

**Année universitaire 2021**

**Module**

**Moteur à Combustion Interne**

**Partie V**

**Distribution et Systèmes  
auxiliaires**

# **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.**

**Année universitaire 2021**

**Module**

**Moteur à Combustion Interne**

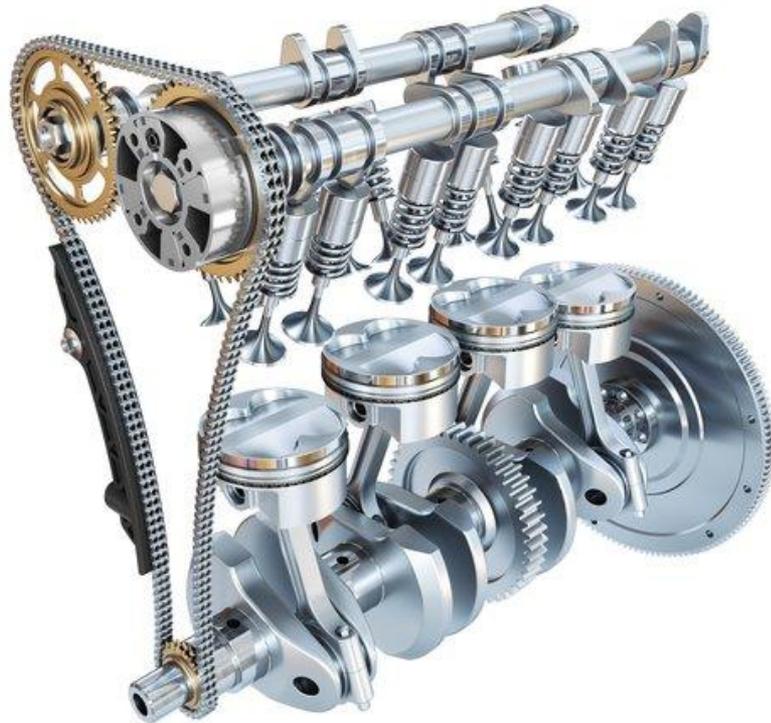
**Partie V**

**La distribution et les circuits  
auxiliaires**

# LA DISTRIBUTION

## Définition de la distribution

En mécanique, **la distribution** regroupe les mécanismes qui assurent l'admission et l'échappement des gaz dans les cylindres d'un **moteur** à explosion. L'arbre à cames, les soupapes ou encore la courroie de **distribution** sont une liste non exhaustive des éléments composant **la distribution**.



# LA DISTRIBUTION

## Principes de la distribution

Dans la distribution 3 opérations sont importantes:

- **L'étanchéité des soupapes** : fermeture parfaite sur le siège de soupape.
- **Le Timing exacte de l'ouverture et de la fermeture** par rapport à la position du piston.
- **Le Timing de l'allumage ou de l'injection du fuel** par rapport à la position du piston.

## Opérations nécessaires à la distribution

- **L'étanchéité des soupapes**; est assurée par un rodage sur le siège.
- **Le Timing exacte de l'ouverture et de la fermeture**; par poussée vers le bas à partir d'un mécanisme et d'une traction par des ressorts de rappel.
- **Le Timing de l'allumage ou de l'injection du fuel**; allumage commandé ou auto allumage.

## Ordre d'ouverture des soupapes

4 cylindres avec un ordre d'allumage de 1-3-4-2.

6 cylindres avec un ordre d'allumage de 1-5-3-6-2-4.

8 cylindres en ligne dont l'ordre d'allumage de 1-6-2-5-8-3-7-4.

# COMMENT CA FONCTIONNE

## Arbre à cames

Ils permettent l'ouverture des soupapes en les poussant vers le bas

## Ressorts

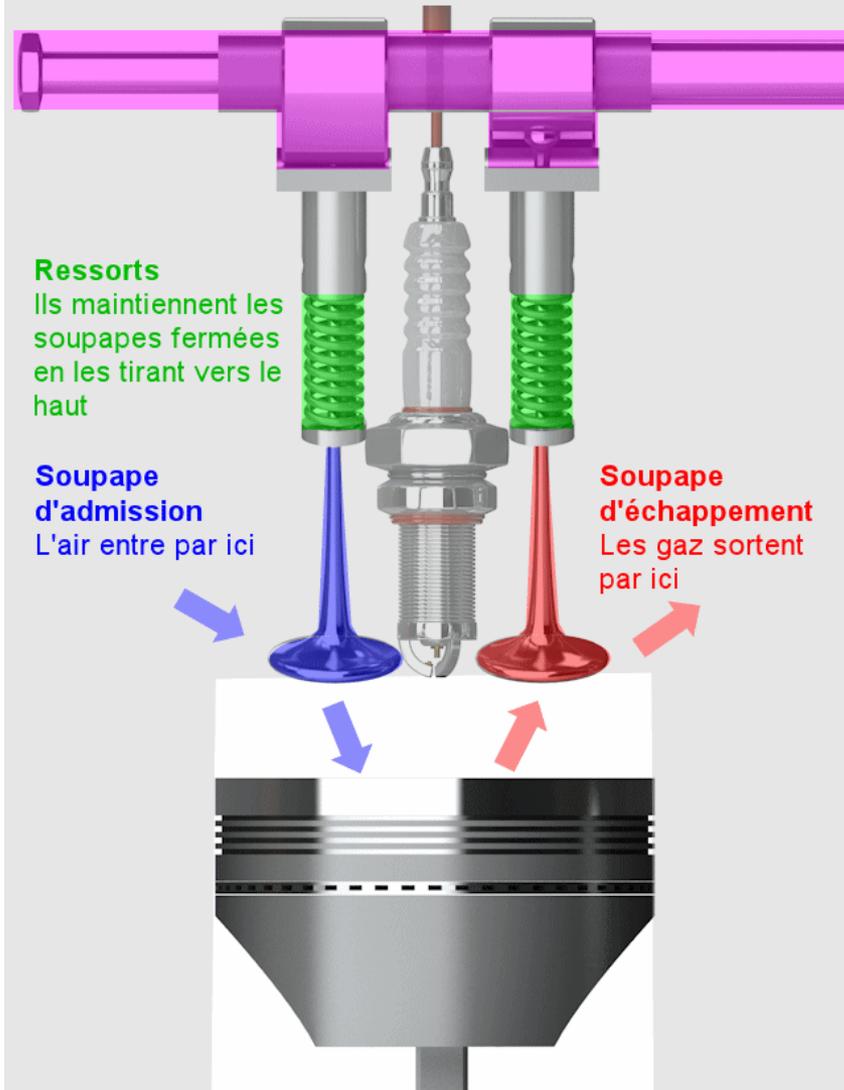
Ils maintiennent les soupapes fermées en les tirant vers le haut

## Soupape d'admission

L'air entre par ici

## Soupape d'échappement

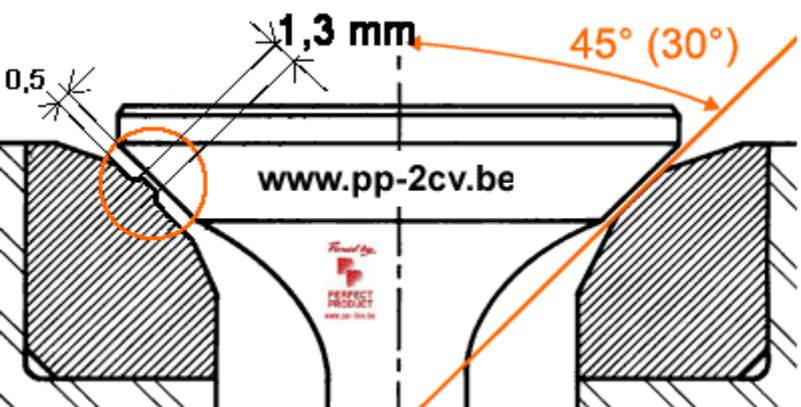
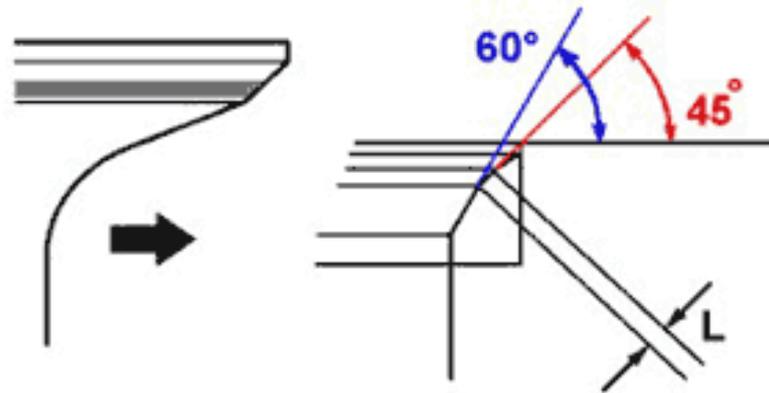
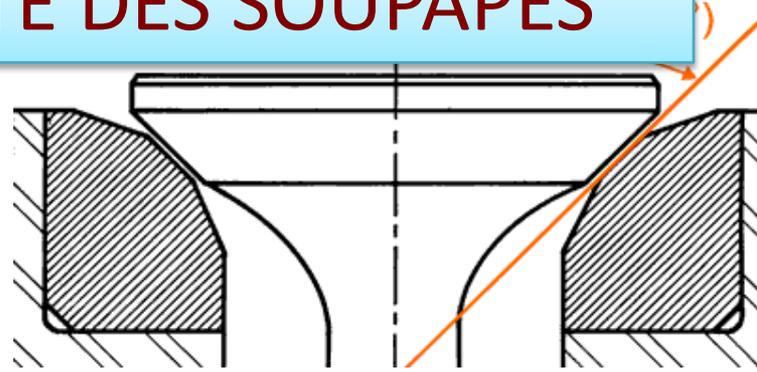
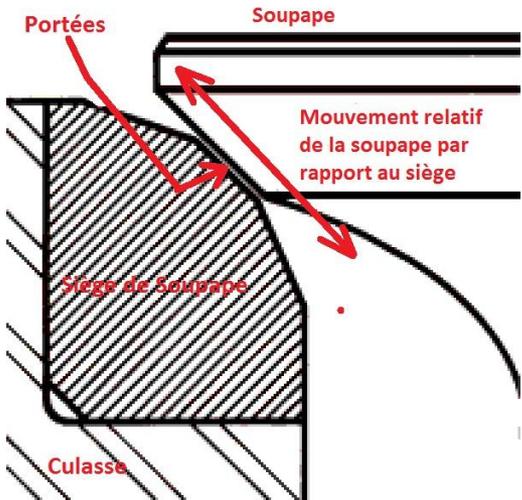
Les gaz sortent par ici



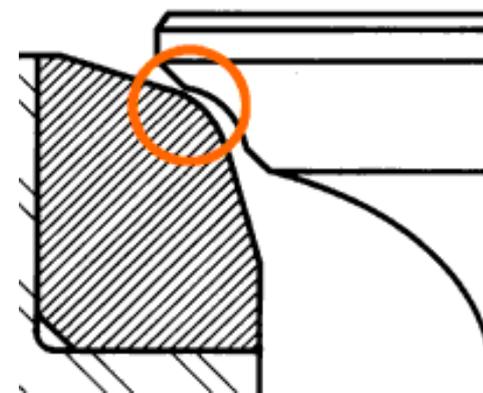
En deux phrases :

- La soupape d'admission laisse entrer le mélange Air/ Carburant pour les moteurs essence et l'Air pour le moteur Diesel.
- La soupape d'échappement laisse sortir les gaz brûlés pour les deux moteurs

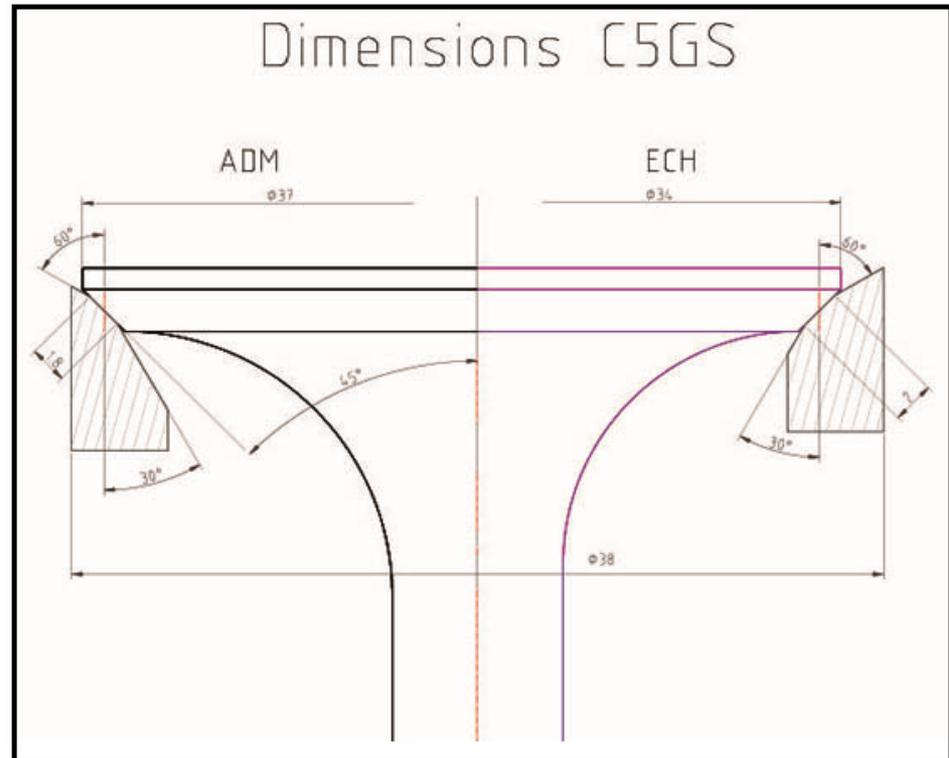
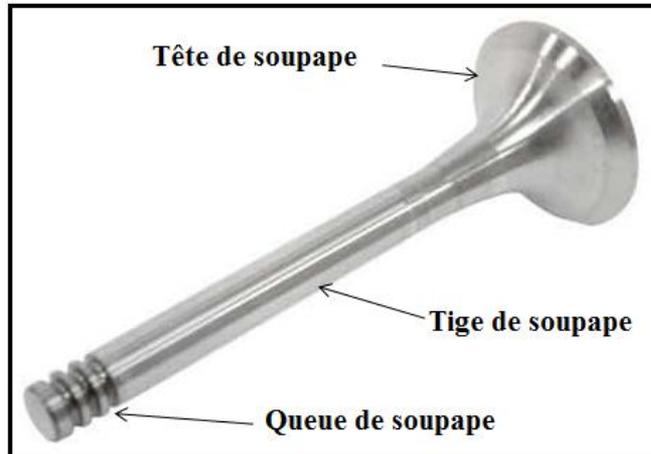
# ETANCHEITE DES SOUPAPES



**AUCUNE étanchéité !!!**

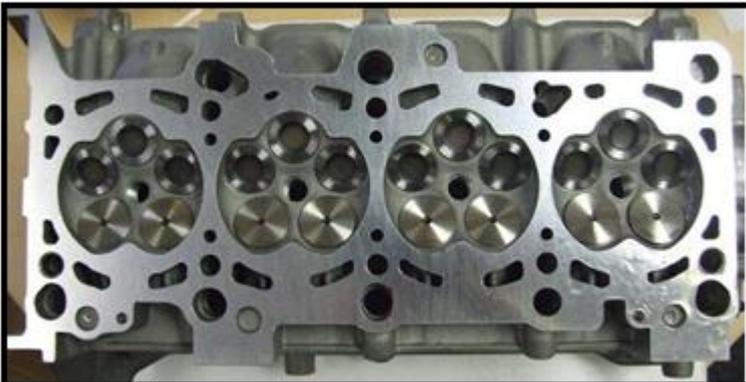
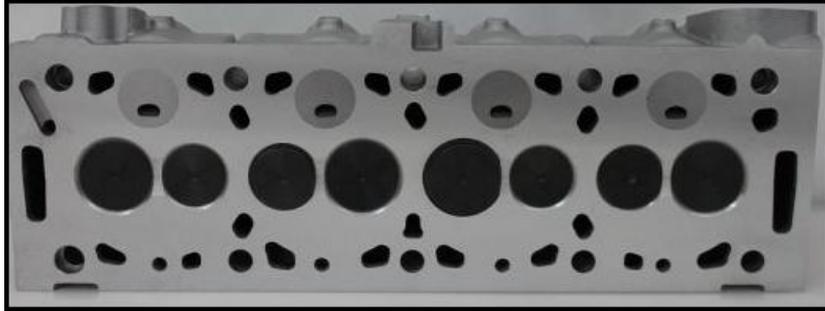


# DIMENSIONNEMENT D'UNE SOUPAPE



# NOMBRE DE SOUPAPES POSSIBLE

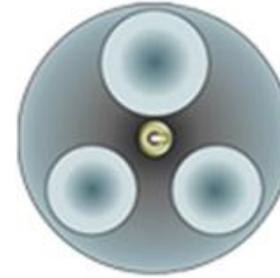
Le nombre de soupapes par cylindre peut varier de 2 à 8



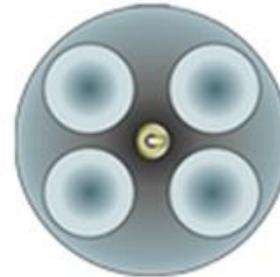
Le nombre de cylindres dépend du constructeur du moteur

# NOMBRE et DISPOSITION DES SOUPAPES

## Disposition des soupapes



3 soupapes  
2 d'admission  
1 d'échappement



4 soupapes  
2 d'admission  
2 d'échappement

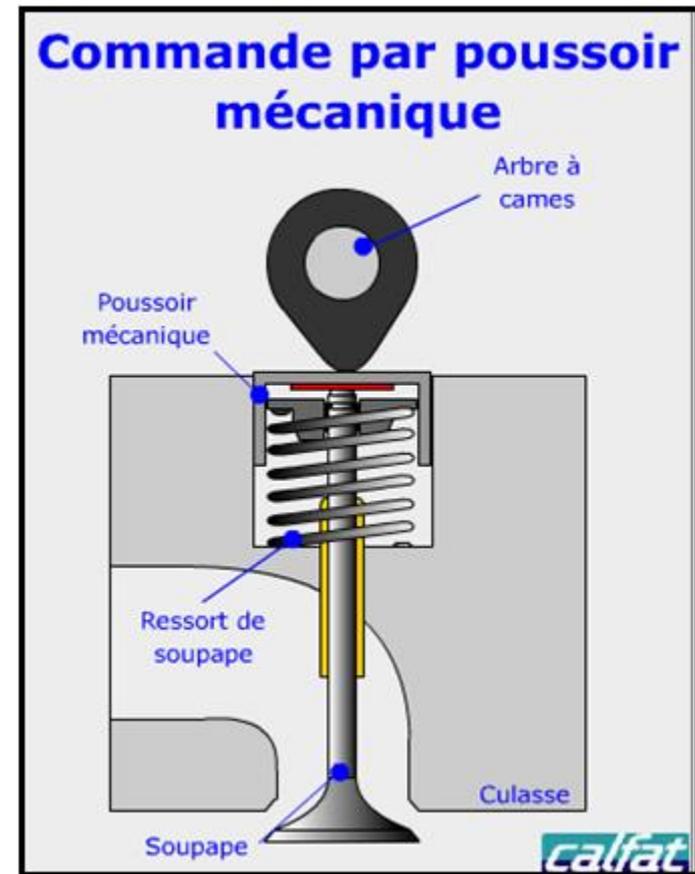
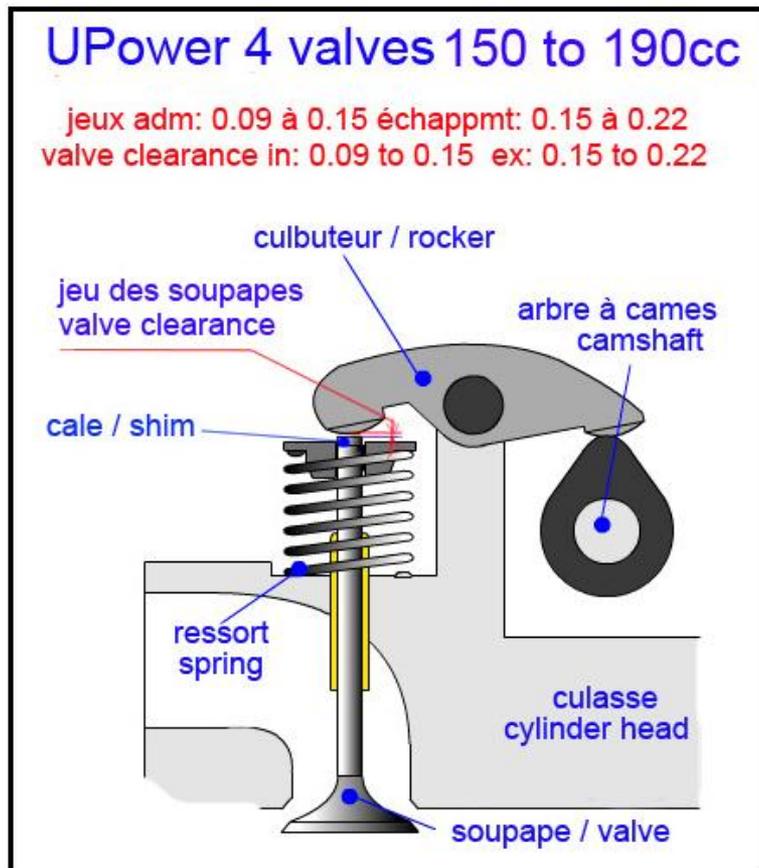


5 soupapes  
3 d'admission  
2 d'échappement

# MECANISME DE COMMANDE DES SOUPAPES

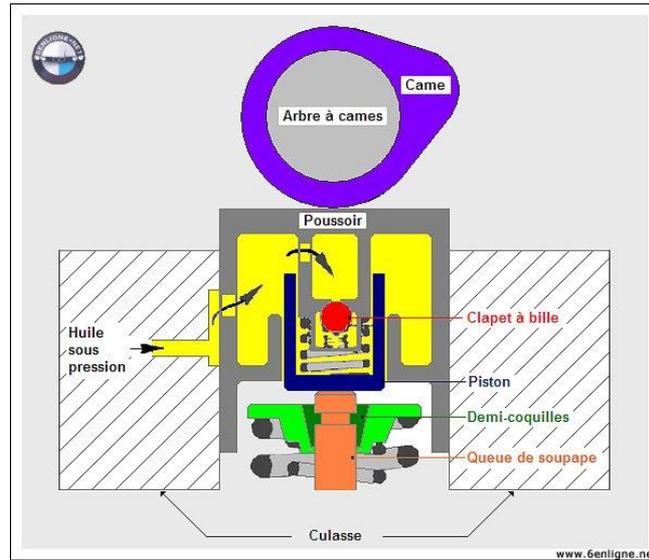
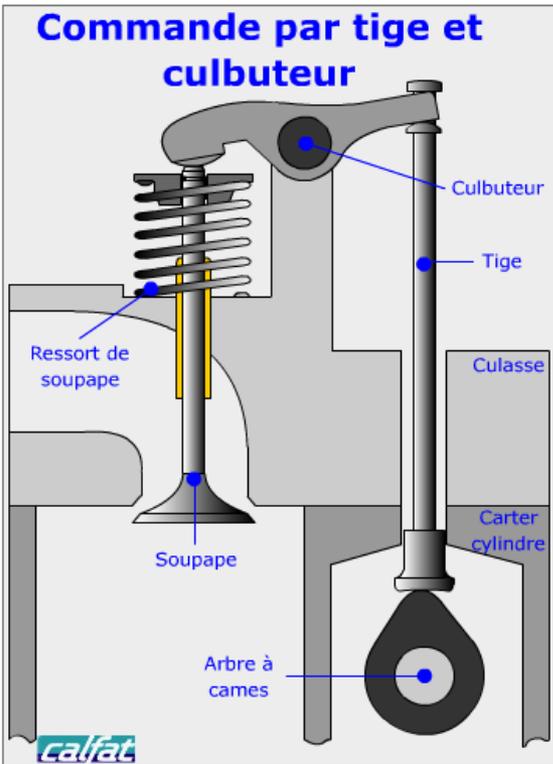
L'ouverture de la soupape se fait par pression sur la queue de la soupape.

La pression est exercée par une came soit  
Indirectement par l'intermédiaire d'un culbuteur ou Directement par la came.

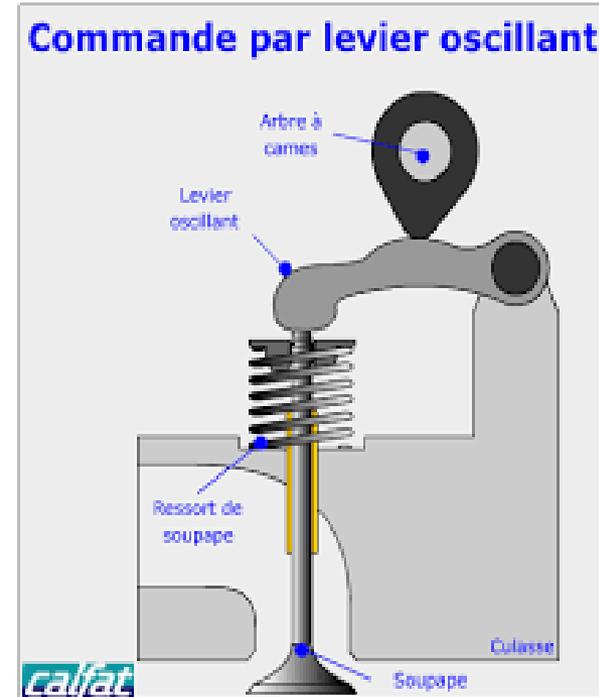


# MECANISME DE COMMANDE DES SOUPAPES

## Commande par tige et culbuteur



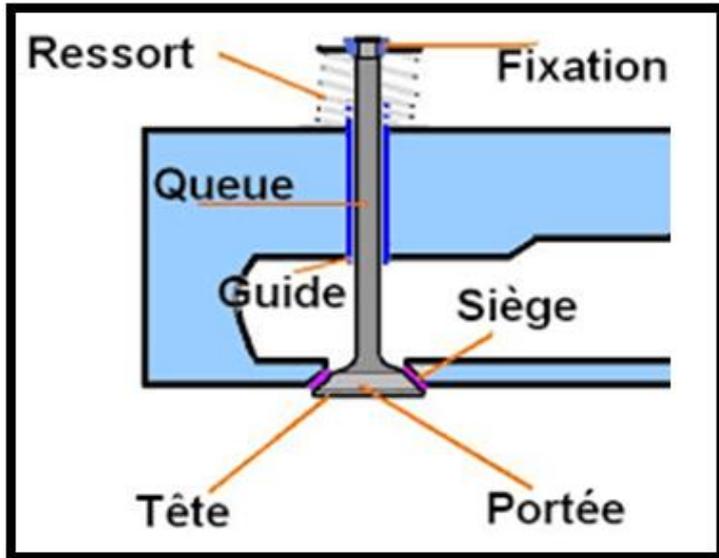
## Commande par levier oscillant



## Monocylinder Camless Engine

<https://www.youtube.com/watch?v=WRQ9uHhUYu0>

# MECANISME DE LA COMMANDE DES SOUPAPES

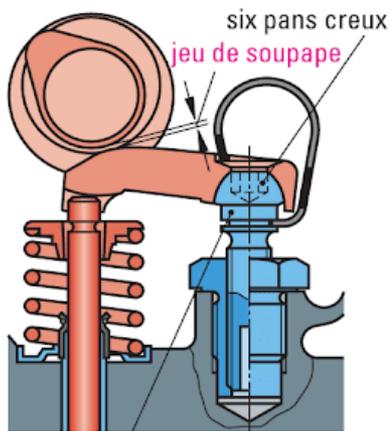


**Ouverture de soupape** = Exercer une poussée pour éloigner la tête du siège = laisser un passage

**Fermeture de soupape** = Exercer une traction pour coller la tête sur siège = créer une étanchéité.

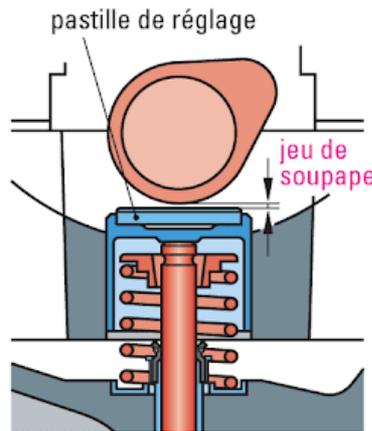
Dans la commande des soupapes, l'ouverture peut être faite de différentes manières

La fermeture des soupapes se fait par le retour au repos du ressort après sa compression.

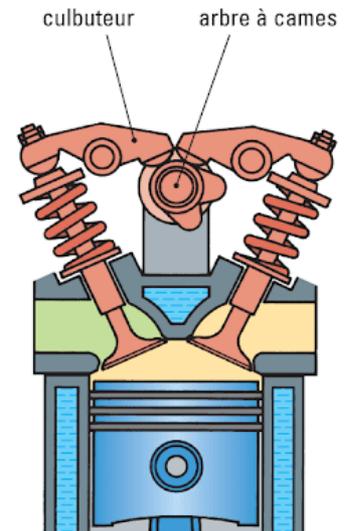
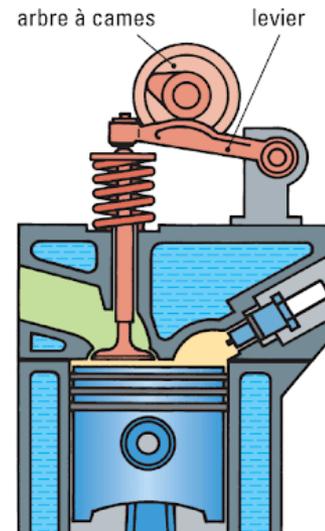


vis de butée à tête sphérique

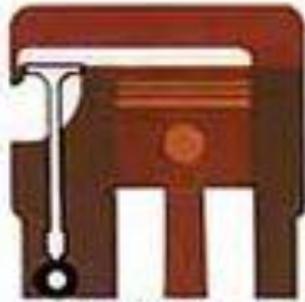
Ajustage avec vis de butée à tête sphérique



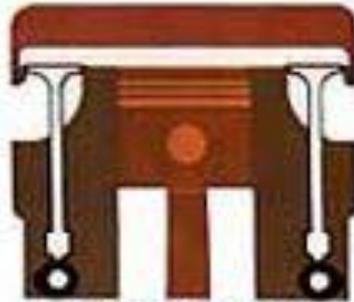
Ajustage avec pastille de réglage



# DIFFERENTES DISPOSITIONS DES SOUPAPES



*Un arbre et soupapes latérales*



*Deux arbres et soupapes latérales*



*Un arbre avec tiges et culbuteurs*



*Un arbre avec soup.d'échapp.latérales et admission culbutées*



*Un arbre à cames en tête*



*Un arbre à cames en tête et soupapes en V*

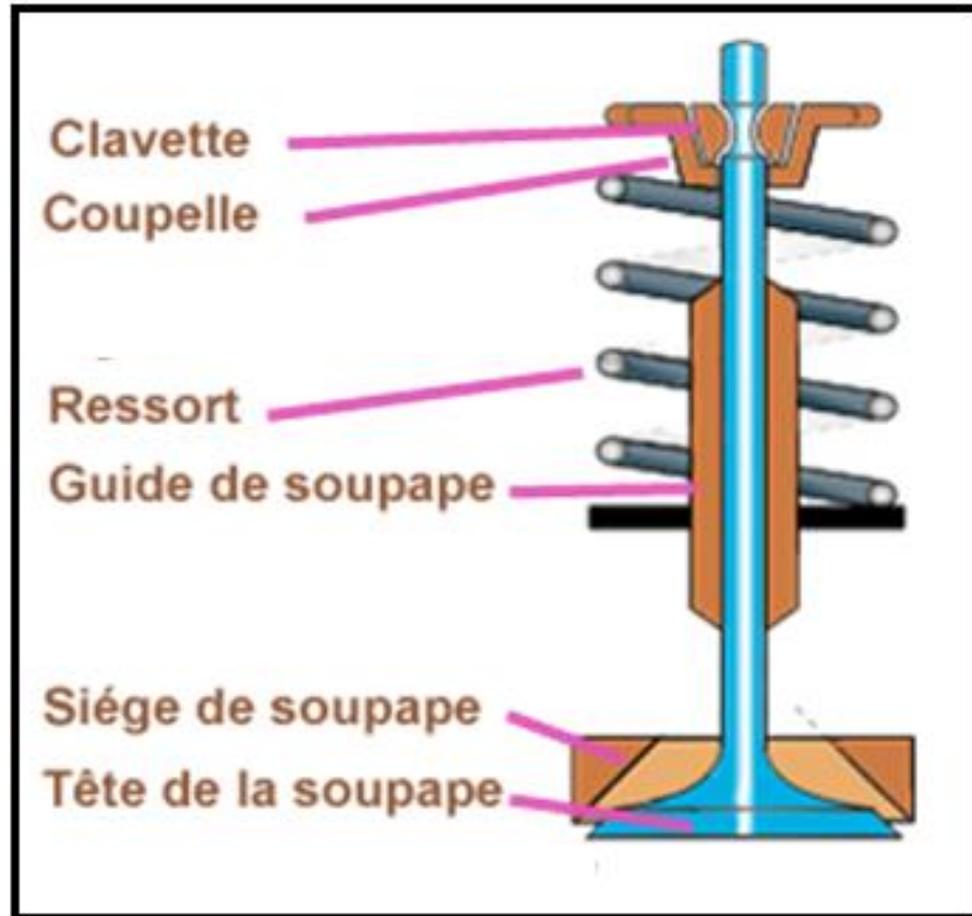


*Un arbre à cames en tête et culbuteurs à doigt*



*Deux ACT et soupapes en V*

# ASSEMBLAGE DE SOUPAPES



**Question : Pourquoi utilise t'on deux ressort ?**

# Nécessaire de la distribution



siège de soupapes



Clavette de soupape  
Demi cône, 3 rainures



Rondelle de Clavette



Guide de soupapes



Joints de queue  
de soupape

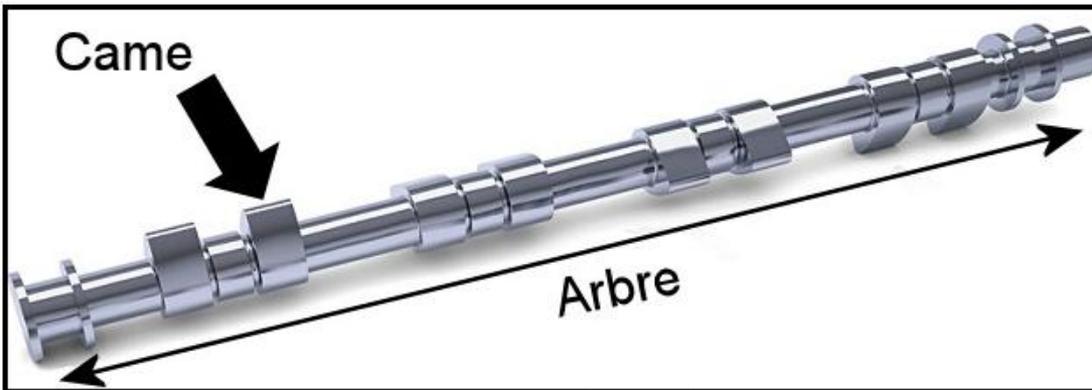


Ressorts de soupapes



# Nécessaire de la distribution

Arbre à cames



Culbuteur



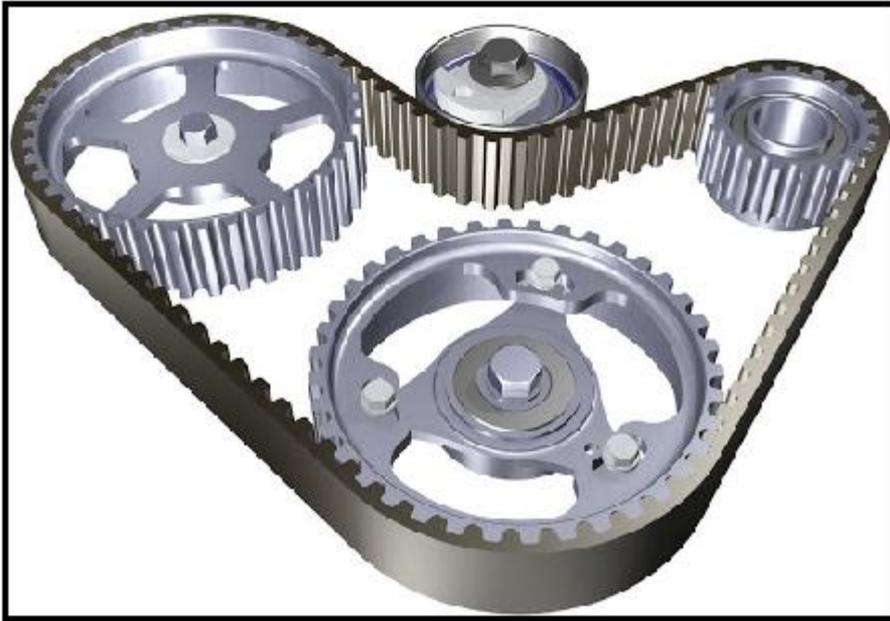
Pignon arbre à cames



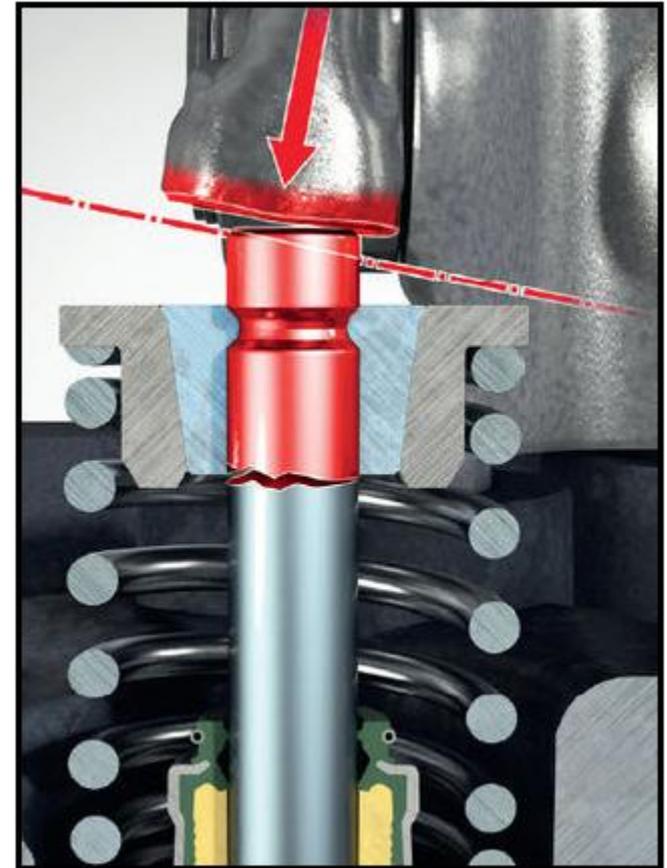
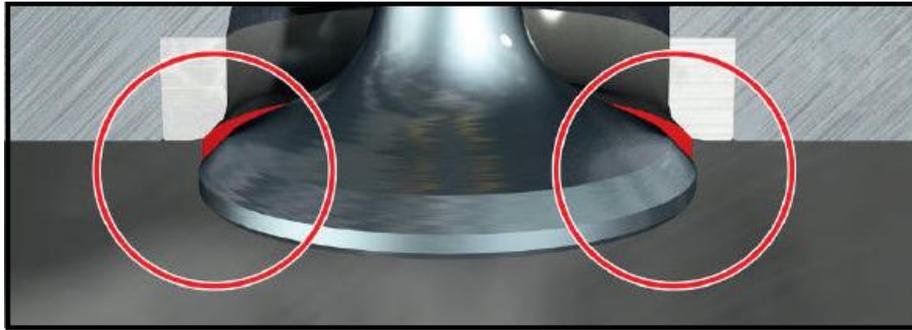
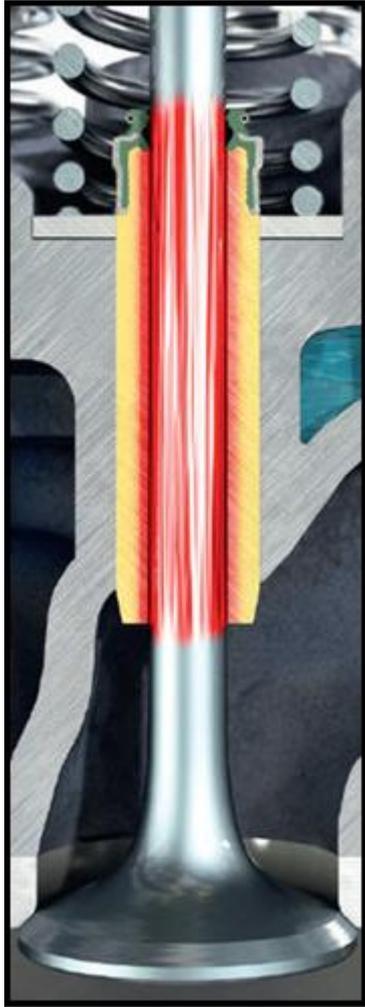
# Nécessaire de la distribution



Tendeur, glisseur (guide)  
chaîne de distribution



# DOMMAGE DES SOUPAPES



# DOMMAGE DES SOUPAPES



# LA SYNCHRONISATION

Dans la partie III, sur les diagramme réels des moteur à combustion interne sont marqués différents repères (diapositives 26, 27 et 28 :

**1 point d'ouverture de la soupape d'admission.**

**1 point d'ouverture de la soupape d'échappement.**

**1 point pour la fermeture de la soupape d'admission.**

**1 point pour la fermeture de la soupape d'échappement.**

**1 point pour l'allumage ou l'injection.**

Toutes ces actions dépendent de la position du piston dans le cylindre pendant le cycle soit 2 rotations du vilebrequin.

Ce qui fait que les 5 actions citées doivent être synchronisées avec la rotation du vilebrequin.

D'où le besoin d'une liaison mécanique entre le vilebrequin, l'arbre à cames des soupapes, le Distributeur ou la pompe à injection.

# LES SYSTEMES AUXILIAIRES

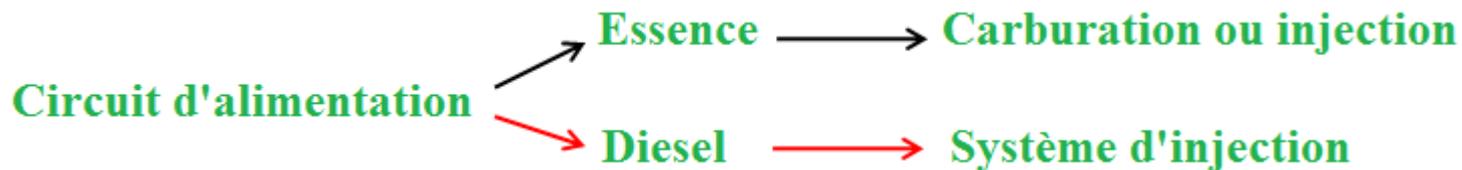
En plus des éléments mécaniques étudiés, 4 autres opérations sont nécessaires pour que le moteur fonctionne.

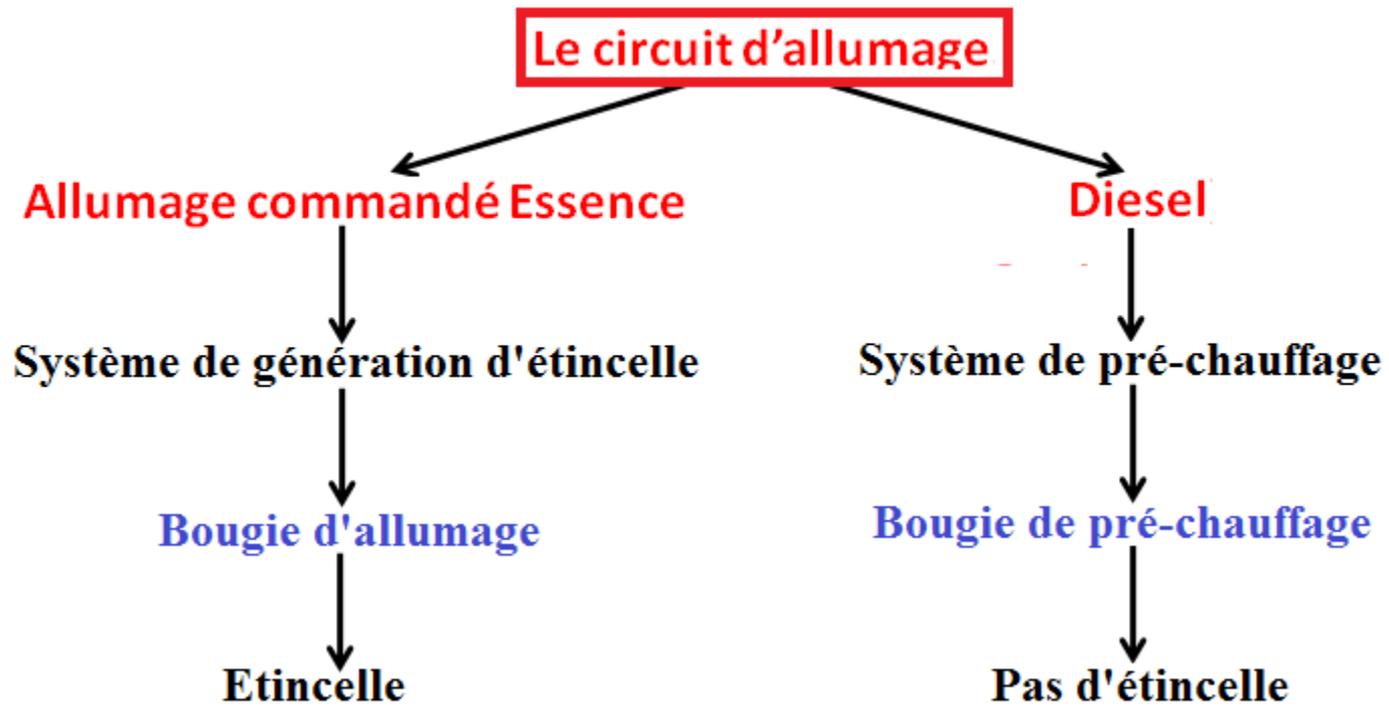
Ces opérations font intervenir d'autres éléments.

Ces éléments sont regroupés formant un circuit.

Chaque circuit est un système assurant une fonction.

- **Le circuit d'alimentation. (Essence ou Diesel)**
- **Le circuit d'allumage. (Allumage commandé Essence et Allumage spontané Diesel)**
- **Le circuit de refroidissement.**
- **Le circuit de graissage.**





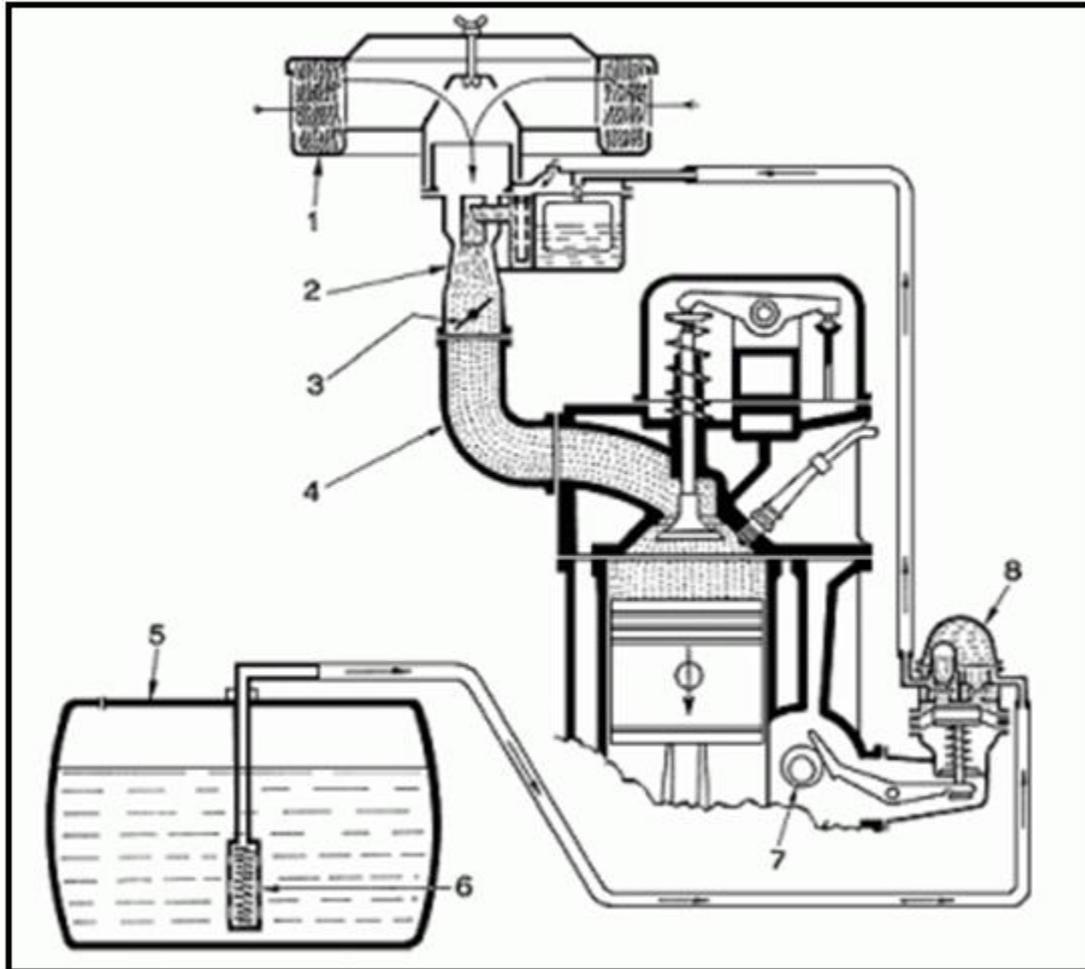
**IMPORTANT**

**Les circuits d'allumage, d'injection et d'alimentation sont nécessaires pour le démarrage et Le fonctionnement continu du moteur.**

**Les circuits de refroidissement et de graissage sont nécessaires pour maintenir le moteur en marche.**

# SYSTÈME D'ALIMENTATION ESSENCE

## Alimentation par Carburateur

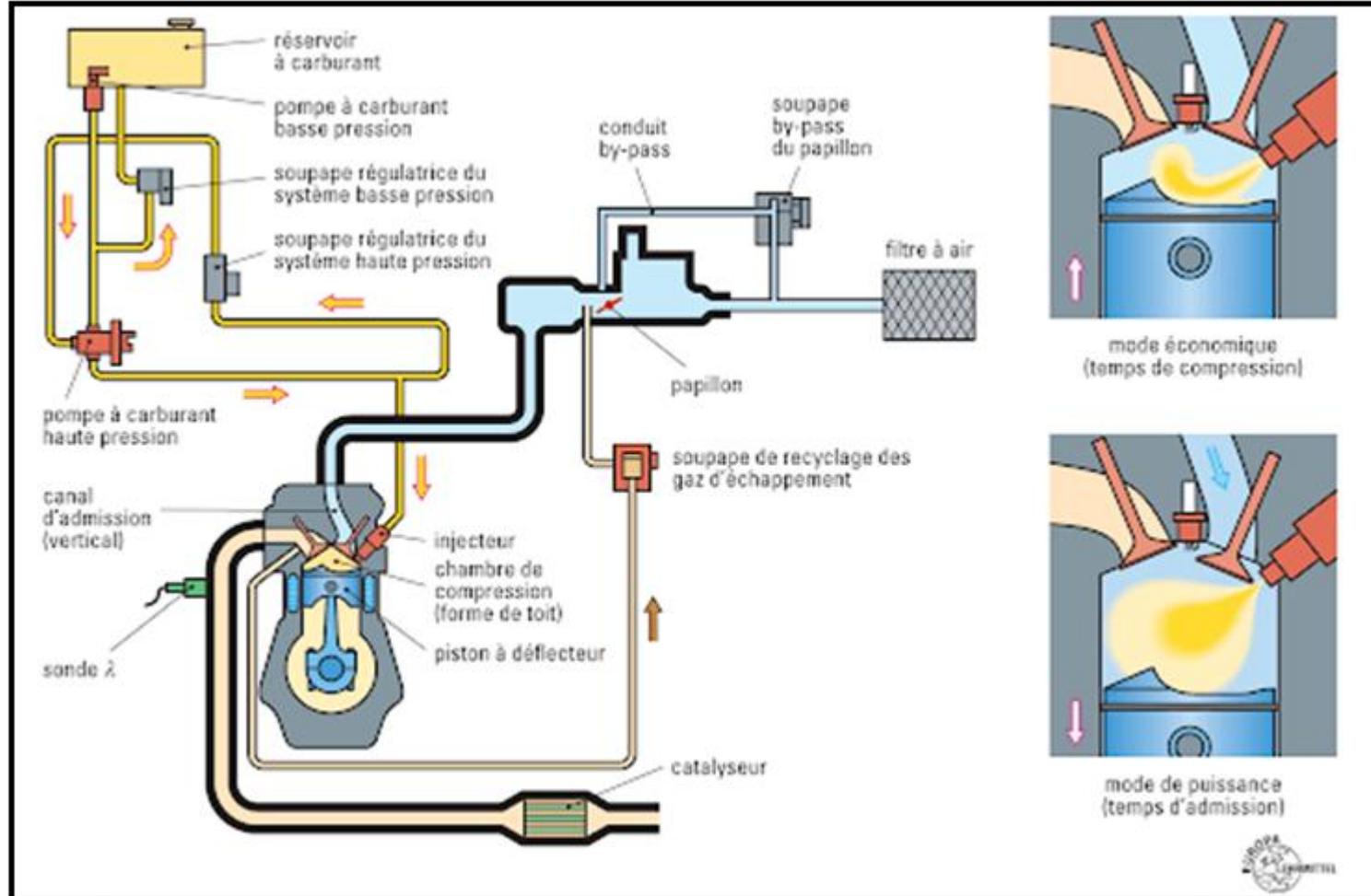


Question ? Pouvez vous nommer les éléments numérotés

# SYSTÈME D'ALIMENTATION ESSENCE

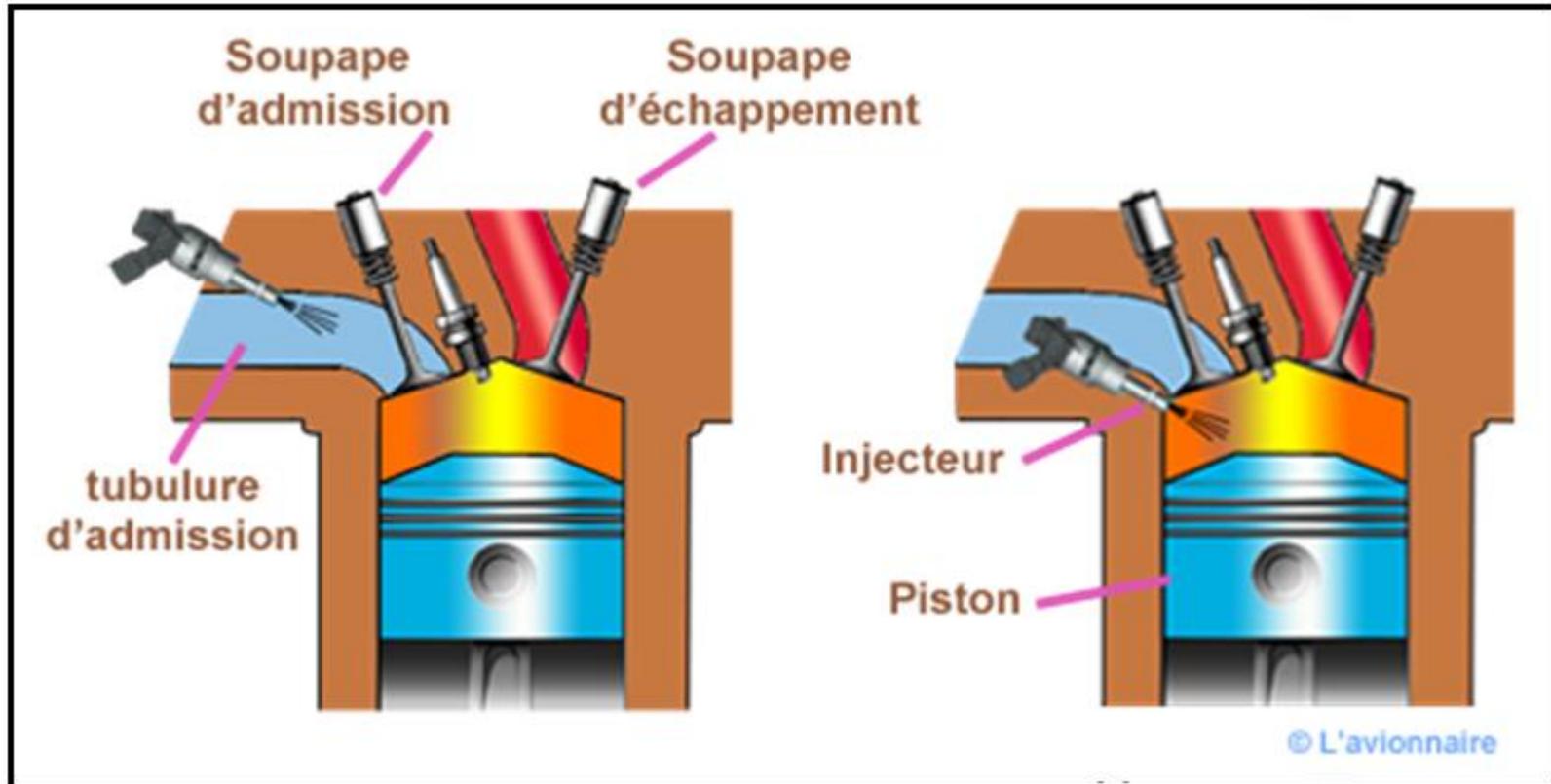
## Alimentation par injection directe essence

<https://www.youtube.com/watch?v=KEVqt41wzTI>



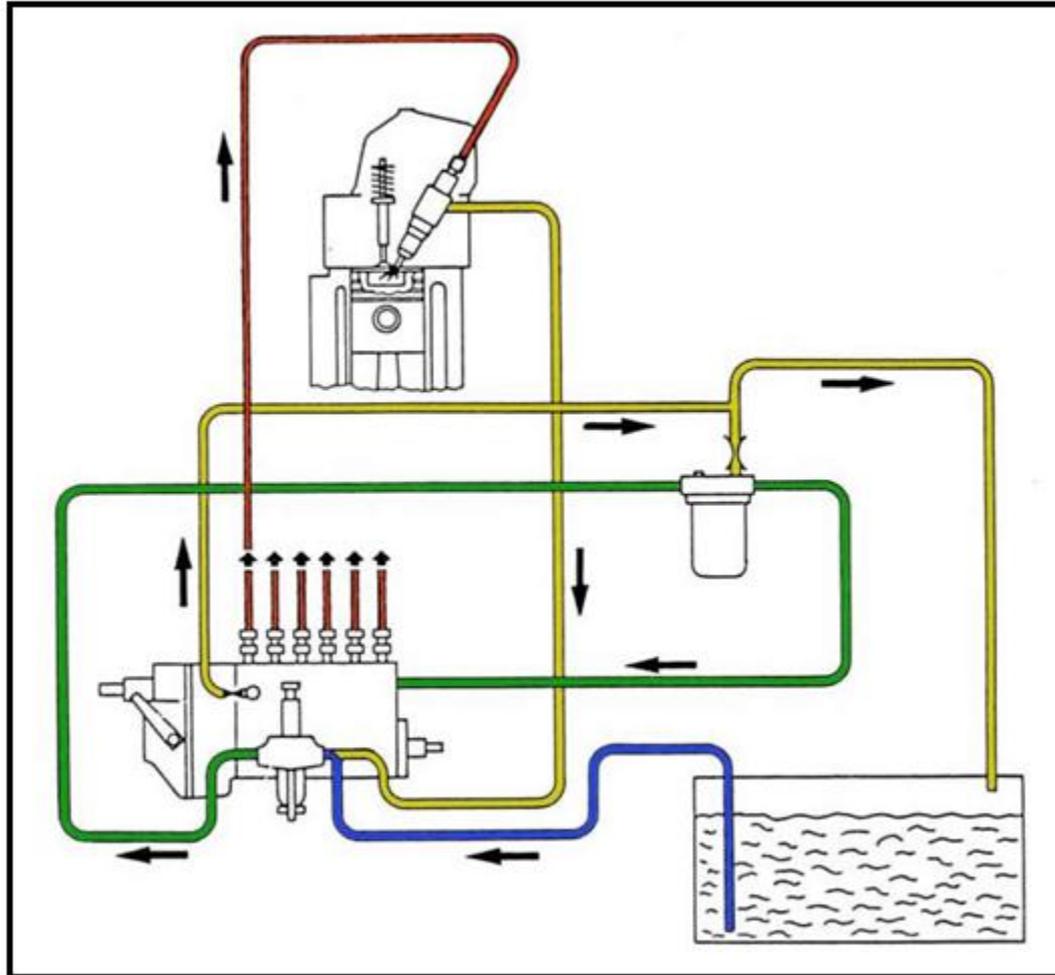
# SYSTÈME D'ALIMENTATION ESSENCE

## Comparaison Alimentation par injection indirecte et Indirecte essence



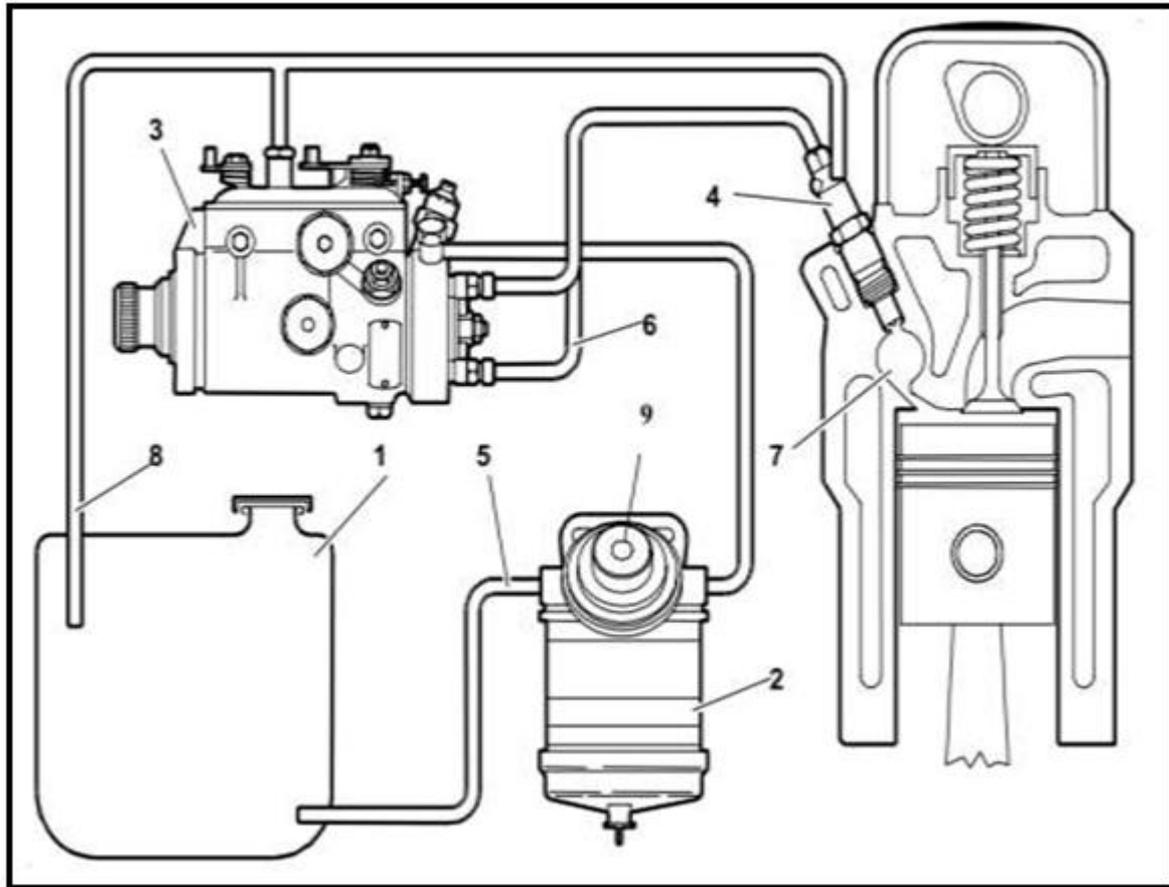
# CIRCUIT D'ALIMENTATION DIESEL

## Alimentation injection Diesel Pompe à injection en ligne



# SYSTÈME D'ALIMENTATION DIESEL

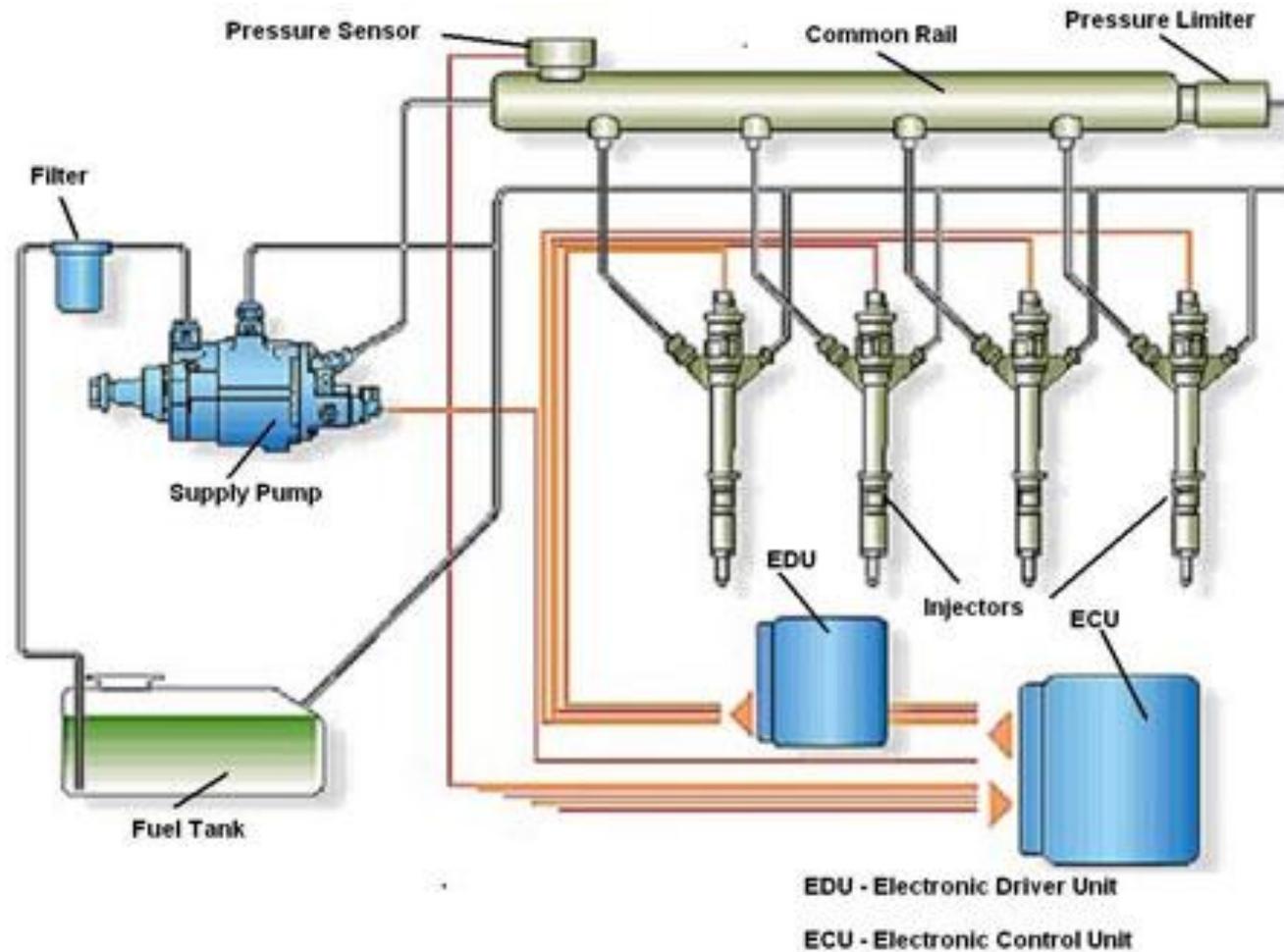
## Alimentation injection Diesel Pompe à injection rotative



Quels sont les éléments qui composent le circuit ?

# SYSTEME D'ALIMENTATION DIESEL

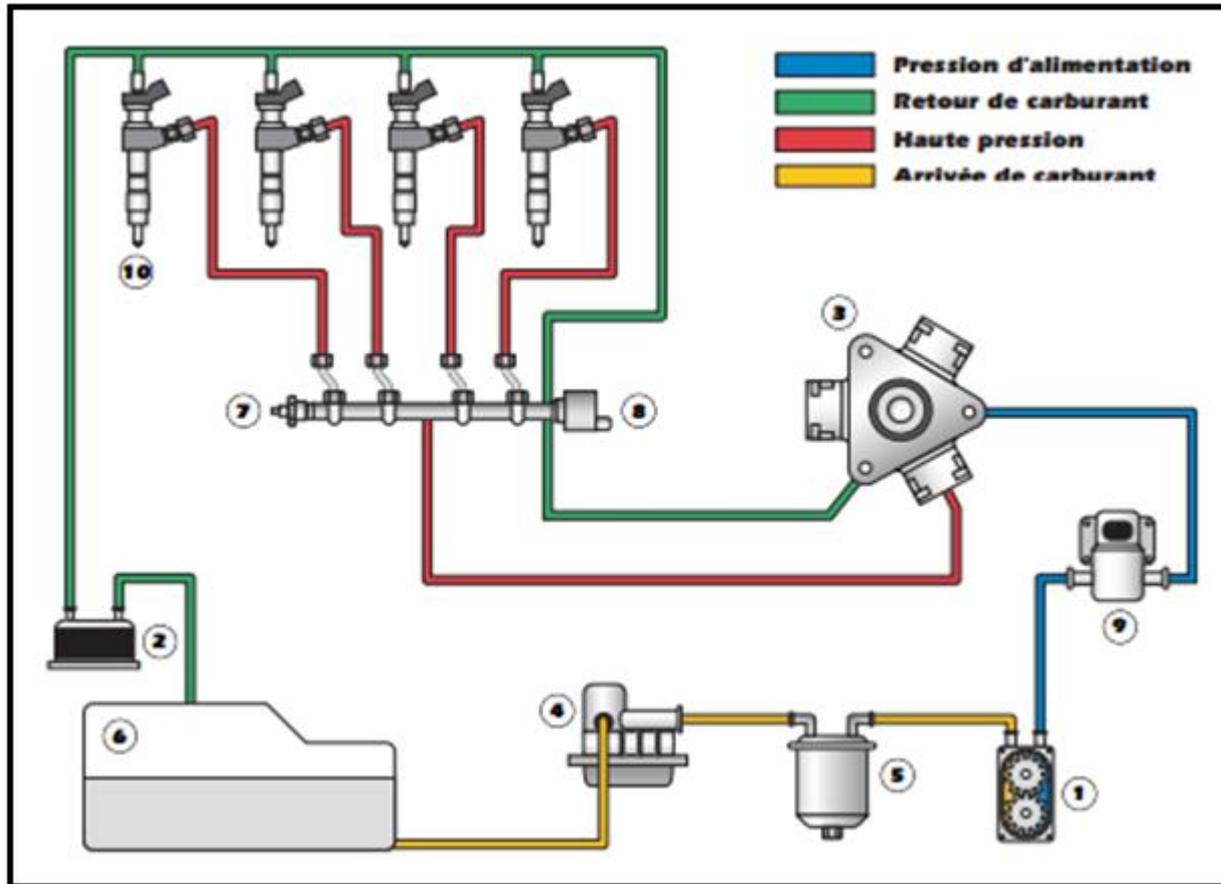
## Alimentation par rampe commune



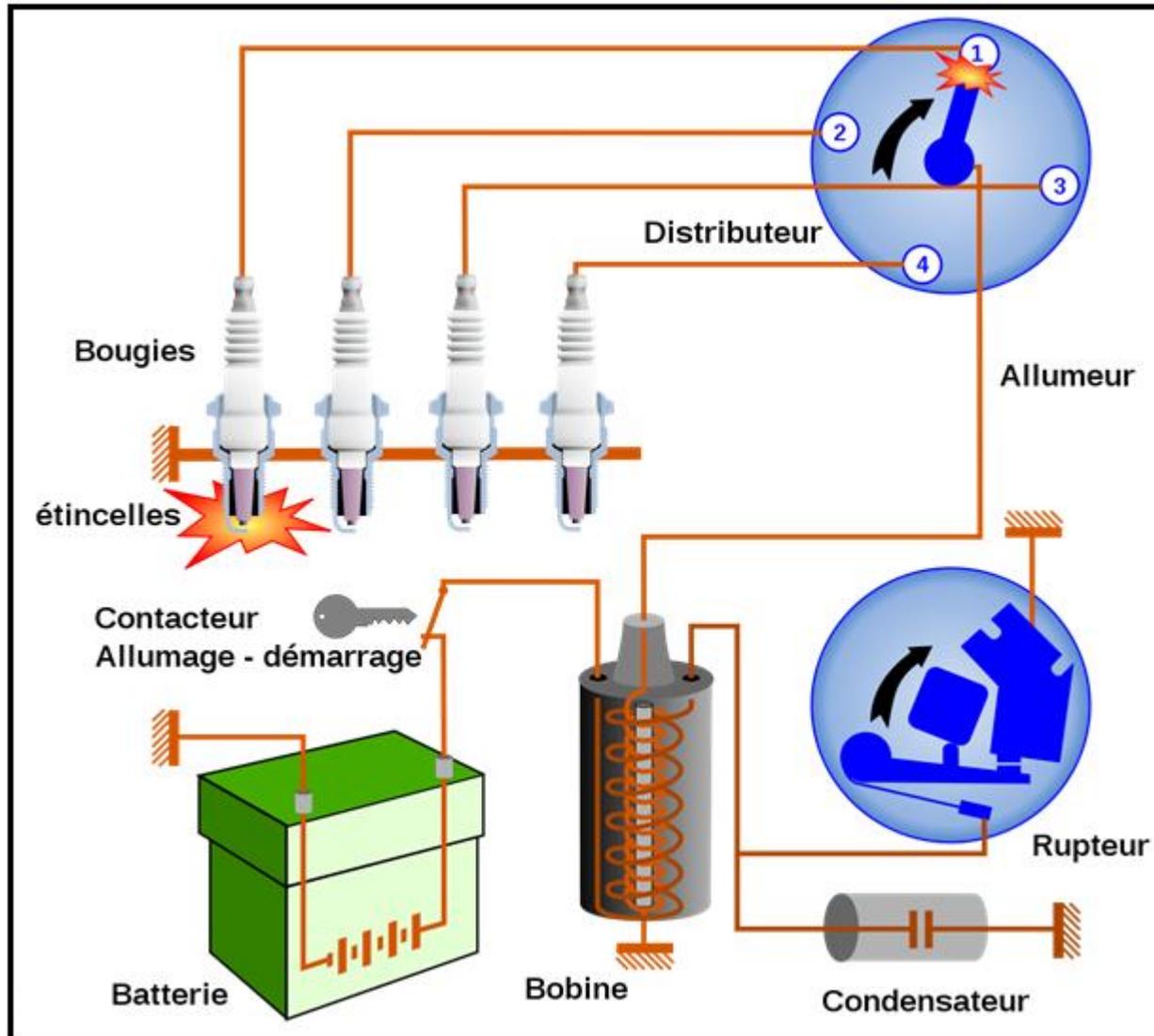
Commun Rail

# SYSTÈME D'ALIMENTATION DIESEL

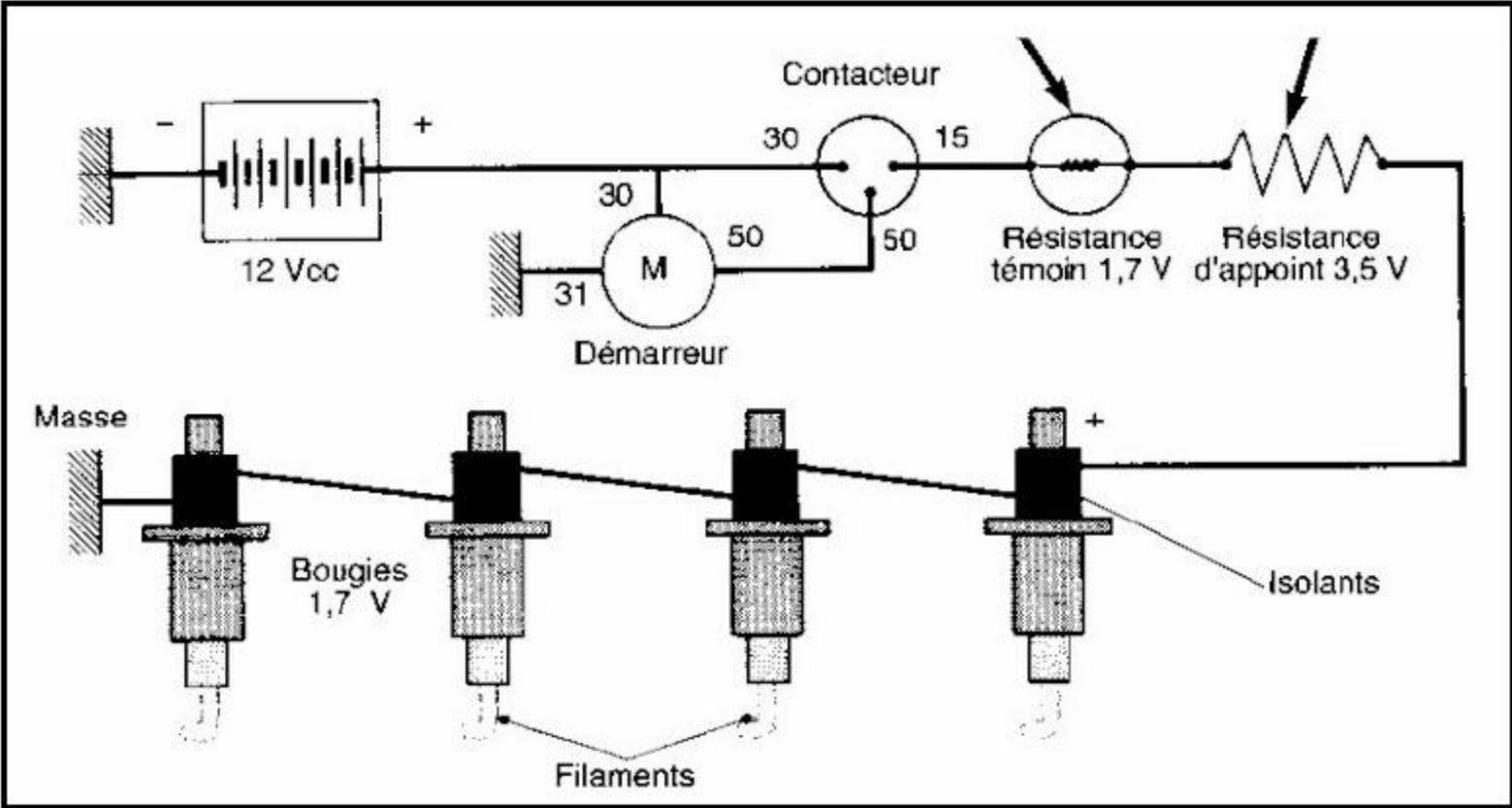
## Alimentation par rampe commune



# SYSTÈME D'ALUMAGE ESSENCE

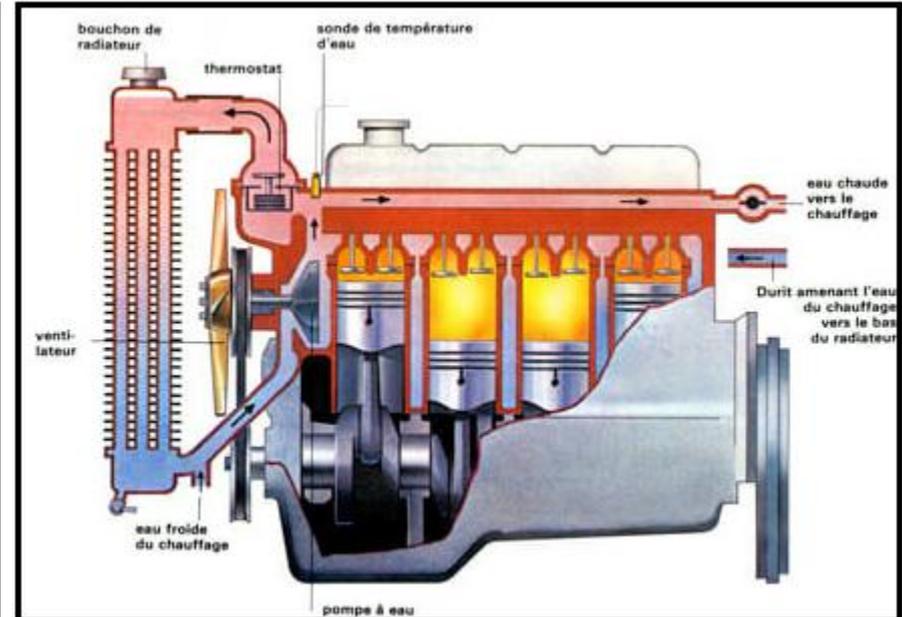
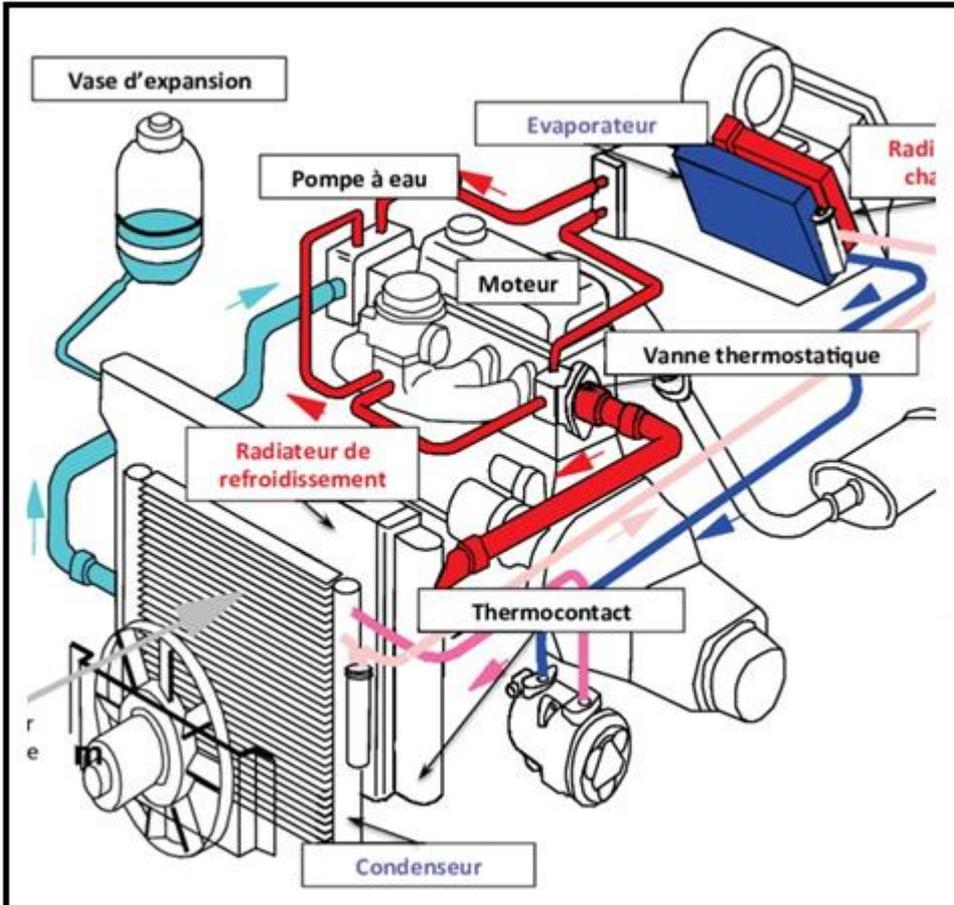


# CIRCUIT DE PRE CHAUFFAGE DIESEL



# SYSTÈME DE REFROIDISSEMENT

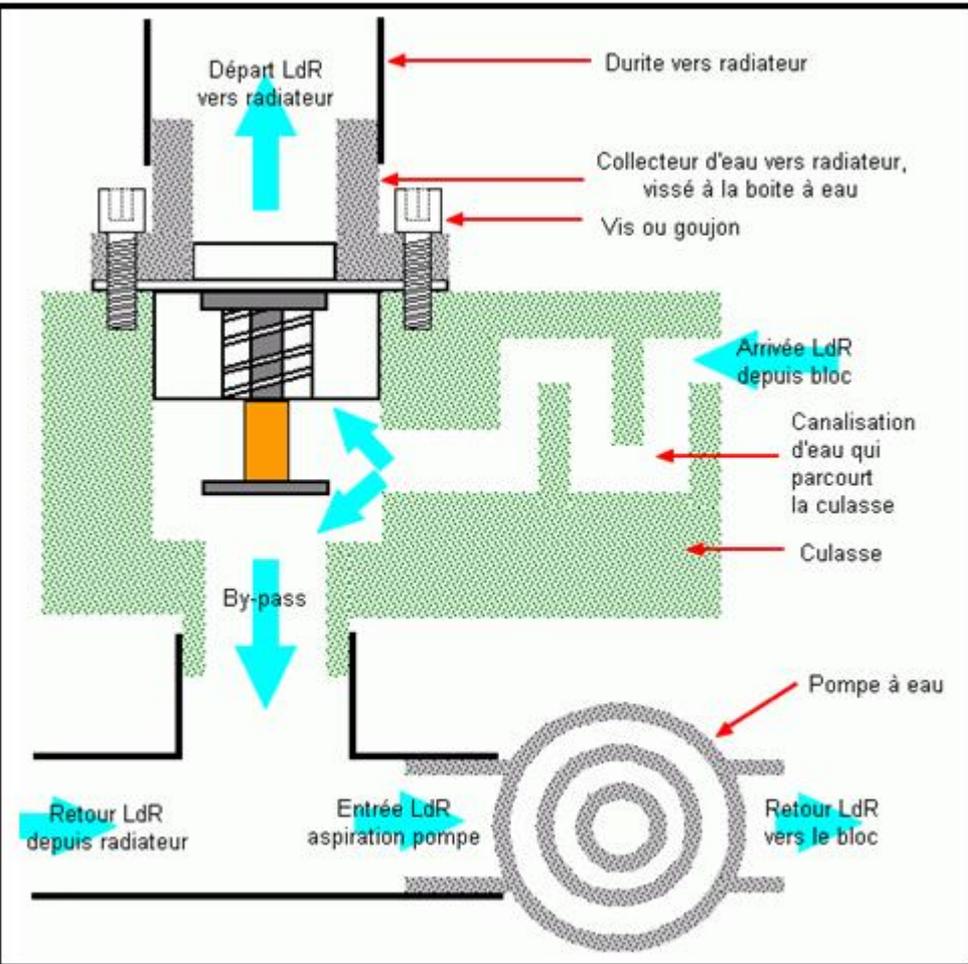
## Fonctionnement



Quels sont les éléments qui composent le circuit ?

# COMPOSANTS DU CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT

## Fonctionnement Calorstat

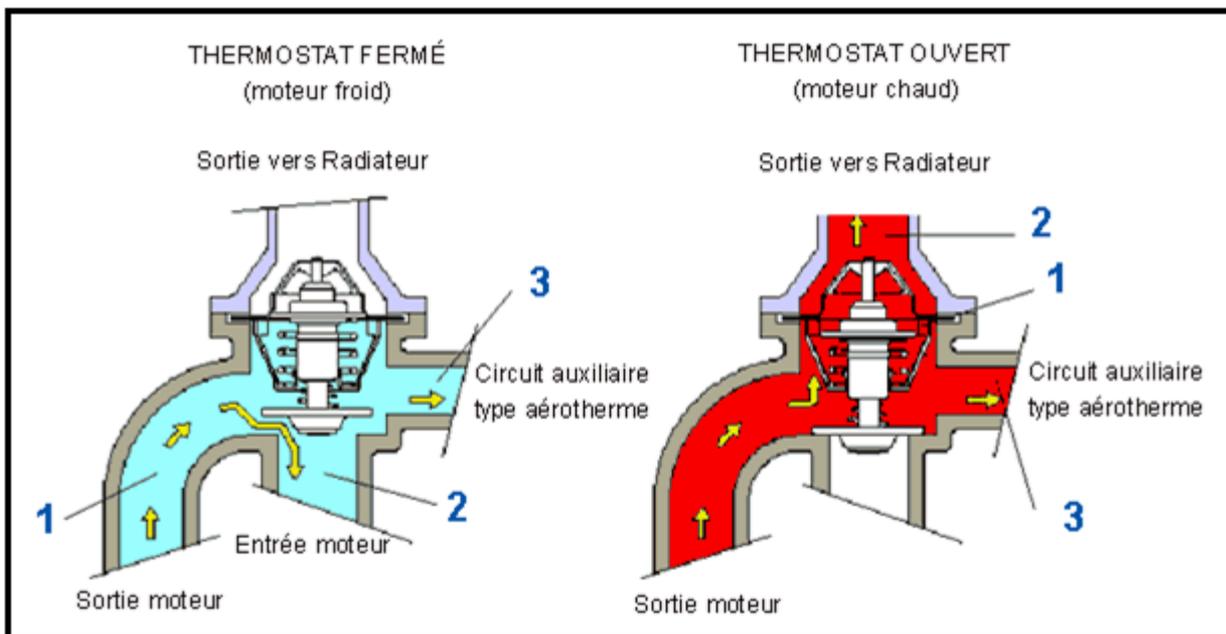


## Calorstat



# COMPOSANTS DU CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT

## Fonctionnement Calorstat



## Thermostat ou thermocontact



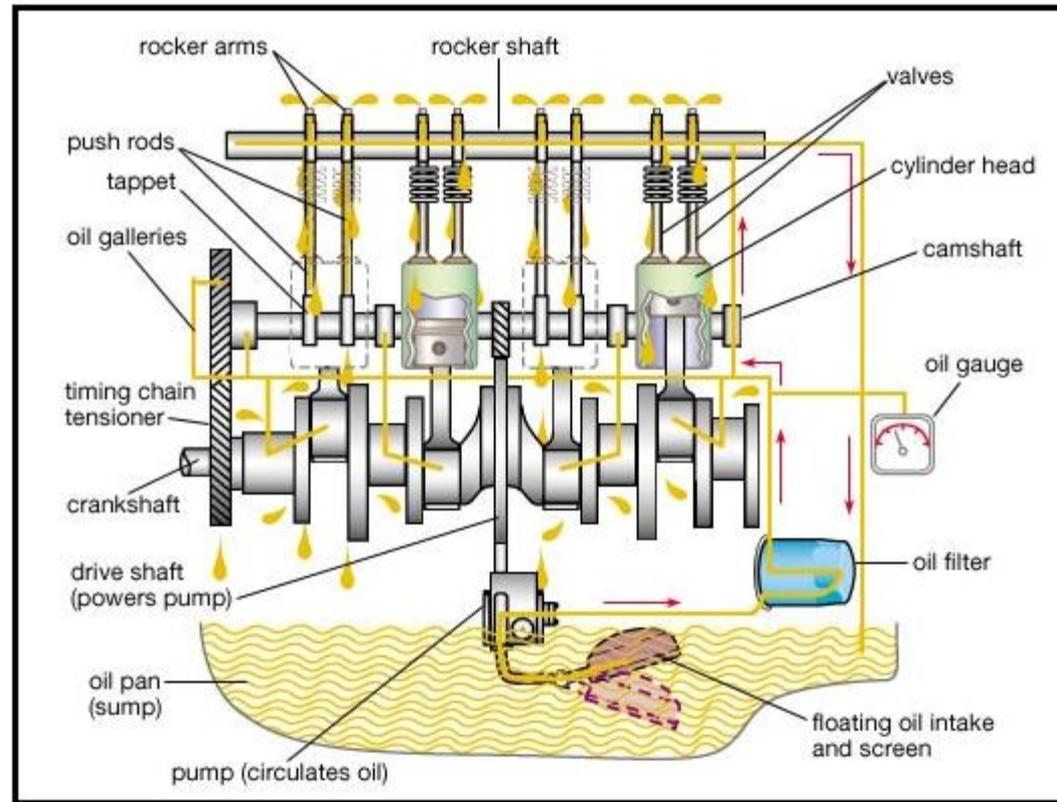
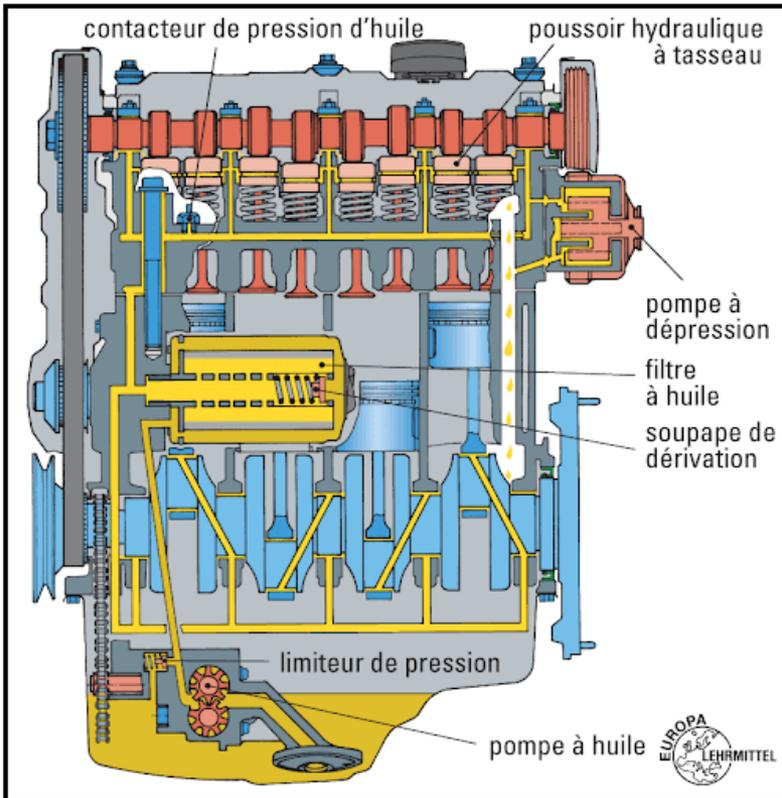
## Durites

## Pompes à eau



# SYSTÈME DE GRAISSAGE

## Fonctionnement du système de graissage



**Quels sont les éléments qui composent le circuit ?**

# CONCLUSION

**Un moteur à combustion interne ne peut être fonctionnel qu'avec tous ses systèmes.**

**Un dysfonctionnement de l'un des éléments constituant les circuits aura une influence négative sur la performance du moteur pouvant aller jusqu'à l'arrêt du moteur.**

**L'objectif et la fonction d'un système sont incontournables.**

**Par contre les éléments constituant les circuits peuvent être changés voire améliorés.**

**Le circuit peut être différent dans sa constitution et même peut être remplacé par un nouveau système plus performant en partie ou totalement.**

**L'intégration des systèmes a changé considérablement les performances des moteurs à combustion interne.**

# Année universitaire 2021

## Module

### Moteur à Combustion Interne

- \* Les étudiants devraient établir une liste des éléments constituant les moteurs à C.I.
- \* En suivant un ordre établi suivant :
  - Leurs apparitions dans les parties respectives du moteur.
  - Le montage et démontage
  - Leurs appartenances à un système fonctionnel.
- \* En attachant une importance particulière à l'orthographe.