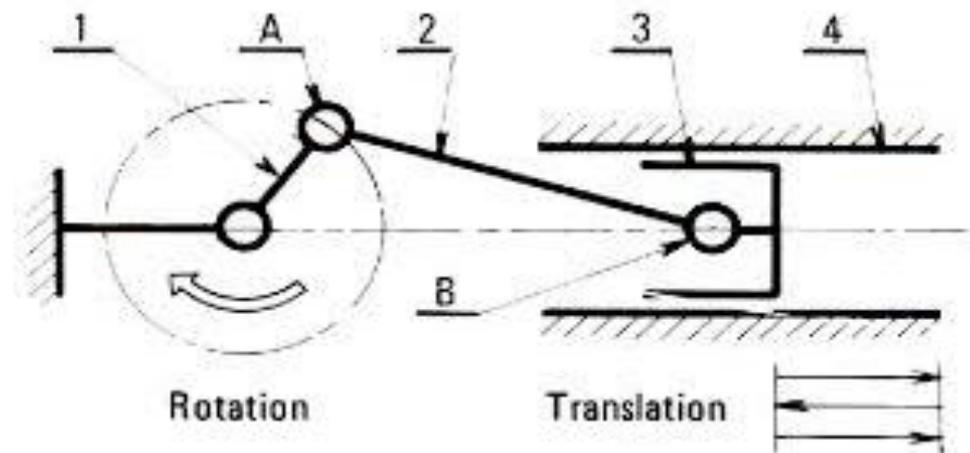
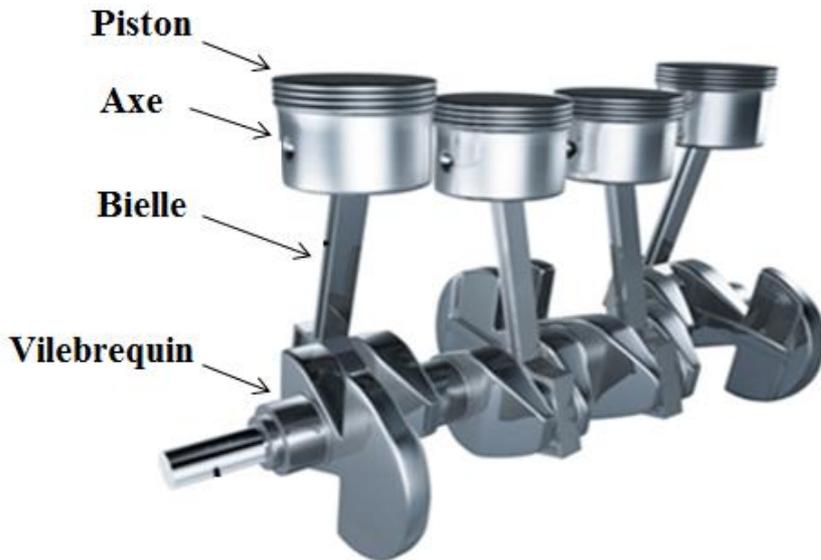
La manivelle est le vilebrequin.

## Cinématique

**Piston** : Mouvement de translation de haut en bas

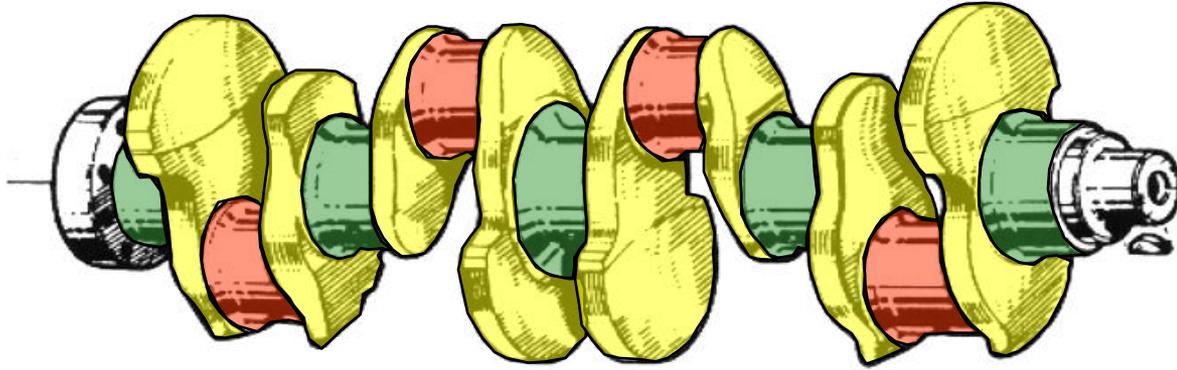
**Bielle** : Mouvement pendulaire du pied par rapport à l'axe (B) + Mouvement de rotation de la tête de bielle par rapport au maneton du vilebrequin (A).

**Vilebrequin** : Mouvement de rotation sur les tourillons.



Fin

# LE VILEBREQUIN



**Tourillons :** Ce sont les portés du vilebrequin sur les paliers du bloc moteur

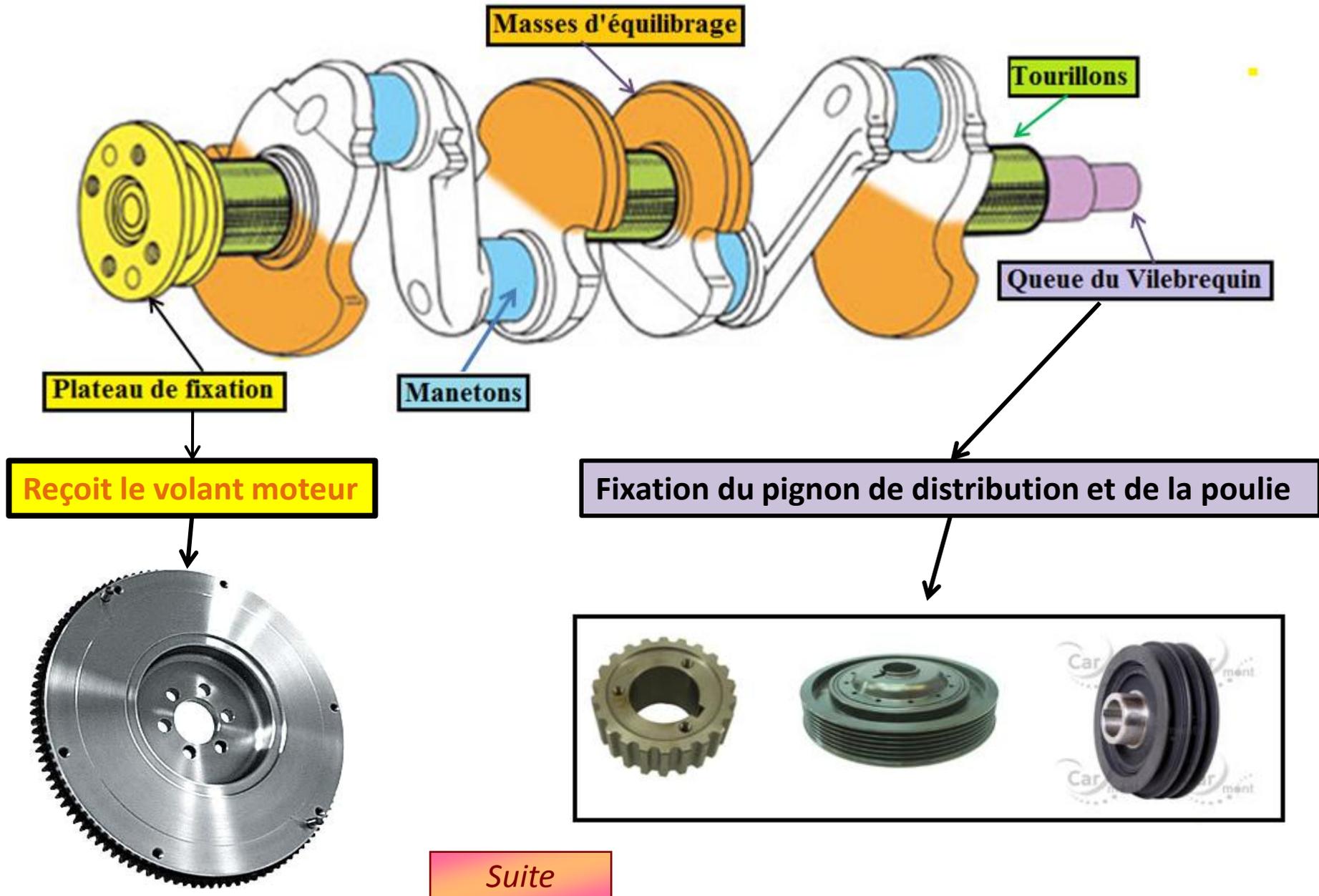
**Manetons** Ce sont les manivelles sur lesquelles s'attachent les têtes de bielles  
La répartition angulaire des manetons dépend du nombre de cylindres

**Flasques** Les flasques sont les liaisons entre les manetons et les tourillons  
Elles portent les masses d'équilibrage statique et dynamique

À l'une des extrémité est fixé le volant moteur qui sert de régulateur de couple, supporte le mécanisme d'embrayage ainsi que la couronne de démarrage.

*Suite*

# Détails du vilebrequin



# Le Volant moteur

## Description

Egalement appelé volant d'inertie, c'est un disque en fonte pesant de 5 à 10 Kg. Il est boulonné à l'extrémité du vilebrequin

## Rôle

- Il assure la régulation cyclique en stockant et en restituant l'énergie cinétique.
- Il porte la couronne du démarreur qui au démarrage le fait tourner entraînant le vilebrequin.
- Il porte le dispositif d'embrayage. C'est une pièce essentielle de la transmission.

## Recherche

Description et fonctionnement du volant moteur bi-masse

# Différents types de volants moteur

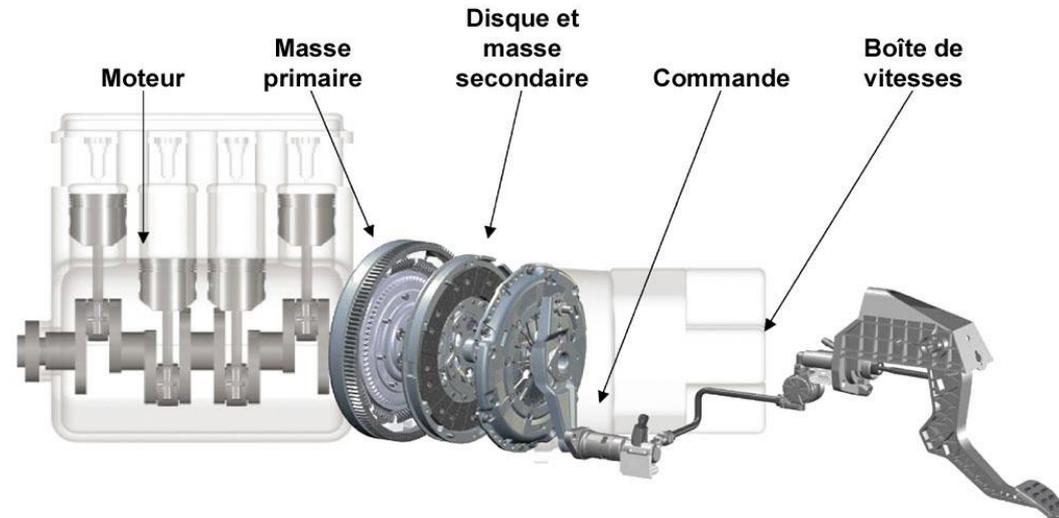
## Volant moteur



## Volant moteur allégé



## Volant moteur Bi-masse



Fin

# CONCLUSION

**Les moteurs à combustion interne peuvent être différents dans la forme comme dans le fonctionnement mais le principe du transport de l'énergie mécanique sous forme de pression, suite à la combustion, acheminé jusqu'au volant moteur reste le même.**

**Année universitaire 2021**

**Module**

**Moteur à Combustion Interne**

**Partie V**

**La distribution et  
circuits auxiliaires**