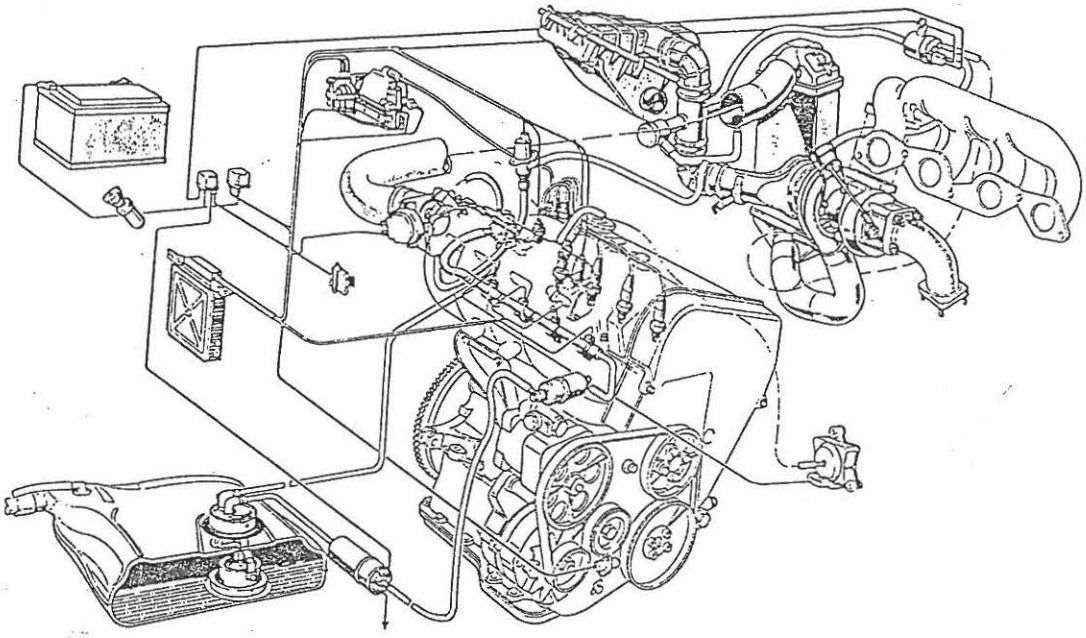
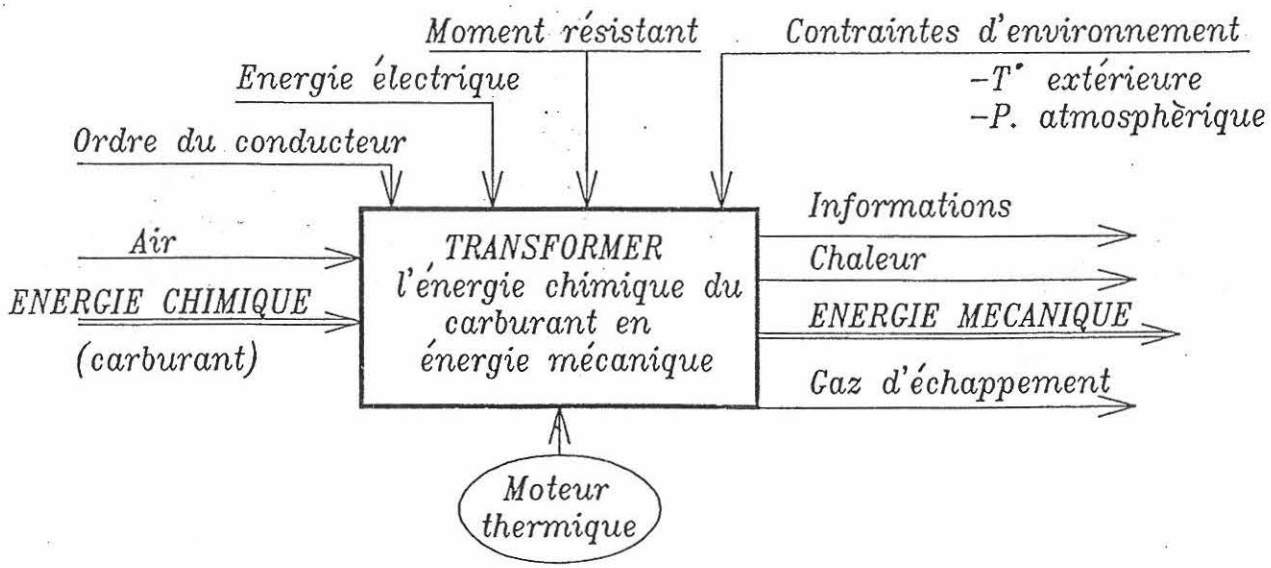
mécanique en ligne - mécanique en ligne - mécanique en ligne

LE MOTEUR THERMIQUE A ESSENCE

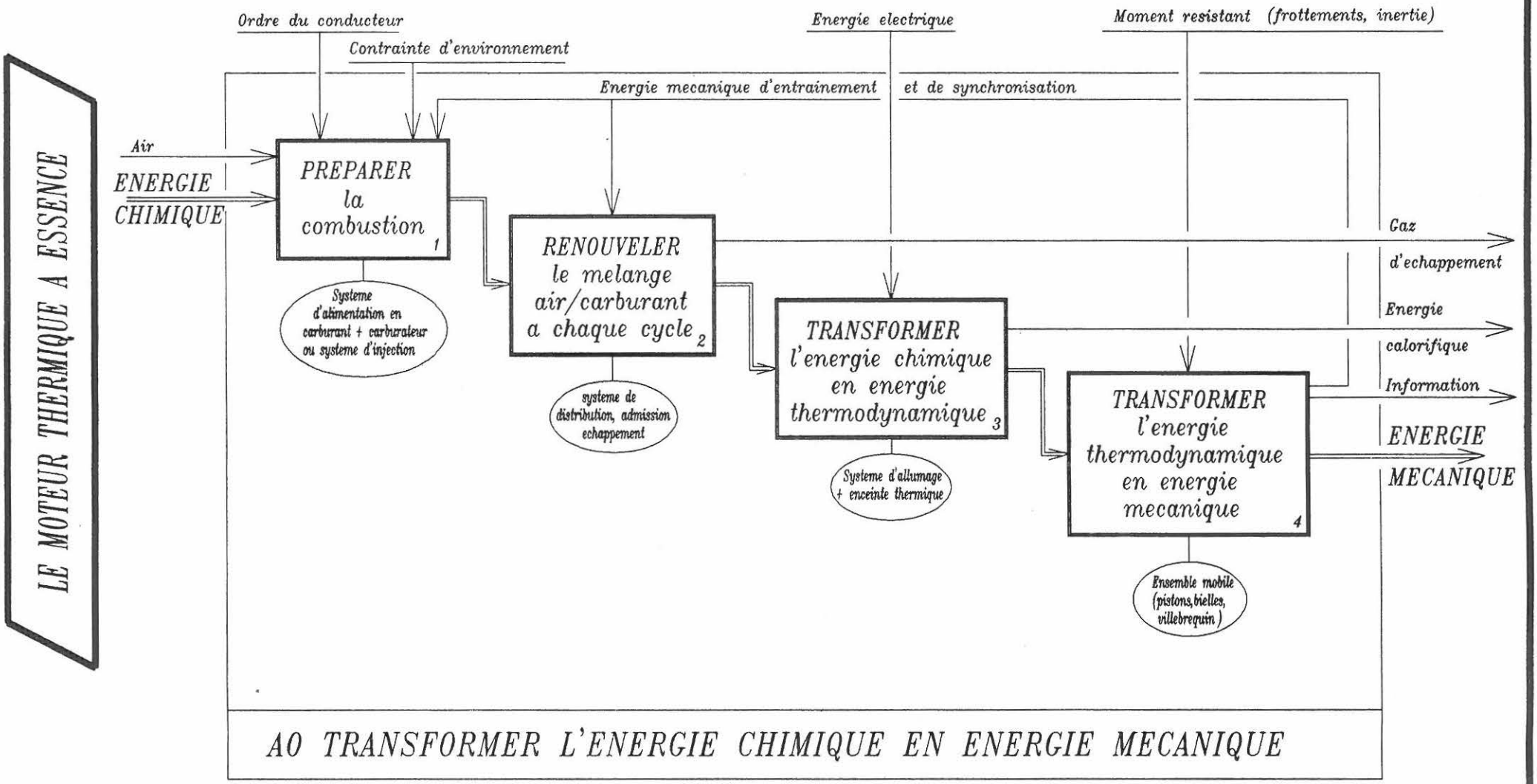
1- FRONTIERE DE L'ETUDE



2- FONCTION GLOBALE Noeud A- 0

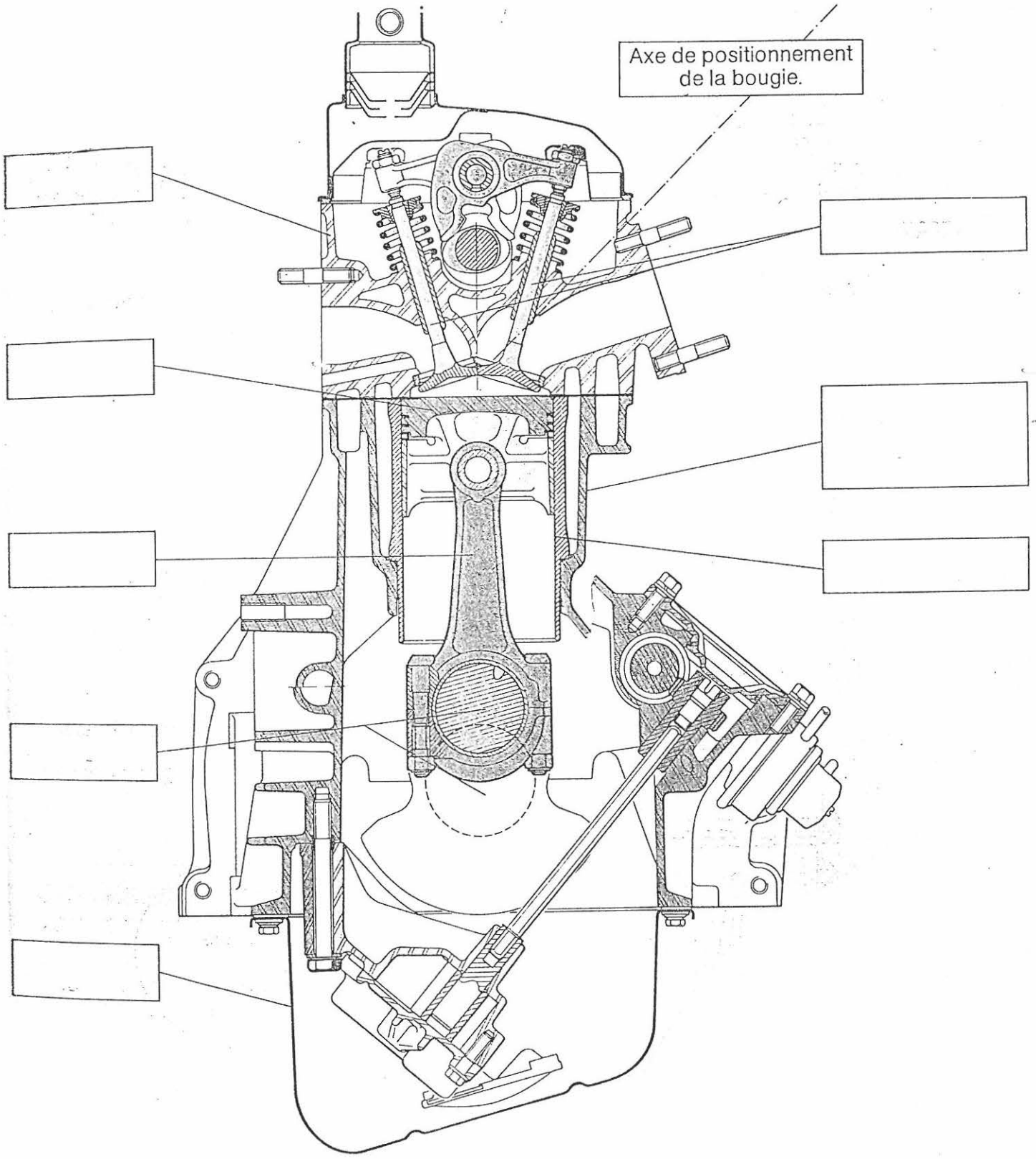


DECOMPOSITION FONCTIONNELLE NOEUD A0



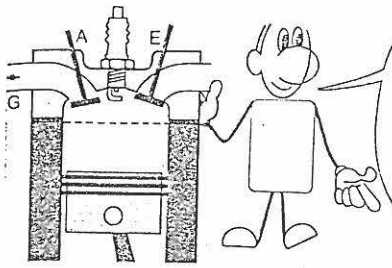
mécanique en ligne - mécanique en ligne - mécanique en ligne

LE MOTEUR



LE MOTEUR

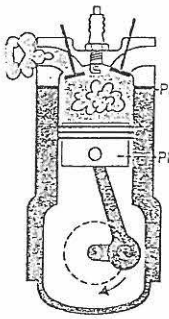
LE CYCLE A 4 TEMPS THEORIQUE



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

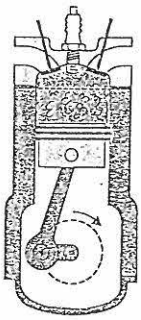


Rôle

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

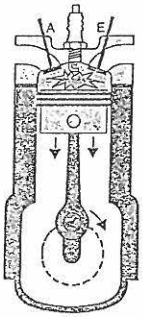


Rôle

Description

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

3 - COMBUSTION-DÉTENTE

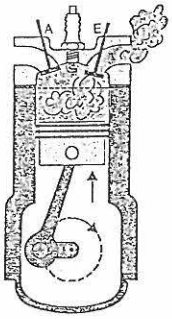


Rôle

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

ADMISSION
+
COMPRESSION
+
COMBUSTION-DÉTENTE
+
ÉCHAPPEMENT

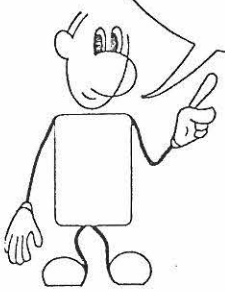
LE MOTEUR

LA DISTRIBUTION

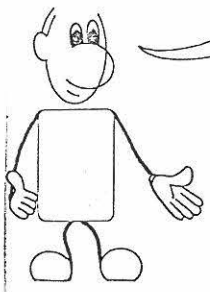
- GÉNÉRALITÉS

Rappel !

Nous avons vu dans le cycle à 4 temps
qu'il fallait, à certains moments, admettre un mélange gazeux par un orifice et évacuer les gaz brûlés par un autre orifice.
L'obturation de ces orifices est généralement réalisée au moyen de soupapes.
Voyons la position théorique des soupapes dans les différents temps du cycle.



	ADMISSION	COMPRESSION	DÉTENTE	ÉCHAPPEMENT
SOUPAPE D' ADMISSION				
SOUPAPE D' ÉCHAPPEMENT				



Il faut commander l'ouverture et la fermeture des soupapes, c'est-à-dire imposer l'instant de l'ouverture, l'amplitude et la durée du mouvement des soupapes.
C'est le rôle de...

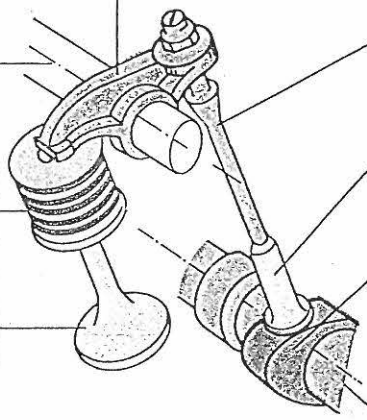
SES ÉLÉMENTS*:

LE CULBUTEUR :

L'AXE DE CULBUTEUR :

LE RESSORT :

LA SOUPAPE :



LA TIGE DE CULBUTEUR :

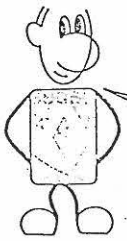
LE POUSSOIR :

LA CAME :

L'ARBRE À CAMES :

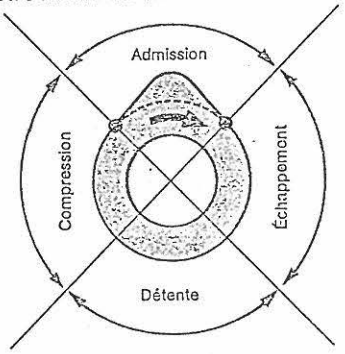
LE MOTEUR

LA DISTRIBUTION



Chaque soupape est commandée par une came. Considérons la soupape d'admission. Celle-ci s'ouvre et se ferme une fois par cycle. Son temps d'ouverture dure 1/2 tour vilebrequin. La came doit donc retrouver sa position initiale au début de chaque cycle, soit après un tour de l'arbre à cames.

Nous retrouvons au niveau de la came les 4 temps du cycle.

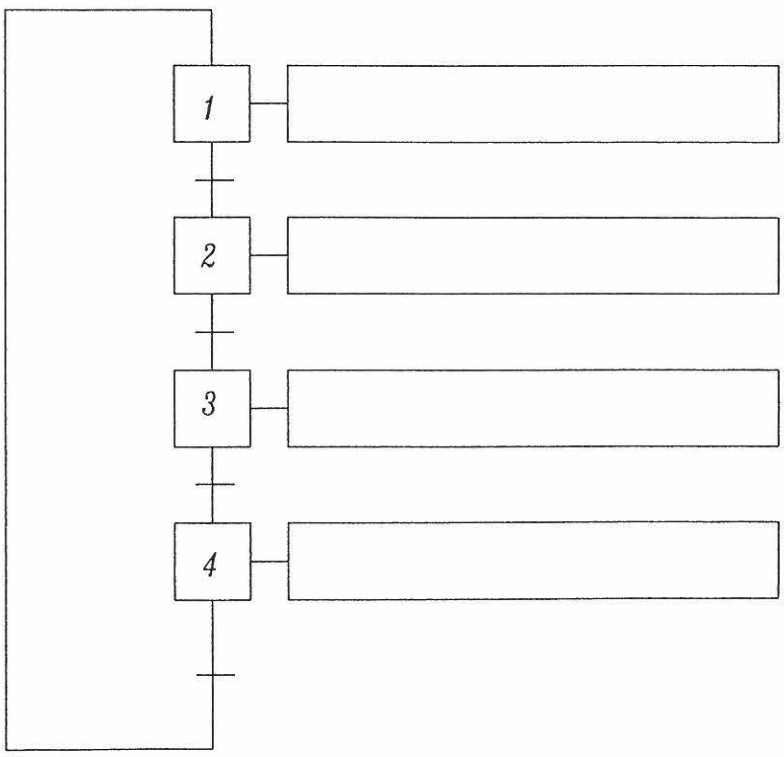


ADMISSION = 1/4 de Tour
COMPRESSION = 1/4 de Tour
DÉTENTE = 1/4 de Tour
ÉCHAPPEMENT = 1/4 de Tour

EN RÉSUMÉ :

CYCLE À 4 TEMPS

Grafcet de coordination des tâches



LE MOTEUR

LA DISTRIBUTION

Les soupapes

FONCTION : _____

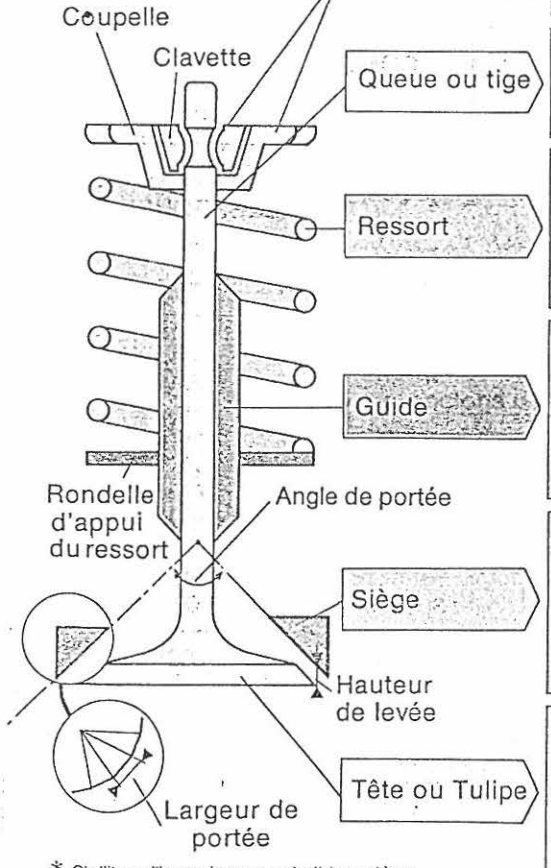
_____

_____

- 2 soupapes par cylindre. - 1 admission, 1 échappement. - Øadmission>Øéchappement.	- 3 soupapes par cylindre. - 2 admission, 1 échappement. - Øadmission<Øéchappement.	- 4 soupapes par cylindre. - 2 admission, 2 échappement. - Øadmission>Øéchappement.

Les soupapes sont soumises à des contraintes de 3 ordres :

Mécanique	Chimique	Thermique
A 6000 t/mn par exemple, chaque soupape poussée par la distribution puis rappelée par son ressort s'ouvre et se ferme 50 fois par seconde. La soupape doit résister à ce martellement ainsi qu'à la pression de combustion tout en assurant une bonne étanchéité en position fermée.	Les soupapes sont au contact de la combustion. Elles devront résister à la corrosion engendrée par cette combustion.	Les soupapes devront tenir en température : en effet la température de la soupape d'admission est d'environ 400° (elle est refroidie par les gaz frais). et celle de la soupape d'échappement est d'environ 700°.



* Stellite : alliage chrome-cobalt-tungstène.

Clavetage
- C'est l'ensemble des éléments maintenant la soupape.
- Il comprend une coupelle en forme de cuvette servant d'appui au ressort, maintenue à la tige de soupape par 2 demi-coquilles.

Queue ou tige
- Elle doit avoir une bonne tenue à la fatigue et à l'usure.
- Elle doit présenter également une bonne conductibilité thermique et de bonnes propriétés de glissement.

Ressort
- Il doit assurer le rappel de la soupape et la maintenir plaquée sur son siège.
- Il peut être à pas fixe ou à pas variable (il a alors un sens de montage et assure mieux sa fonction à haut régime).
- Il peut être simple ou double (ressort intérieur à pas inverse).

Guide
- Il doit permettre un bon coulissement de la queue de soupape.
- Il est généralement en bronze ou en fonte et emmanché à force dans la culasse.
- Pour conserver un bon serrage dans la culasse, les guides réparation ont des diamètres plus importants que ceux d'origine.

Siège
- Son angle peut être de 90° ou 120° (ce dernier permettant un passage plus grand pour une même levée).
- Il est généralement en "stellite"* et rapporté.
- La portée doit être comprise entre 1 et 2,5 mm.
  - Trop grande : points chauds → déformation et fuite.
  - Trop faible : martellement → fuite.

Tête ou Tulipe
- A l'échappement : il faut une bonne résistance thermique et une bonne dureté.
- A l'admission : mêmes problèmes mais moins aigus.
- Plus grand diamètre à l'admission qu'à l'échappement pour faciliter le remplissage.
- Levée de l'ordre de 8 à 9 mm sinon la vitesse linéaire serait trop élevée.

LE MOTEUR

LA DISTRIBUTION

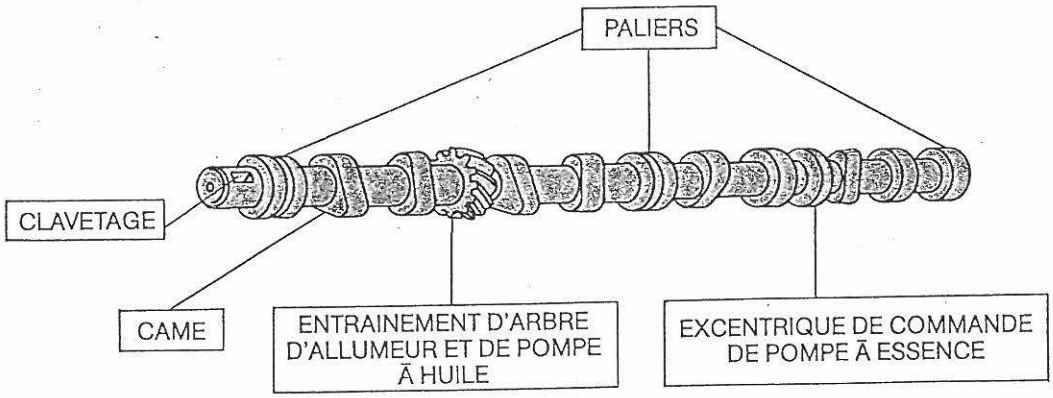
L'arbre à cames

FONCTION _____

_____

_____

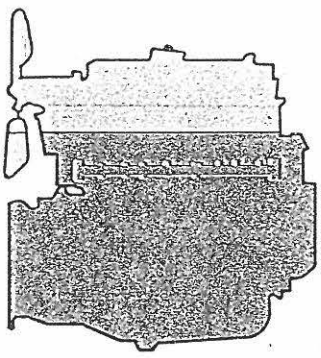
Description



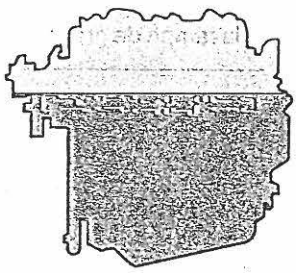
Il comprend :

- Des paliers .
- Des cames (une par soupape en général).
- Un excentrique pour là commande de la pompe à essence, si elle est mécanique.
- Un pignon pour l'entraînement de l'arbre d'allumeur et de la pompe à huile.

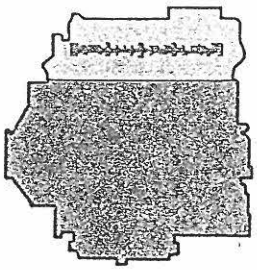
Emplacement



DANS LE BLOC MOTEUR



DANS LE BLOC MOTEUR AU NIVEAU DU JOINT DE CULASSE



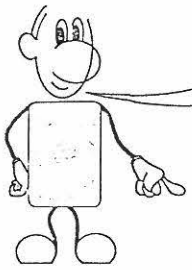
DANS LA CULASSE (EN TÊTE)

mécanique en ligne - mécanique en ligne - mécanique en ligne

LE MOTEUR

LA DISTRIBUTION

Modes d'entraînement



Voyons maintenant les différents types d'entraînement de la distribution. Rappelons que l'ARBRE À CAMES tourne deux fois moins vite que le VILEBREQUIN

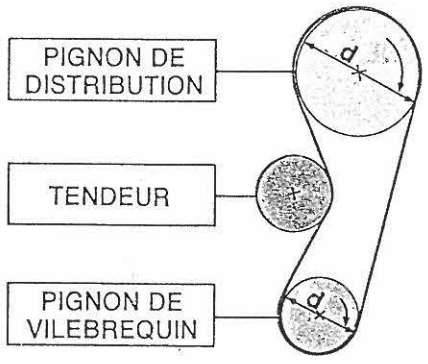
Pour 1 CYCLE

VILEBREQUIN ⇨ 2 TOURS

⇩

ARBRE À CAMES ⇨ 1 TOUR

⇩

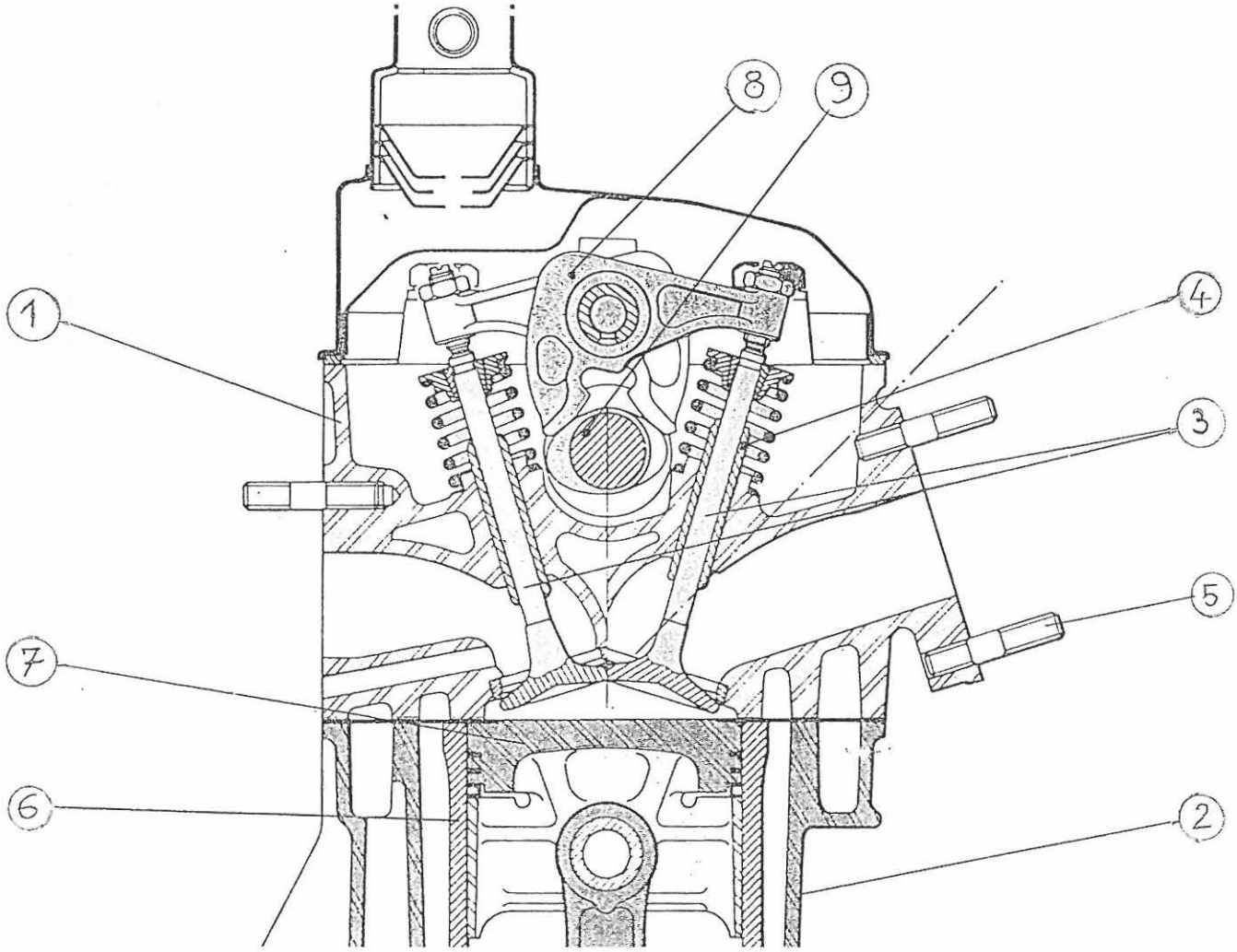


L'entraînement de la distribution peut être fait:

PAR

PAR

PAR



Indice	Date	Nature de la modification				Auteur
Logiciel: ACAD R12		Caracteristiques:	Traitements:	Etat de surface:	Masse:	Tolerances generales:
Ensemble: MOTEUR					Matiere:	
A4		CULASSE			Echelle:	
					Date:	
					Auteur:	

MECANIQUE EN LIGNE

ANALYSE TEMPORELLE

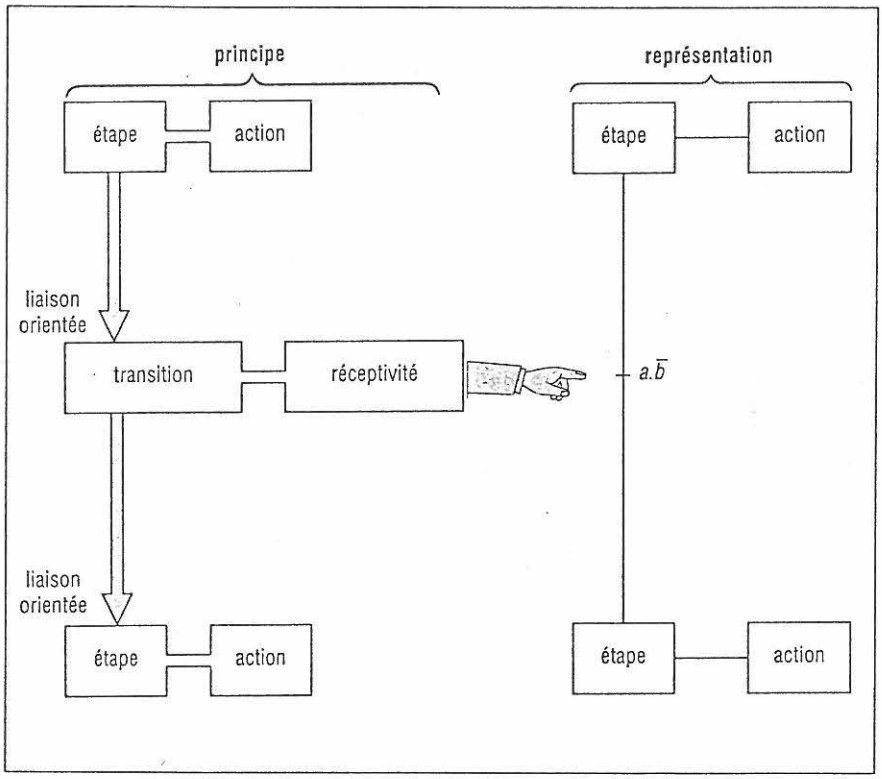
1- OUTILS D'ANALYSE TEMPORELLE

1-1 Le GRAFCET

Le GRAFCET (Graphe de Commande - Etape - Transition) est un organigramme spécialisé, utilisé pour décrire le cycle logique des systèmes automatisés séquentiels. Le GRAFCET est normalisé (NF C 03-190 et norme européenne CEI IEC 848).

1-2 Graphe de coordination des tâches

Le GRAFCET se compose d'étapes, auxquelles sont associées des actions, des transitions, auxquelles sont associées des réceptivités et des liaisons orientées.



1-2-1 Etapes et actions

Une étape est une période de temps permettant de réaliser complètement une ou plusieurs actions.

Représentation: -chaque étape est représentée par un carré numéroté.
(deux étapes différentes ne doivent jamais avoir le même numéro)
- l'étape initiale est représentée par un double carré
- à chaque étape peut être associée une (ou plusieurs) action décrite par un verbe à l'infinitif.

1-2-2 Transitions

Elles sont representées par une petite barre , la receptivité associée est écrite à droite de la petite barre.

ANALYSE TEMPORELLE

1-2-3 Liaisons

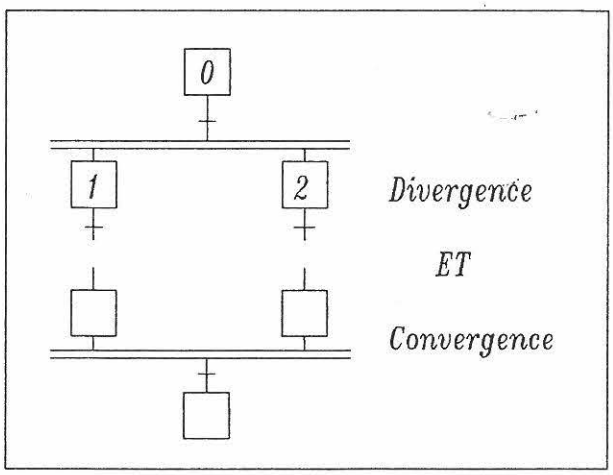
Elles correspondent aux lignes tracées entre les différentes boîtes indiquant les voies d'évolution entre étapes et transitions.

1-2-4 Divergences et convergences

Le graphe de coordination des tâches ne possède pas toujours une structure linéaire. Il peut se diviser en plusieurs branches : on parle alors de divergence. Lorsque les branches se rejoignent le graphe présente une covergence.

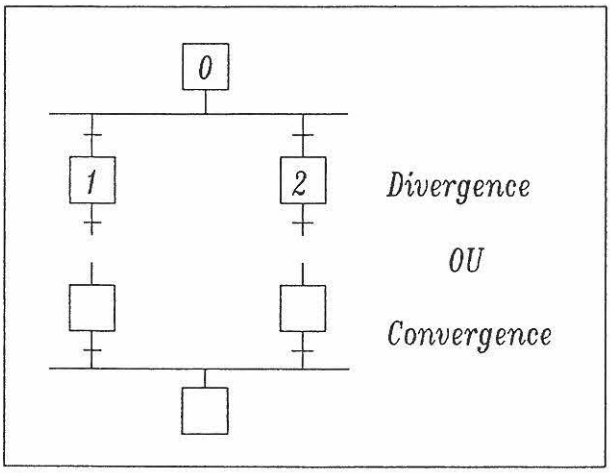
Divergence / convergence en ET

Lorsque l'évolution se poursuit simultanément dans les différentes branches, on dit qu'il y a divergence puis convergence en ET.
Le symbole représentant la divergence et la convergence en ET est une double barre horizontale.



Divergence / convergence en OU

Lorsque l'évolution se poursuit dans une seule des différentes branches on dit qu'il y a divergence puis convergence en OU.
Le symbole représentant la divergence et la convergence en OU est une barre horizontale simple.



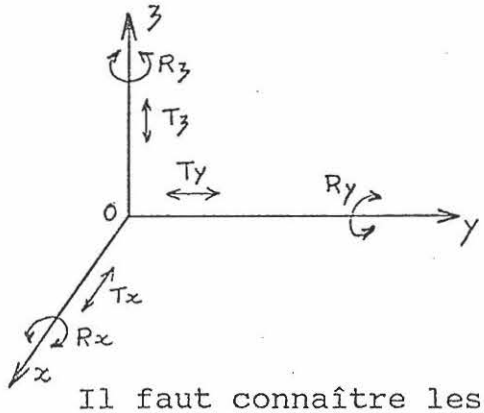
Une divergence en ET se termine par une convergence en ET ; une divergence en OU se termine par une convergence en OU.

mécanique en ligne - mécanique en ligne - mécanique en ligne

NOTIONS D'ISOSTATISME

LES DEGRÉS DE LIBERTÉ

Tout mouvement instantané d'un solide libre de l'espace peut s'exprimer par la somme vectorielle d'une rotation (R) et d'une translation (T) ou les composantes (R*T) dans un repère fixe oxyz.



- Tx translation transversale
- Ty translation longitudinale
- T3 translation verticale

La direction de chacun des mouvements de translation peut servir d'axe à un mouvement de rotation.

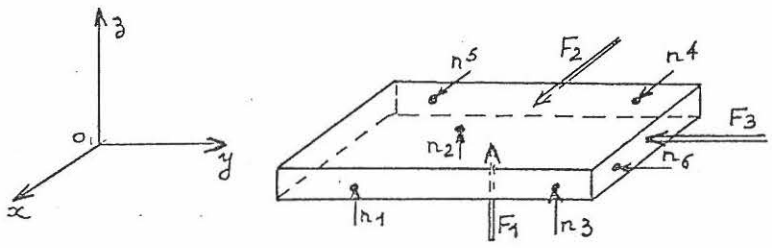
- Rx rotation transversale
- Ry rotation longitudinale
- Rz rotation verticale

Il faut connaître les 6 paramètres pour décrire le mouvement du solide. On dit qu'il possède 6 degrés de liberté.

L'IMMOBILISATION D'UN SOLIDE

Pour immobiliser un solide, il faut éliminer les 6 degrés de liberté. Dans un mécanisme donné, certains de ces degrés de liberté sont supprimés par des degrés de liaison. Chaque degré de liaison supprime un degré de liberté.

Une surface plane peut au plus éliminer 3 degrés de liberté.

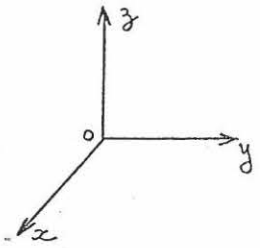


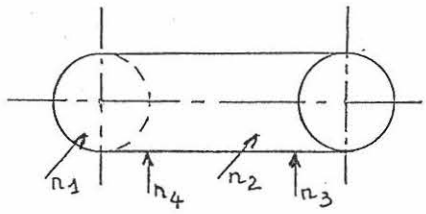
Normales	Surfaces	Degré de liaison	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz
n1,n2,n3	F1	3			x	x	x	
n4,n5	F2	2	x					x
n6	F3	1		x				

mécanique en ligne - mécanique en ligne - mécanique en ligne

Si on met le solide en appui sur les normales n, on lui a supprimé les 6 degrés de liberté.

Une surface cylindrique peut au plus éliminer 4 degrés de liberté.





Sont éliminés
Tx, Tz, Rx, Rz

Une surface sphérique peut éliminer au plus 3 degrés de liberté.
Les trois translations Tx, Ty, Tz.

LA MISE EN POSITION

Les machines comportent des éléments destinés à recevoir les pièces et des éléments destinés à recevoir les outils de coupe.

Les surfaces qui assurent la mise en position d'une pièce sont, en principe, celles du système de références qui définit la position des surfaces à usiner.

Le système de référence choisi pour les pièces doit correspondre au système de référence de la machine.

On travaille dans un repère orthonormé oxyz.
Ex : commande numérique.

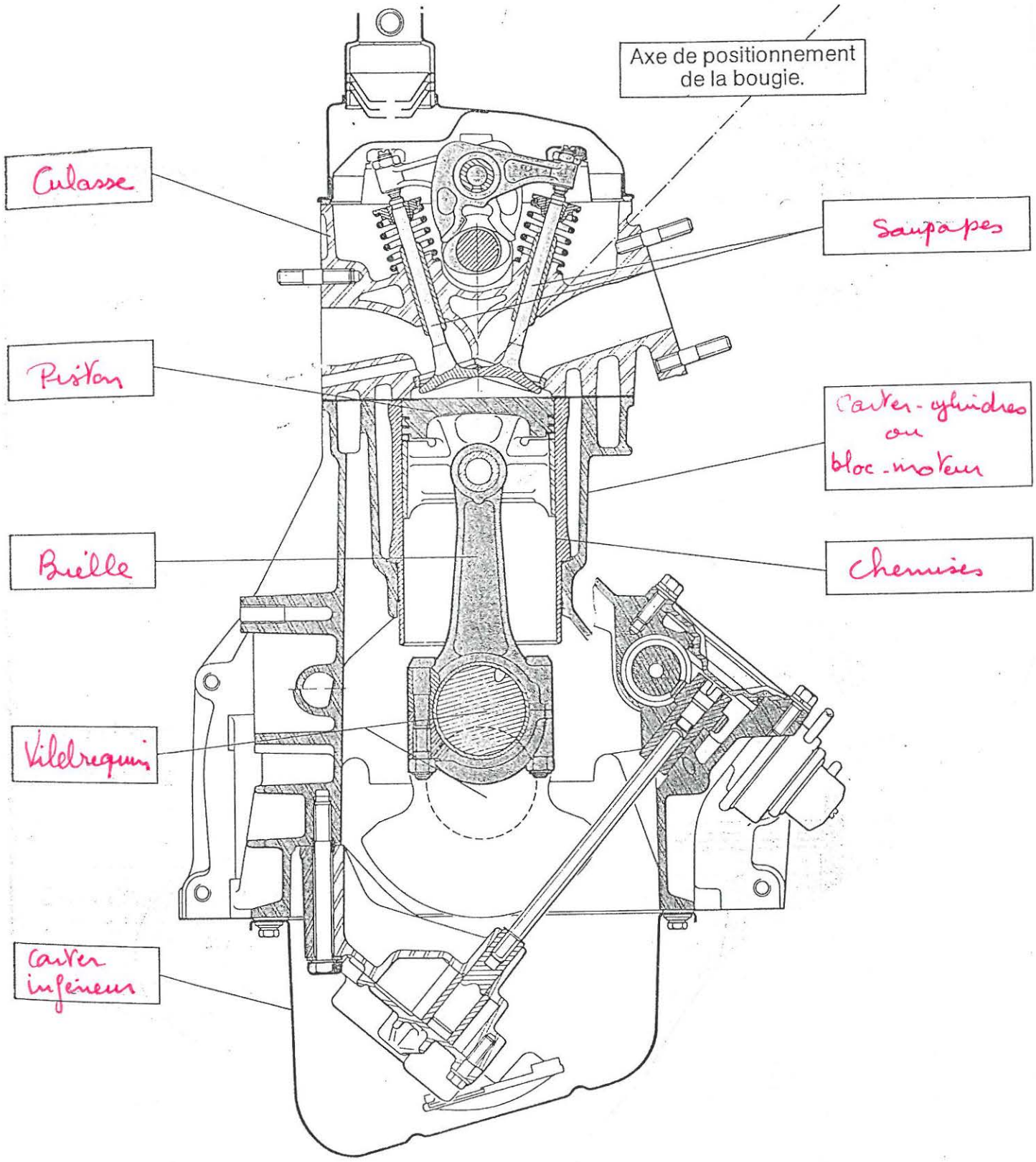
LE MAINTIEN EN POSITION

Après avoir mis en position la pièce, il faut l'immobiliser sur la machine pour l'usiner.

Il existe une grande variété de systèmes d'immobilisation.

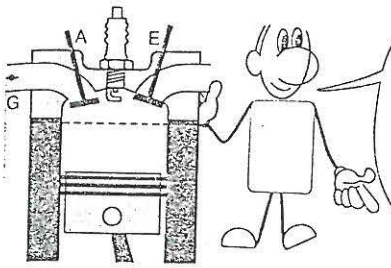
mécanique en ligne - mécanique en ligne - mécanique en ligne

LE MOTEUR


Axe de positionnement de la bougie.
Culasse
Soupapes
Piston
Carter - cylindres ou bloc - moteur
Bielle
Chemises
Vilebrequin
Carter inférieur

LE MOTEUR

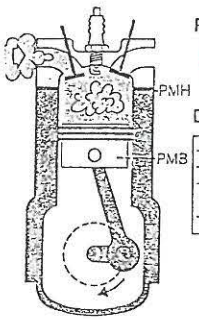
LE CYCLE A 4 TEMPS THEORIQUE



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

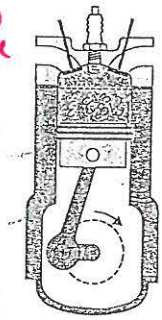


Rôle Admettre, dans le cylindre, le mélange gazeux air-essence

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.

2e TEMPS : COMPRESSION

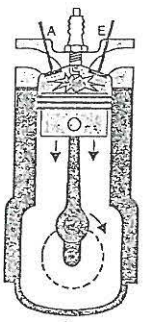


Rôle Comprimer le mélange gazeux air-essence

Description

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

3 - COMBUSTION-DÉTENTE

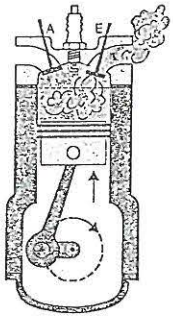


Rôle Créer un travail à partir de la combustion du mélange : c'est le temps moteur

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 Evacuer les gaz brûlés hors du cylindre.

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

ADMISSION +	⇨	1/2 Tour de vilebrequin
COMPRESSION +	⇨	1/2 " "
COMBUSTION-DÉTENTE +	⇨	1/2 " "
ÉCHAPPEMENT	⇨	1/2 " "

1 cycle = 2 tours de vilebrequin

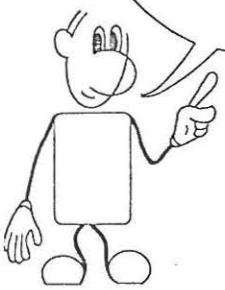
LE MOTEUR

LA DISTRIBUTION

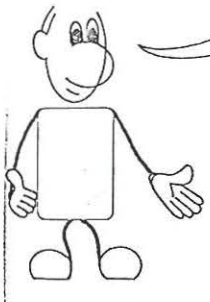
- GÉNÉRALITÉS

Rappel !

Nous avons vu dans le cycle à 4 temps
qu'il fallait, à certains moments, admettre un mélange gazeux par un orifice et évacuer les gaz brûlés par un autre orifice.
L'obturation de ces orifices est généralement réalisée au moyen de soupapes.
Voyons la position théorique des soupapes dans les différents temps du cycle.



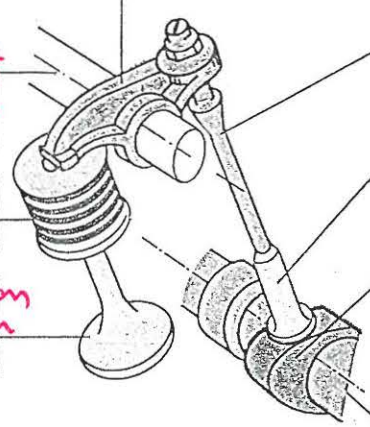
	ADMISSION	COMPRESSION	DÉTENTE	ÉCHAPPEMENT
SOUPAPE D' ADMISSION	ouverte	Fermée	Fermée	Fermée
SOUPAPE D' ÉCHAPPEMENT	Fermée	Fermée	Fermée	Ouverte



Il faut commander l'ouverture et la fermeture des soupapes, c'est-à-dire imposer l'instant de l'ouverture, l'amplitude et la durée du mouvement des soupapes.
C'est le rôle de...

La Distribution.

SES ÉLÉMENTS*:



LE CULBUTEUR : Il inverse le mouvement et peut éventuellement le multiplier

L'AXE DE CULBUTEUR : Il permet le basculement du culbuteur

LE RESSORT : Il assure le rappel de la soupape

LA SOUPAPE : Elle obture ou non l'orifice d'amenée et de retour des gaz

LA TIGE DE CULBUTEUR : elle assure la liaison entre le culbuteur et le poussoir

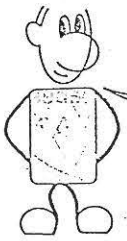
LE POUSSOIR : Il transmet le mouvement de la came à la tige

LA CAME : Elle assure les différentes fonctions relatives à la Cde de la soupape

L'ARBRE À CAMES : Il synchronise le mvt des cames avec celui du vilebrequin.

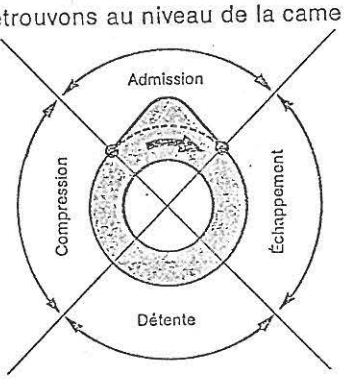
LE MOTEUR

LA DISTRIBUTION



Chaque soupape est commandée par une came. Considérons la soupape d'admission. Celle-ci s'ouvre et se ferme une fois par cycle. Son temps d'ouverture dure 1/2 tour vilebrequin. La came doit donc retrouver sa position initiale au début de chaque cycle, soit après un tour de l'arbre à cames.

Nous retrouvons au niveau de la came les 4 temps du cycle.



ADMISSION = 1/4 de Tour
COMPRESSION = 1/4 de Tour
DÉTENTE = 1/4 de Tour
ÉCHAPPEMENT = 1/4 de Tour

EN RÉSUMÉ :

CYCLE À 4 TEMPS

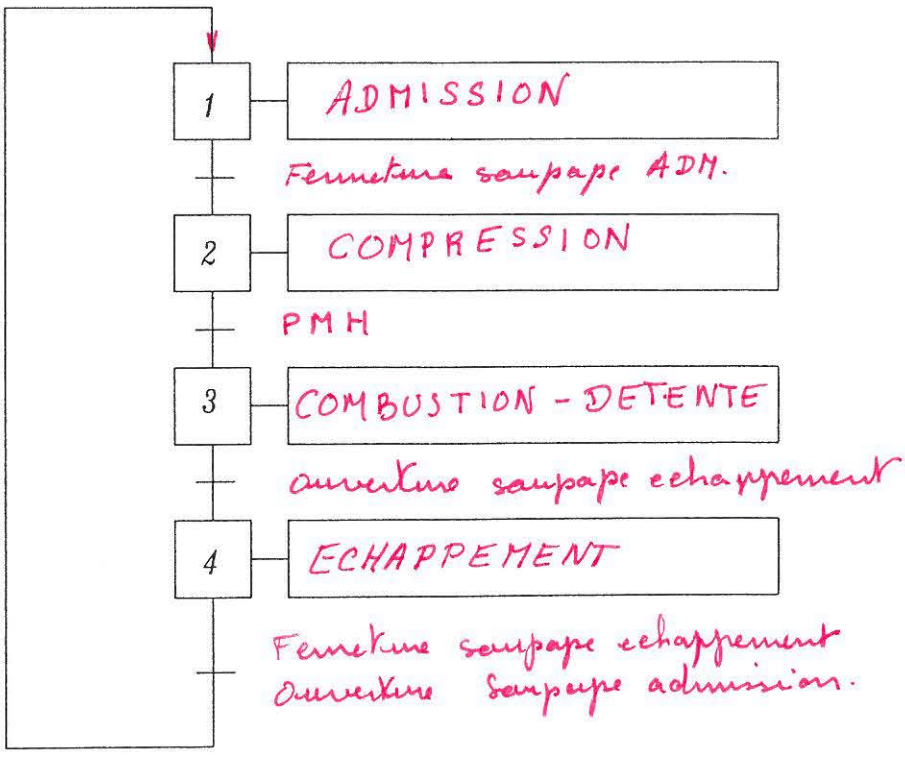
⇩

2 tours de vilebrequin

⇩

1 tour d'arbre à cames

Grafcet de coordination des tâches



LE MOTEUR

LA DISTRIBUTION

Les soupapes

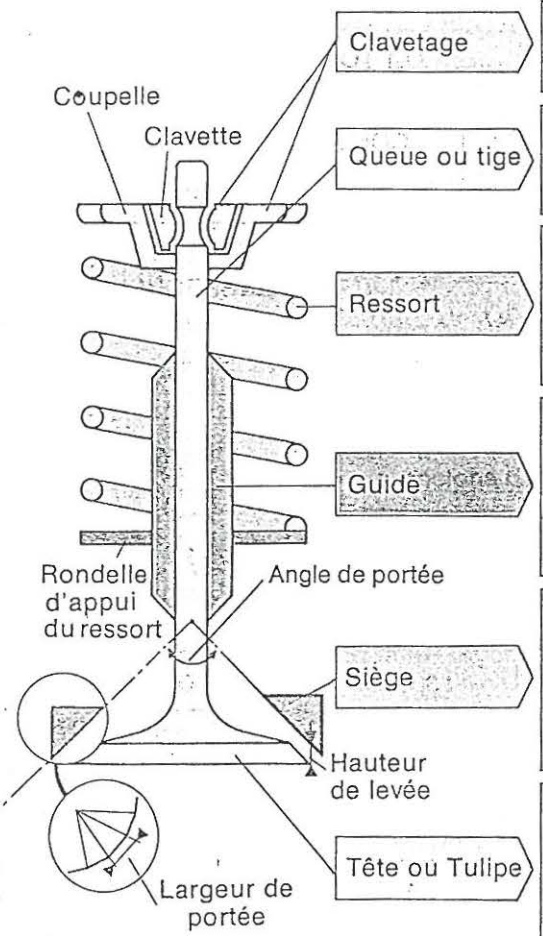
FONCTION : Permettre l'entrée et la sortie des gaz du cylindre.

~~l'admission était plus difficile à réaliser, on trouve~~ 3 solutions.

- 2 soupapes par cylindre. - 1 admission, 1 échappement. - Øadmission>Øéchappement.	- 3 soupapes par cylindre. - 2 admission, 1 échappement. - Øadmission<Øéchappement.	- 4 soupapes par cylindre. - 2 admission, 2 échappement. - Øadmission>Øéchappement.

Les soupapes sont soumises à des contraintes de 3 ordres :

Mécanique	Chimique	Thermique
A 6000 t/mn par exemple, chaque soupape poussée par la distribution puis rappelée par son ressort s'ouvre et se ferme 50 fois par seconde. La soupape doit résister à ce martellement ainsi qu'à la pression de combustion tout en assurant une bonne étanchéité en position fermée.	Les soupapes sont au contact de la combustion. Elles devront résister à la corrosion engendrée par cette combustion.	Les soupapes devront tenir en température : en effet la température de la soupape d'admission est d'environ 400° (elle est refroidie par les gaz frais). et celle de la soupape d'échappement est d'environ 700°.



- C'est l'ensemble des éléments maintenant la soupape.
- Il comprend une coupelle en forme de cuvette servant d'appui au ressort, maintenue à la tige de soupape par 2 demi-coquilles.

- Elle doit avoir une bonne tenue à la fatigue et à l'usure.
- Elle doit présenter également une bonne conductibilité thermique et de bonnes propriétés de glissement.

- Il doit assurer le rappel de la soupape et la maintenir plaquée sur son siège.
- Il peut être à pas fixe ou à pas variable (il a alors un sens de montage et assure mieux sa fonction à haut régime).
- Il peut être simple ou double (ressort intérieur à pas inverse).

- Il doit permettre un bon coulissement de la queue de soupape.
- Il est généralement en bronze ou en fonte et emmanché à force dans la culasse.
- Pour conserver un bon serrage dans la culasse, les guides réparation ont des diamètres plus importants que ceux d'origine.

- Son angle peut être de 90° ou 120° (ce dernier permettant un passage plus grand pour une même levée).
- Il est généralement en "stellite"* et rapporté.
- La portée doit être comprise entre 1 et 2,5 mm.
  - Trop grande : points chauds → déformation et fuite.
  - Trop faible : martellement → fuite.

- A l'échappement : il faut une bonne résistance thermique et une bonne dureté.
- A l'admission : mêmes problèmes mais moins aigus.
- Plus grand diamètre à l'admission qu'à l'échappement pour faciliter le remplissage.
- Levée de l'ordre de 8 à 9 mm sinon la vitesse linéaire serait trop élevée.

* Stellite : alliage chrome-cobalt-tungstène.

mécanique en ligne - mécanique en ligne - mécanique en ligne

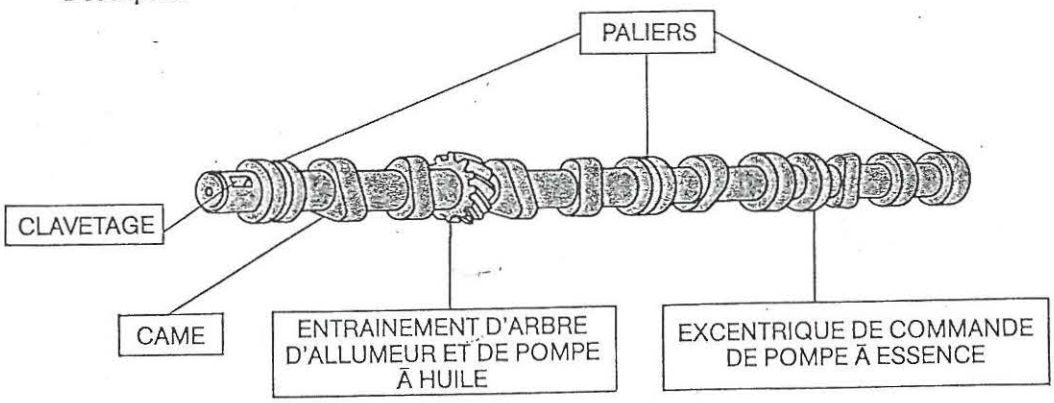
LE MOTEUR

LA DISTRIBUTION

L'arbre à cames

FONCTION Commande l'ouverture et la fermeture des soupapes dans un ordre bien précis : cylindre 1, 4, 3, 2.

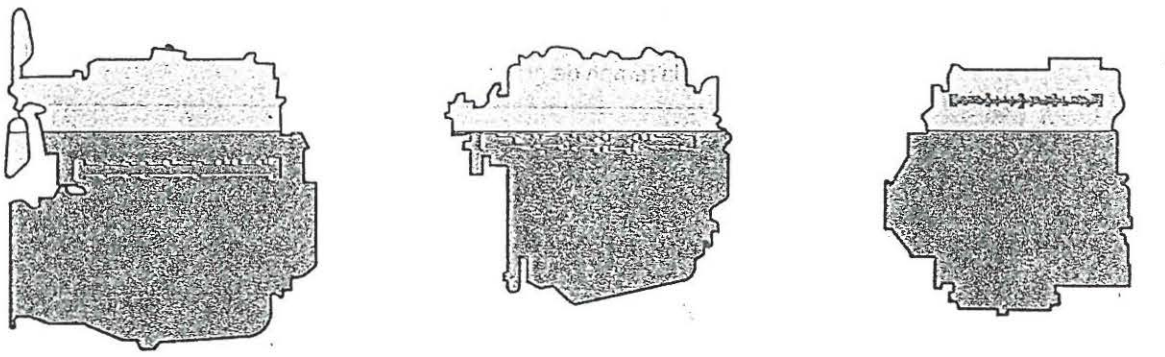
Description



Il comprend :

- Des paliers .
- Des cames (une par soupape en général).
- Un excentrique pour la commande de la pompe à essence, si elle est mécanique.
- Un pignon pour l'entraînement de l'arbre d'allumeur et de la pompe à huile.

Emplacement



DANS LE BLOC MOTEUR

DANS LE BLOC MOTEUR AU NIVEAU DU JOINT DE CULASSE

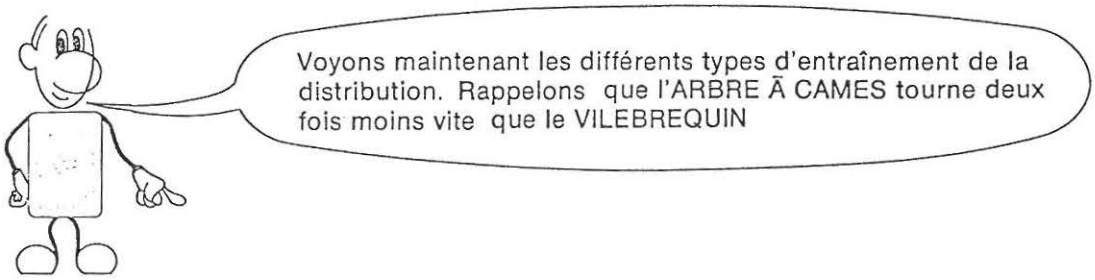
DANS LA CULASSE (EN TÊTE)

mécanique en ligne - mécanique en ligne - mécanique en ligne

LE MOTEUR

LA DISTRIBUTION

Modes d'entraînement



Pour 1 CYCLE

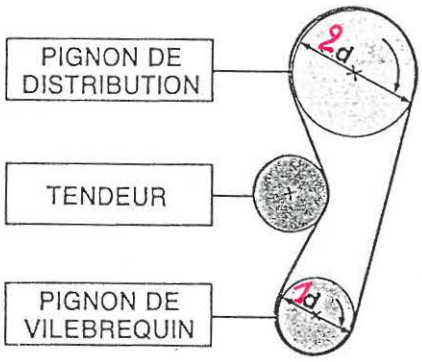
VILEBREQUIN ⇒ 2 TOURS

⇓

ARBRE Ā CAMES ⇒ 1 TOUR

⇓

le pignon de distribution a un ∅ égal à 2 fois celui du pignon de vilebrequin.



L'entraînement de la distribution peut être fait:

PAR pignons
PAR chaîne
PAR courroie