

5/ CONSTITUTION MÉCANIQUE

Le moteur

Il produit l'énergie nécessaire pour assurer le déplacement du véhicule.

La transmission

Constituée de l'embrayage et de la boîte de vitesses, elle transmet le mouvement aux roues motrices.

Système de freinage

Il ralentit le véhicule par friction de garnitures sur des disques ou des tambours.

Les pneumatiques

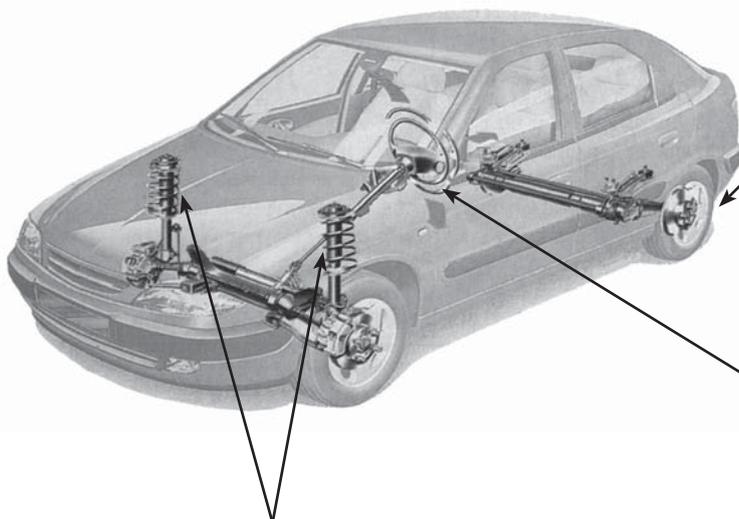
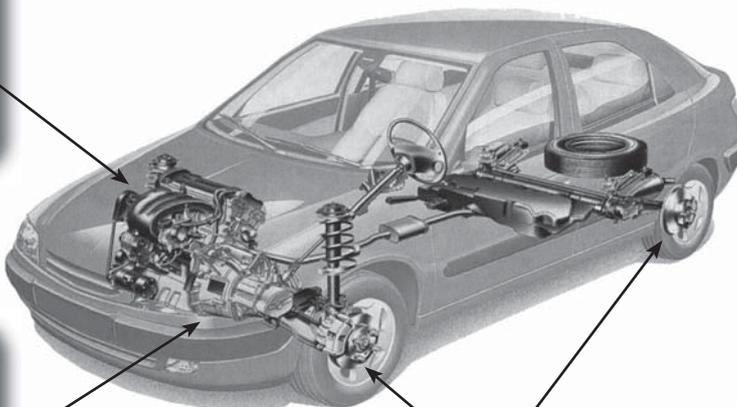
Ils sont la seule liaison entre un véhicule et le sol.

La direction

Ensemble d'éléments mécaniques permettant de braquer les roues.

Les suspensions

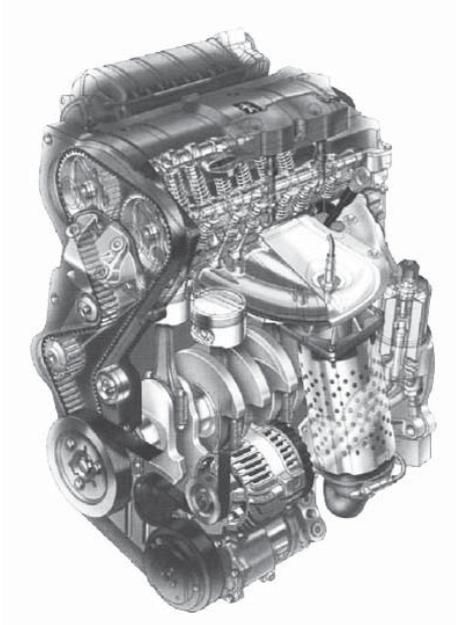
Elles filtrent les oscillations des roues assurant confort des passagers et protection des organes mécaniques.



MAINTENANCE AUTOMOBILE

Technologie zone 5		CORRIGÉ
THÈME : MOTORISATION		
Savoir : S 2.1.1 - L'enceinte thermique - L'équipage mobile - La distribution		

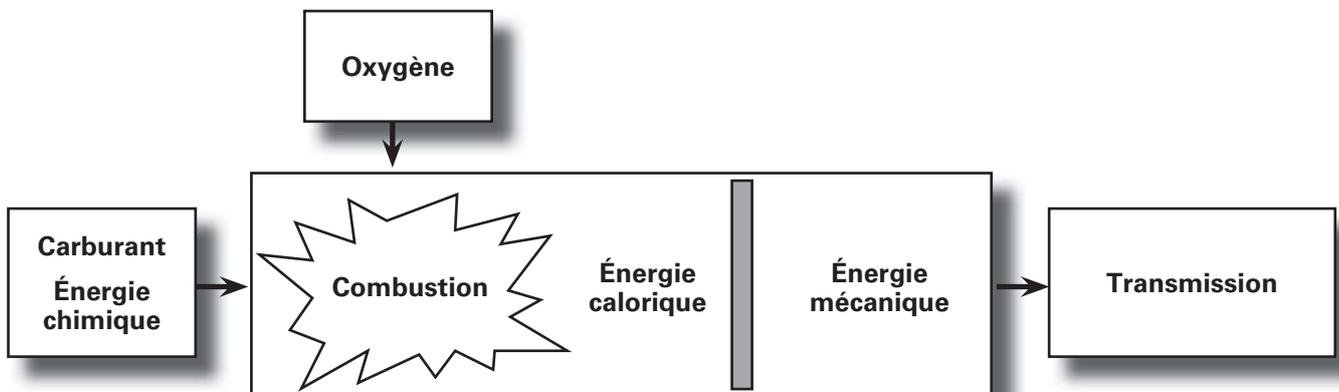
1/FONCTION D'USAGE



Un moteur thermique transforme l'énergie chimique d'un carburant en énergie calorifique puis en énergie mécanique nécessaire pour assurer le déplacement d'un véhicule.

2/FONCTIONNEMENT

2.1 - Principe



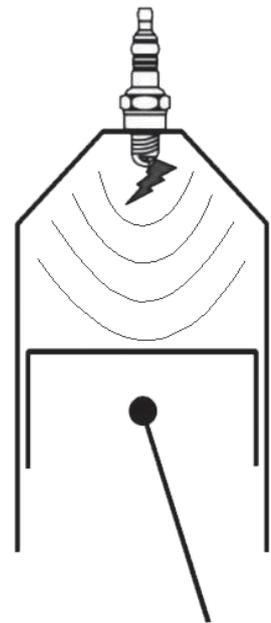
- Le moteur transforme l'énergie contenue dans le carburant en énergie mécanique.
- Par la combustion, le carburant est transformé en énergie calorifique puis en énergie mécanique qui est ensuite appliquée aux roues motrices par l'intermédiaire de la transmission.

2.2 - Combustion

La combustion doit s'effectuer par couches successives à vitesse élevée (~ 40. m/s) sans atteindre la détonation (> 70 m/s).

2.3 - Facteurs influant la vitesse de combustion

- Nature du carburant.
- Qualité du mélange (carburant).
- Qualité de l'étincelle (allumage).
- Forme de la chambre de combustion.
- Température et pression en fin de compression.



2.4 - Détonation

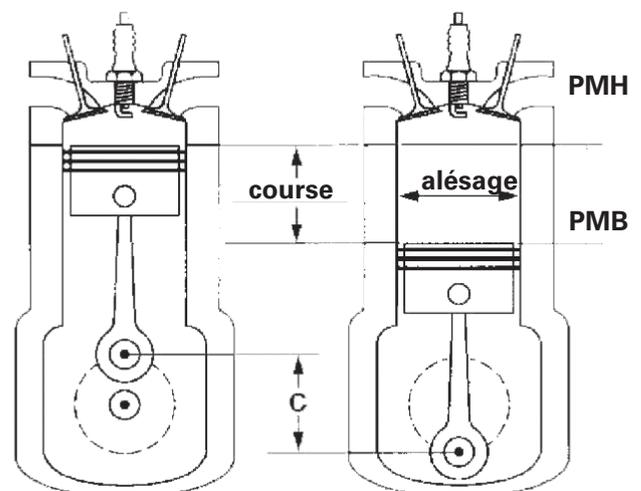
Inflammation simultanée de toute la masse de mélange. Le signal d'alerte annonçant la détonation est le cliquetis. La détonation peut entraîner :

- un échauffement anormal du moteur,
- la destruction des pistons.

3 / CARACTÉRISTIQUES

3.1 - Alésage - Course

- L'alésage est le diamètre du cylindre.
- La course est le déplacement du piston entre le « Point Mort Haut » et le « Point Mort Bas ».



3.2 - Cylindrée

Volume du moteur (sans les chambres de combustion)

$$V_t = \frac{\pi A^2 C N}{4}$$

V : volume en cm³

A : alésage en cm

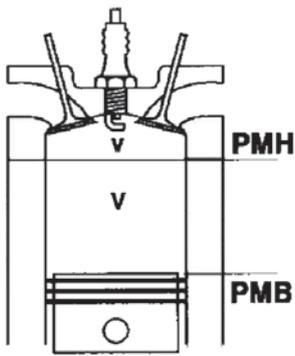
C : course en cm

N : nombre de cylindres

Remarque : la cylindrée s'exprime également en litres.

Pour un moteur de 2000 cm³ on dit que c'est un moteur **2 litres**.

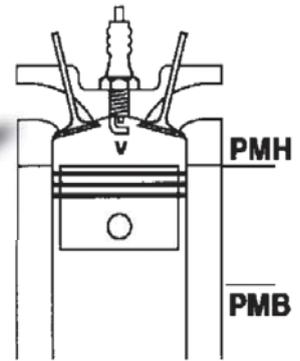
3.3 - Rapport volumétrique



Rapport entre le volume disponible quand le piston est au PMB ($V + v$) et le volume restant quand le piston est au PMH (v : volume de la chambre de combustion).

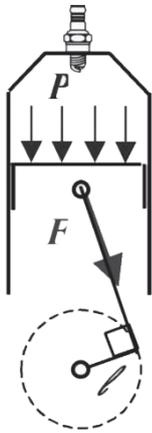
$$\rho = \frac{V+v}{v} \quad \text{ou} \quad \rho = \frac{V}{v} + 1$$

ρ (rhô) : rapport volumétrique (sous forme de fraction ex : 9/1)



Nota : le rapport volumétrique détermine la pression en fin de compression, donc la température des gaz.

3.4 - Couple moteur



Le moment du couple moteur est le produit de la force sur la bielle « F » par la longueur du bras de levier « l » (maneton du vilebrequin).

$$C = F \times l$$

C : couple moteur en Nm

F : force sur la bielle en N

l : longueur du bras de levier en m

3.5 - Puissance

3.51 - Puissance effective

$$P = C \omega$$

P : puissance en Watts

C : couple moteur en Nm

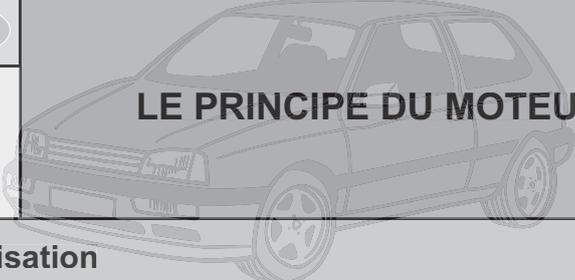
ω : rotation en radian par seconde

Remarque : la puissance des moteurs est, encore souvent, exprimée en cheval-vapeur (ch).
1 ch = 736 W.

3.52 - Puissance spécifique

Puissance effective d'un moteur ramenée à un litre de cylindrée.

$$P_{\text{spé}} = \frac{\text{Puissance}}{\text{cylindrée}} \times 1\,000$$

Technologie 	 <p data-bbox="646 197 1109 235">LE PRINCIPE DU MOTEUR</p>	EXERCICES CORRIGÉ
<p data-bbox="247 197 406 235">THÈME :</p> <p data-bbox="199 264 454 302">MOTORISATION</p>		
<p data-bbox="167 347 614 385">Savoir : S 2.1 - Motorisation</p>		

Fonction d'usage d'un moteur ?

⇒ **Il transforme l'énergie chimique du carburant en énergie calorifique puis en énergie mécanique permettant de déplacer un véhicule.**

Listez les facteurs influant le déroulement de la combustion.

- ⇒ **Qualité de la carburation**
- ⇒ **Qualité de l'allumage**
- ⇒ **Nature du carburant**
- ⇒ **Température et pression en fin de compression**
- ⇒ **Forme de la chambre de combustion**

Définition de la détonation et conséquences possibles sur un moteur ?

- ⇒ **Inflammation simultanée de toute la masse de mélange**
- ⇒ **Un échauffement anormal du moteur**
- ⇒ **La destruction des pistons**

La JEEP Grand Cherokee possède un moteur ayant pour caractéristiques :

- **8 cyl. en V**
- **Alésage : 93 mm**
- **Course : 86,5 mm**
- **Puissance : 227 CV à 4700 tr/min.**

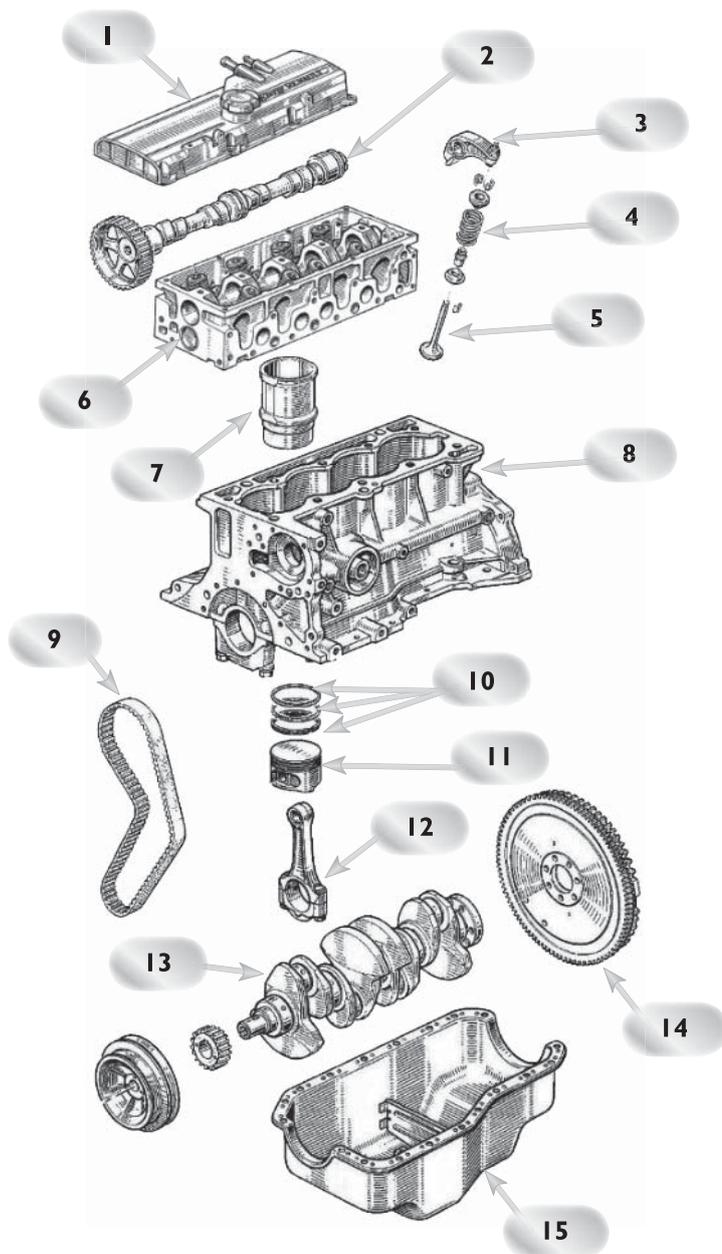
Calculez sa cylindrée puis sa puissance spécifique.

- ⇒ **Cylindrée : 4 698,31 cm³**
- ⇒ **Puissance spécifique : 48,31 cv/l**

MAINTENANCE AUTOMOBILE

Technologie		CORRIGÉ
THÈME : MOTORISATION		
Savoir : S 2.1.1 - L'enceinte thermique - L'équipage mobile - La distribution		

1/CONSTITUTION



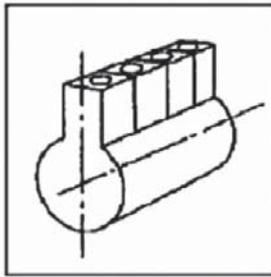
1	Couvre culasse
2	Arbre à cames
3	Culbuteur
4	Ressort de soupape
5	Soupape
6	Culasse
7	Chemise
8	Bloc-moteur
9	Courroie de distribution
10	Segments
11	Piston
12	Bielle
13	Vilebrequin
14	Volant moteur
15	Carter inférieur

2/LE BLOC-CYLINDRES

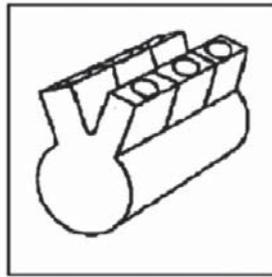
- Il ne doit pas se déformer sous la contrainte de la combustion.
- Il doit permettre l'évacuation d'une partie de la chaleur dégagée par la combustion.



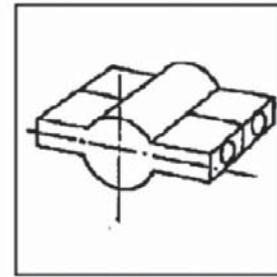
2.1 - Disposition des cylindres



Cylindres en ligne

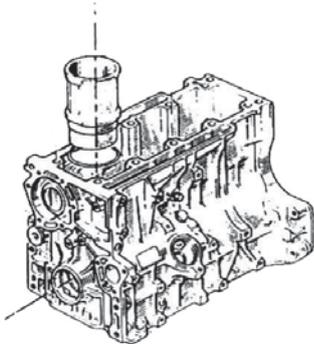


Cylindres en V



Cylindres à plat
(flat-twin ; flat-four ; boxer)

2.2 - Montage des cylindres



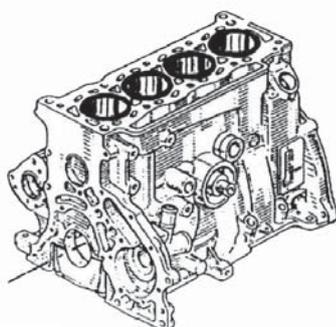
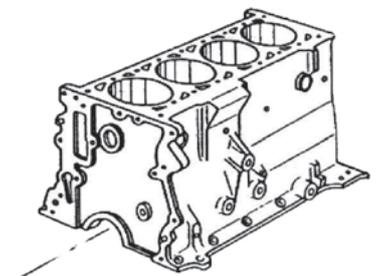
Chemises humides :

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

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

Sans chemise :

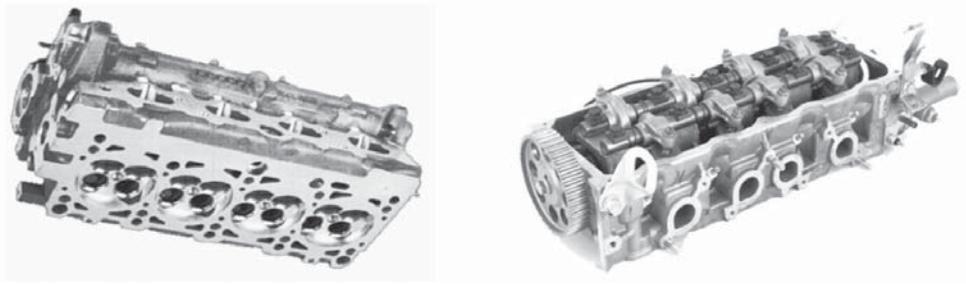
Les cylindres sont directement alésés dans le bloc.



Chemises sèches :

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

3/LA CULASSE



Elle est en général en alliage léger. Elle sert de couvercle hermétique au haut des cylindres.

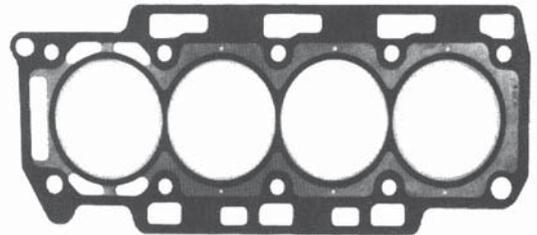
Elle comporte :

- les conduits d'admission et d'échappement,
- les **soupapes**,
- les **bougies**,
- des **éléments de refroidissement**,
- les **chambres de combustion**.

3.1 - Le joint de culasse

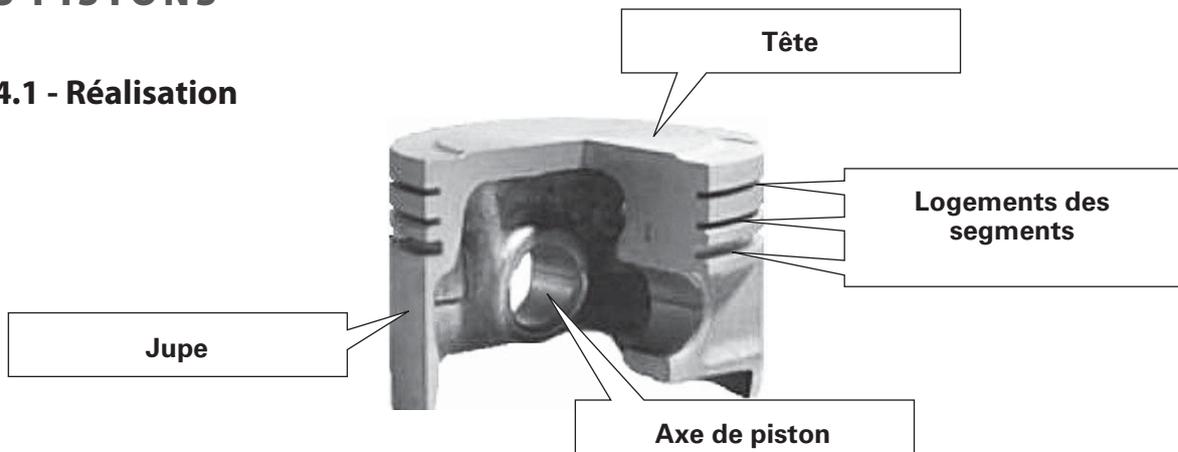
Joint métalloplastique placé entre la culasse et le bloc-cylindres.

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



4/LES PISTONS

4.1 - Réalisation

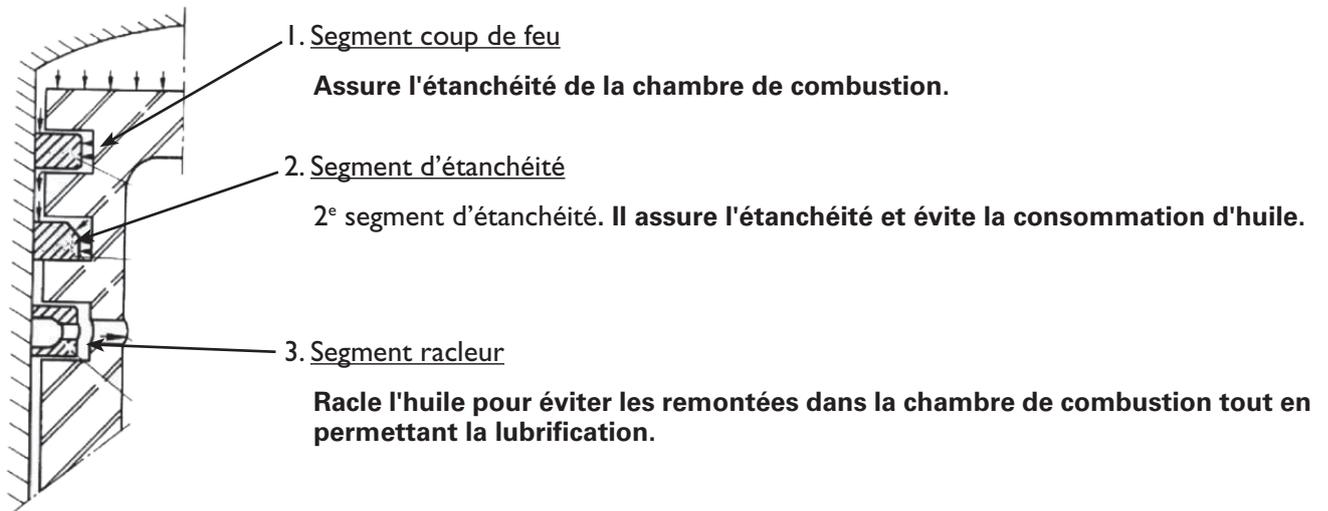


Ils transforment l'énergie due à la combustion en énergie mécanique.

- 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**.

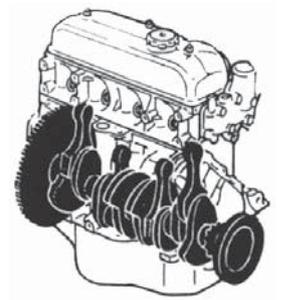
4.2 - Les segments

- 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.



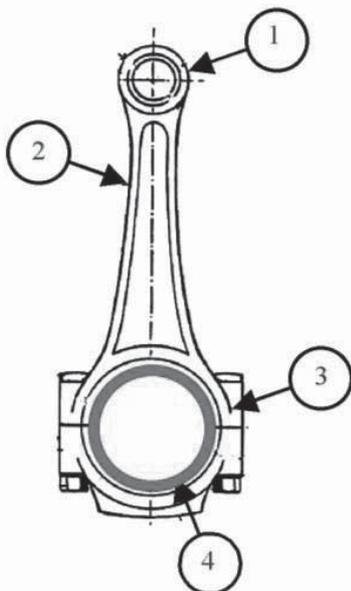
5/ATTELAGE MOBILE

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



5.1 - Les bielles

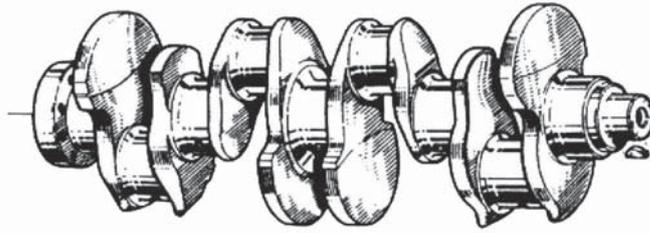
Elles relient les pistons au vilebrequin.



N°	Désignation	Observation
1	Pied de bielle	Liaison avec le piston.
2	Corps	Il 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.

5.2 - Le vilebrequin

Il reçoit l'effort transmis par les bielles et fournit un mouvement circulaire à la sortie du moteur.



Vert Tourillons : • ce sont les portées du vilebrequin sur les paliers du bloc-moteur.

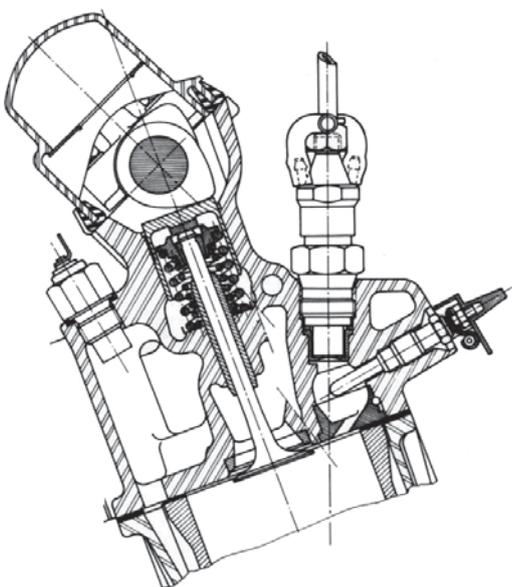
Rouge Manetons : • ce sont les manivelles sur lesquelles s'attachent les têtes de bielles.
• la répartition angulaire des manetons est fonction du nombre de cylindres.

Jaune 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 extrémités est fixé le volant moteur qui sert de régulateur de couple, supporte le mécanisme d'embrayage ainsi que la couronne de démarrage.

6/PARTICULARITÉS DES MOTEURS DIESELS

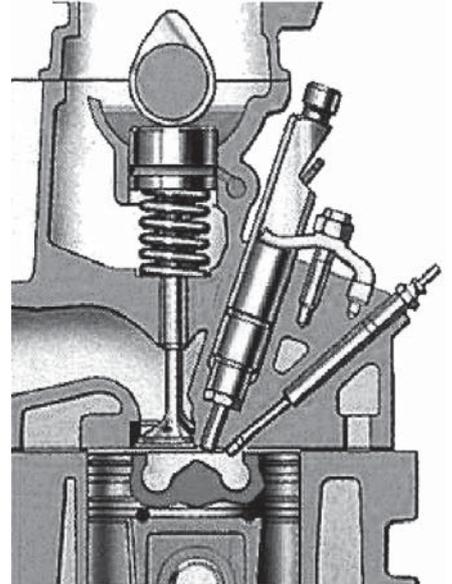
6.1 - Moteur à injection directe



- L'injecteur à téton débouche dans la chambre de turbulence. Cette chambre, située dans une partie non refroidie de la culasse, communique avec la chambre principale par un orifice de petite section et forme évasée.
- L'injection sur la paroi de la chambre donne un mouvement tourbillonnaire au combustible.
- Le rapport volumétrique est de **22/1** à **23/1**
- La pression d'injection du carburant est moyenne ~ **115b**.
- Il est nécessaire d'avoir des bougies de préchauffage pour le démarrage du moteur.

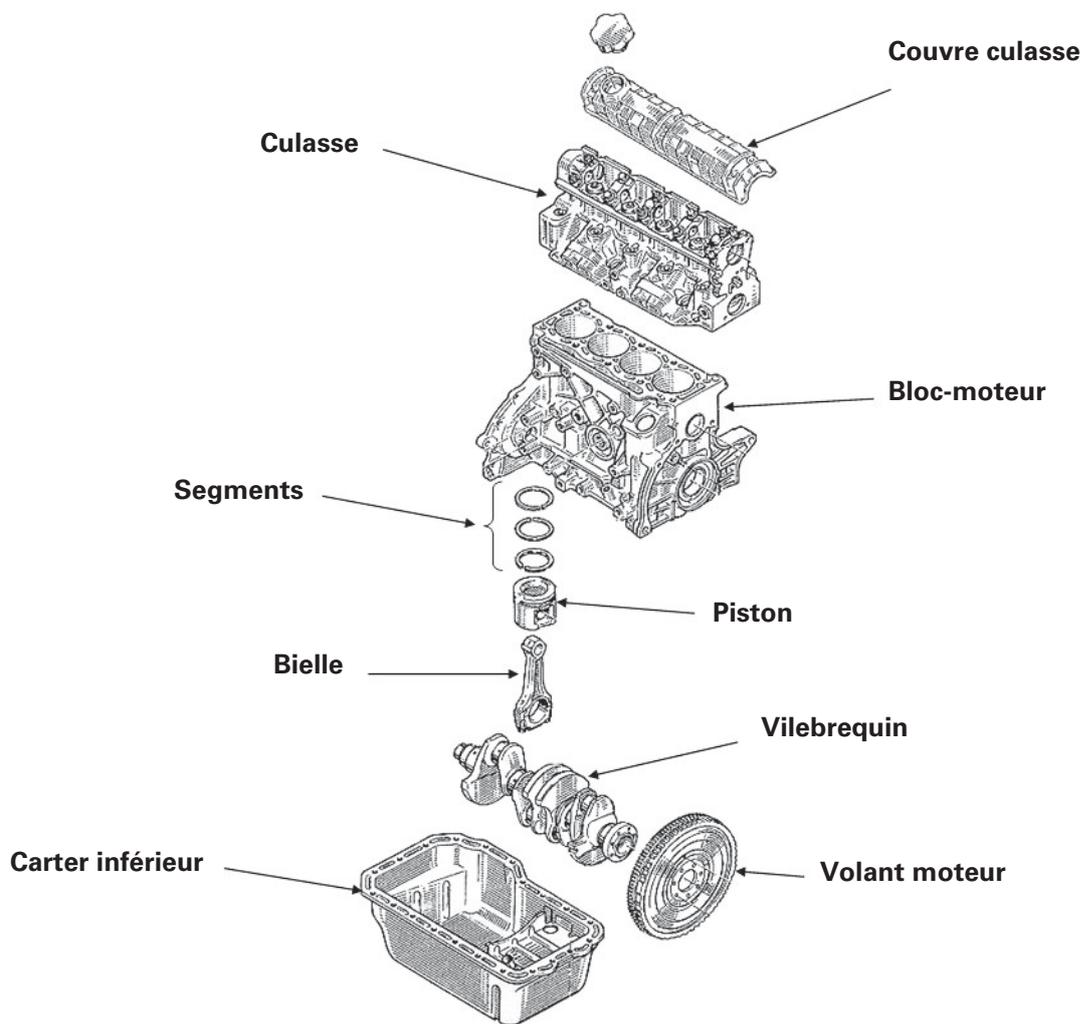
6.2 - Moteur à injection directe

- L'injecteur du type à trous, pour une meilleure pulvérisation et répartition du carburant, débouche directement dans la chambre de combustion.
- Le rapport volumétrique est de $\sim 18/1$.
- La pression d'injection est plus élevée $\sim 170\text{b}$.
- Le système de préchauffage est moins nécessaire pour le démarrage à froid.
- La consommation de gazole est plus faible qu'avec une injection indirecte, mais, le moteur est plus bruyant.



Technologie		EXERCICES CORRIGÉ
THÈME : MOTORISATION		
Savoir : S 2.1 - Motorisation		

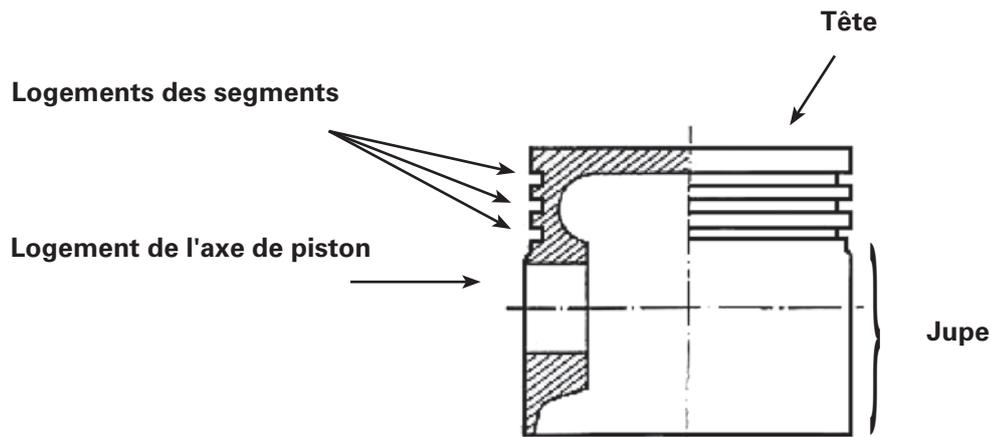
Légendez le schéma suivant.



Quel est le type de montage de cylindres de ce moteur ?

⇒ **Sans chemise - cylindres en ligne**

Légendez le piston.



Indiquez le nom et la fonction de chaque segment.

- ⇒ **Segment coup de feu** : assure l'étanchéité de la chambre de combustion.
- ⇒ **Segment d'étanchéité** : assure l'étanchéité et évite la consommation d'huile.
- ⇒ **Segment racleur** : racle l'huile pour éviter les remontées dans la chambre de combustion tout en permettant la lubrification.

Quelle est la constitution et la fonction de l'attelage mobile ?

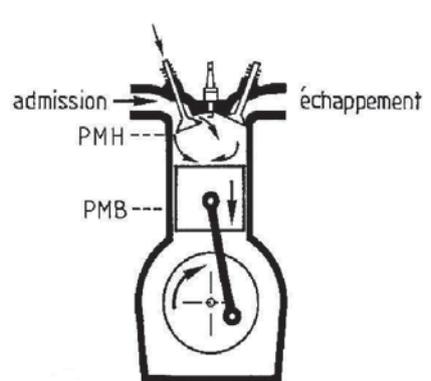
- ⇒ **Il est constitué du vilebrequin et des bielles.**
- ⇒ **Il transforme le mouvement rectiligne alternatif des pistons en mouvement circulaire continu.**

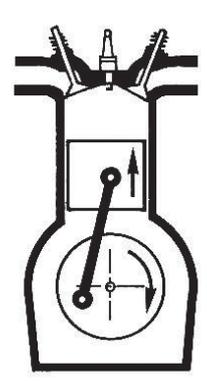
MAINTENANCE AUTOMOBILE

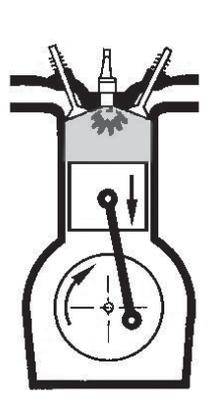
Technologie		CORRIGÉ	
THÈME :			CYCLE À QUATRE TEMPS
MOTORISATION			
Savoir : S 2.1.1. L'enceinte thermique - L'équipage mobile - La distribution			

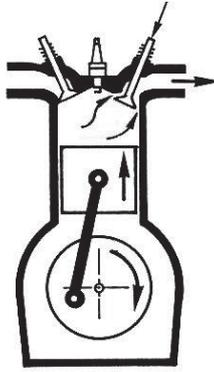
Les moteurs à essence fonctionnent suivant un cycle à quatre temps défini en 1862 par l'ingénieur français « Beau de ROCHAS ».

1/ CYCLE À QUATRE TEMPS THÉORIQUE

1^{er} temps: Admission	
Rôle: Admettre dans le cylindre le mélange air/essence	
La soupape d'admission s'ouvre quand le piston est au PMH. - Le piston descend et crée une dépression qui permet au mélange de rentrer dans le cylindre. - La soupape d'admission se ferme quand le piston est au PMB.	

	2^e temps: Compression
	Rôle: comprimer le mélange gazeux pour augmenter sa température afin qu'il puisse brûler en dégageant un maximum d'énergie
	- Les soupapes sont fermées - Le piston remonte

3^e temps: Inflammation Détente	
Rôle: Créer un travail à partir de la combustion du mélange. C'est le seul temps moteur.	
Les soupapes sont fermées. - 1 ^{re} phase Inflammation: le piston étant au PMH, une étincelle électrique enflamme le mélange. Celui-ci brûle instantanément. La pression augmente sur le piston, celui-ci est chassé vers le bas. - 2 ^e phase Détente: le piston descend, le volume augmente, la pression diminue.	

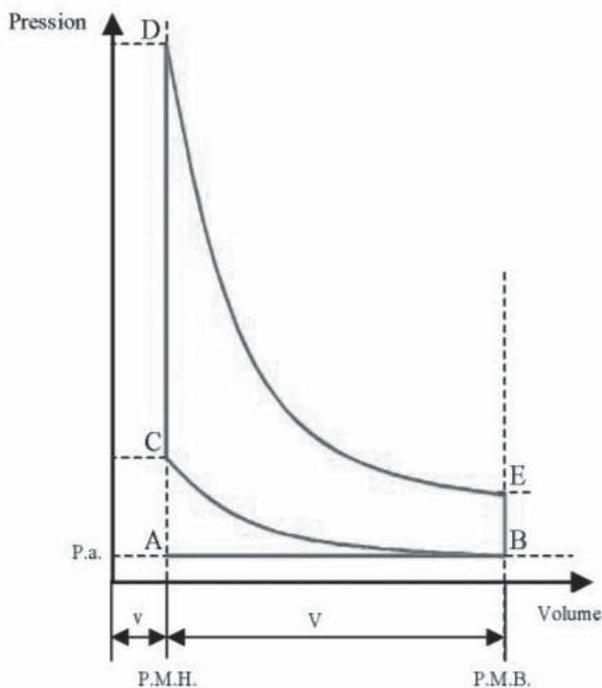


4^e temps: **Échappement**

Rôle: **Évacuer les gaz brûlés**

- La soupape d'échappement s'ouvre quand le piston est au P.M.B.
- Le piston remonte, les gaz sont chassés vers l'extérieur.
- La soupape se ferme quand le piston est au P.M.H.

2/ DIAGRAMME THÉORIQUE



L'axe horizontal (abscisse) représente les déplacements du piston.

L'axe vertical (ordonnées) indique l'évolution de la pression dans le cylindre.

A – B: « Admission » le cylindre se remplit.

B – C: « Compression » **les gaz atteignent une pression de ~ 10b et une température de ~ 350°C.**

C – D: « Inflammation » **en brûlant, les gaz se dilatent violemment. La pression augmente poussant le piston.**

D – E: « Détente » le piston descend. Le volume augmente, la pression chute.

E – B – A: « Échappement » les gaz brûlés sont rejetés hors du cylindre.

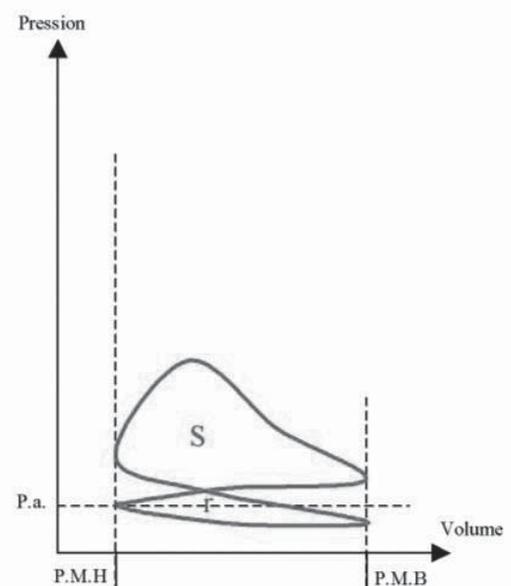
Seulement, les gaz ont une certaine inertie, l'ouverture et la fermeture des soupapes ne sont pas instantanées, la combustion dure ~ 0,002s, une partie de la chaleur se dissipe. Il en résulte une faible pression maxi, donc un mauvais rendement.

Conclusion

Le travail moteur « S » est faible, le travail résistant « r » augmente.

Le travail utile « W » (S – r) est insuffisant.

Il faut augmenter le rendement en améliorant le remplissage et la combustion.



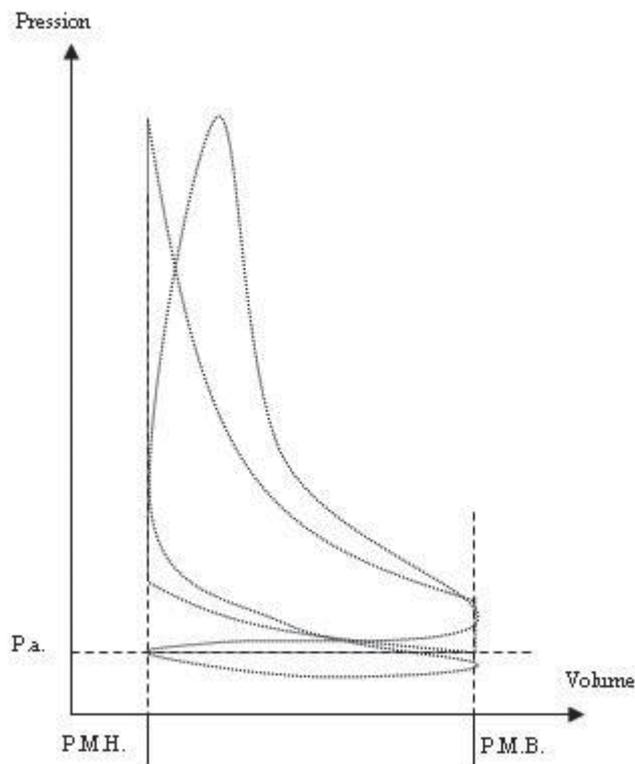
3/ DIAGRAMME RÉEL

Pour se rapprocher du diagramme théorique et tirer ainsi du moteur un meilleur rendement il faut :

- compenser la durée de combustion en agissant sur le point d'allumage
- utiliser l'inertie des gaz par des réglages spécifiques d'ouverture et de fermeture des soupapes

Avance ouverture admission	Cette avance évite l'arrêt de la veine gazeuse devant une soupape fermée.
Retard fermeture admission	On profite de l'inertie des gaz pour améliorer le remplissage.
Avance à l'allumage	Permet d'obtenir une pression maxi élevée sur le piston en compensant la durée de combustion.
Avance ouverture échappement	Permet d'accélérer la chute de pression des gaz brûlés afin de diminuer la contre pression pendant la remontée du piston.
Retard fermeture échappement	On profite de l'inertie des gaz pour faciliter leur évacuation complète.

Comparaison diagramme théorique / réel



4/ MOTEUR DIESEL

4.1 - Caractéristiques fonctionnelles

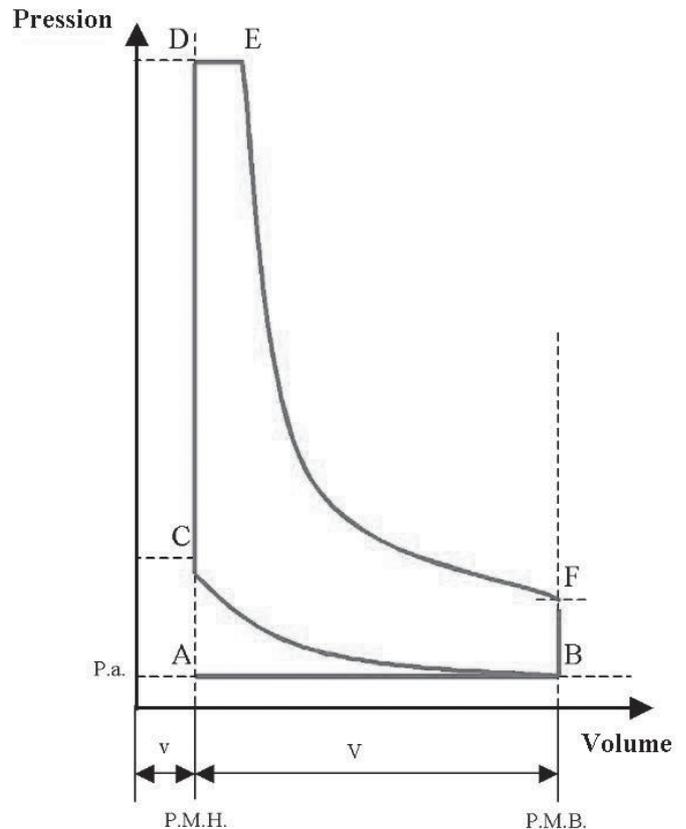
- Le moteur diesel fonctionne selon un cycle à quatre temps comme les moteurs à essence.
- Au lieu d'aspirer un mélange d'air et d'essence dans la chambre de combustion qu'il faudra enflammer au moyen d'une étincelle, un moteur diesel n'aspire que de l'air.
- Le gazole est injecté directement dans la chambre de combustion où il s'enflammera spontanément au contact de l'air surchauffé par la compression.

4.2 - Cycle de fonctionnement

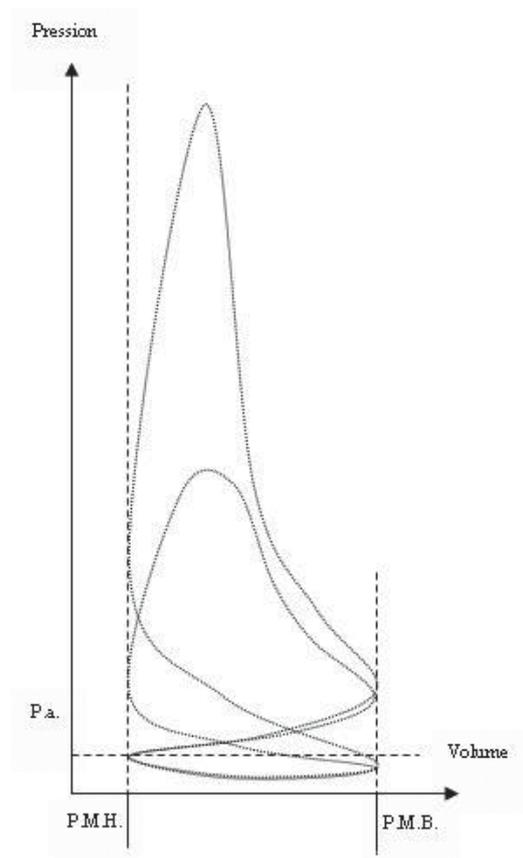
Les moteurs diesels rapides n'utilisent pas le cycle de Beau de Rochas ni le cycle de Diesel mais le cycle mixte.

Cycle mixte théorique

- A > B: **Admission** : le moteur aspire de l'air.
- B > C: **Compression** : le rapport volumétrique passe de $\sim 9/1$ (essence) à $\sim 22/1$. La pression en fin de compression atteint $\sim 40b$ et la température $\sim 700^{\circ}\text{C}$ (15b et 350°C dans un moteur essence).
- C: **Injection** : le carburant est pulvérisé dans la chambre de combustion. Il s'enflamme spontanément au contact de l'air chauffé par la compression.
- C > D: **Combustion à volume constant** : la première partie de la combustion se déroule si rapidement que le piston n'a pas le temps de se déplacer.
- D > E: **Combustion à pression constante** : la pression appuie sur le piston. L'augmentation de volume est compensée par la dilatation des gaz.
- E > F: **Détente** : la combustion a lieu tant que dure l'injection. La dilatation des gaz ne compense pas l'augmentation de volume.
- F - B - A: échappement.



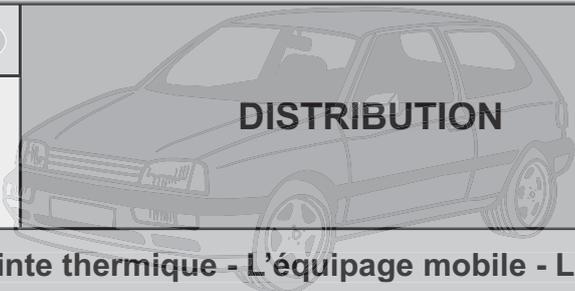
Comparaison entre le cycle de Beau de Rochas et le cycle mixte.



Dans la pratique, la combustion n'a pas le temps de se réaliser à volume constant ou à pression constante.

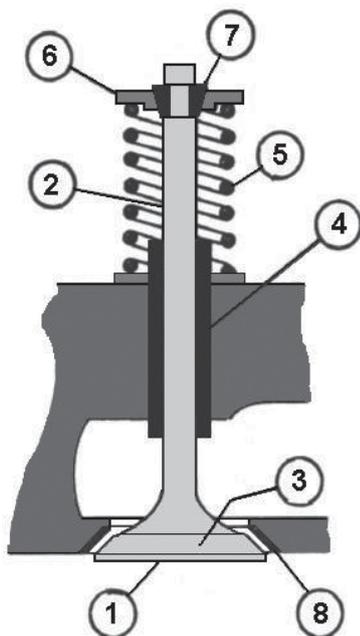
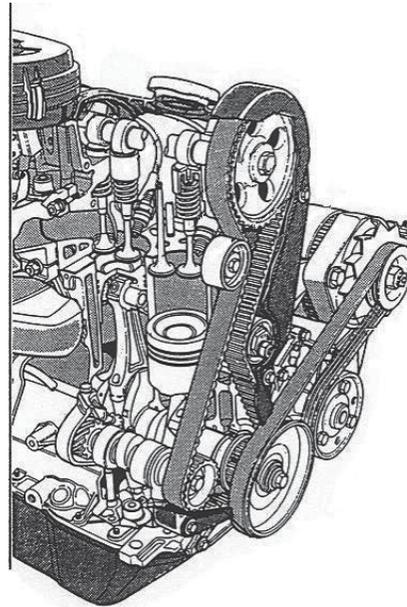
Les diagrammes réels sont sensiblement identiques, mais l'aire de travail d'un moteur diesel est plus importante que celle d'un moteur essence.

MAINTENANCE AUTOMOBILE

Technologie		CORRIGÉ
THÈME : MOTORISATION		
Savoir : S 2.1.1. L'enceinte thermique - L'équipage mobile - La distribution		

C'est l'ensemble des organes permettant l'entrée des gaz nécessaires au fonctionnement du moteur et la sortie des gaz brûlés.

Ils déterminent l'instant de l'ouverture, l'amplitude et la durée du mouvement des soupapes.



1/ SOUPAPES

Elles permettent l'entrée et la sortie des gaz tout en assurant une bonne étanchéité pendant les temps compression et inflammation détente.

Elles sont commandées par l'arbre à cames et refermées par un ressort.

1 Tête

2 Queue

3 Portée

4 Guide

5 Ressort

6 Cuvette

7 Clavettes

8 Siège

- Le diamètre de leur tête doit être important pour ne pas freiner les gaz.
- L'angle de portée des soupapes sur leurs sièges est de **90°**.

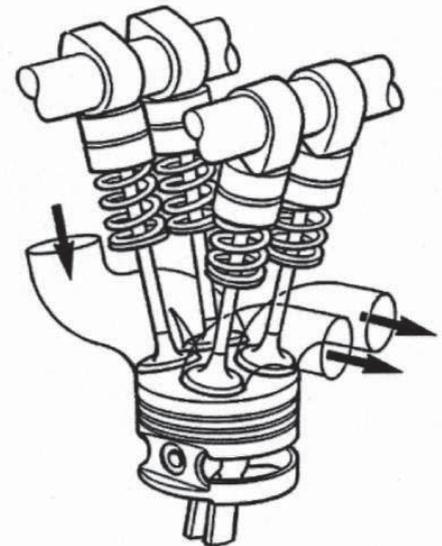


Les soupapes d'admission qui subissent des températures moins élevées ont un angle de portée de **120°** offrant une section de passage de gaz plus importante pour une même valeur de levée.

Aujourd'hui, pour améliorer la perméabilité de la culasse on « multiplie » le nombre de soupapes par cylindre :

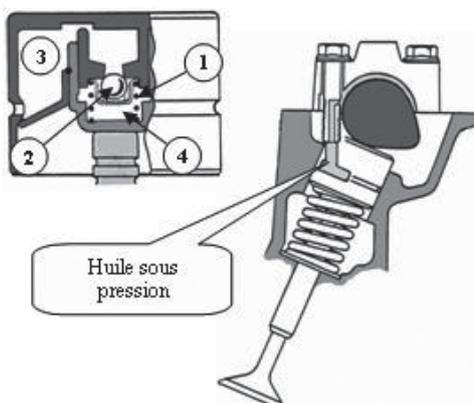
- 3 : 2 adm + 1 éch
- 4 : 2 adm + 2 éch
- 5 : 3 adm + 2 éch

Comme il est plus difficile de faire « entrer » les gaz dans le cylindre que de les faire sortir, il y a toujours plus de soupapes d'admission que d'échappement afin d'améliorer le remplissage.



2/ POUSSOIRS HYDRAULIQUES

Poussoirs hydrauliques



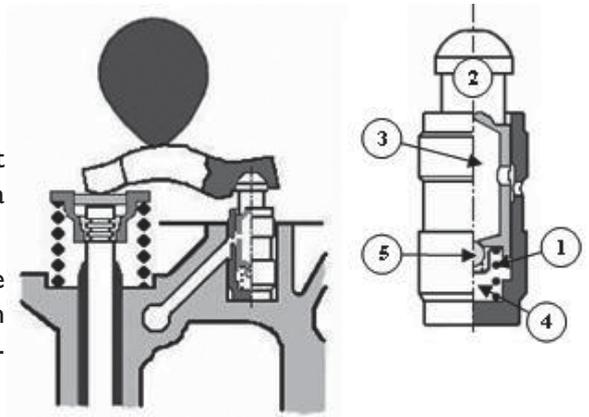
Quand la soupape est fermée, le ressort (1) maintient un contact permanent du poussoir sur la came. L'huile sous pression remplit la chambre (3).

Lorsque la came appuie sur le poussoir, le clapet (2) se ferme. L'huile comprimée dans la chambre (4) étant incompressible, le mouvement est transmis intégralement à la soupape.

Butée hydraulique

Le ressort (1) déplace le piston mobile (2) qui maintient le linguet au contact de l'arbre à cames. L'huile sous pression remplit la chambre (3).

Lorsque la came appuie sur le linguet, le clapet (5) se ferme. L'huile emprisonnée dans la chambre (4) étant incompressible, le piston (2) est bloqué et transmet le mouvement intégralement à la soupape.



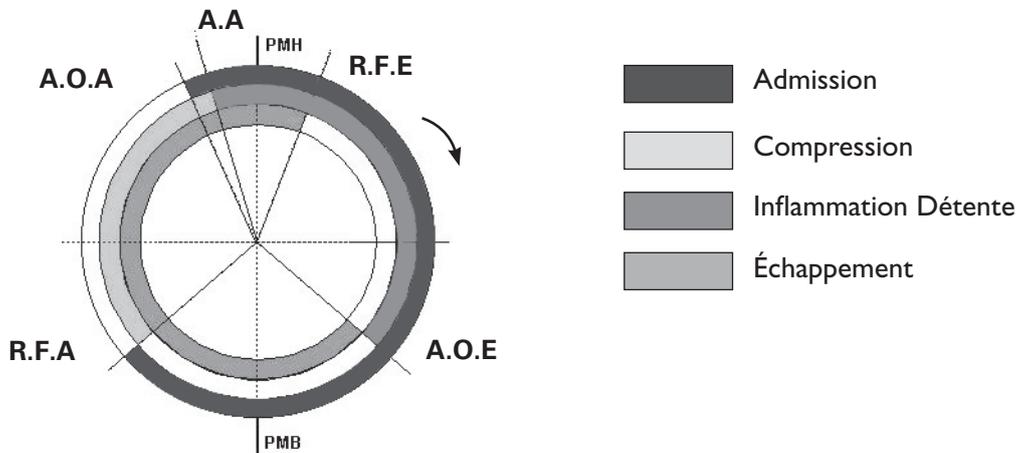
3/ ARBRE À CAMES

- Il commande, détermine l'amplitude et la durée du mouvement des soupapes.
- Il tourne à demi vitesse du vilebrequin.

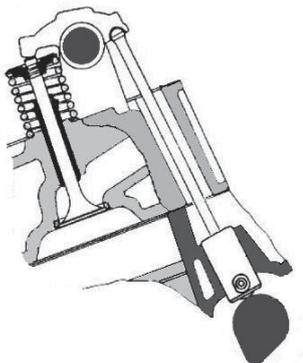


3.1 - Épure de distribution

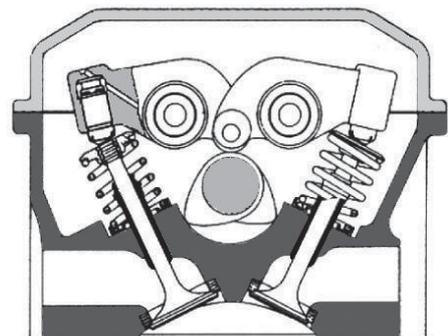
L'épure circulaire est la représentation graphique permettant de visualiser les angles de réglages de la distribution



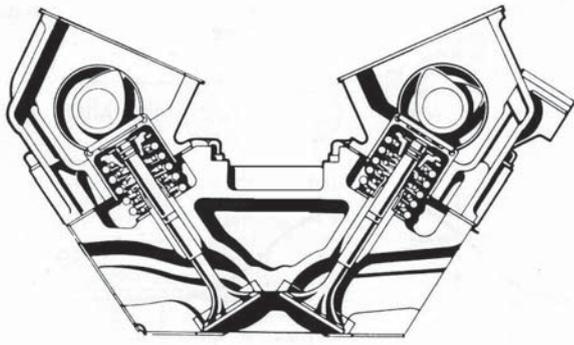
3.2 - Positionnement de l'arbre à cames



Arbre à cames latéral

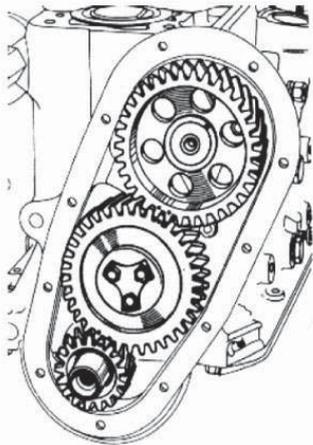


Arbre à cames en tête (avec culbuteurs)



**Double arbres à cames en tête
(sans culbuteur, avec poussoirs)**

4/ MODE D'ENTRAÎNEMENT

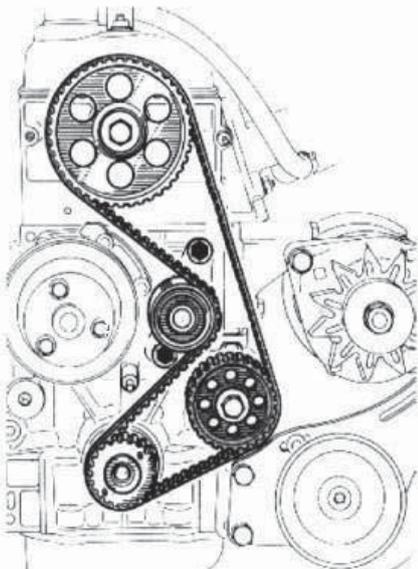
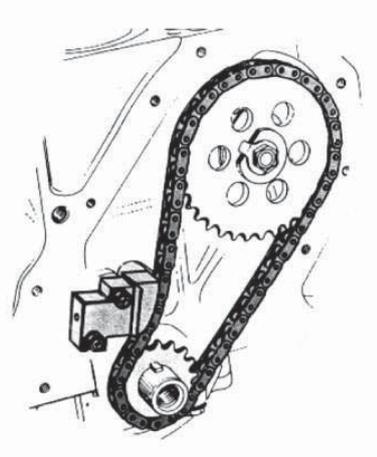


Par pignon :

Très bonne fiabilité mais rarement utilisé maintenant car bruyant, nécessitant une bonne lubrification et présentant un grand nombre de pièces en mouvement.

Par chaîne :

On utilise une chaîne simple ou double. Elle nécessite une lubrification. Pour éviter que la chaîne ne batte, on place, sur le brin mou, un tendeur. Il peut être mécanique ou hydraulique.



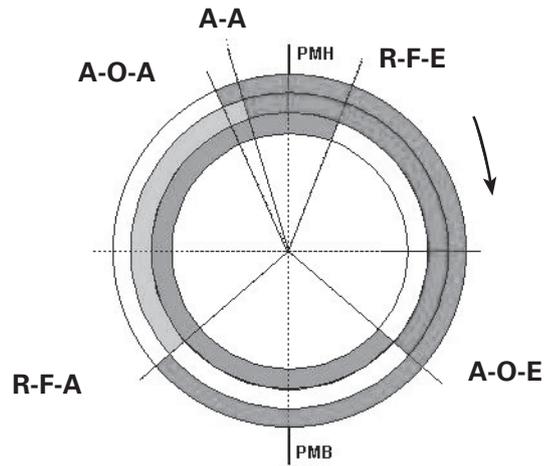
Par courroie crantée :

Les arbres à cames en tête présentent l'inconvénient d'être éloignés du vilebrequin. Ceci allonge la transmission par pignons ou chaîne et peut être source de jeux ou d'imprécision.

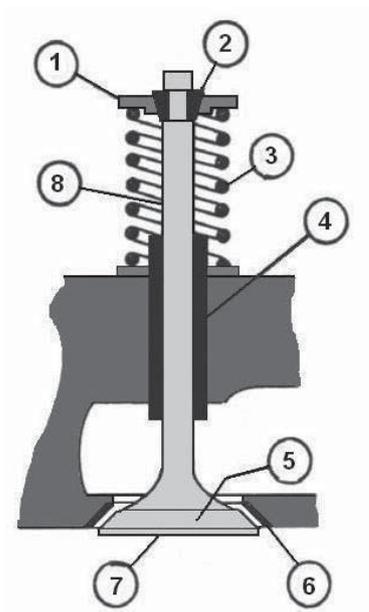
Les courroies crantées, en caoutchouc armé de fils d'acier ou de nylon remédient à cet inconvénient.

Elles sont plus silencieuses, mais nécessitent un réglage précis de leur tension et un remplacement périodique.

Dessinez et légendez une épure circulaire de distribution.



Légendez le schéma d'une soupape.



- 1 Cuvette
- 2 Clavettes
- 3 Ressort
- 4 Guide
- 5 Portée
- 6 Siège
- 7 Tête
- 8 Queue

Quelles sont les fonctions d'un arbre à cames ?

⇒ Il commande l'ouverture et la fermeture des soupapes, détermine l'amplitude ainsi que la durée de leurs mouvements.