

Le véhicule automobile

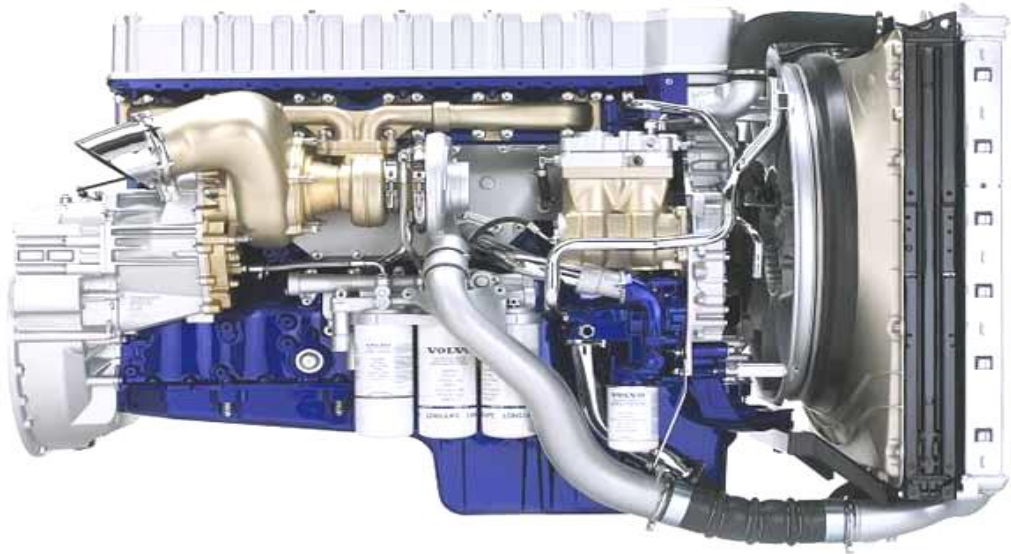
L'automobile est un véhicule routier à moteur, en général à quatre roues, utilisé pour transporter de deux à neuf personnes. Les véhicules plus grands, conçus pour davantage de passagers, sont appelés autocars ou autobus, tandis que ceux chargés de transporter du fret sont des camions. Parmi les véhicules automobiles, on compte également certains véhicules spécialisés à usage industriel ou militaire.

Éléments d'une voiture

Une automobile se compose principalement des éléments suivants : le bloc-moteur, le système de transmission, le système de suspension, les organes de commande, les trains avant et arrière, les roues, le train de pneus et la caisse (carrosserie), qui sur la plupart des voitures actuelles, est autoporteuse car elle englobe à la fois la carrosserie et le châssis. En revanche, les automobiles tout-terrain (4 x 4) conservent une structure traditionnelle de carrosserie posée sur un châssis.



LE MOTEUR



I- Définition :

C'est un mécanisme qui fournit l'énergie mécanique nécessaire à la marche du véhicule

II - Le moteur thermique :

On appelle moteur thermique une machine qui reçoit l'énergie sous forme de chaleur et qui la restitue sous forme de travail mécanique, la transformation en chaleur se produit à l'intérieur du moteur nous appellerons celui – ci moteur thermique à combustion interne. Il existe deux familles de moteurs.

1- Les moteurs à explosion :

Sont des moteurs à essence, possédant un système d'allumage, le mélange air-essence peut s'effectuer soit par carburateur, soit par injection.

2- Les moteurs diesel :

La combustion est déclenchée par l'injection du gasoil sous pression dans l'air fortement comprimé, il se produit alors une auto inflammation.

III- Les différents types des moteurs :

1- Les moteurs à 4 temps :

Qui réalisent le cycle à 4 courses du piston et 2 tours du vilebrequin.

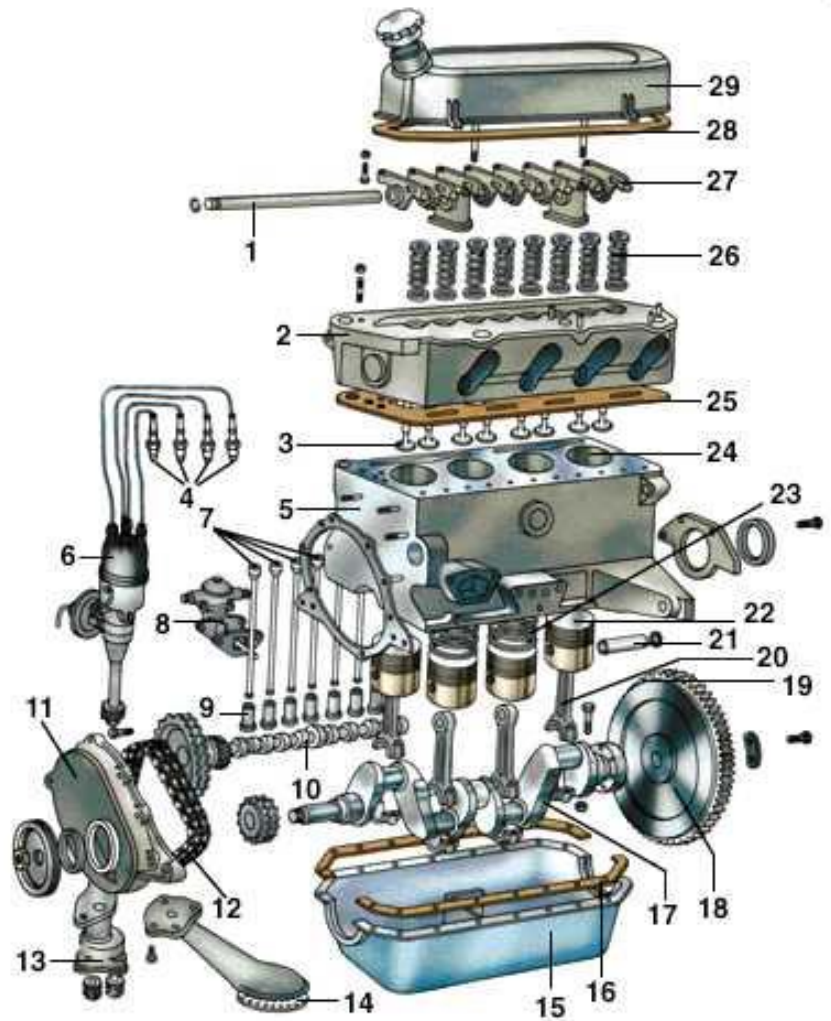
2- Les moteurs à 2 temps :

Qui réalisent le cycle à deux courses du piston et un tour du vilebrequin.

3- Les moteurs rotatifs :

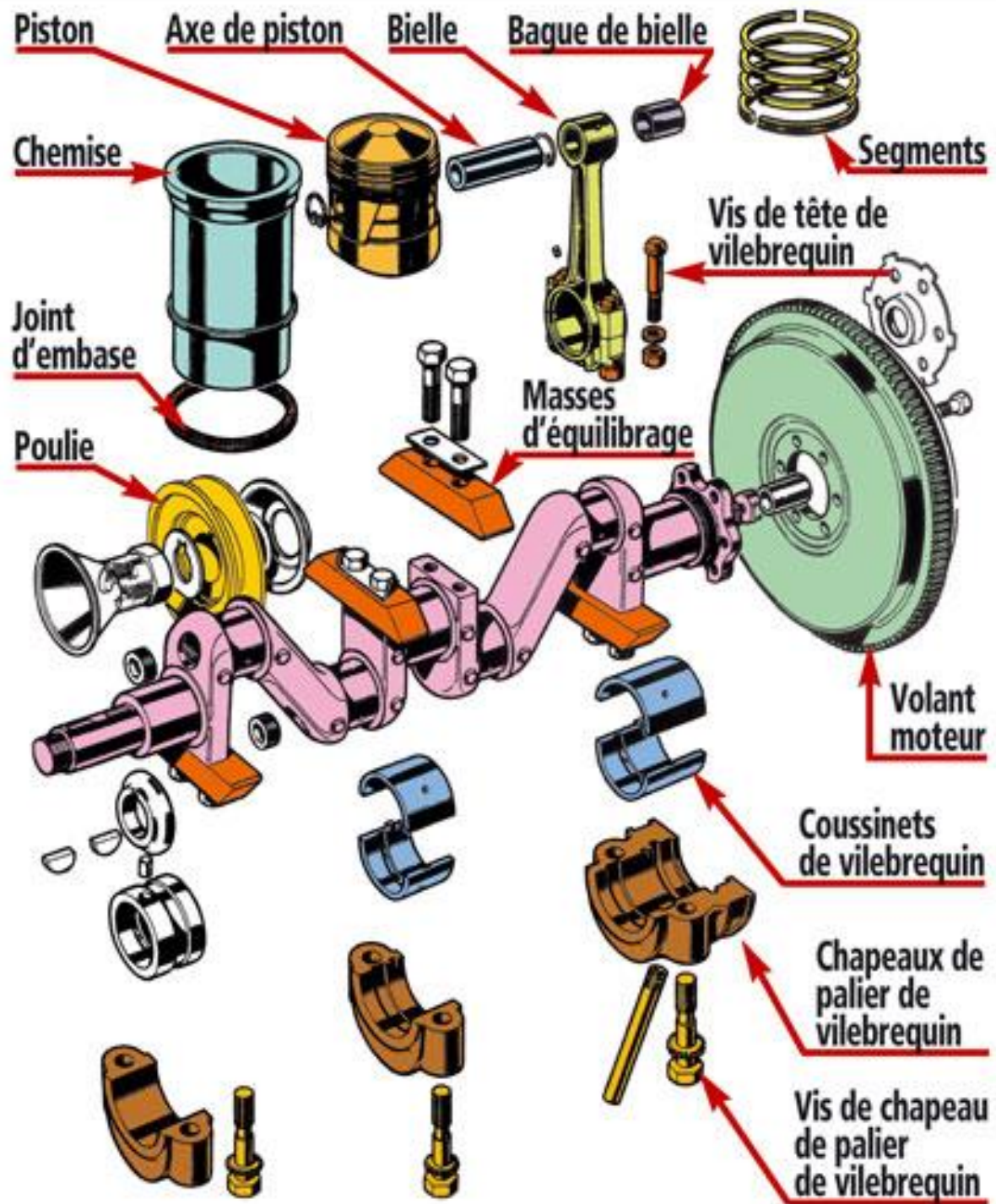
Le mouvement rectiligne alternatif du piston classique est remplacé par la rotation d'un organe qui joue le rôle du piston, il réalise le cycle à un tour de piston ou vilebrequin.

IV- Description :



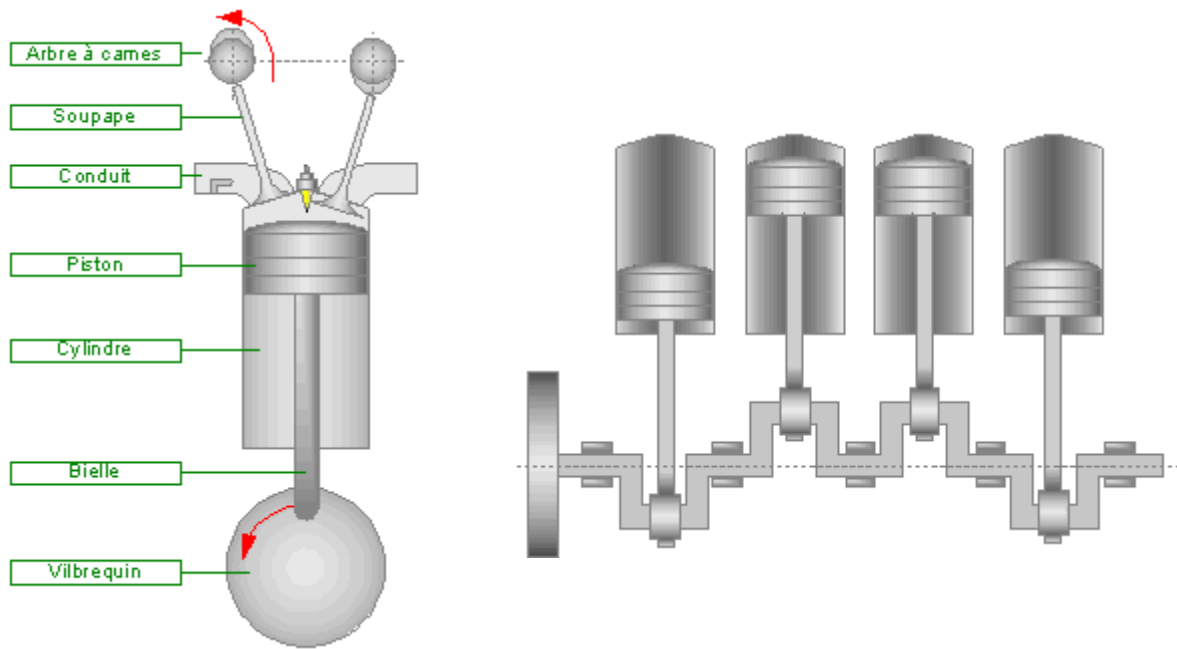
Vue éclatée d'un moteur à explosion.

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1) Axe des culbuteurs | 16) joint de carter |
| 2) culasse | 17) vilebrequin |
| 3) soupapes | 18) volant moteur |
| 4) bougies | 19) couronne dentée entraînée par le démarreur |
| 5) bloc cylindres | 20) bielle |
| 6) allumeur | 21) axe de piston |
| 7) tiges de commande des culbuteurs | 22) piston |
| 8) pompe à essence | 23) segments |
| 9) poussoirs | 24) cylindre |
| 10) arbre à cames | 25) joint de culasse |
| 11) carter de distribution | 26) ressorts de soupapes |
| 12) chaîne de distribution | 27) culbuteurs |
| 13) pompe à huile | 28) joint de cache culbuteurs |
| 14) crépine de pompe à huile | 29) cache culbuteurs |
| 15) carter d'huile | |

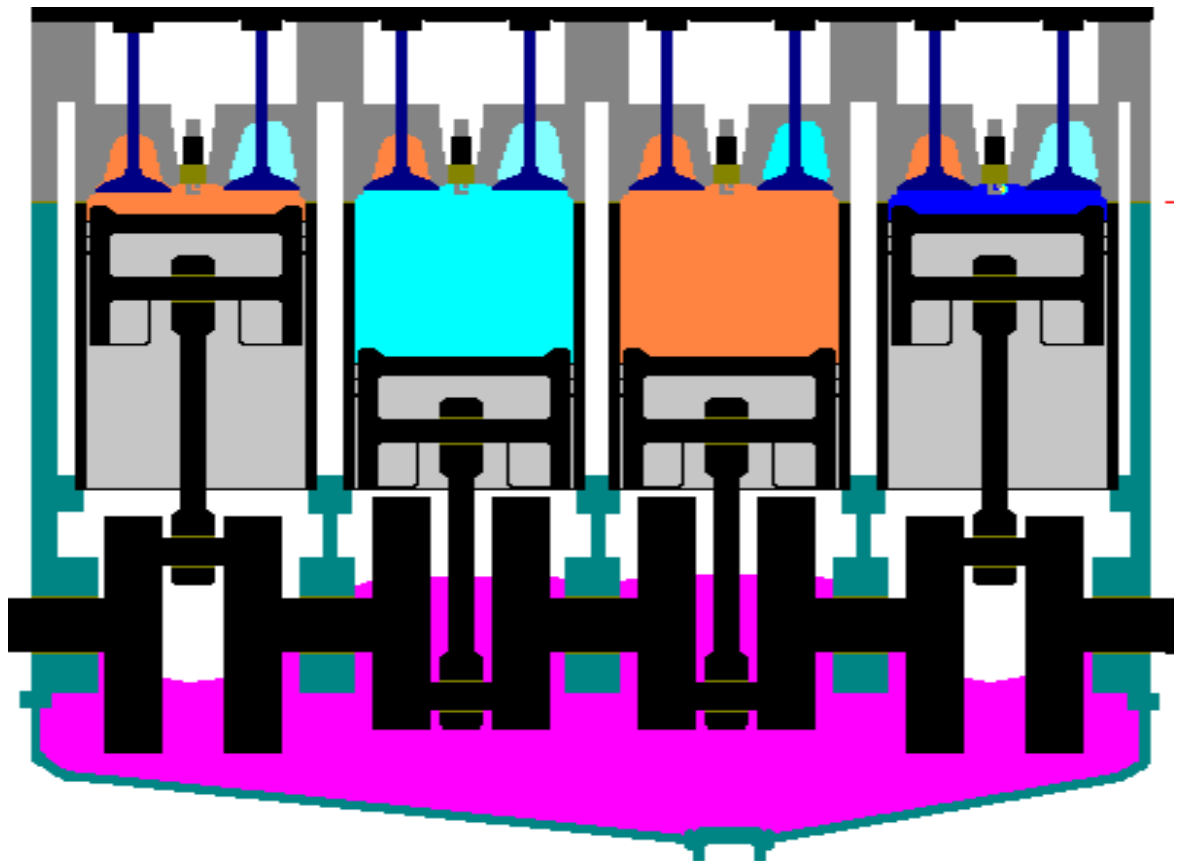


Vue éclatée
de l'ensemble bielle-manivelle

V- Principe de fonctionnement d'un moteur à explosion :



Le mélange air+combustible admis dans le cylindre est comprimé par le piston quand il arrive au PMH en fin de course, le mélange à ce moment s'enflamme et brûle instantanément la température et la pression des gaz deviennent très élevées. En repoussant brutalement le piston vers le bas, c'est le temps moteur. A la fin il y a évacuation des gaz et le cycle recommence.



LE MOTEUR A ALLUMAGE COMMANDE (CYCLE A 4 TEMPS)

I- Définition :

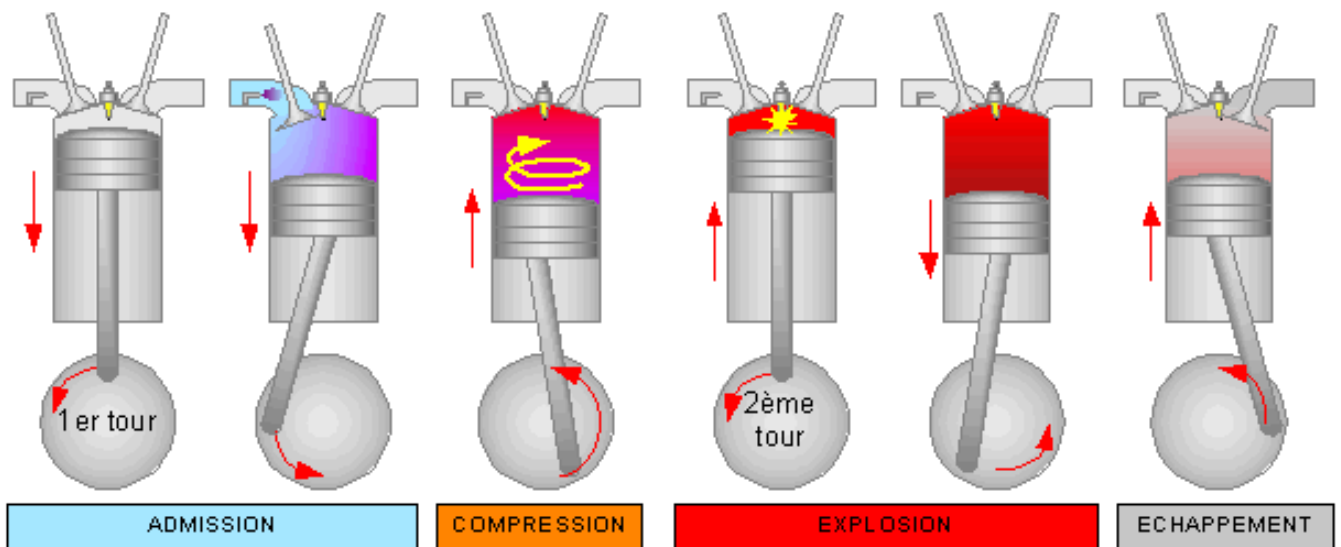
Le cycle est l'ensemble des opérations qui se produisent dans le moteur, à la fin desquelles les organes mobiles se trouvent dans les conditions initiales.

Le temps : c'est le déplacement d'une course du piston.

Cycle à 4 temps : c'est un cycle qui comporte 4 courses de piston.

II- Etude du Cycle à 4 Temps :

Les 4 temps se déroulent dans l'ordre suivant : admission, compression, allumage combustion-détente et échappement.



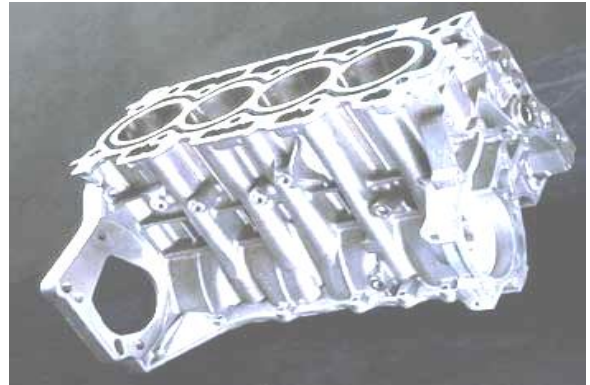
Dans un cycle, le vilebrequin fait 2 tours, à chaque $\frac{1}{2}$ tour le piston fait une course.

- **1^{ère} course**, c'est le temps d'admission : aspiration du mélange combustible, la soupape d'admission est ouverte.
- **2^{ème} course**, c'est le temps de compression : le mélange combustible se comprime, les deux soupapes fermées.
- **3^{ème} course**, c'est le temps moteur allumage, combustion - détente, les deux soupapes fermées.
- **4^{ème} course**, c'est le temps d'échappement : évacuation des gaz brûlés, la soupape d'échappement est ouverte.

Le démarrage du moteur se fait à l'aide d'un démarreur ou d'une manivelle pendant au moins $\frac{1}{2}$ tour afin de réaliser une compression dans le cylindre.

Le couple moteur est régularisé pour que la transmission ne subisse pas des chocs à chaque temps moteur on dispose sur le vilebrequin un volant capable d'emmagasiner de l'énergie pendant ce temps et de la restituer pendant les temps résistants

LE BLOC – CYLINDRE



Généralités :

Il supporte directement ou non, les parois latérales des cylindres.

Le bloc-cylindres formé d'une seule pièce est plus résistant aux efforts produits.

Les matériaux de sa construction, soit les fontes spéciales soit les alliages légers à base d'Al.

Il est soumis à des efforts complexes, l'assemblage au châssis n'est jamais rigide : on interpose des blocs antivibratoires qui ont la propriété de se déformer.

I- Rôle :

Il supporte les organes de la distribution et guide le piston. Il contient l'eau de refroidissement pour évacuer la chaleur et résister à la pression des gaz.

II- Constitution du bloc cylindre :

- Les alésages ou fûts prévus pour recevoir les chemises du bloc cylindre.
- Les emplacements des paliers du vilebrequin.
- Les canalisations pour graissage.
- Les chambres d'eau.
- Des trous filetés.
- Une place pour l'arbre à cames.
- Un support pour fixation au châssis.
- Une jauge pour le contrôle du niveau d'huile.
- Un support pour démarreur.
- Des places pour l'allumeur, le filtre d'huile, la pompe à eau, la pompe à huile, la pompe à essence, la pompe d'injection (pour le diesel)... etc.

III- Constitution des parois des cylindres :

1^{ère} solution :

Le bloc-cylindres ne comporte qu'une seule pièce, entièrement creuse, l'espace intérieur constituant les chambres d'eau. Les surfaces de frottement sont alésées directement dans le bloc-cylindres.

2^{ème} solution :

Les fûtes avec qui sont rapportés dans les alésages du bloc-cylindres, sont intérieurement en contact avec les pistons et les gaz chauds, et extérieurement avec l'eau d'où le nom de chemises humides.

3^{ème} solution :

Le guidage du piston est assuré par une chemise qui doit être placée entièrement soit dans un alésage du bloc, soit à l'intérieur d'une fûtes rapportée dans ce dernier. La chemise n'est pas en contact avec l'eau de refroidissement. Cette chemise est appelée chemise sèche.

IV- Les différents types du bloc-cylindres :

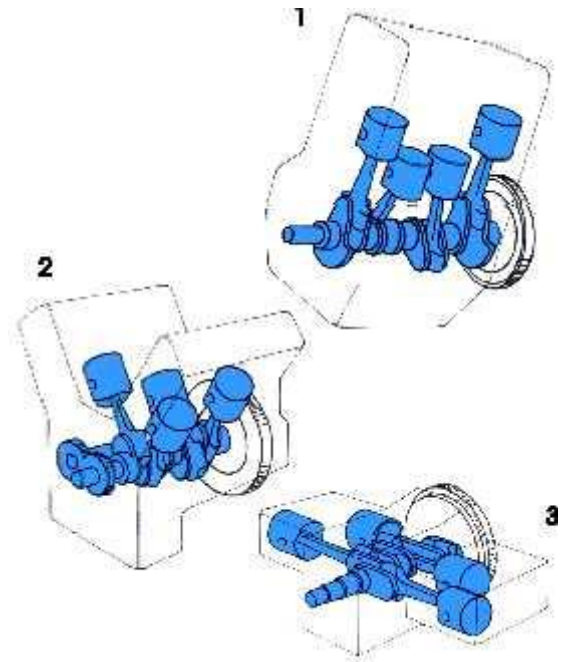
1- Bloc-cylindres en ligne :

Les cylindres ont des axes verticaux et sont situés dans le même plan.

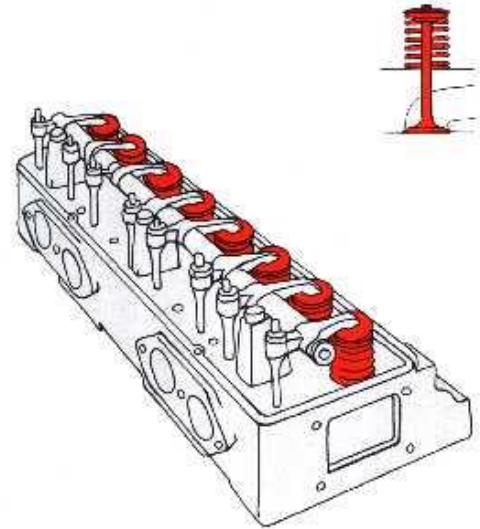
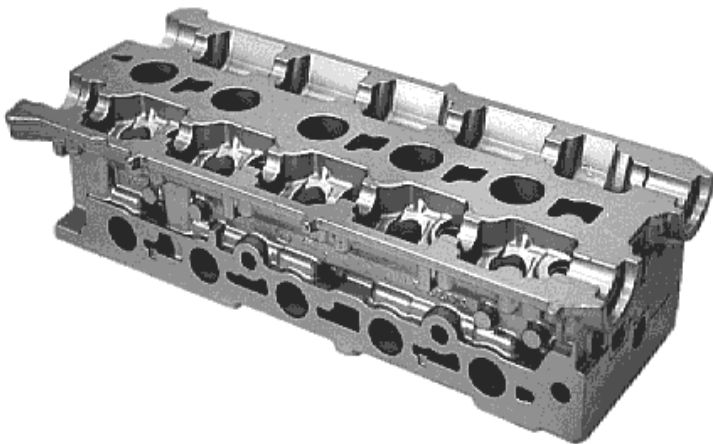
2- Bloc-cylindres en V : Les cylindres sont séparés en deux formant un angle allant de 120° à 180° mais leurs axes demeurent toujours parallèles et situés dans un même plan.

3- Bloc-cylindres plat :

Les cylindres sont placés horizontalement et opposés deux à deux, pour réduire la longueur et la hauteur du moteur, et pour faciliter le refroidissement.



LA CULASSE



I- Généralités :

La culasse est une pièce fixe, assemblée sur le bloc-cylindres rigidement pour qu'elle résiste à la fois aux chocs des explosions et à la dilatation des pièces, étanches pour éviter toute fuite des gaz vers l'extérieur et la rentrée d'eau dans les cylindres.

Les matériaux de sa construction sont la fonte et l'AL.

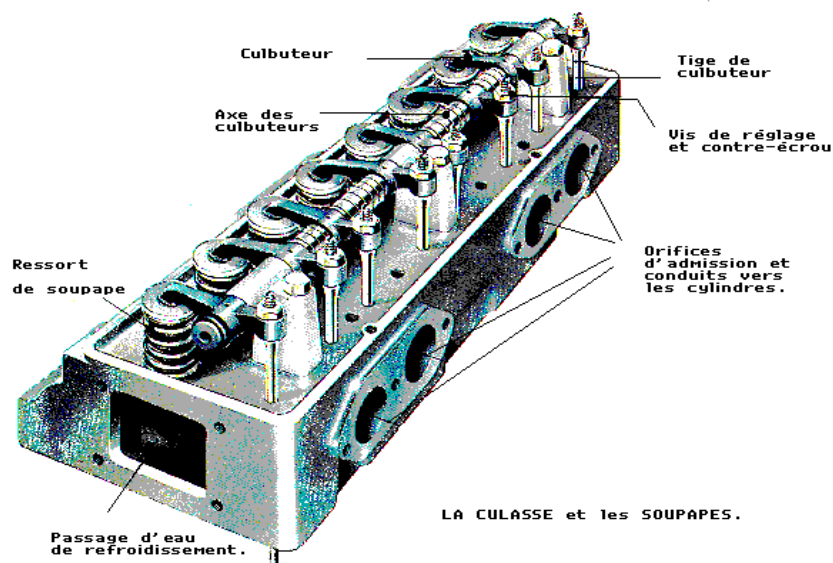
II- Rôle :

Elle obture le cylindre et constitue la chambre de combustion, elle reçoit parfois le dispositif d'allumage pour les moteurs à soupapes en tête, elle porte les organes de la distribution et les orifices d'admission et de refoulement des gaz, en fin la culasse évacue la chaleur dégagée par la combustion des gaz ..

III- Constitution de la culasse :

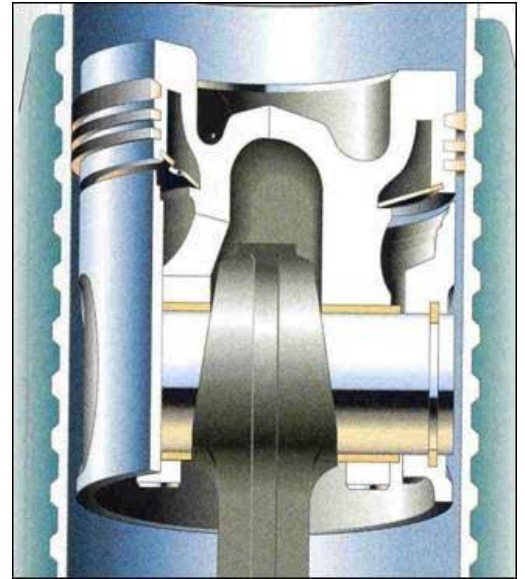
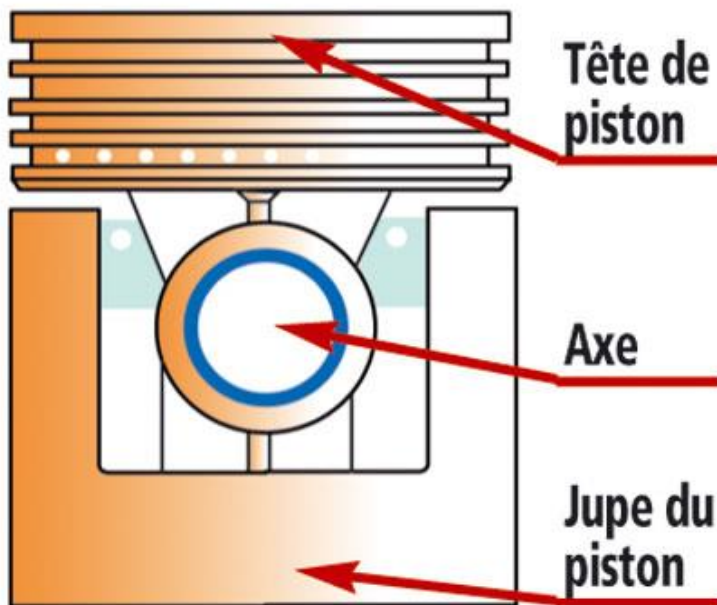
Ces différentes fonctions entraînent des formes compliquées : une double parois, permis la circulation de l'eau, lorsqu'il y a refroidissement par air, des ailettes garnissent la surface extérieure.

La culasse porte les tubulures de passage des gaz frais et brûlés, les sièges des soupapes, le logement des guides de soupapes et enfin les trous taraudés pour le montage des bougies d'allumage.



LA CULASSE et les SOUPAPES.

LE PISTON



I- Rôle :

Le piston permet l'échange d'énergie entre les gaz et l'embellage.

Pendant la détente, les gaz donnent l'énergie au piston. Pendant les temps résistants c'est la bielle qui fournit l'énergie au piston.

Le piston assure l'étanchéité entre la chambre de combustion et le carter d'huile et transmet l'effort moteur à la bielle, il est animé d'un mouvement rectiligne alternatif dans le cylindre. Les matériaux de sa construction sont la fonte ou les alliages légers à base d'AL et silicium.

II- Constitution d'un piston.

Le piston comporte deux parties distinctes :

La partie supérieure ou culot : elle reçoit l'action des gaz et assure l'étanchéité. Le fond est en général plat, parfois bombé (convexe ou concave), cela dépend de la forme que l'on recherche pour la chambre de combustion).

Un jeu important est réservé entre le cylindre et la paroi latérale, le culot ne doit pas entrer en contact, même après dilatation. Des gorges circulaires à section carrée portent des segments d'étanchéité.

La partie inférieure ou jupe : assure le guidage rectiligne.

Elle porte, à l'intérieur des bossages qui transmettent la poussée du culot à l'axes d'articulation du pied de bielle.

III - L'axe de piston :

Il assure l'articulation de la bielle dans le piston. L'axe peut être monté :

- libre dans le piston, serré dans la bielle.
- Libre dans la bielle, serré dans le piston.
- Libre dans les deux, l'axe est maintenu par des arrêts en acier appelés circlips



1- Axe de piston
2- Bielle
3- segments

IV - Les Segments

1 - Rôle :

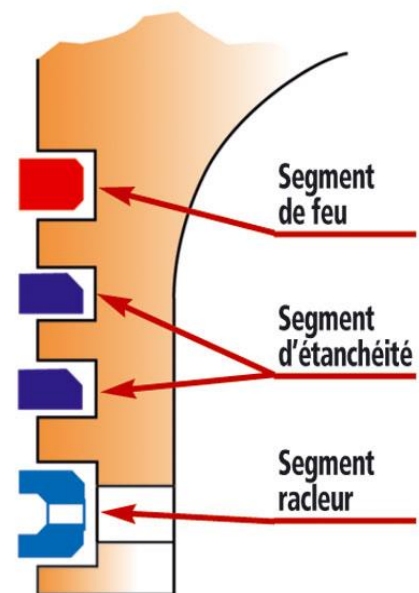
Ils ferment le jeu qui existe entre le culot et le cylindre, ils sont placés dans les gorges du piston en conduisant la chambre dans la paroi du cylindre, ils sont fondus pour permettre leur engagement dans les gorges et leur donner une certaine élasticité.

2 - Nombre et nature des segments :

On a en général trois ou quatre segments :

* Deux ou trois sont placés dans les gorges supérieures. Ce sont les segments d'étanchéité (le 1^{er} est appelé segment de feu, le 2^{ème} et le 3^{ème} sont appelés segments de compression)

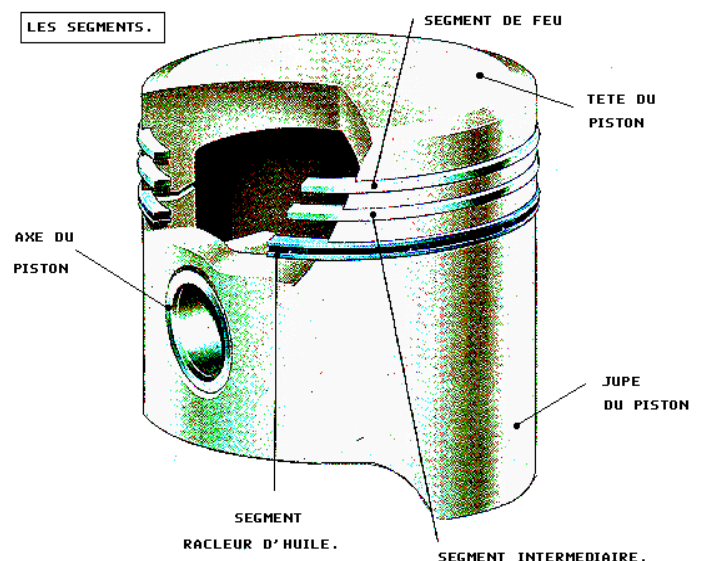
* Le dernier placé dans la gorge inférieure est appelé segment racleur d'huile à pour rôle d'éviter les remontées d'huile et il reçoit dans ce but une forme telle que l'huile parvient au fond de la gorge d'où elle peut descendre dans le carter inférieur du piston.



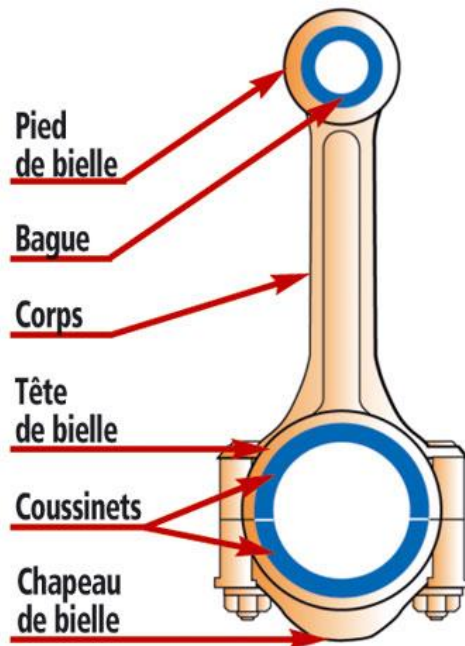
3 - Les segments spéciaux :

Le mouvement du piston facilite l'échappement d'huile au-dessus du piston.

Dans la gorge supérieure d'un segment pressé à la fois contre le cylindre et contre les parois de la gorge du piston qui permet de corriger l'excès de consommation d'huile et les pertes de compression.



LA BIELLE



I- Rôle :

La bielle permet l'échange d'énergie mécanique entre le piston et le vilebrequin.

II- Description :

La bielle comporte trois parties :- Le pied, articulé sur l'axe du piston – La tête articulée sur le maneton du vilebrequin – Le corps qui transmet les efforts entre les deux articulations.

III- Effort et formes résultantes :

Si les gaz agissaient seuls sur l'embellage, les efforts sur les bielles se limiteraient à une force de compression, importante lors de l'explosion et à une très faible force d'extension lors de l'aspiration.

Aux grandes vitesses atteintes par les moteurs actuels, les forces d'inertie jouent un rôle aussi important que les gaz. Les efforts exercés font apparaître de l'extension et surtout de la flexion alternée.

On choisit un matériau résistant à la fatigue : L'acier demi-dur au chrome - Nickel permet d'ébaucher la pièce par matriçage. Le duralumin est rarement employé pour rendre la pièce légère. Une section en « I » est adoptée pour sa bonne résistance à la flexion et au flambage.

IV- Articulation :

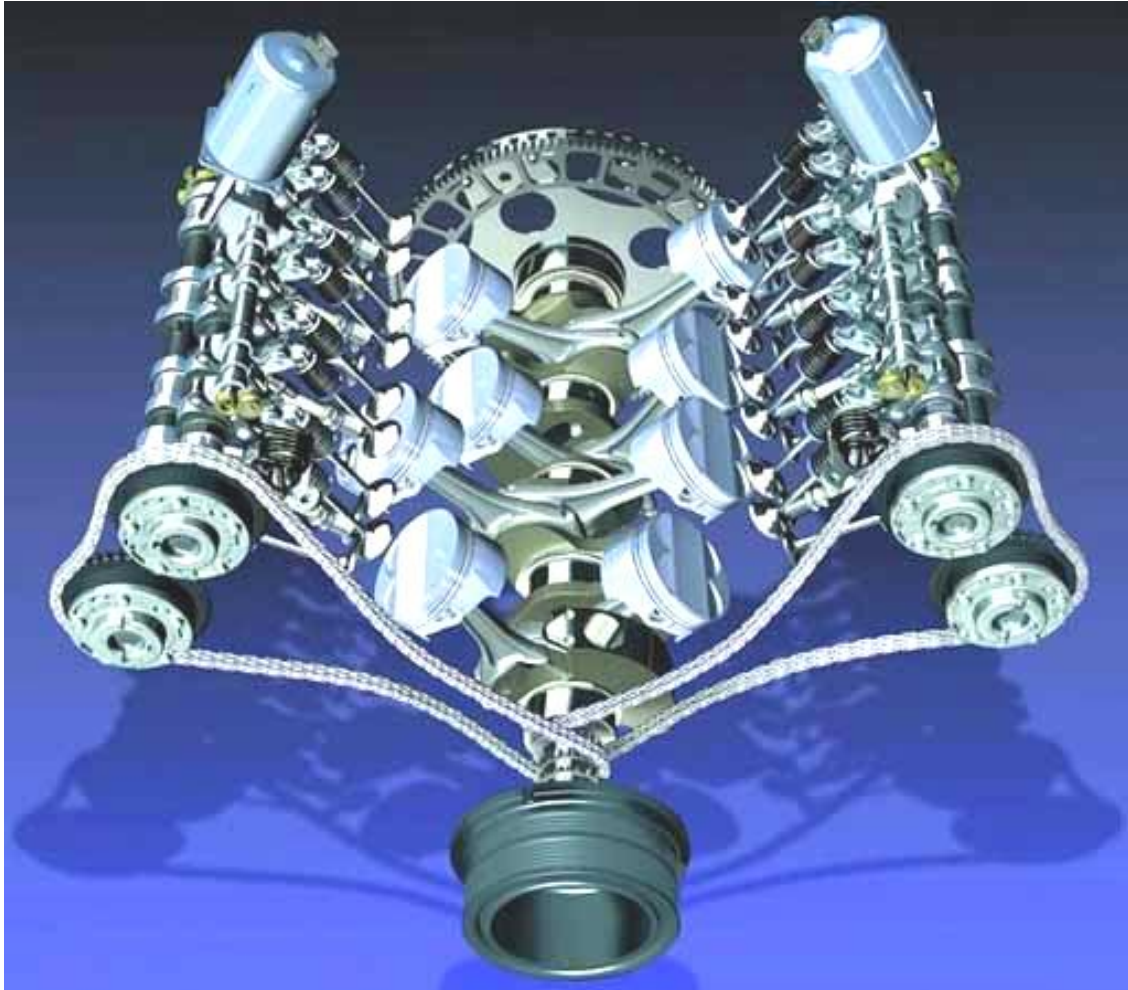
Une simple bague en bronze emmanchée à force dans le pied de la bielle se fait pour l'assemblage bielle axe de piston, par contre celui de la tête sur le vilebrequin est effectué par l'intermédiaire d'un coussinet.

Les coussinets épais : sont obtenus par accrochage d'une couche de métal blanc sur une coquille d'acier.

Les coussinets de faible épaisseur : sont constitués de plusieurs couches métalliques liées les unes aux autres par galvanoplastique ou étamage.

V- Montage des bielles pour les moteurs en « V » :

- Deux têtes de bielles placées cote à cote sur le même maneton.
- Une bielle articulée directement sur le maneton, l'autre articulée concentriquement sur la première appelée biellette, ceci pour réduire la largeur de portée.



LE VILEBREQUIN



I- Rôle :

Il transmet l'énergie mécanique entre les bielles et le volant moteur, il permet de mettre le moteur en marche à l'aide d'un démarreur ou d'une manivelle, il commande l'ensemble des mécanismes auxiliaires, et amène l'huile sous pression aux différentes têtes de bielle.

II- Les éléments du vilebrequin :

Les tourillons permettent à l'axe de l'arbre de reposer sur les paliers du carter.

Les manetons sur les quels viennent s'articuler les bielles.

Les bras de manivelle ou flasques relient les tourillons aux manetons.

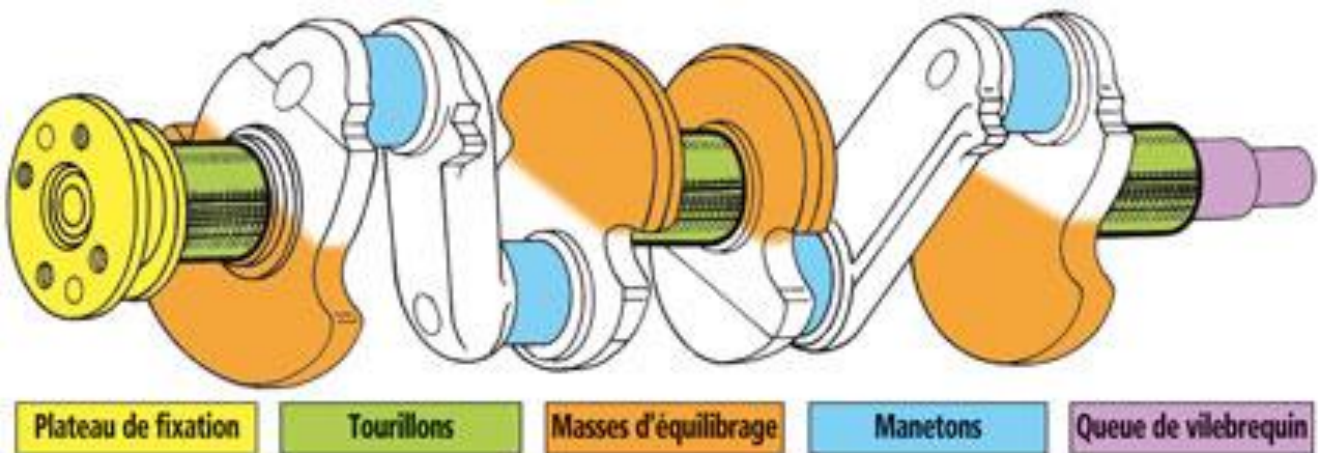
Masse d'équilibrage.

Plateau de fixation du volant.

Bague ou roulement pour guider l'embrayage.

La portée du pignon de distribution.

Les canalisations intérieures pour le graissage sous pression des manetons et des tourillons.



III- Les efforts et les matériaux du vilebrequin :

Le vilebrequin travaille à la flexion entre les paliers qui portent les tourillons, à la torsion autour de son axe de rotation et aux efforts que transmettent les bielles, le siège de vibration et il s'use aux surfaces de frottement. S'il est réalisé par matriçage on emploie l'acier demi-dur au chrome ou l'acier demi-dur mangano-siliceux.

S'il est réalisé par moulage, on emploie une fonte spéciale comportant du chrome, du silicium et du cuivre. Donc le vilebrequin subi un traitement thermique.

IV- Les paliers du vilebrequin :

La position du vilebrequin est assurée par plusieurs paliers dont le nombre dépend de la nature du moteur, les paliers sont en général situés dans le bloc-cylindre, est graissés par circulation d'huile sous pression.

V- Equilibrage du vilebrequin :

Quand le vilebrequin n'est pas bien équilibré, son contrôle se fait dans deux équilibres.

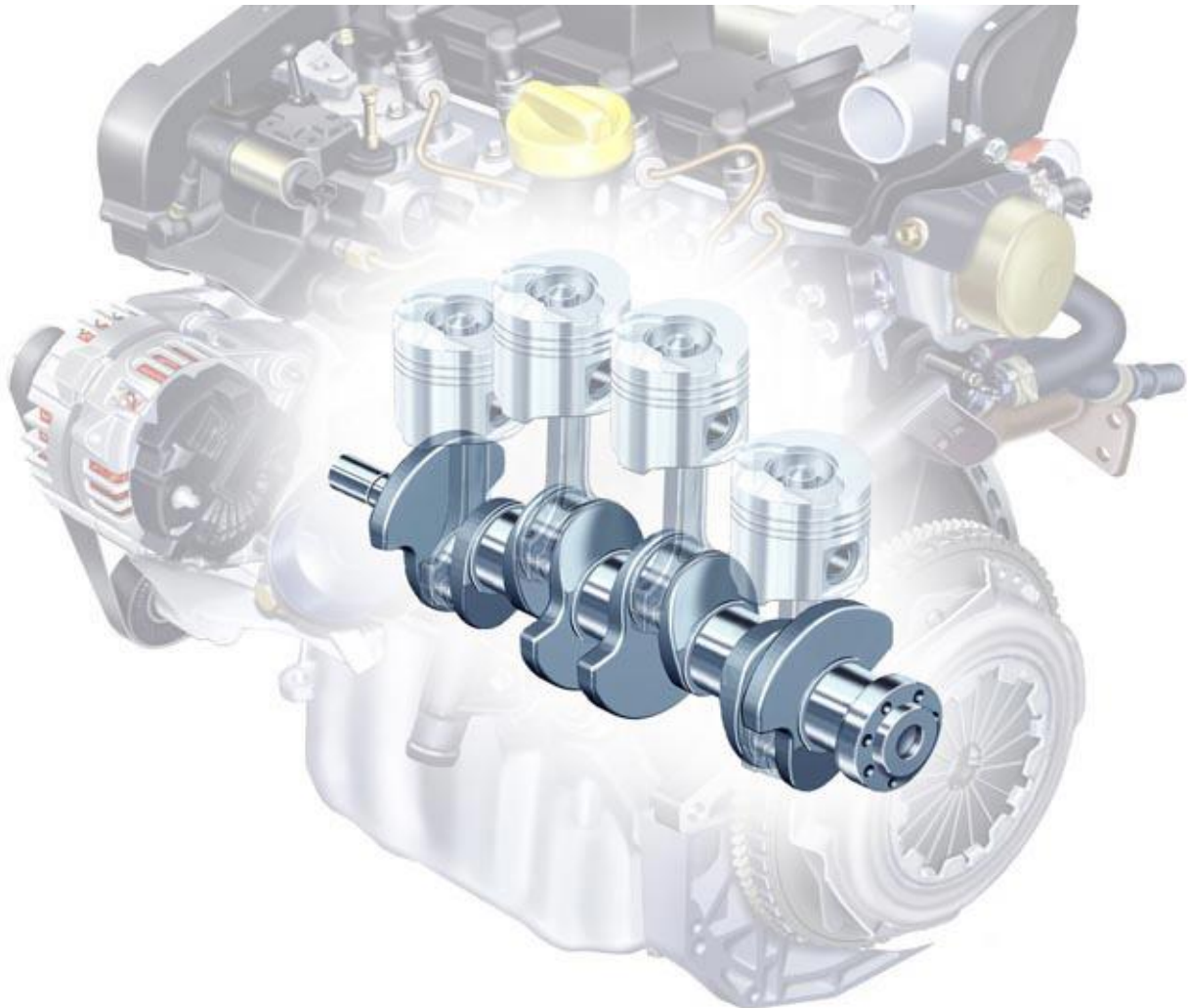
*** L'équilibre statique :**

Comporte deux paires de disques circulaires.

Le vilebrequin étant posé par ses portés extrêmes sur les disques, à la fin du contrôle soit on ajoute des masse soit en fait perçage (perçage plus souvent).

*** L'équilibre dynamique :**

Possède deux paliers, l'un est bloqué, l'autre est oxydant portant un indicateur.



LE VOLANT MOTEUR

I- Rôle :

Le volant moteur emmagasine de l'énergie pour la restituer pendant les temps résistants, régularise la vitesse de rotation du vilebrequin en agissant comme un stabilisateur pour l'ensemble du moteur, transmet l'énergie aux organes de transmission, assure l'entraînement du moteur par le démarreur au moyen d'une couronne dentée, sert de face d'appui à l'embrayage. Plus un moteur comporte de cylindres, moins le volant est nécessaire, car les temps moteurs sont plus rapprochés.

II- Constitution du volant :

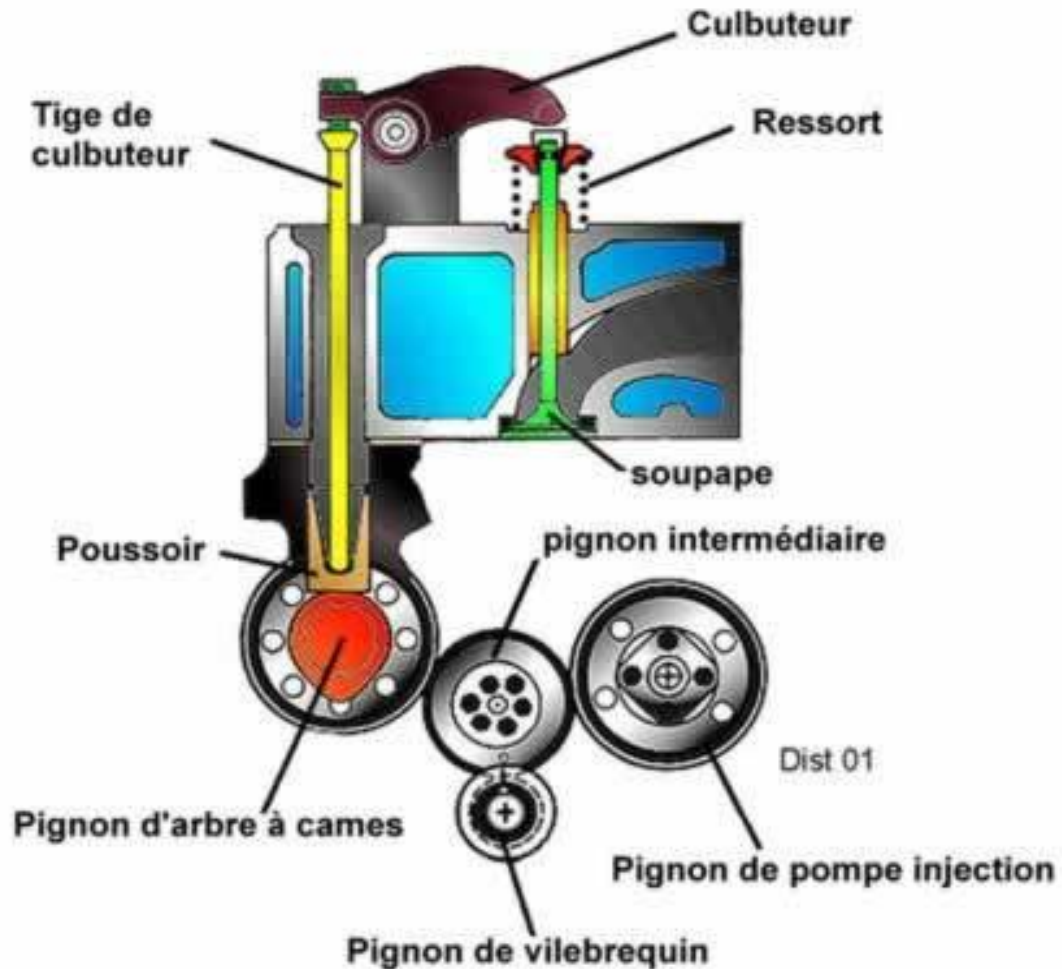
Il comporte un disque, une face de centrage et plateau d'entraînement, une couronne dentée. On emploie souvent l'acier pour les moteurs à grande vitesse de rotation, seuls les moteurs lents possèdent un volant en fonte.

III- Dispositif d'entraînement :

Par cône et clavette écran et contre écran.
Par plateau d'entraînement, la fixation par volant.



LA DISTRIBUTION



I- Rôle :

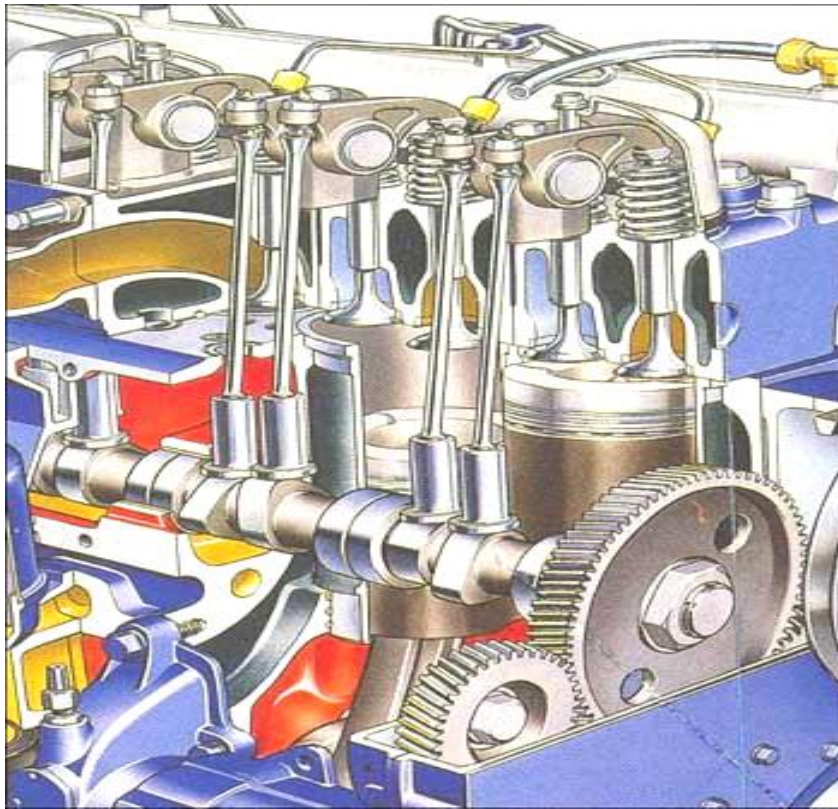
Les organes de distribution assurent l'aspiration et le refoulement des gaz dans les cylindres. Ces opérations doivent commencer et se terminer à des instants déterminés du cycle. Des soupapes commandées par un arbre à cames, ouvrent et ferment des orifices disposés dans la chambre de combustion.

II- Types de distribution :

Distribution sur moteur poussé : l'arbre à cames et les soupapes dans la culasse. Les cames de l'arbre attaquent la queue des soupapes soit directement, soit par l'intermédiaire des culbuteurs.

Distribution à soupapes latérales la commande s'effectue par dessous, l'arbre à cames dans le carter.

Distribution à soupapes en tête : les soupapes dans la culasse, l'arbre à cames dans le bloc-cylindres, la came attaque le poussoir d'une tige qui actionne un culbuteur.



III- Les Soupapes



Elles sont constituées d'une tête (plate, creuse, bombée) et d'une queue.
La tête comporte une partie conique, s'ajoute parfaitement sur le siège, elle a pour rôle l'étanchéité.
Les soupapes d'admission ont en général un diamètre supérieur à celui des soupapes d'échappement.

IV- Le culbuteur :

C'est un levier articulé sur un axe par son milieu, capable de pousser la queue de la soupape de façon à provoquer son ouverture.

V- Le poussoir :

Il présente une surface supérieure qui résiste mieux aux efforts, en répartissant aussi l'usure sur l'ensemble de la surface et non dans une seule zone. Les poussoirs sont en acier ou en fonte, il existe trois types de poussoirs : à galet, à plateau et cylindriques.



VI- La Tige :

L'une des extrémités en forme de rotule repose dans le poussoir, l'autre en forme de cuvette reçoit la vis de réglage du culbuteur. Elle doit résister à la flexion. Elle est en acier ou alliage léger à base d'AL.

VII- Guide de soupape :

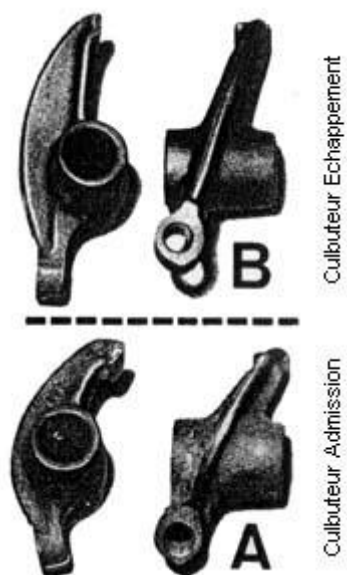
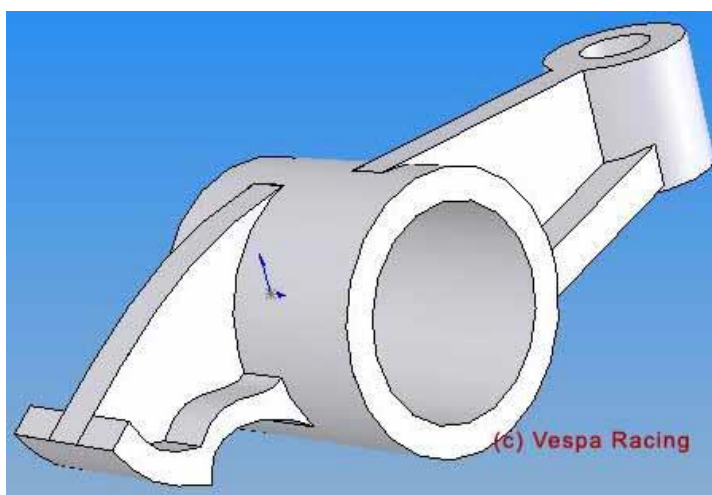
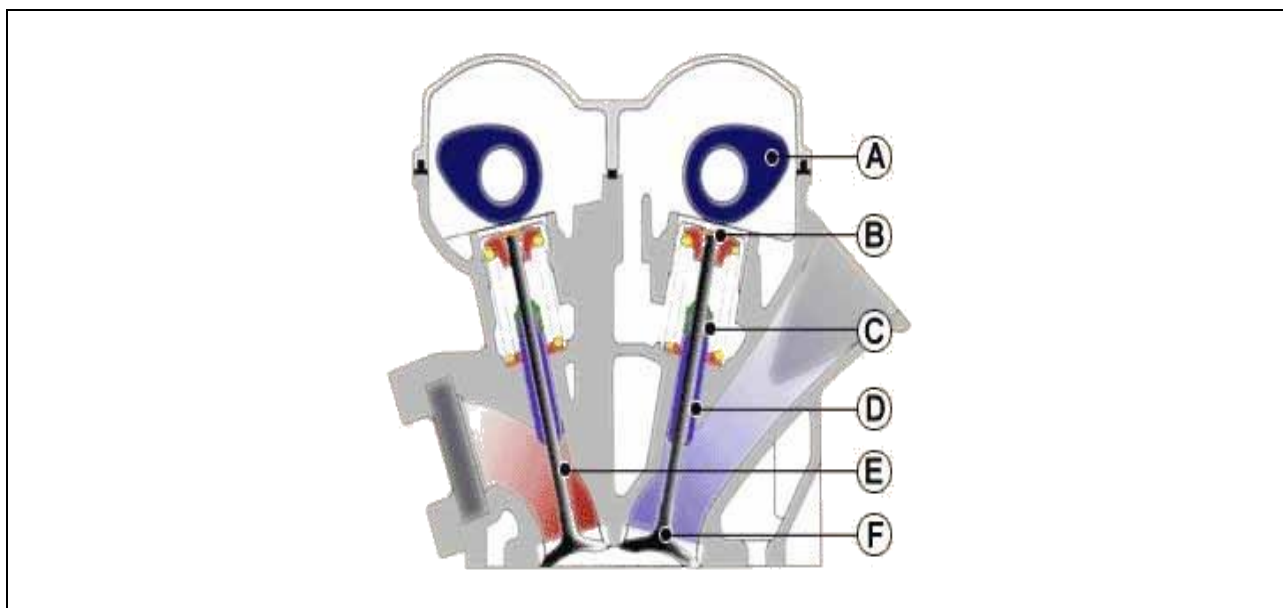
Les trous de passage dans la culasse sont protégés par une douille de guidage appelée guide de soupape, ce dernier est en fonte spéciale.

VIII- Ressort :

La fermeture des soupapes s'effectue sous l'action des ressorts de rappel qui sont comprimés lors de l'ouverture. Le ressort permet ainsi au poussoir d'être en contact permanent avec la came.

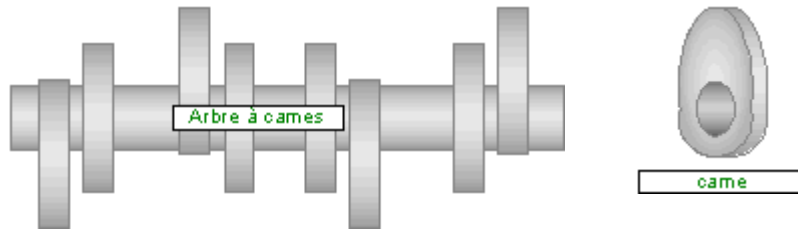
IX- Siège de soupape :

La portée conique de la tête de soupape s'applique sur le siège et assure l'étanchéité de la chambre de combustion.



X- Arbre à cames :

Il porte une série de cames actionnant chacune une soupape. Il comporte aussi les tourillons excentriques et le pignon, il entraîne en outre la soupape à essence, le delco et la pompe à huile. Il est réalisé en acier forgé et matricé. Les cames cimentées leurs surfaces sont rectifiées par coquillage.

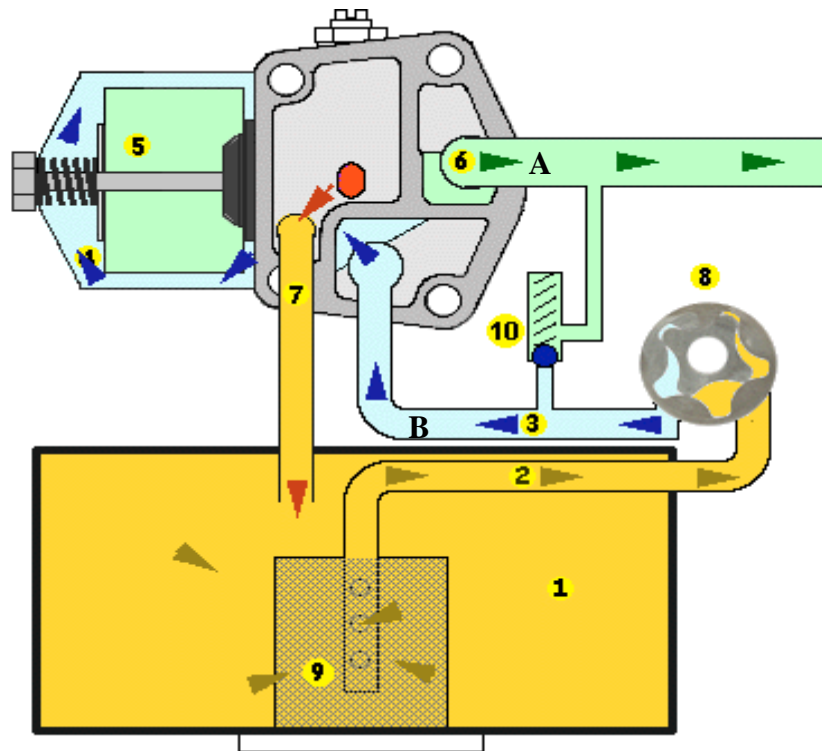


L'arbre à cames est commandé par le vilebrequin, quand ce dernier fait 2 tours, l'arbre à cames fait un tour. La liaison se fait avec les engrenages, la chaîne ou la courroie. Chaque soupape se soulève tous les deux tours de vilebrequin.



LE GRAISSAGE

A - Circuit de Graissage

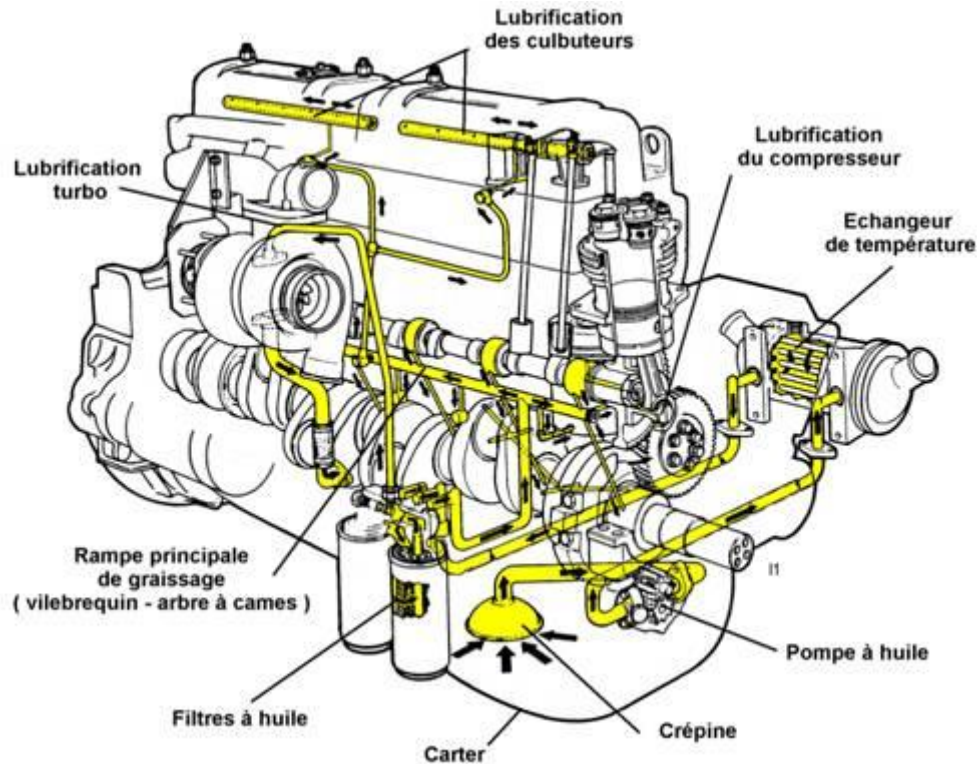


- 1 Carter.
- 2 Tube d'aspiration.
- 3 Tubulure vers le filtre.
- 4 Cuve du filtre.
- 5 Filtre à huile.
- 6 Rampe d'huile principale.
- 7 Retour de l'huile du clapet de décharge vers le carter.
- 8 Pompe à huile.
- 9 Crépine d'aspiration.
- 10 Clapet de sécurité filtre bouché.

I- Description :

- L'huile est aspirée du carter **1** par la pompe **8**, à travers la crépine **9** et le tube d'aspiration **2**.
- Elle ressort de la pompe sous pression, et arrive au filtre par la tubulure **3** moulée dans la fonte du moteur.
- Elle traverse la cartouche de l'extérieur vers l'intérieur.
- Elle arrive dans la rampe d'huile principale **6** d'où elle est distribuée aux organes à lubrifier, en commençant par les trois paliers du vilebrequin.
- Si le moteur est en bon état (coussinets et paliers de vilebrequin, manetons et coquilles de bielles...), la pompe à huile est capable de fournir une pression bien supérieure à celle normale d'utilisation (4 à 4,2 Kg/ cm²). Si la pression est supérieure au tarage du clapet de décharge, celui-ci s'ouvre et l'huile en excès retourne au carter par le conduit **7**.
- Le clapet de sécurité **10** est intégré au filtre à huile.

Si le filtre **5** est bouché, l'huile passe directement de la pompe à huile **8** à la rampe principale **6** sans être filtrée. Avec un filtre en bon état, la pression dans les zones **A** et **B** est identique. La bille du clapet **10** poussée par son ressort bouche le conduit de by-pass.



II- Le Frottement :

Le déplacement d'un corps sur une surface rencontre une résistance qui se traduit par une force dont l'action se poursuit pendant le mouvement : l'intensité de cette force dépend de la nature des surfaces en contact et de la charge qu'elles appliquent.

Le frottement est parfois utile en cas du freinage et d'embrayage, mais dans la plupart des mécanismes, ce frottement est nuisible car il augmente les efforts subis par les pièces et consomme de l'énergie. Par conséquent, il abaisse le rendement des mécanismes et produit la dilatation des pièces.

Le frottement entraîne aussi l'usure des pièces et l'énergie perdue se transforme en chaleur, ce qui nécessite un refroidissement des surfaces.

III- Les propriétés des lubrifiants :

a - La viscosité :

C'est la résistance du lubrifiant à l'écoulement. Grâce à elle peut s'établir le coin d'huile. La viscosité varie en fonction de la température: plus celle-ci augmente, plus l'huile devient fluide et se maintient mal sur les surfaces; plus la température diminue, plus l'huile devient mal fluide.

b - L'onctuosité :

C'est la disposition naturelle du lubrifiant à adhérer aux surfaces métalliques. Cette qualité est à considérer dans tous les cas où le coin d'huile ne peut exister.

c - La stabilité :

C'est la résistance du lubrifiant à la décomposition sous l'action des gaz et de la température.

d - Le point de congélation très bas :

Ce point permet aux mécanismes de fonctionner à basse température

e - Le point d'inflammation très élevée :

Ce point autorise le fonctionnement à haute température sans carbonisation du lubrifiant.

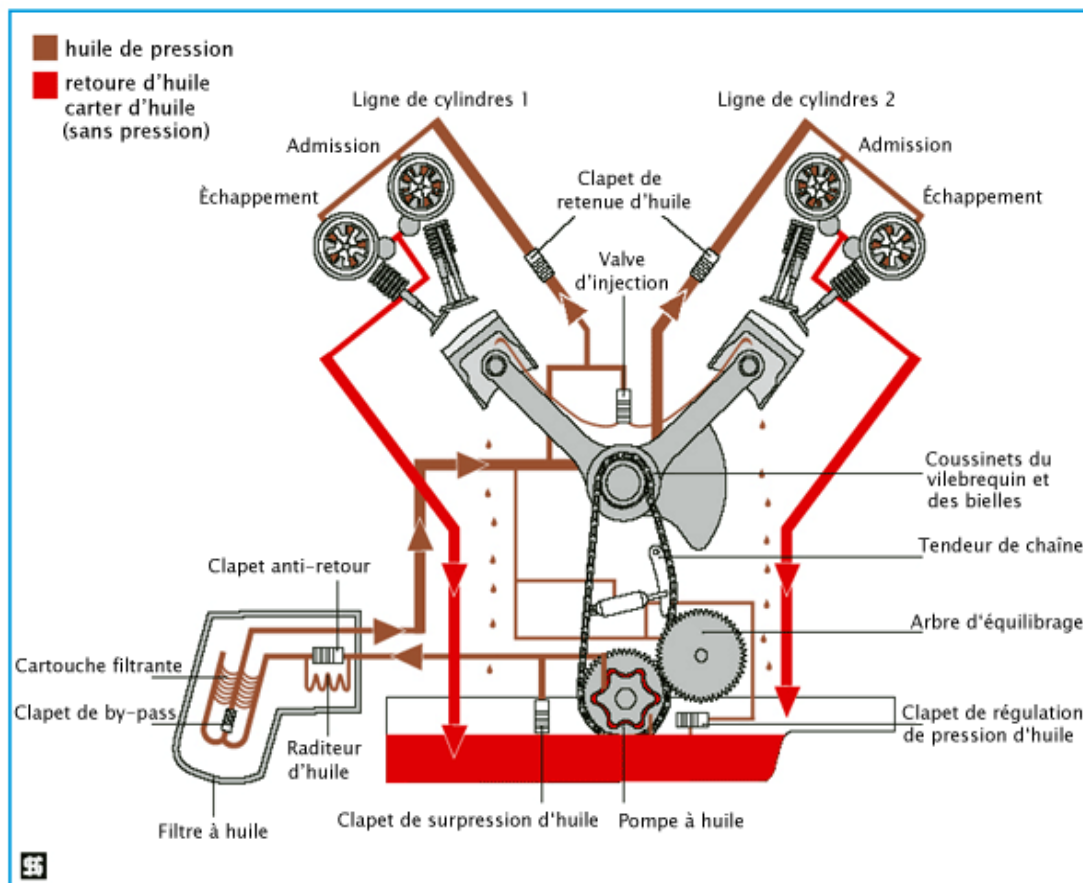
IV- Classification d'huile :

La société américaine des ingénieurs d'automobile (S.A.E) a défini une classification des huiles moteurs en fonction de certains domaines de température d'utilisation. Un numéro SAE élevé correspond à une huile visqueuse, un petit numéro égale le symbole de l'huile fluide. Les huiles prévues pour le fonctionnement à basse température possède la lettre W.

V - Mode de graissage :

- Le lubrifiant est mélangé avec le carburant pour les moteurs à 2 temps.
- L'huile se trouve dans le carter, une pompe l'aspire et la refoule dans des canalisations à travers un filtre d'huile pour graisser les organes du moteur. le lubrifiant retombe ensuite dans le carter pour être repris par la pompe, ce type de graissage est pour les moteurs à 4 temps.
- Le barbotage des organes mobiles dans le carter : les pièces en mouvement plongent dans le lubrifiant qui est projeté et ruisselle sur les parois. Ce type de graissage est conçu pour les boîtes de vitesses et les différentiels.

VI- Les organes et les accessoires du circuit de graissage :



Circulation d'huile

a - La pompe à huile :

L'aspiration de la pompe est disposée vers la partie la plus basse du carter. L'arbre à cames assure l'entraînement. Les deux roues dentées de la pompe aspirent l'huile d'un côté qui se trouve expulsé par l'engrenage et ne peut sortir que par l'orifice de refoulement.

b - Filtre à l'huile :

L'huile absorbe l'impureté c'est pourquoi divers types de filtre ont pour objet de retenir les impuretés solides et de prolonger l'activité de l'huile. il y'a en générale trois types de filtre : filtre à lamelles, filtre à cartouche, filtre centrifuge.

c - Manomètre nécessaire pour contrôler la pression d'huile.

d - Manocontact :

Il coupe l'allumage lorsque la pression d'huile descend au-dessous de certaines valeurs, une lampe s'allume et annonce qu'il n'y a pas de pression d'huile.

e - Thermomètre :

Pour contrôler la température d'huile.

f - Régulateur :

Il limite la pression d'huile, il comprend un clapet(bille ou piston) maintenu sur son siège par un ressort d'arrêt, au moment où la pression est maximale, le clapet s'ouvre et met en communication la canalisation de refoulement avec le réservoir d'huile.

VII- L'étanchéité :

Elle est utilisée pour éviter les pertes de lubrifiant, et pour protéger les organes qui fonctionnent à sec.

VIII- Refroidissement

La chaleur est évacuée par le carter inférieur qui est constitué d'un métal bon conducteur, et surface inférieurs est refroidie par le courant d'air qui s'établit en marche sous le véhicule.

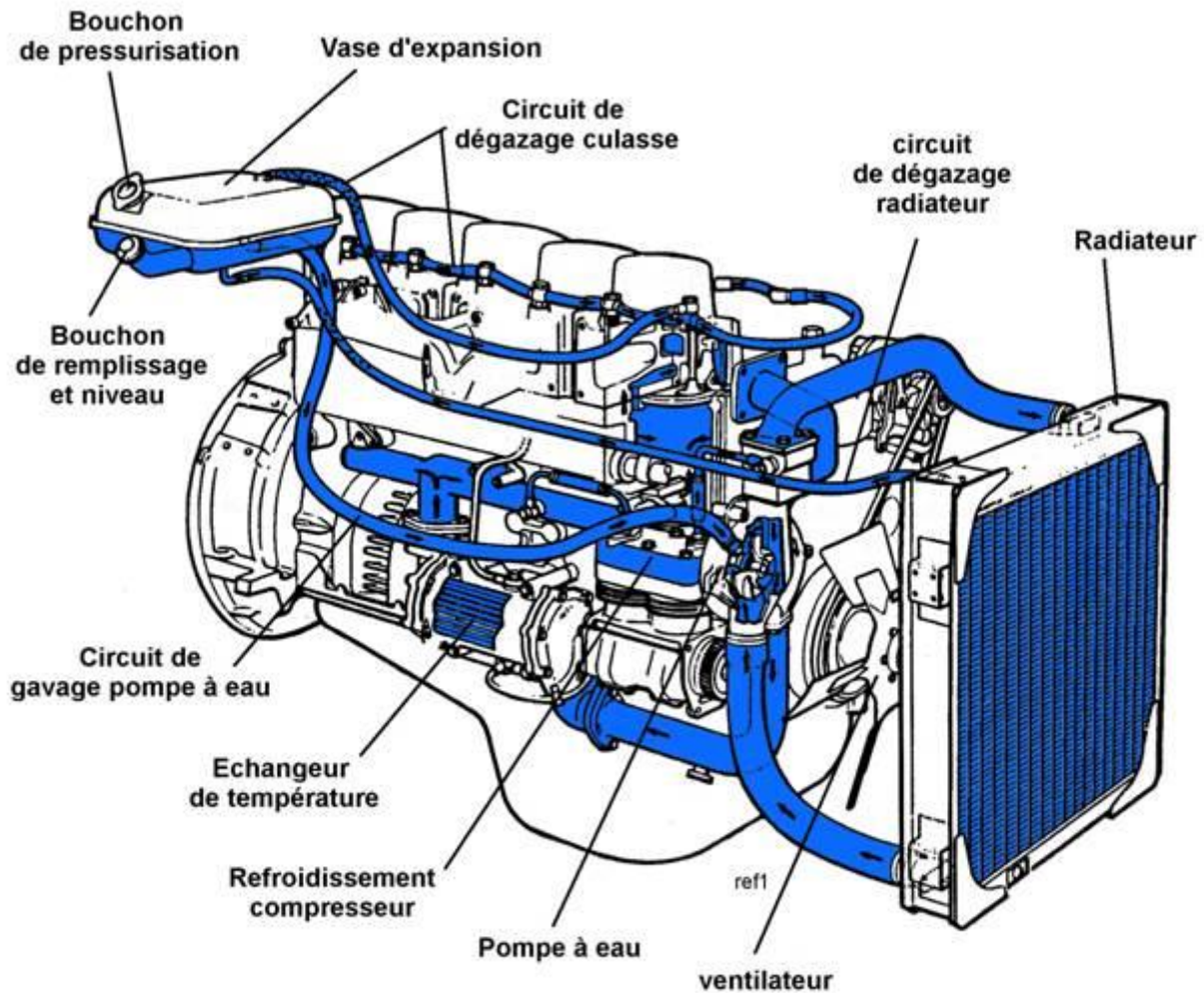
B - Les Lubrifiants

I- le rôle du lubrifiant moteur

Pour que le moteur fonctionne bien, il faut éviter son usure prématurée.

- L'huile agit donc comme **lubrifiant et nettoyant**. Elle circule dans le bloc moteur, graisse les pièces en mouvement, récupère les saletés dues aux frictions et grâce au filtre à huile, ces impuretés ne retournent pas dans le moteur (elles y seraient abrasives).
- D'autre part, l'huile assure un rôle moins connu de "calorporteur" : elle aide le circuit de **refroidissement** car elle est au contact des pièces les plus chaudes. En circulant dans le moteur, elle permet de diminuer les points de chaleur aux endroits stratégiques.
- Enfin, elle permet une certaine **étanchéité** au niveau des segments racleur (qui font partie des pistons). Lorsqu'une voiture fume bleu, c'est en fait de l'huile qui est brûlée.

LE REFROIDISSEMENT



I - Origine de la chaleur :

La chaleur se produit dans un moteur par la combustion des gaz et le frottement des organes mobiles.

II - Les Conséquences :

L'évaluation de la température produit la dilatation des pièces, la modification des propriétés des matériaux, la diminution du taux de remplissage, des risque d'auto-allumage et le lubrifiant qui se carbonise peu à peu et laisse des dépôts de calamine.

III - Remèdes :

Le système de refroidissement est un moyen pour limiter cet échauffement et évacuer la chaleur. Lorsque cette dernière provenant du frottement des pièces en mouvement est évacuée par le lubrifiant. Lorsqu'elle est dégagée par la combustion des gaz et évacuée par le système de refroidissement soit par air, soit par eau.

1 - Refroidissement par air :

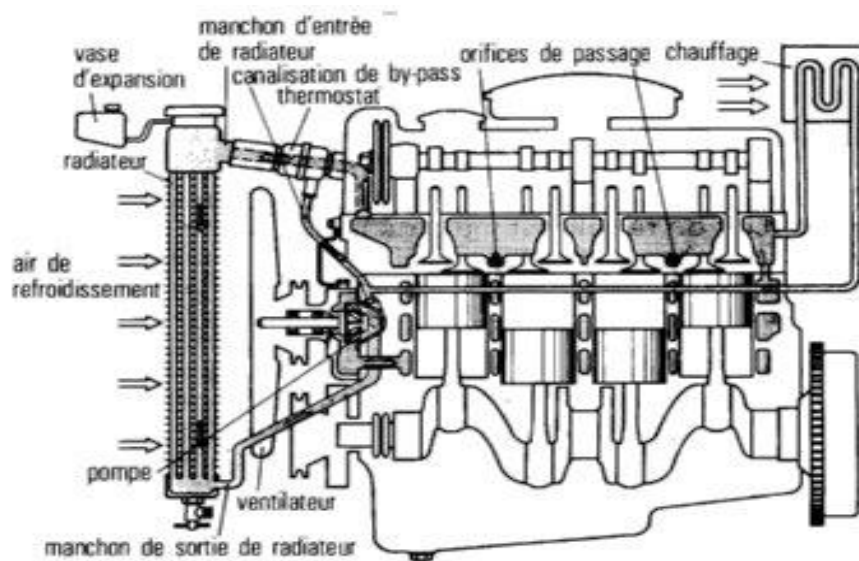
le carter, le bloc-cylindres et la culasse sont le plus souvent en alliage léger de haute conductibilité.

La surface extérieure est augmentée à l'aide d'ailettes de refroidissement, leurs longueurs diminuent de haut en bas du cylindre suivent les conditions de la température.
On utilise le vent produit par le déplacement du véhicule pour évacuer la chaleur en assurant une grande vitesse d'écoulement du courant d'air autour des cylindres par une turbine entraînée par le moteur qui refroidit le moteur lorsqu'il tourne au ralenti et le véhicule à l'arrêt.

2 - refroidissement par eau :

La circulation peut se faire de deux manières :

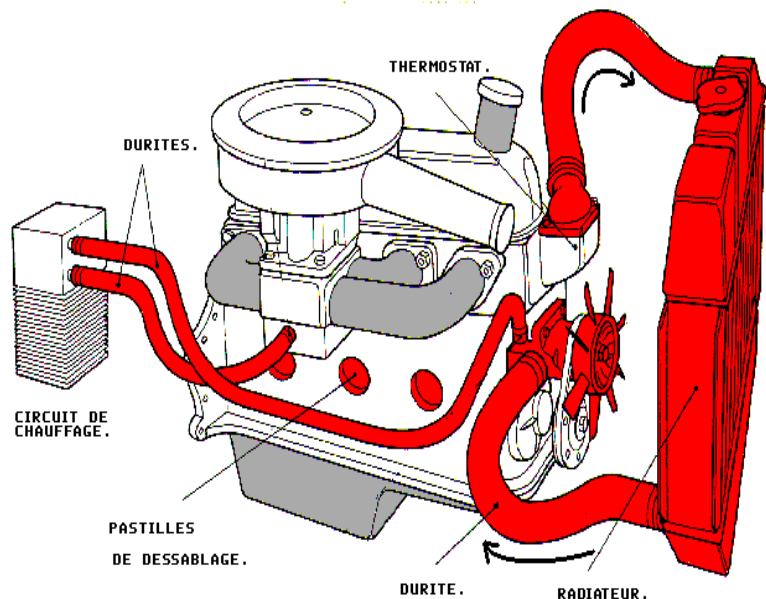
- a - circulation naturelle : en raison des différences de densité, l'eau chaude plus légère que l'eau froide, à tendance à monter vers le radiateur, mais la vitesse est faible.
- b - circulation forcée : l'eau est mise en mouvement à l'aide d'une pompe, généralement centrifuge, qui aspire l'eau chaude à la partie supérieure de la culasse et l'envoie au radiateur. Ce qui améliore les échanges et permet de réduire les sections, ainsi que les dimension du radiateur.



Refroidissement avec circulation forcée

IV - Le Radiateur :

Il est placé généralement devant le moteur, sa fixation au châssis, il doit présenter la plus grande surface possible pour que le refroidissement de l'eau soit efficace. Il est constitué par des tubes entre lesquels passe l'air aspiré par le ventilateur. L'eau circule du réservoir supérieur au réservoir inférieur. Les types de radiateur sont : le radiateur tubulaire, le radiateur à ailettes et le radiateur nid d'abeilles.



1 - Le circuit de refroidissement :

a - A la pression atmosphérique :

un tube de trop plein maintient le réservoir supérieur du radiateur à la pression atmosphérique. Il a pour but d'éviter l'explosion du radiateur de la vapeur d'eau qui se forme lorsque l'échauffement devient important.

b - Sous pression à radiateur non scellé :

On maintient dans le circuit une pression supérieure à la pression atmosphérique, le bouchon du radiateur supporte un clapet poussé par un ressort taré. Ce clapet obture la communication avec l'extérieur puisque le tube de trop plein est ainsi isolé. Quand la pression s'élève et la température de l'eau atteint, le clapet est repoussé et la pression diminue puisqu'il y a communication avec l'extérieur par le trop plein.

c- Sous pression à radiateur scellé :

le circuit est étanche, le bouchon du radiateur est scellé après introduction. Le radiateur est en liaison permanente avec une vase d'expansion qui comporte une soupape de pression-dépression pouvant communiquer avec l'extérieur.

Si la quantité du liquide dans le vase d'expansion est en augmentation, l'air contenu au-dessus de ce liquide est comprimé. La pression dépassant une certaine valeur, comprime le ressort R taré pour cette valeur.

Il y a communication avec l'extérieur et chute de pression. Lorsque le liquide se refroidit, son volume diminue et s'écoule en sens inverse vers le radiateur. La pression diminue et devient inférieure à la pression atmosphérique.

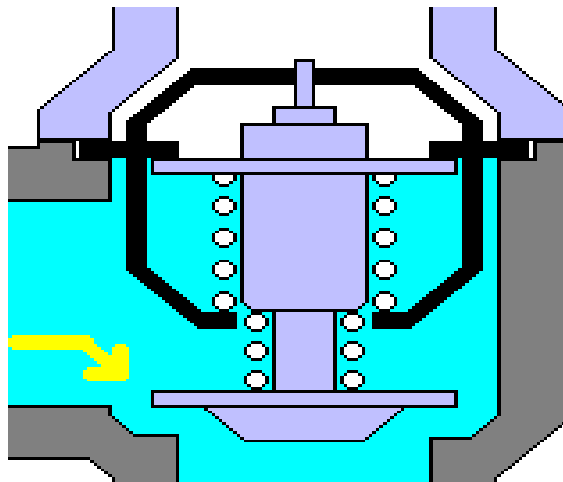
Le ressort se comprime, l'air entre dans la vase d'expansion et le liquide revient à la pression atmosphérique ce qui assure l'écoulement.

V - Pompe à eau :

Elle accélère l'écoulement de l'eau, elle prend place sur la surface avant du bloc-secteur. on utilise surtout la pompe centrifuge qui possède une turbine, l'arbre de la pompe soutenu en plusieurs paliers, reçoit les joints d'étanchéité pour éviter toute fuite. L'entraînement de la pompe est réalisé par courroie.

VI - Thermostat :

Il a pour but de régler la température, il est constitué d'un soufflet métallique enfermé dans un boîtier, le soufflet contenant un liquide volatil (l'acétone), porte une extrémité une soupape et à l'autre extrémité sa fixation au boîtier, sous l'influence de la température, le liquide se vaporise et dilate le soufflet qui provoque le déplacement de la soupape en mettant le radiateur en service.



VII - Ventilateur :

Actuellement on utilise soit le moto- ventilateur, soit le ventilateur débrayable.

1 - Le moto-ventilateur :

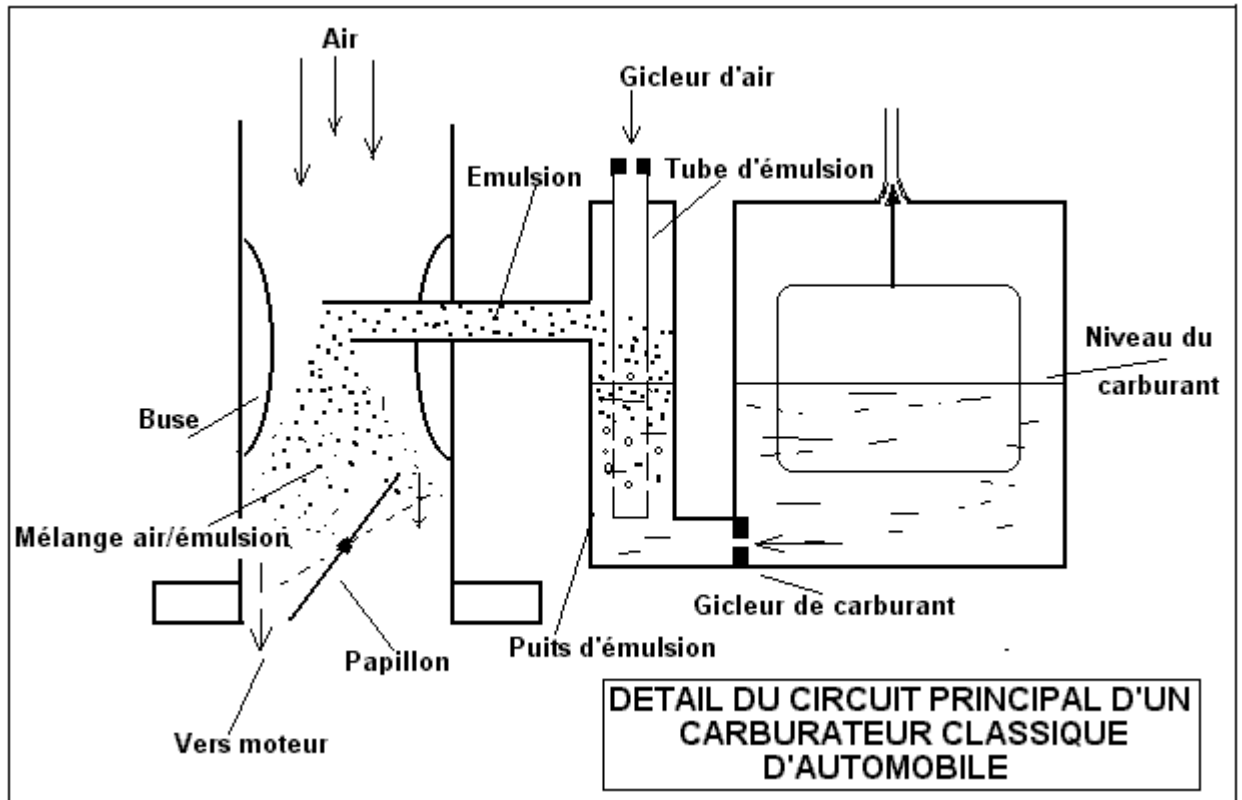
Il se compose tout simplement d'un moteur électrique série de type classique qui entraîne un ventilateur, les pales du ventilateur comme dans un capotage en tôle fixe sur le radiateur et qui sert en même temps de protecteur de support et en partie de conduit directement de l'air. Le moto-ventilateur est commandé par un relais qui lui-même est sous tension par un thermos-contact plongeant dans la boîte inférieure du radiateur.

2 - Le ventilateur débrayable :

Le moyen du ventilateur indépendant de la partie d'entraînement est monté sur l'arbre de la pompe à eau, il peut être rendu solitaire par un électro-aimant qui se trouve dans la poulie d'entraînement. L'alimentation de cet électro-aimant se fait également par une thermos contact plongé dans la boîte inférieure du radiateur.



LA CARBURATION



I - Définition :

La carburation est l'ensemble des opérations grâce auxquelles on obtient le mélange air plus combustible qui sera admis dans les cylindres.

II - Conditions à remplir :

Le dosage : proportionner convenablement le combustible et l'air pour obtenir la combustion rapide et complète du mélange.

L'homogénéité : c'est le problème de réaliser le même dosage dans toute la masse.

L'automatisme : c'est le problème d'assurer le dosage convenable à tous les régimes du moteur possible sans intervention extérieure.

L'égalité : C'est le problème de répartir le mélange carburé également entre tous les cylindres du moteur.

III - Réalisation de la carburation :

La carburation est réalisée presque totalement dans le carburateur où arrivent l'essence envoyée par la pompe d'alimentation et l'air atmosphérique par la dépression que crée la descente du piston lors du temps d'admission.

Le combustible entraîné par le courant d'air se divise en fines gouttelettes, qui sont elles-mêmes pulvérisées par le choc contre l'air. Ceci favorise la vaporisation du combustible et prépare ainsi la formation d'un mélange homogène.

IV - Dosage du mélange :

Pour une essence ordinaire, la composition théorique est la suivante : 1g d'essence pour 20g d'air. On admet en pratique un excès d'air afin que la combustion soit complète malgré le défaut d'homogénéité du mélange 1g d'essence pour 20g d'air ou 1 cm³ d'essence brûle dans 11 litres d'air.

Mélange riche : la quantité d'air admis est insuffisante ou il y a excès d'essence. Le rapport essence/air est supérieur à 1/20. le mélange brûle mal.

Mélange pauvre : il y a excès d'air ou manque d'essence. Le rapport essence/air est inférieur à 1/20. la combustion est mauvaise. La puissance du moteur diminue.

V - Système d'alimentation en essence :

Il comprend trois parties sont : le réservoir, le dispositif d'alimentation et le carburateur.

1 - Le réservoir :

Emmagasine l'essence nécessaire à la marche du véhicule moteur. La capacité du réservoir est fonction de la puissance du moteur, quand le réservoir est placé à un niveau supérieur à celui du carburateur, le système ne nécessite aucune autre dispositif d'essence s'écoule par gravité sous son propre poids. Quand le réservoir est à niveau inférieur à celui du carburateur, il faut utiliser un dispositif d'alimentation pour que l'essence arrive au carburateur.

2 - La pompe d'alimentation :

La pompe à membrane mécanique : elle possède un levier commandé par l'excentrique prévu sur l'arbre à cames, elle aspire l'essence du réservoir et la refoule au carburateur par déformation d'une membrane imperméable au combustible.

La pompe à membrane électrique : la commande de la membrane se fait par le déplacement du noyau d'électro-aimant on peut la mettre n'importe où elle n'est pas influencée par dégagement de la chaleur.

Pompe à membrane à commande pneumatique : ce type se trouve dans les moteurs à 2 temps, on utilise les variations de pression du carter du vilebrequin pour commander la pompe.

3 - Le Carburateur :

a - Rôle :

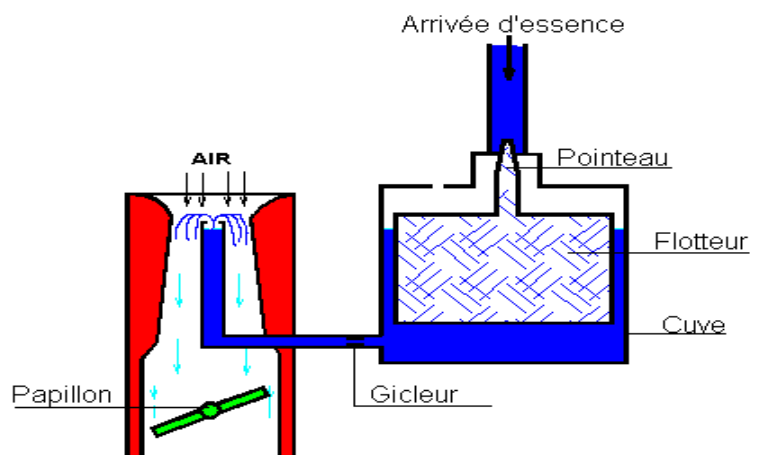
Les carburateurs ont pour rôle de vaporiser l'essence en la mélangeant à l'air, et l'adaptation de la puissance fournie par le moteur à la puissance qui lui est demandé.

b - Description d'un carburateur élémentaire :

*** La Cuve à Niveau Constant :**

C'est un réservoir d'alimentation en carburant qui possède un flotteur et un gicleur qui règlent l'arrivée du combustible. La cuve reçoit l'essence du réservoir par simple gravité ou par pompe d'alimentation au moyen d'une tuyauterie.

Le flotteur porte le pointeau qui obture l'arrivée d'essence lorsque le niveau atteint la valeur constante choisie. Le flotteur s'abaisse quand l'essence s'écoule par le gicleur et remontant lorsque le débit d'arrivée est supérieur au débit de sortie.



*** Le Gicleur :**

Il porte un orifice calibré, à la sortie duquel le jet d'essence se trouve pulvérisé dans le courant d'air.

** La Chambre de Carburation :*

Elle comprend le diffuseur, le papillon des gaz commandé par l'accélérateur et la portion de tuyauterie comprise entre le gicleur et la soupape d'admission.

c- Fonctionnement :

Quand le moteur est à l'arrêt, la pression atmosphérique règne dans la tubulure d'admission et dans la cuve. L'essence s'écoule jusqu'à ce que le pointeau bouche son arrivée et le niveau constant s'établit au gicleur comme dans la cuve.

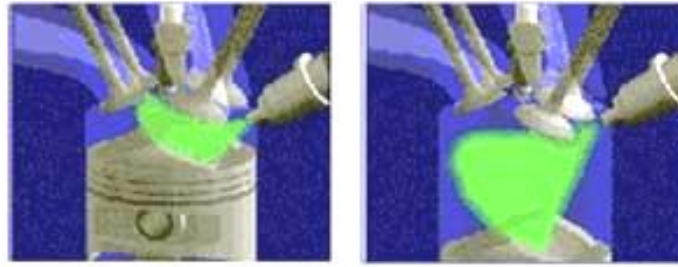
Lorsque le moteur est en marche, la quantité du mélange admise dans le moteur doit pouvoir être réglée en fonction de la charge et de la vitesse imposée au moteur.

Le dosage de la quantité totale du mélange est réalisé au moyen d'un volet mobile autour d'un axe central. Le papillon vient boucher plus ou moins le secteur de passage des gaz.

La vitesse du courant gazeux est inversement proportionnelle à la section de passage, elle est plus élevée dans les parties élargies (par exemple le col du diffuseur).

Dans les sections où le fluide s'écoule rapidement, la pression est plus basse que dans les sections où il se trouve au ralenti.

MOTEURS A INJECTION D'ESSENCE



I- Généralités :

L'air aspiré pendant le premier temps du cycle est carburé par injection d'essence finement pulvérisée dans le collecteur d'admission.

On dit que l'injection se fait dans les chapelles à distance plus au moins éloignée des soupapes d'admission.

Le mélange carburé est très homogène, plus dense que dans les moteurs à carburateurs, les risques de détonation sont moindres, le mélange est mieux réparti dans les cylindres, le remplissage étant meilleur, il est alors possible de prévoir un rapport de compression plus élevé.

II - Fonctionnement de la pompe d'injection à essence :

La pompe comporte autant de cames qu'il y a de cylindres au moteur. Chaque came de levier comprime le combustible et l'envoie à chaque cylindre par l'intermédiaire d'un injecteur.

Le réglage du débit, qui conditionne la marche du moteur, est réalisé par modification de la course utile des pistons de pompe dont le point mort bas est variable. La came à double effets, qui règle le débit en tenant compte de la position de la commande d'air et du régime de rotation du moteur.

III - La constitution de la pompe :

- un carter arrière et son couvercle contenant les organes de régulation de débit.
- un corps principal en alliage léger formant le carter d'huile.
- une tête hydraulique, en alliage léger, comportant les pistons d'injection guidés dans des chemises en acier spécial, les dispositifs de graissage et d'alimentation d'essence.

VI - Alimentation par turbocompresseur :

Pour permettre une puissance plus élevée aux moyens et hauts régimes, l'alimentation est réalisée à l'aide d'un turbocompresseur. Il y a deux montages possibles.

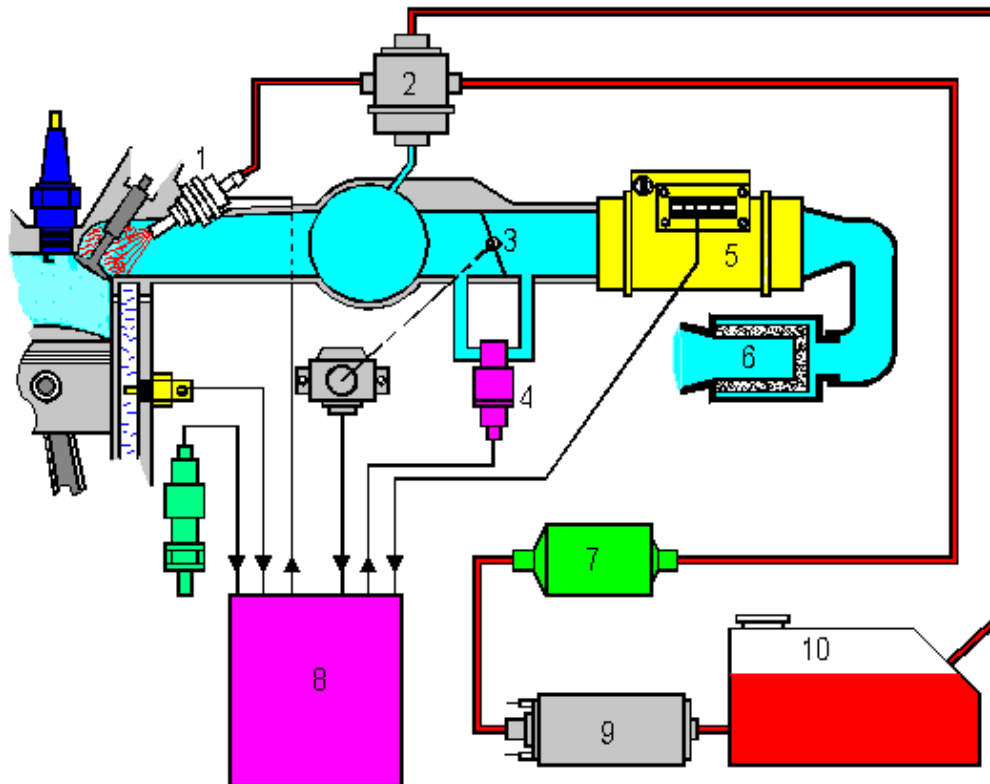
- Le volet d'alimentation se trouve dans la partie du circuit où le mélange carburé est à la pression atmosphérique, le volet est en amont du compresseur.
- Le volet d'alimentation se trouve dans la partie du circuit où le mélange carburé est comprimé, le volet est en aval du compresseur.

Le turbocompresseur :

Pour réaliser cette augmentation de pression, on fait appel à un compresseur d'air. L'énergie nécessaire à son entraînement est récupérée au gaz d'échappement par l'intermédiaire d'une turbine.

L'ensemble turbine compresseur s'appelle turbocompresseur, comporte le circuit **échappement** (turbine) et le circuit **admission** (compression).

Principe de l'injection



Injection (type : BOSCH MOTRONIC 1.5.4)

Nomenclature (schéma simplifié):

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------|
| 1 : Injecteur | 6 : Filtre à air |
| 2 : Régulateur de pression d'essence | 7 : Filtre à essence |
| 3 : Papillon des gaz | 8 : Calculateur |
| 4 : Régulateur de ralenti | 9 : Pompe à essence |
| 5 : Débitmètre d'air | 10 : Réservoir d'essence |

Circuit d'essence en rouge. Circuit d'air en bleu.

Fonctionnement :

La quantité de carburant nécessaire à la réalisation d'un mélange parfait air-essence est injectée dans la tubulure d'admission de chaque cylindre par un injecteur électromagnétique commandé par un calculateur à microprocesseur.

Le calculateur commande avec une grande précision le temps d'ouverture de l'injecteur (temps d'injection). Le calculateur détermine ce temps d'injection en fonction de la masse d'air qui rentre dans le moteur, information fournie par le débitmètre d'air. Il corrige ce temps d'injection en fonction d'un grand nombre de paramètres qui lui sont fournis par différents capteurs (T° moteur, T° air, régime moteur, position et variation de la position du papillon des gaz,).

Le calculateur gère aussi le régime de ralenti et l'allumage.

ALLUMAGE DES MOTEURS A EXPLOSION

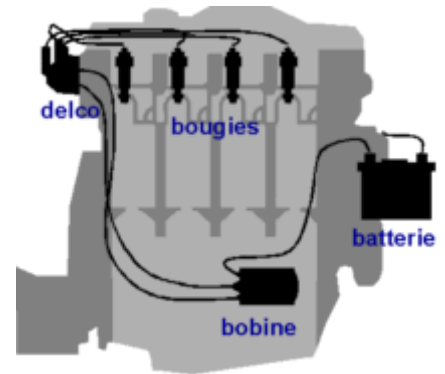
I - Allumage électrique :

L'énergie électrique est celle qui répond le mieux aux exigences qui sont demandées au système d'allumage.

L'arc électrique peut apporter une quantité de chaleur dans un temps extrêmement court. Il doit jaillir à l'intérieur de la chambre de combustion entre deux électrodes (bougie) alors que règne une pression élevée.

Il peut être obtenu en un instant précis.

Il est facile à déplacer dans le temps.



1- Bobine d'allumage :

Les circuits primaire et secondaire sont bobinés sur un noyau feuilleté en tôle magnétique.

L'ensemble est immobilisé dans un boîtier étanche.

Généralement ces bobines sont placées dans un bain d'huile déshydratée, l'avantage de cette solution pour assurer à la fois un isolement des bobinages et une bonne évacuation de la chaleur.

2- Allumeur :

Il comporte le système de rupture: platine sur laquelle sont montés un linguet mobile et un linguet fixe qui possède un dispositif de réglage de l'écartement. Chaque linguet possède un grain de contact (tungstène)

Pour éviter les inconvénients d'un jeu radial de l'entraînement de la came, la platine peut être montée oscillante, elle n'est immobilisée qu'en rotation.

Un condensateur mis en déviation sur le rupteur a pour rôle d'améliorer la rupture en supprimant l'étincelle au vis platinée.

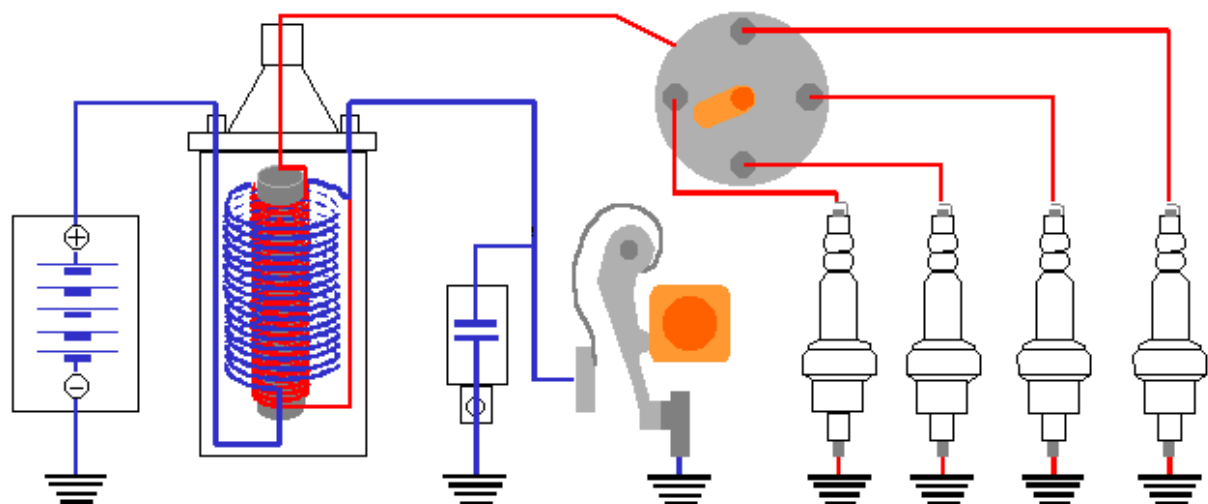
3- Bougie :

Elle est constituée par deux électrodes dont l'écartement est compatible avec la pression de fin de compression et la haute tension produite par le système d'allumage.

La bougie doit répondre aux conditions suivantes :

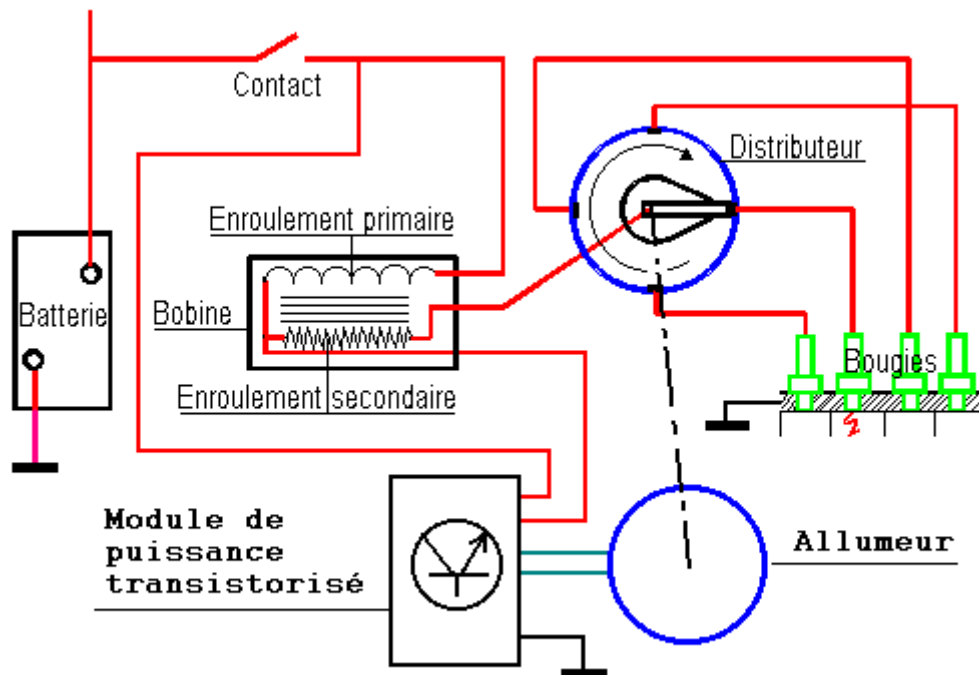
- L'étanchéité.
- Résistance mécanique.
- Isolement de l'électrode centrale.
- Tension de contournement élevé (passage de l'arc par l'extérieur)

4- Schéma du circuit d'allumage :



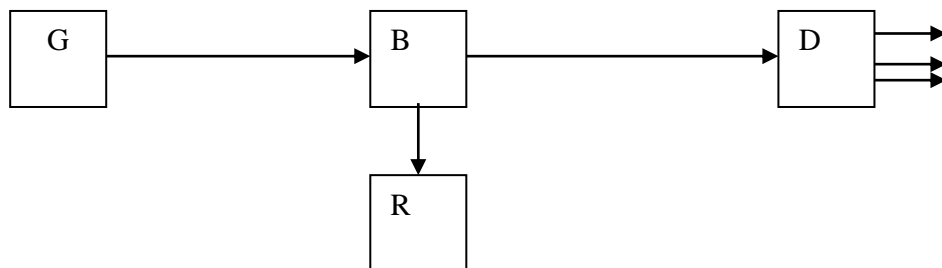
II - Allumage électronique :

Les allumages électroniques permettent par leur conception, d'obtenir facilement une puissance calorifique plus élevée, de maintenir une tension d'allumage convenable à des vitesses de rotations élevées.



1 - Principe de base :

L'allumage électrique comporte une source d'énergie électrique BT, un élévateur de tension, un déclencheur et un distributeur. L'élévateur de tension et le déclencheur comportent des composants électroniques, diodes, transistors, thyristors, photo-diodes.



2 - Élévateur de tension : convertisseurs :

On obtient, à la partie du convertisseur, une tension redressée de 200V à 300V. Ils peuvent être du type à un ou plusieurs transistors.

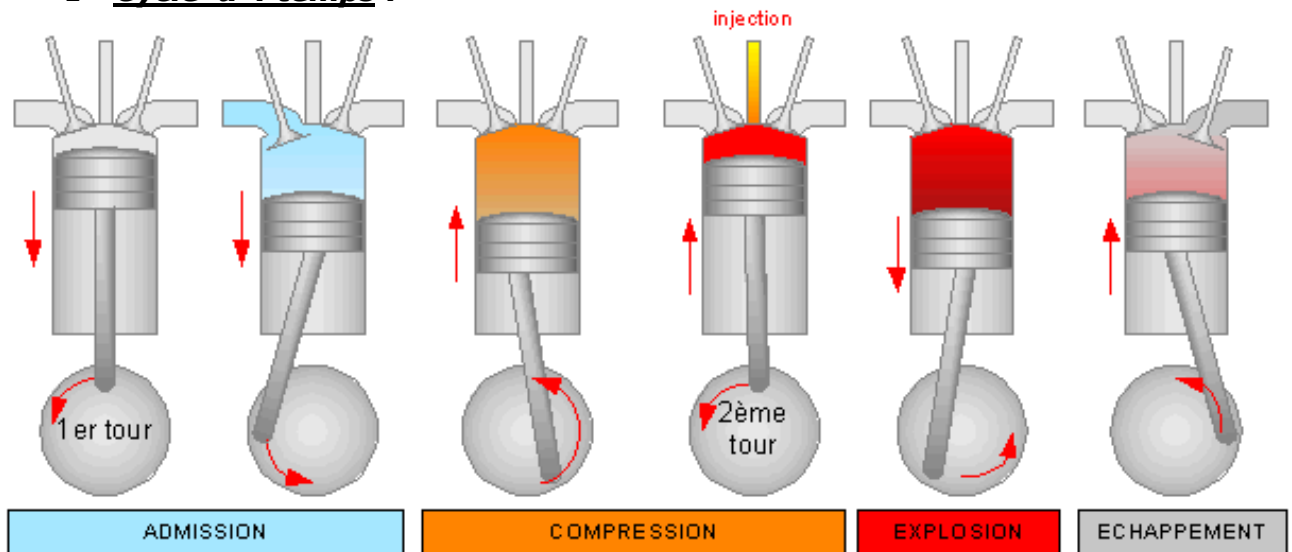
3 - Déclencheurs :

Ils sont de plusieurs types ; le plus simple est le rupteur mécanique transistorisé. A l'instant de l'ouverture du rupteur, le courant passe par le système diode D_1 et R_1 et provoque une chute de tension dans D_1 créant ainsi une inversion de polarité émetteur-base : $U_b > U_d$ le transistor se bloque.

D'autres systèmes par générateurs d'impulsion optique ou magnétique permettent la suppression du système mécanique de rupture.

LE MOTEUR DIESEL

I - Cycle à 4 temps :



1 - Admission :

Le piston se déplace du PMH au PMB, la soupape d'admission ouverte, le déplacement du piston a créé une dépression permettant le remplissage du cylindre avec de l'air frais.

2 - Compression :

Fermeture de la soupape d'admission, le piston comprime l'air à une pression de 30 à 50 bars, la température de l'air comprimé comprise entre 500 et 600°

3 - Injection et détente :

Le piston quitte le PMH pour redescendre, le combustible est injecté finement pulvérisé. Comme sa température d'inflammation est voisine de 300°, il s'enflamme spontanément à mesure qu'il est introduit et brûle pendant une partie de la course de descente. Ceci maintient la pression à une valeur élevée, malgré l'augmentation du volume due à la descente du piston. C'est le temps moteur.

4 - Echappement :

La soupape d'échappement s'ouvre, les gaz sont évacués par le piston qui remonte.

III - Critique du moteur diesel :

Les avantages	Les inconvénients
Le rendement est meilleur. Le couple moteur plus important Le combustible employé est relativement bon marché Les risques d'incendie sont moindres. Les gaz d'échappement sont beaucoup moins toxiques	Les pièces sont largement calculées Le moteur est plus coûteux à l'achat. Le moteur diesel est plus bruyant que celui de l'essence Le graissage est plus délicat du fait des hautes températures Le refroidissement doit être excellent. L'étanchéité entre cylindres et pistons est plus difficile à réaliser.

IV - Injection et Régulation :

Le moteur diesel ne possède ni carburateur, ni système d'allumage, mais chaque cylindre possède un système d'alimentation propre qui comprend un injecteur et une pompe d'injection.

1 - Injecteur :

Consiste à livrer passage au combustible dans le cylindre, assurer la pulvérisation du gas-oil en vue de son mélange avec l'air comprimé.

2 - Pompe à injection :

- Injecte la quantité du combustible nécessaire au besoin du moteur suivant la charge à laquelle il est soumis,
- Repartit la même quantité pour chaque cylindre
- Synchronise le début des injections de chaque cylindre.
- Assure le temps d'injection.

V- Les types d'injection :

Suivant le mode d'injection utilisé, suivant la forme des chambres de combustion usinées soit dans la culasse, soit dans la tête du piston, il existe deux catégories de moteur diesel :

1 - Moteur à injection directe :

L'injecteur débouche directement dans la chambre qui est usinée dans la tête du piston, l'injecteur à trous possède plusieurs trous. La pression d'injection est très élevée, la turbulence peut être simple ou double. Le démarrage sans bougie de préchauffage.

Fonctionnement :

Pendant l'admission l'air pénètre dans le cylindre animé d'un mouvement tourbillonnaire très intense créant un cyclone qui se poursuit pendant la compression. En fin de cette dernière le jet très court est dirigé sur la paroi de cette chambre et s'éclate sur elle en un film d'huile mince. Les fines gouttelettes qui forment un brouillard autour de ce jet s'oxydent et amorcent la combustion.

2 - Moteur à injection indirecte :

Injection à chambre de précombustion :

L'injecteur est situé dans une petite chambre, non refroidie, en communication avec le haut du cylindre par un ou plusieurs orifices de passage restreint. L'injecteur est de type à téton. Le démarrage nécessite la présence des bougies de préchauffage.

Fonctionnement :

Une partie de l'air comburant est refoulée dans la chambre de précombustion pendant le temps de la compression. Le combustible injecté dans l'air fortement chauffé s'enflamme mais ne peut brûler qu'en partie, car l'oxygène ne se trouve pas en quantité suffisante.

Sous l'effet de cette combustion partielle, il se produit dans la chambre de précombustion une surpression qui provoque l'expulsion des gaz brûlés. Le combustible en excédant passe par l'orifice ou les orifices communiquant avec la chambre principale, la combustion est complète.

3 - Injection à la chambre de réserve d'air :

Cette chambre est constituée par une cavité creusée dans la culasse ou dans la paroi latérale du cylindre de formes diverses, cette réserve d'air a pour rôle de créer une meilleure turbulence. L'injecteur du type à téton débouche dans cette chambre.

Fonctionnement :

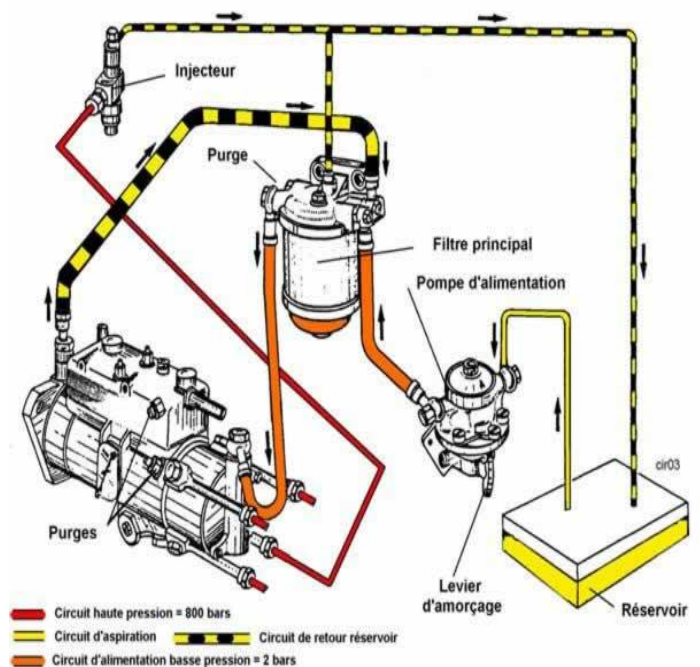
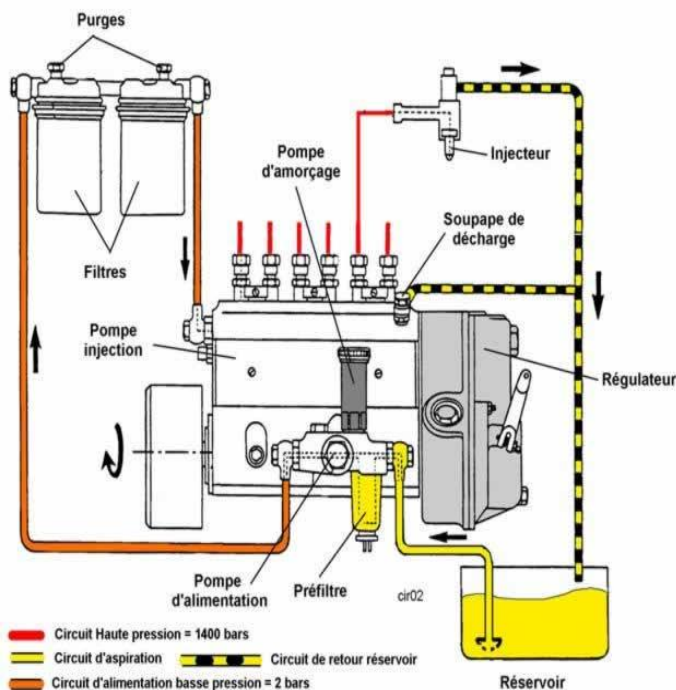
L'air est refoulé dans cette chambre lors de la compression, le combustible est injecté partiellement dans cette chambre, dans laquelle la combustion débute et la pression y augmente. Le piston se déplace vers le bas en diminuant la pression dans le cylindre, ce qui provoque un fort courant allant de la chambre d'air vers le cylindre.

En même temps il s'y produit une forte turbulence et par conséquent une combustion complète.

4 - Injection avec une chambre de Turbulence :

Cette chambre se distingue de la chambre de précombustion par sa forme et son volume important 60% de la chambre de combustion. La combustion complète s'effectue plus rapidement que dans le moteur à chambre de précombustion.

V - Le Circuit d'alimentation en combustible :

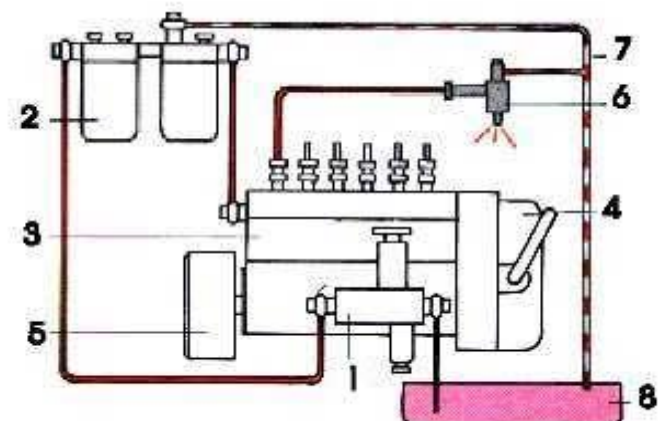


Il permet d'amener à la pompe d'injection une quantité du combustible suffisante parfaitement filtrée et sous une pression déterminée.

Il y a le circuit à basse pression qui comprend le réservoir, le pré-filtre, la pompe d'alimentation, le filtre principal et les raccords reliant les éléments de ce circuit, et il y a le circuit à haute pression qui comprend la pompe d'injection, les raccords des injecteurs, les injecteurs et les tuyauteries de retour reliant la pompe d'injection, le filtre et les injecteurs au réservoir.

Pour assurer une combustion optimale, une quantité déterminée de combustible doit être injectée dans le cylindre à une pression très élevée et pendant un délai extrêmement court. La puissance du moteur est réglée uniquement par le volume de carburant injecté. Il faut théoriquement environ 10000 l d'air pour brûler un litre de gazole, soit 14,45 kg d'air pour un kilo de carburant. Mais en raison de l'impossibilité pratique de pulvériser le carburant suffisamment finement, la combustion diesel nécessite un excès d'air par rapport à cette valeur théorique. Cet excès d'air diminue avec la charge puisque le volume d'air admis n'est pas limité par un papillon d'admission et reste constant quelle que soit la charge.

La pompe d'alimentation (1) aspire le carburant à partir du réservoir (8) et l'envoie par l'intermédiaire du filtre à gazole (2) dans la chambre d'aspiration de la pompe d'injection (3). Le filtre retient les impuretés



éventuellement en suspension dans le combustible qui, sinon, endommageraient les injecteurs et les éléments de la pompe d'injection.

La pompe d'injection produit la pression indispensable pour l'injection et fournit aux injecteurs le volume exact de carburant nécessaire en temps voulu.

Le régulateur (4) règle le régime de ralenti et celui dit de régulation (régime maximum), le variateur d'avance (5) réglant le début de l'injection.

Le combustible en trop issu des injecteurs (6) et du filtre retourne dans le réservoir par l'intermédiaire des canalisations de retour. (7).

Plus la pression d'injection est élevée et plus le diamètre des orifices de l'injecteur est faible, plus la diffusion du combustible est fine. Le combustible est injecté sous forme de brouillard dans les différentes directions afin qu'il se mélange le plus intimement possible avec l'air. Si trop de carburant est injecté par cycle, il y a production de fumée noire et la consommation spécifique augmente. Dans le cas inverse, la puissance est réduite.

Il existe un moment optimal pour le début de la combustion et la durée d'injection doit être la plus courte possible. Ce moment doit être synchronisé avec le mouvement du piston. Les tuyaux de refoulement menant de la pompe d'injection vers les injecteurs ont la même longueur sur tous les cylindres afin que le combustible sous pression puisse se répandre partout de façon uniforme.

Un tarage exact permet l'injection de la même quantité de combustible dans tous les cylindres.

1 - Pompe à distributeur :

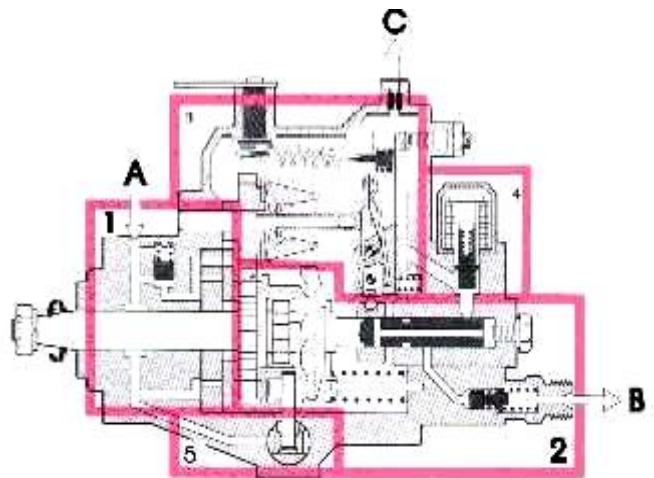
a- La pompe d'amorçage à cellules aspire le combustible et l'amène à l'intérieur de la pompe.

b- La pompe à distributeur crée la pression d'injection, refoule et distribue le combustible.

c- Le régulateur de régime mécanique règle le régime, fait varier le débit à l'intérieur de la plage de réglage par l'intermédiaire du dispositif de régulation.

d- Le robinet d'arrêt électromagnétique coupe l'alimentation en combustible.

e- Le variateur d'avance règle le début d'injection en fonction du régime.



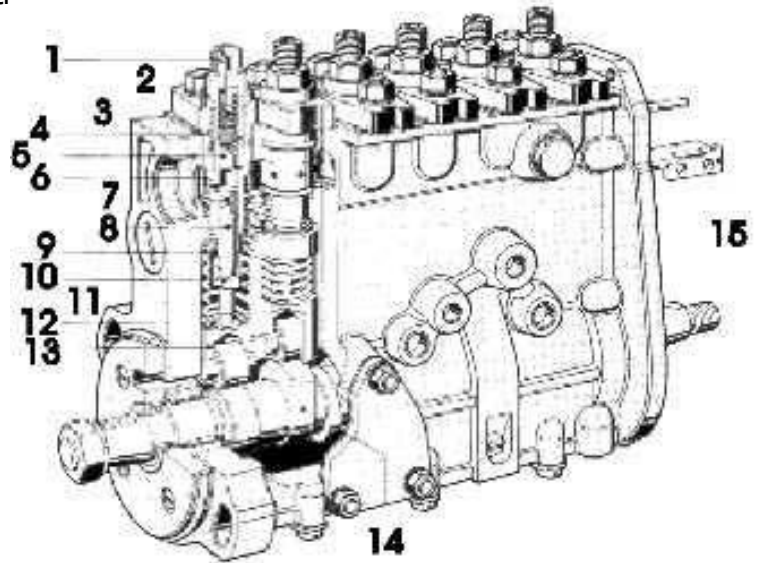
- A. Amenée du combustible.
- B. Vers la pompe d'injection
- C. Retour vers le réservoir

2 - Pompe en ligne :

Les pompes d'injection en ligne disposent d'un élément pour chacun des cylindres.

Le régulateur gouverne le régime maximum et maintient un ralenti minimum.

- 1) Support de clapet de refoulement
- 2) Entretoise
- 3) Ressort de clapet de refoulement
- 4) Cylindre de pompe
- 5) Clapet de refoulement
- 6) Alésage d'admission et de dosage
- 7) Arête de commande
- 8) Piston de pompe
- 9) Blague de régulation
- 10) Jupe de piston
- 11) Ressort de piston
- 12) Coupelle de ressort
- 13) Poussoir à galet
- 14) Came
- 15) Crémaillère de régulation



a - Le Piston de la Pompe :

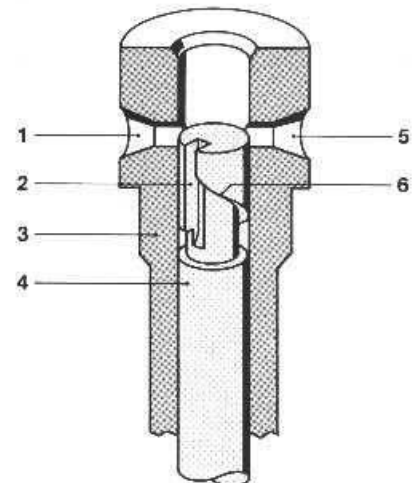
Il est solidaire d'un poussoir commandé par une came, l'arbre à cames de la pompe tourne à la même vitesse que l'arbre à cames de la distribution.

L'étanchéité entre piston et cylindre s'obtient par simple ajustement, le graissage est automatique, le combustible étant assez visqueux pour que les fuites lubrifient la surface du contact piston cylindre.

Les réglages du volume refoulé par la pompe s'effectuent en agissant sur la position angulaire du piston, ce dernier porte une rainure hélicoïdale conduisant le combustible vers un orifice du cylindre de la pompe. La rotation du piston et de la rainure provoque un retard ou une avance dans l'obturation de cet orifice : le débit du combustible se trouve augmenté ou diminué.

Pour l'arrêt du moteur, la rainure verticale se trouve devant l'orifice d'amener le combustible.

- Le piston (4) et le cylindre de pompe (3) forment un élément de pompe.
- L'alésage d'arrivée de combustible (1) ainsi que l'alésage de commande pour l'arrivée et le retour (5) se trouve dans le cylindre.
- Les pistons comportent une cannelure longitudinale (2) et l'arête de commande (6).



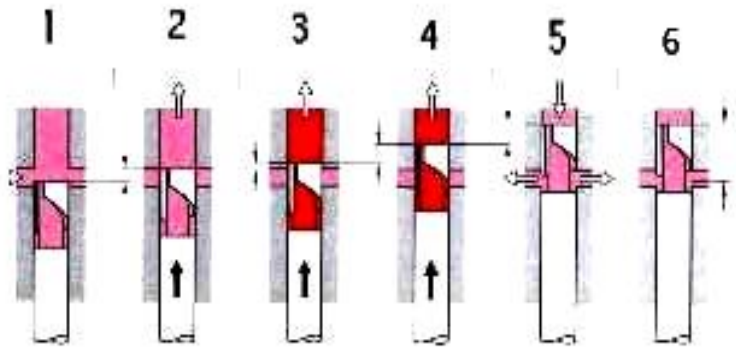
b - Le régulateur :

Le régulateur fait corps avec la pompe, le plus souvent il est du type centrifuge, empêche le moteur de dépasser un certain régime déterminé à l'avance, maintenant aussi une vitesse constante. Il agit sur le débit de la pompe par l'intermédiaire d'une tige.

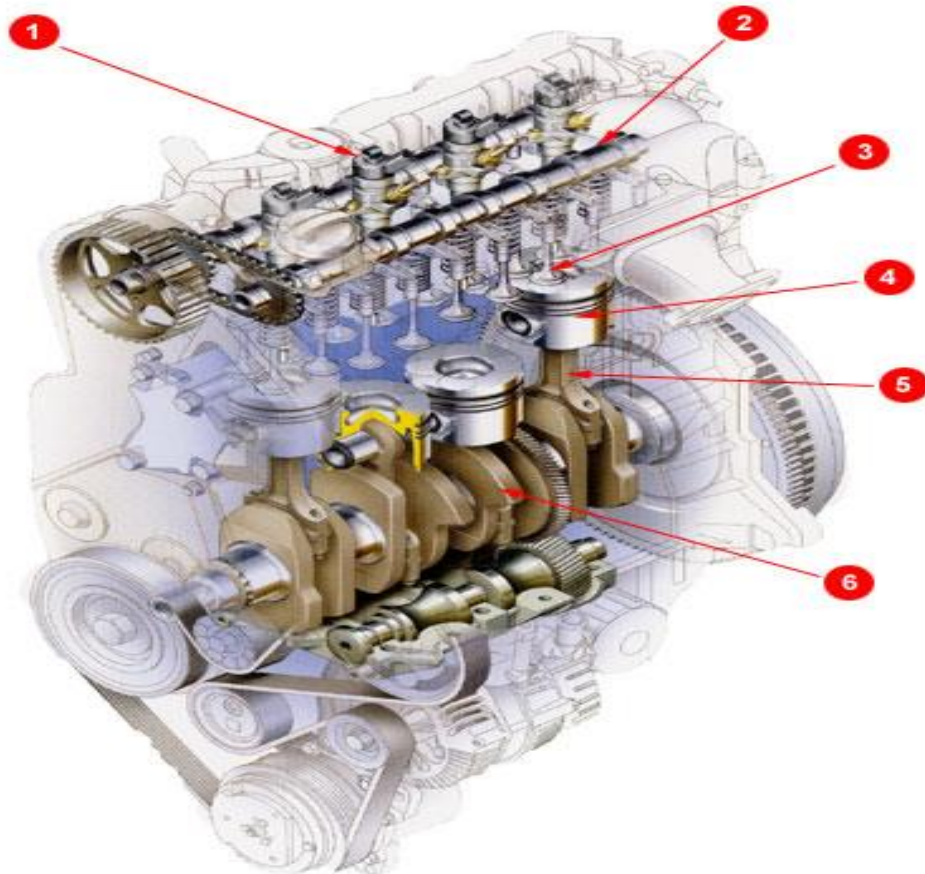
Du combustible peut entrer dans le cylindre lorsque le piston est en bas (1)

Dès que le piston monte, il y a obturation de l'alésage d'arrivée (2)

Le piston qui se lève comprime le combustible admis vers le haut dans la conduite d'injection par l'intermédiaire du clapet de refoulement (3) - (4)



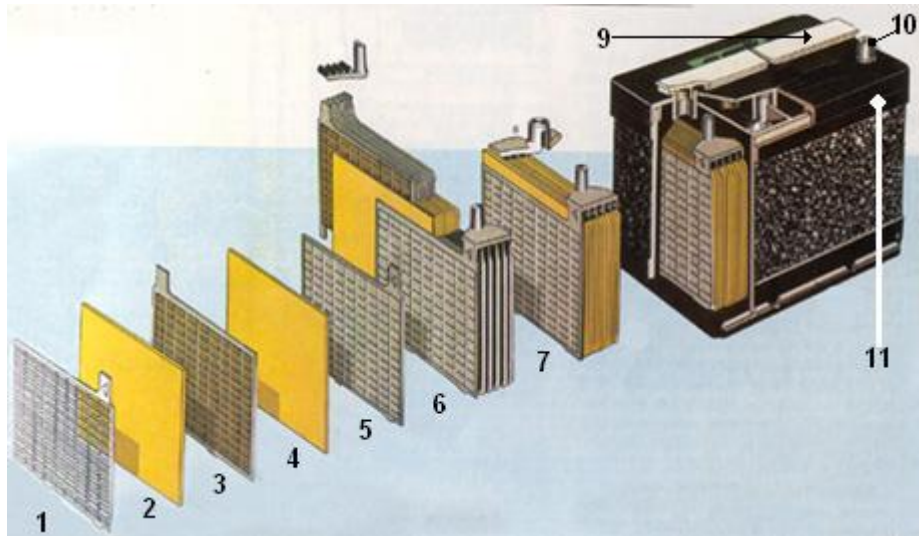
Dès que l'arête de commande passe sur l'alésage de retour (5), le combustible restant dans le cylindre passe dans la conduite de retour. La pression du cylindre tombe alors et le clapet de refoulement se referme. L'alimentation de l'injection est terminée (6).



- | | |
|---|---------------|
| 1 | Injecteur |
| 2 | Arbre à cames |
| 3 | Soupape |
| 4 | Piston |
| 5 | Bielle |
| 6 | Vilebrequin |

LES EQUIPEMENTS ELECTRIQUES

I - La batterie :



- ***1 : Grille.***
- ***2 : Séparateur.***
- ***3 : Plaque positive.***
- ***4 : Plaque négative.***
- ***5 : Barrette.***
- ***6 : Faisceau négatif.***
- ***7 : Élément complet.***
- ***8 : Pont.***
- ***9 : Rampe de bouchons.***
- ***10 : Borne.***
- ***11 : Bac.***

La batterie la plus utilisée en automobile comme élément de stockage de l'énergie électrique est la batterie au plomb, composée d'éléments formés de plaques négatives en plomb pur à l'état spongieux (Pb) et de plaques positives en bioxyde de plomb (PbO₂) isolées par les séparateurs, ces plaques sont immergées dans une solution d'eau et d'acide sulfurique (H₂SO₄) cette situation provoque une réaction chimique qui fournit, à vide, une tension nominale de 2,2 Volts. Du nombre de ces ensembles de plaques raccordés en parallèle pour un élément dépendra la puissance (l'intensité) que donnera cet élément, plus ce nombre sera élevé, plus l'élément sera puissant et plus la batterie sera lourde.

II - Le démarreur :

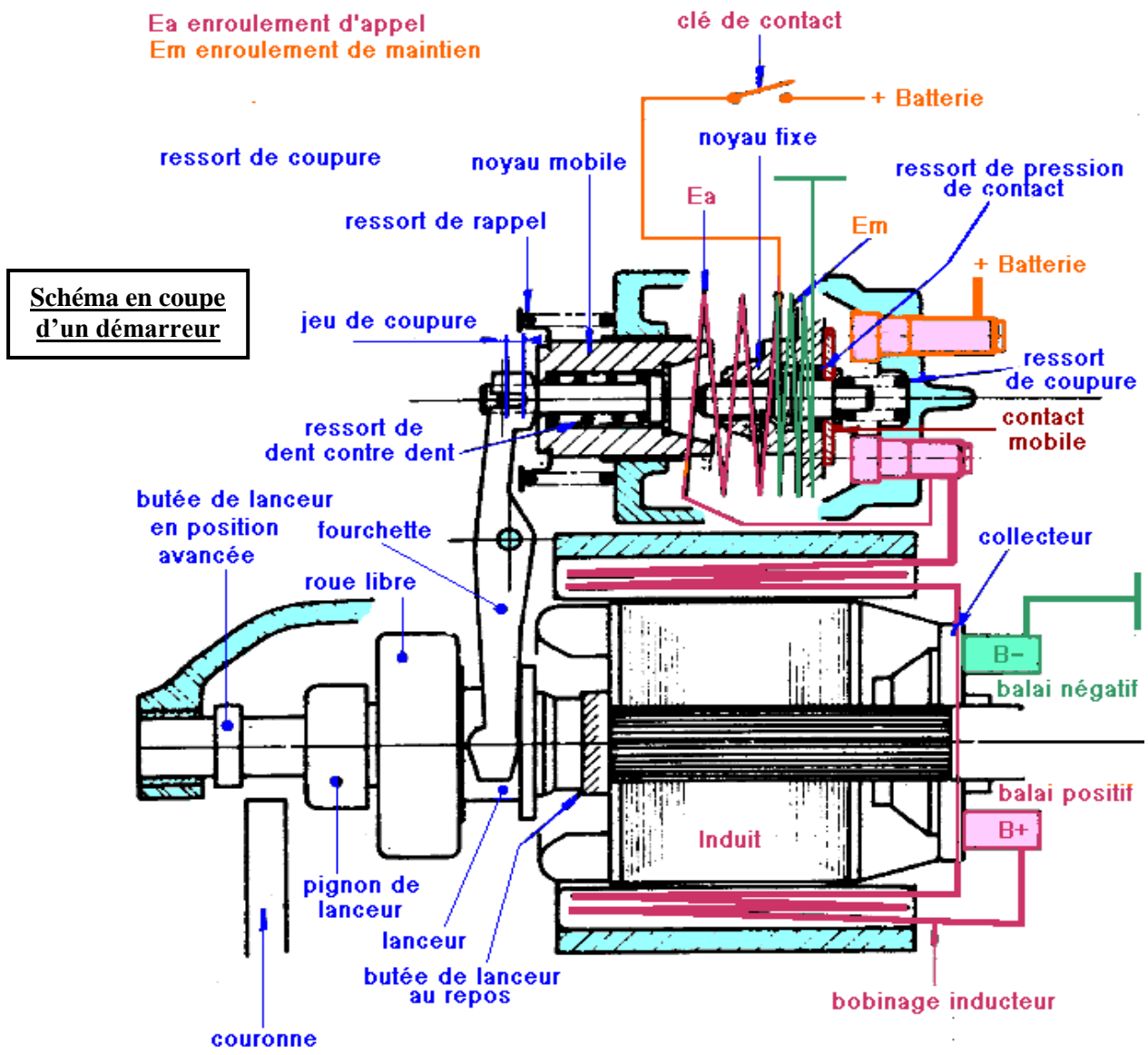
On appelle démarreur, une machine qui reçoit le courant provenant de la batterie pour faire tourner le moteur jusqu'à la réalisation de la compression dans le cylindre. Le démarreur tournant le volant par l'intermédiaire de l'engrenage du pignon, le démarreur appelé bendix et la couronne du volant.

III - La dynamo :

On appelle dynamo, une machine qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique sous forme du courant continue. Après le démarrage du moteur, c'est la dynamo qui fournit le courant et au même temps en chargeant la batterie, car ce dernier est incapable de fournir le courant durant la marche du véhicule.

IV - Alternateur :

L'alternateur joue le même rôle que celui de la dynamo, mais la transformation de l'énergie mécanique en énergie électrique est sous forme de courant alternatif. Pour le réseau des consommateurs du véhicule on a besoin du courant continue. C'est pourquoi il faut redresser ce courant produit par la génératrice. Ceci peut d'une part, être effectué par le collecteur à lames de la génératrice du courant continu, d'autre part pour montage direct des diodes redresseurs au silicium dans l'alternateur.



Alternateur + Démarreur



LA TRANSMISSION

I – Définition :

La transmission est l'ensemble des organes qui transmettent l'énergie du moteur aux roues motrices, elle est composée par l'embrayage, la boîte de vitesses, l'arbre de transmission et le différentiel.

II - types de transmission :

1 - La transmission mécanique :

Les organes de transmission communiquent l'énergie du moteur aux roues motrices.

2 - La transmission électrique :

C'est la transformation de l'énergie mécanique du moteur en énergie électrique pour alimenter des moteurs électriques qui actionnent les roues motrices.

3 - La transmission hydraulique :

La transmission de l'effort moteur aux organes mécaniques par l'interposition d'un liquide.

III - Les avantages de la transmission :

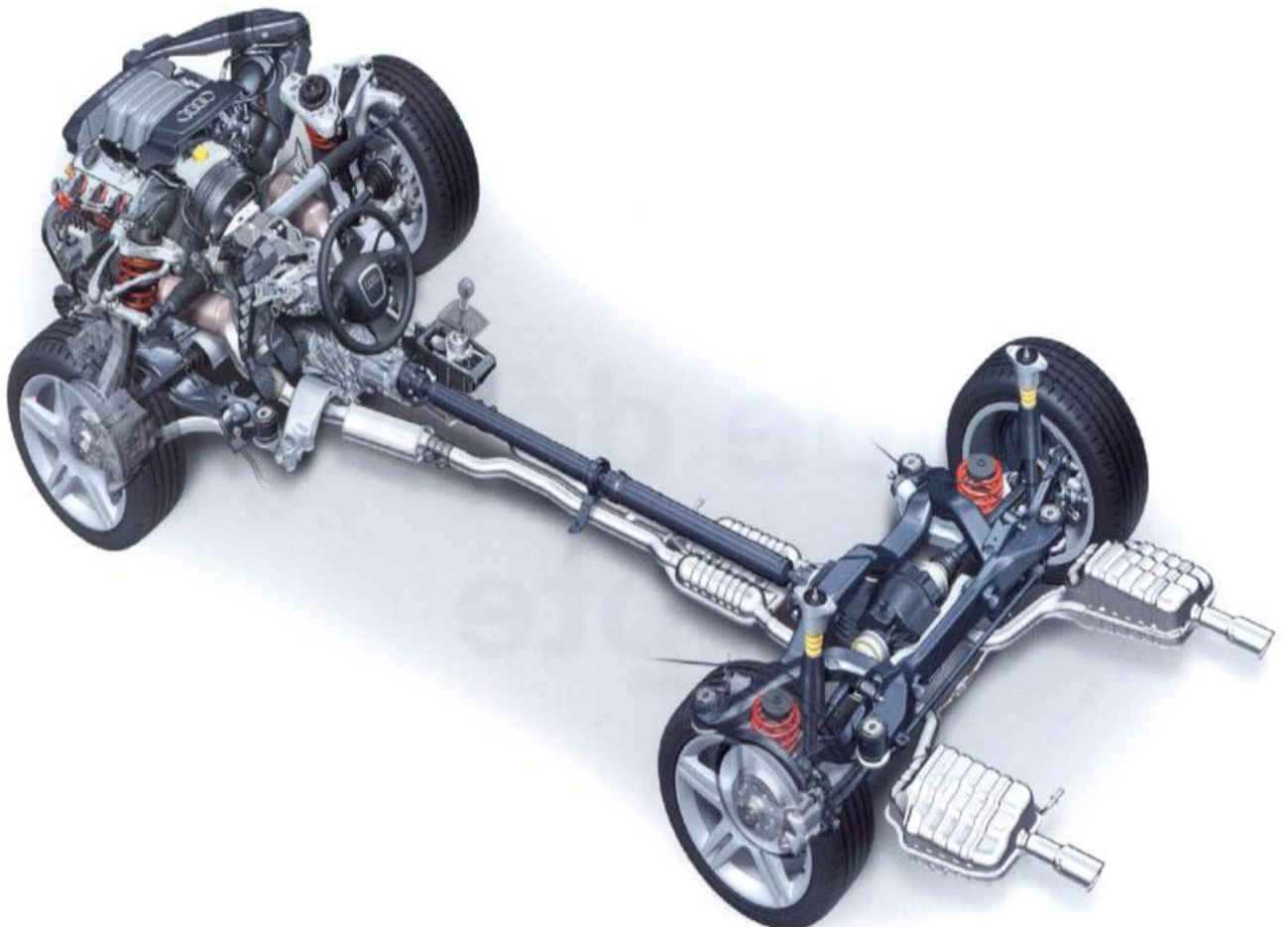
Etablir ou interrompre la liaison des roues avec la source de puissance.

Choisir les rapports de vitesse.

Permettre la marche arrière.

Permettre aux roues motrices de tourner à des vitesses différentes dans les virages.

Changement du sens de mouvement provenant du moteur, appliquant aux roues motrices.



L'EMBRAYAGE

I - Généralités :

Un moteur ne peut démarrer qu'à vide, ensuite le moteur doit être mis en charge progressivement grâce à un dispositif à friction permettant un glissement initial entre l'arbre moteur et l'arbre mené : ce dispositif se nomme embrayage, ce dernier interrompt momentanément la liaison moteur-boîte à vitesse, soit pour arrêter le véhicule sans arrêter le moteur, soit pour la manœuvre de la boîte de vitesses.

On distingue :

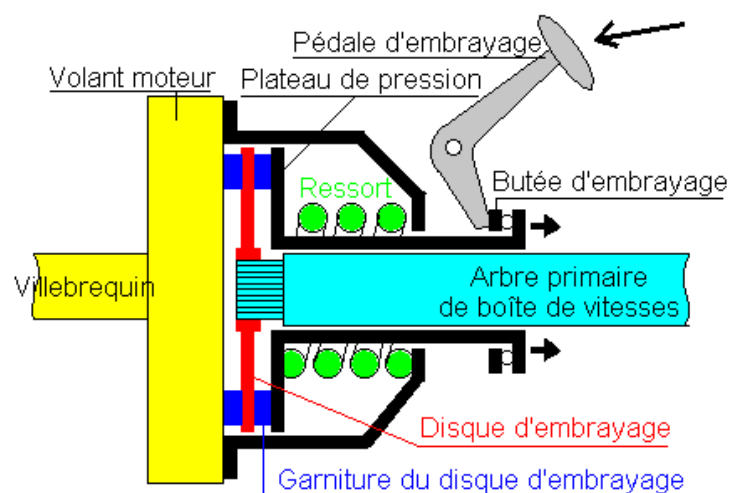
Embrayage à disque unique : soit embrayage à doigts, soit embrayage à diaphragme.

Embrayage à friction.

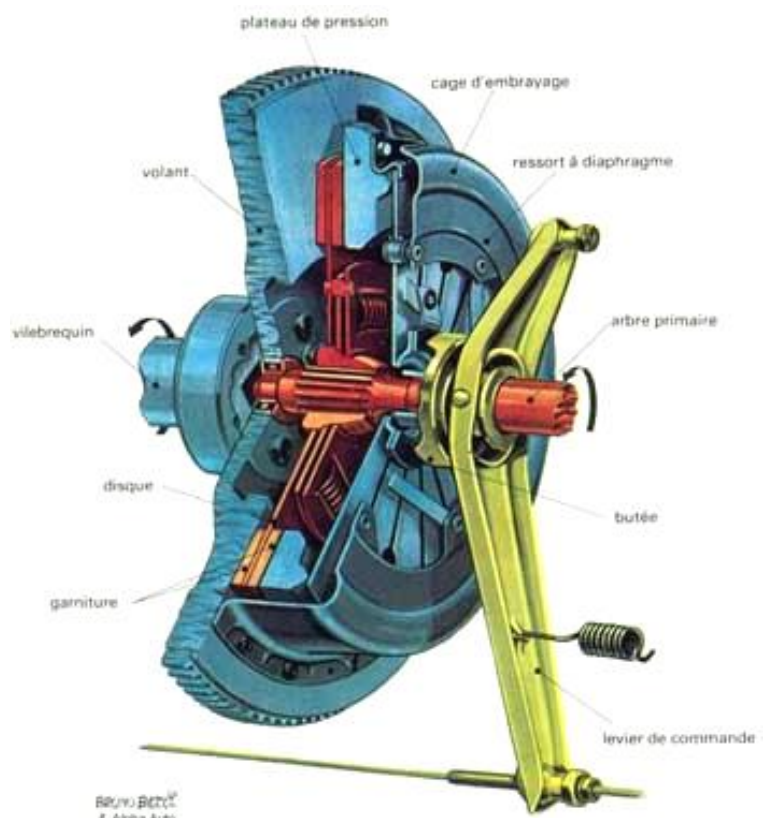
Embrayage à cône.

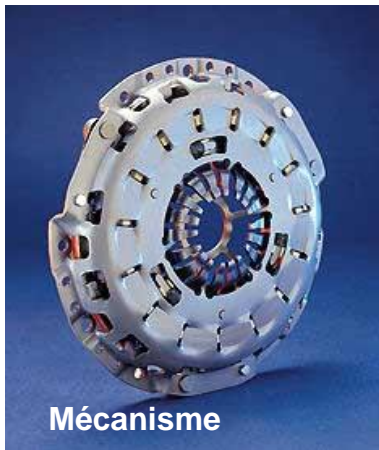
Embrayage à roue libre.

Lorsque le conducteur appuie sur la pédale d'embrayage le plateau de pression se déplace vers la droite supprimant ainsi la liaison par adhérence entre le volant moteur et le disque d'embrayage monté sur l'arbre primaire de la boîte de vitesses. L'arbre primaire n'est plus entraîné.



Le disque est solidarisé par des cannelures à l'arbre primaire de la boîte à vitesses. Lorsque le levier de commande actionné par la pédale pousse la butée, la pression est transmise au centre du diaphragme. Celui-ci prend appui sur la cage du mécanisme par des fixations rivetées qui autorisent une certaine liberté angulaire, si bien que sous la poussée, sa périphérie recule par effet de levier et tire le plateau en arrière, libérant le disque. Les vitesses angulaires des parties bleues – solidaires du vilebrequin – et rouges, solidaires des roues par l'intermédiaire de la transmission peuvent alors différer.





Mécanisme



Disques



Volant bi-masse

L'un des deux disques comporte des ressorts d'amortissement et l'autre non car il est destiné à être utilisé avec un volant bi-masse; les ressorts sont alors montés dans le volant lui-même dont une masse est solidaire du vilebrequin et l'autre de la transmission.

II – Types d'embrayage :

1 - Embrayage à disque :

C'est un appareil simple, robuste, bon marché, caractérisé par une faible inertie.

Le disque d'acier muni sur ses deux faces de garnitures de friction rivetées à base d'amiante. Il est lui-même riveté sur un noyau cannelé. Il possède un certain nombre de fenêtres dont on loge les ressorts à boudin maintenus par un jonc circulaire.

Lors de l'embrayage, les garnitures sont entraînées par le contact avec les faces d'appuis, elles transmettent cet entraînement au moyeu grâce aux ressorts à boudin. En cas de choc ou de frottement, les ressorts se compriment et amortissent, le choc n'est pas transmis à l'arbre primaire.

2 - Embrayage à doigts :

Il est formé par deux plateaux, l'un est fixe, l'autre mobile sous l'action des ressorts commandés par des doigts.

3 - Embrayage à diaphragme :

Le diaphragme remplace les doigts et les ressorts, il est percé en son centre et découpé radialement il a une forme bombée, il est lié au plateau mobile par des petits ressorts en anneau, il est posé sur la cloche par l'intermédiaire d'un jonc prenant appui sur les têtes de boulons.

4 - Embrayage à friction :

Il est formé par deux plateaux, l'un solidaire du moteur, l'autre monté sur cannelure coulissant sur l'arbre primaire de la boîte de vitesse. Porte une gorge dans laquelle s'engage une fourchette de commande actionnée par une pédale, un ressort appuie d'une part sur un épaulement porté sur l'arbre primaire d'autre part sur le plateau de transmission.

5 - Embrayage à cône :

Deux parties en forme de cône mâle et femelle s'engagent l'une dans l'autre pour transmettre le couple, ce type d'embrayage n'est plus utilisé dans les véhicules automobiles.

6 - Embrayage à roue libre :

L'entraînement n'a lieu que dans un seul sens, mais dans l'autre sens, l'ensemble agit en roue libre. Ces dispositifs sont surtout employés comme éléments de sécurité dans les transmissions de certaines machines à forte inertie comme la ramasseuse-presse.

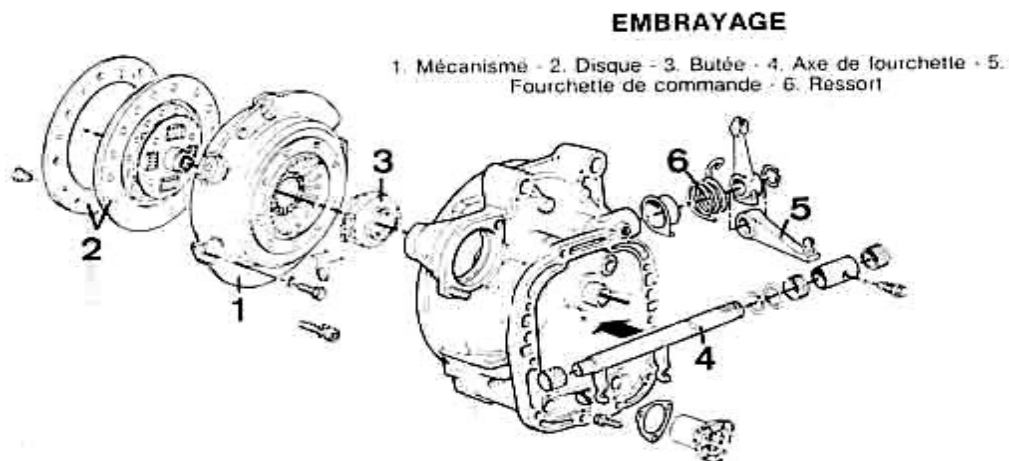
III - Les qualités principales d'un embrayage :

Elles sont la progressivité, la possibilité de transmettre les couples les plus élevés sans patiner et enfin, la résistance à l'échauffement et à l'usure.

IV - La commande d'embrayage :

La commande mécanique :

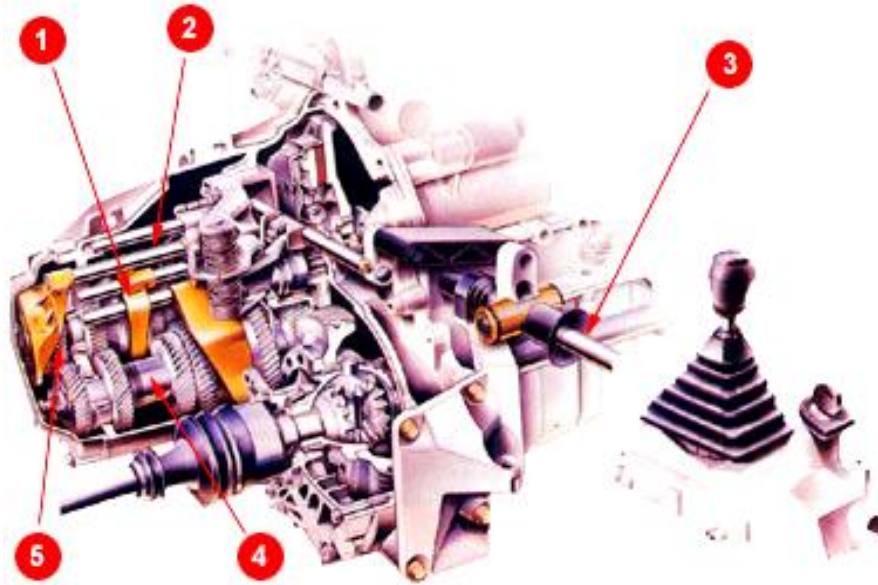
La pédale d'embrayage articulée au châssis sous lequel un ressort disposé à ramener la pédale à la position d'embrayage, au moment de débrayage, la fourchette agit sur la butée sous l'action de la pédale par l'intermédiaire d'une tringle de réglage. En marche normale, la butée d'embrayage est soustraite à toute poussée grâce à des jeux ménagés entre doigts et butée.



La commande hydraulique :

La pédale d'embrayage agit sur la fourchette par l'intermédiaire de la pression d'huile.

LA BOITE DE VITESSES



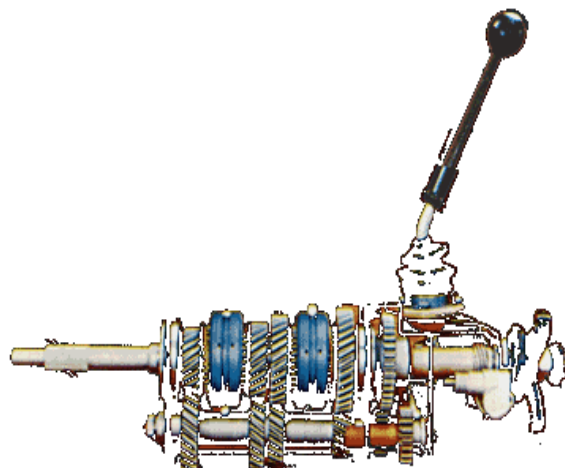
- 1 Fourchette
- 2 Coulisseau
- 3 Coulisseau principal
- 4 Arbre intermédiaire
- 5 Arbre primaire

I - Rôle d'une boîte de vitesse :

La boîte de vitesse est un mécanisme démultiplication interposé entre le moteur et les roues motrices, qui a pour rôle de mettre la marche arrière, le point moteur supprimant toute liaison entre moteur et roues, de donner un couple moteur convenable au couple résistant.

Les engrenages : la boîte de vitesse est une combinaison d'engrenages, ces derniers permettent de transmettre le mouvement d'un arbre menant à un arbre mené au moyen des roues dentées qui assurent une transmission sûre.

Les vitesses sont donc inversement proportionnelles aux nombres de dents et c'est donc toujours le pignon le plus petit qui tourne le plus vite.



II - Les type de boites de vitesses :

1 - Boite de vitesse à pignon baladeur :

a - Description :

Un carter étanche contenant de l'huile, supporte trois arbres portant des pignons, tournant sur roulements à billes ou à rouleaux.

b - Arbre primaire :

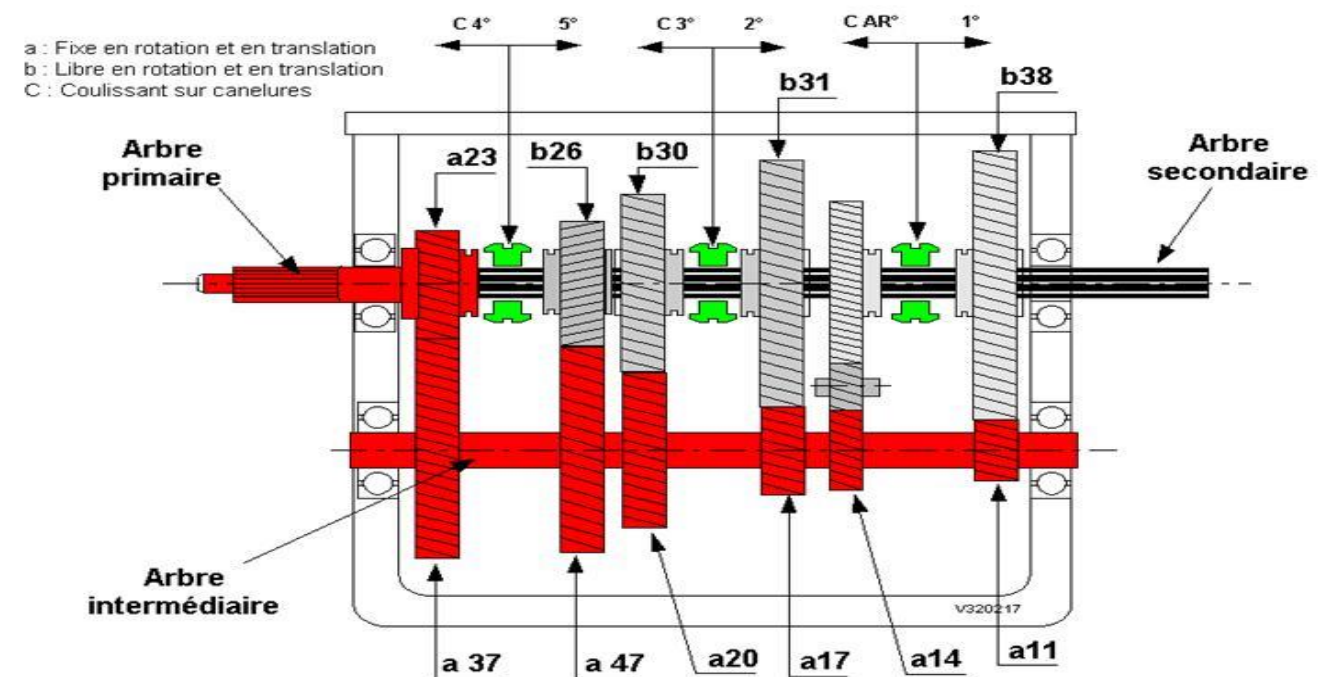
Une extrémité de l'arbre porte un pignon solidaire, l'autre extrémité cannelée supporte le disque d'embrayage.

c - Arbre Secondaire :

Une extrémité repose dans l'arbre primaire. L'autre extrémité sort du carter et reçoit le plateau de fixation de l'arbre de transmission. Cet arbre supporte les pignons.

d - Arbre intermédiaire :

Il est placé sous les deux arbres, il est toujours en prise avec l'arbre primaire, c'est une prise constante, elle supporte les pignons fixes.



e - Le passage des vitesses :

La boîte de vitesse permet par différentes combinaisons d'engrenages de choisir à tout moment la vitesse d'avancement désirée.

En première vitesse ou vitesse lente, un pignon placé sur l'arbre primaire entraîne un autre placé sur l'arbre intermédiaire, cette première paire d'engrenages appelée prise directe assure une démultiplication entre l'arbre de commande et le dernier arbre qui tourne moins vite. Cependant le couple est amplifié.

Entre l'arbre intermédiaire et l'arbre secondaire, nous plaçons une deuxième paire d'engrenages, la vitesse initiale se trouvera de nouveau réduite et le couple amplifié dans les mêmes proportions pour permettre le démarrage du véhicule.

Pour obtenir une deuxième vitesse, on peut utiliser la même paire de pignon mais on séparera les engrenages de la paire et on engrènera une troisième paire placée en parallèle avec un rapport de denture différent.

Pour passer de la première vitesse à la seconde, il faut passer par un point où le mouvement de l'arbre d'entrée de la boîte n'est pas transmis à l'arbre de sortie car il ne peut jamais y avoir plusieurs paires d'engrenage de rapports différents entraînant un même arbre. Ce point de passage à vide obligatoire s'appelle le point mort de la boîte à vitesses.

La marche arrière est obtenue grâce à un triplet d'engrenages. C'est un petit arbre qui à chaque extrémité supporte un pignon, l'un est toujours en prise avec le pignon de la première vitesse de l'arbre intermédiaire, l'autre quand on veut passer la marche AR, on le met en prise avec le pignon de la première vitesse de l'arbre secondaire en assurant l'inversion du sens de rotation.

2 - Boîte de vitesse synchronisée :

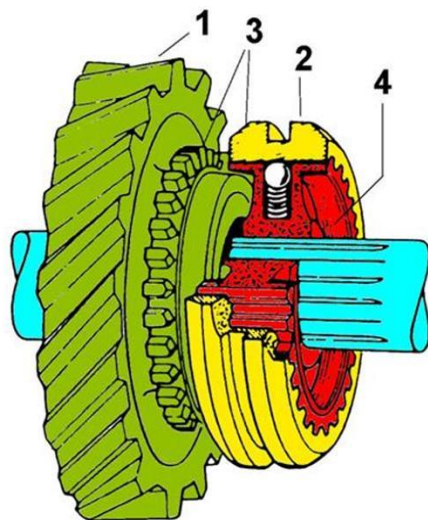
a - Rôle du synchroniseur :

C'est un dispositif monté solidaire sur l'arbre secondaire qui permet de mettre les pignons à la même vitesse avant leur engrènement et évite les manœuvres de double embrayage.

b - Fonctionnement :

* Point mort :

Les deux manchons sont immobilisés dans les billes de la rainure centrale. Les pignons tournent fous sur l'arbre secondaire entraîné par l'arbre primaire et l'arbre intermédiaire, le moteur tourne et les pignons sont toujours en prise.



* Embrayage et synchronisation :

Le déplacement de fourchette de commande entraîne le moyeu et la bague verrouillés par leur bille. Les cônes mâles et femelles rentrent en contact. Le pignon est freiné et se met à tourner à la même vitesse que l'arbre : c'est la synchronisation.

* Enclenchement :

Un effort plus important sur le levier de la vitesse fait céder le verrouillage.

Le manchon intérieur (moyeu) est bloqué contre le cône du pignon à engrèner ; reste immobile.

Le manchon extérieur (bague) est coulissant sur le manchon intérieur.

L'enclenchement des griffes du manchon extérieur sur les griffes du pignon s'effectue : la vitesse est passée.

3 - La boîte de vitesse automatique :

La boîte de vitesse à trains planétaires comprend :

Un pignon central dit pignon solaire ou planétaire.

Des pignons satellites en prise avec le solaire.

Les satellites sont maintenus à égales distances par un support rigides appelé porte-satellites.

Une couronne à denture intérieure en prise avec les satellites et centrée sur le solaire.

Il existe deux types de trains planétaires :

Épicycloïdaux ou bien à engrenages extérieurs, et épicycloïdaux à engrenages intérieurs et extérieurs.

a - Fonctionnement :

Une boîte de vitesses peut comporter plusieurs trains d'engrenages en automobile où on utilise plus fréquemment une combinaison de quatre vitesses, il y aura deux trains planétaires.

Le passage d'une vitesse à l'autre se fait automatiquement et progressivement sans arrêt du véhicule ni débrayage de la transmission de puissance, par le jeu des freins et des embrayages actionnés par l'huile sous pression.

La commande des freins et des embrayages correspondant à chaque vitesse.

b - Rôle de chaque élément :

Disposition utilisée	Couronne	Planétaire	Porte-satellites	satellites
Prise directe	Solidaire du planétaire	Moteur	Récepteur	Ne tournent pas, ils agissent comme des crabots entraînant porte satellites dans le même que le pignon central.
démultiplication	fixe	moteur	récepteur	Entraînant le porte – satellite avec une grande démultiplication et dans le même sens que le planétaire
démultiplication	motrice	fixe	récepteur	Entraînant le porte satellite avec une grand démultiplication et dans le même sens que la couronne.
Marche arrière	réceptrice	moteur	fixe	Entraînant la couronne en sens inverse avec démultiplication
Surmultiplication	réceptrice	fixe	moteur	Entraînant la couronne avec une vitesse plus grand et dans le même sens que le porte –satellite.
Point mort	Un des éléments est fou			Le train ne transmet aucun mouvement

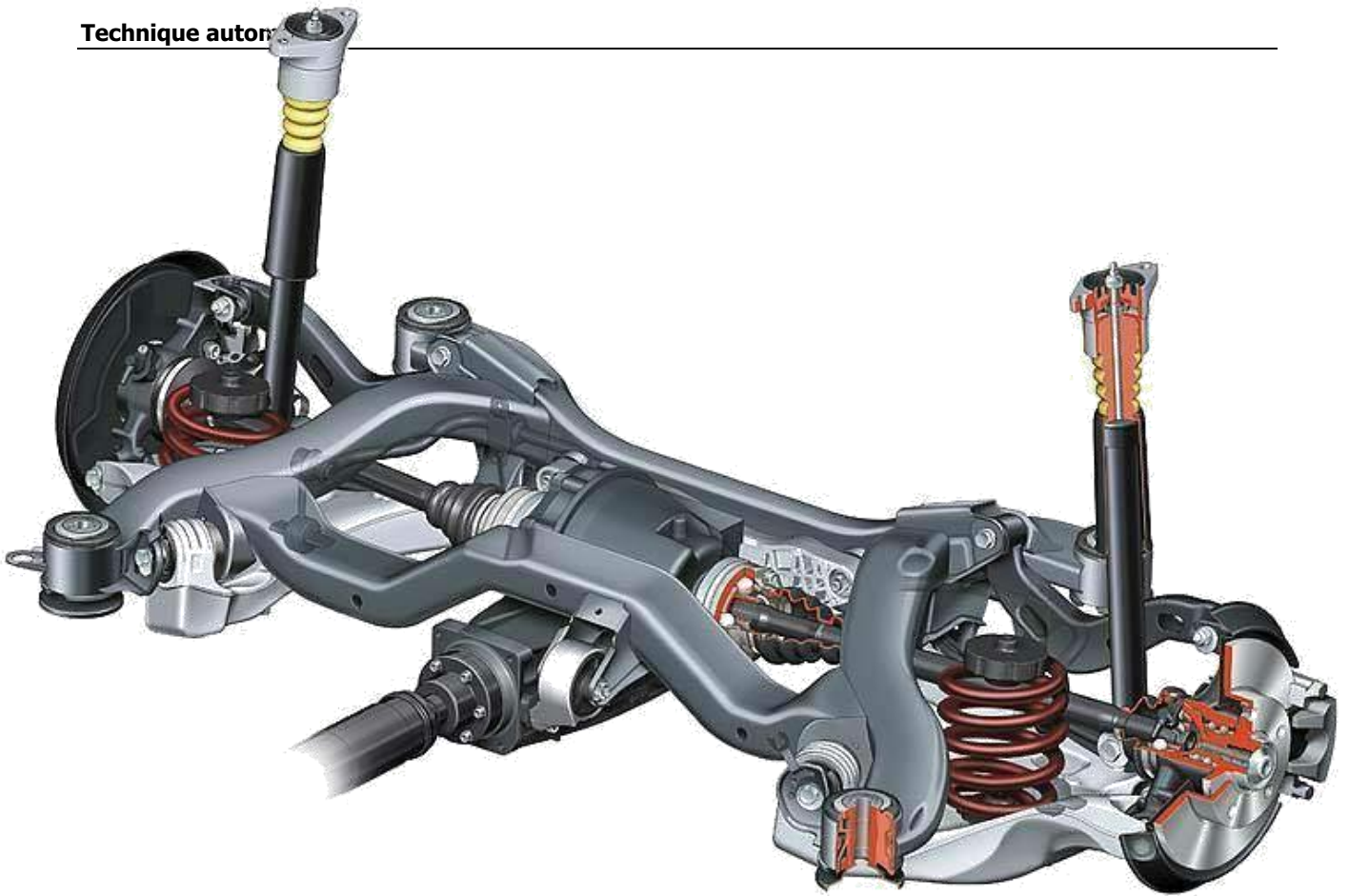
*** Arbre de transmission**

Rôle :

Il assure la liaison boîte-pont, il est entraîné directement par la sortie de la boîte de vitesse, tournant plus vite que les roues, sa longueur à grande vitesse engendre des vibrations importantes qui peuvent être renforcées par le fait qu'une des extrémités de l'arbre est soumise aux oscillations du pont.

Pour supprimer ces vibrations, l'arbre est construit sous la forme d'un tube de fort diamètre.

Le fait que l'arbre possède une extrémité reliée à la boîte (point fixe) et l'autre reliée au pont (point mobile), conduit à employer des joints déformables permettant la transmission du mouvement malgré des variations sensibles dans la l'alignement



*** Joints déformables :**

Ces joints dont les plus courants sont les joints de cardan, ont pour but de transmettre le mouvement de rotation d'un arbre x à un arbre y , faisant un angle variable avec x , Il existe de nombreuses espèces de cardan telles que : cardan à croisillon cardon à noix cardan à dés.

Dans le cas où le différentiel n'est pas suspendu et que les ressorts ont un point fixe sur l'essieu, l'allongement du ressort détermine un déplacement du différentiel et de la transmission ; On utilise alors des joints coulissant, tels que ceux à des coulisse ou à carré en olive.

Enfin, il existe plusieurs genres de joints élastiques composés de lames élastiques en acier, en cuir chromé ou en tôle caoutchoutée, utilisés dans le cas où les deux arbres considérés font entre eux un angle très faible, le joint Hardy, appelé aussi fléctor, est très employé, il se compose d'une série de toiles à base d'amiante, dont les trames sont placées obliquement les unes par rapport aux autres, l'ensemble constitue un disque épais élastique sur lequel viennent se fixer les deux arbres à relier par l'intermédiaire de six boulons, trois par arbre. Ce genre d'accouplement a l'avantage d'être simple, peu coûteux. Il ne demande pas à être graissé, mais ne se prête pas à la transmission d'efforts très importants.

Le Différentiel

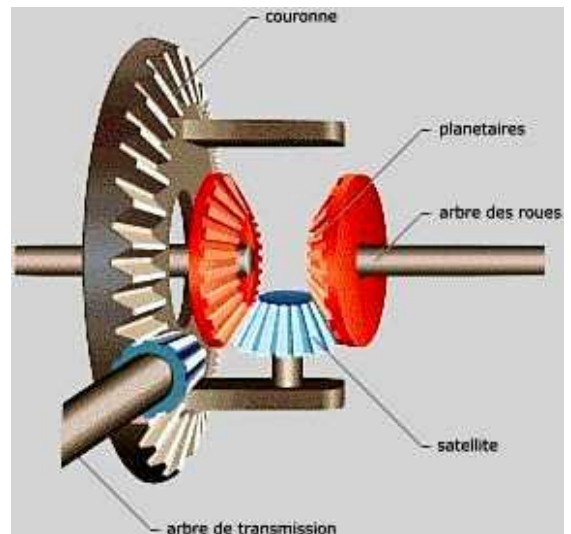
I - Généralités :

En virage, la roue extérieure suit une trajectoire ayant un rayon plus grand que celle de la roue intérieure. Si les roues ne sont pas motrices, aucun problème. Sinon, il est nécessaire d'interposer un mécanisme différentiel permettant aux roues de tourner à des vitesses différentes.



En virage, par contre, le parcours de la roue intérieure est réduit par rapport à celui de la roue extérieure ; **ces deux distances devant être effectuées dans le même intervalle de temps il faut que la vitesse angulaire des deux roues soit différente.**

Dans le cas considéré, une des roues glisse sur le sol (ce qui est un grave inconvénient pour la durée des pneumatiques et pour la tenue de route ; à la limite, on en arrive au tête-à-queue); par ailleurs, les demi-arbres subissent un effort de torsion qui peut, tôt ou tard, entraîner leur rupture. Un différentiel, permettant aux deux roues de tourner éventuellement à des vitesses angulaires différentes, élimine ces inconvénients.



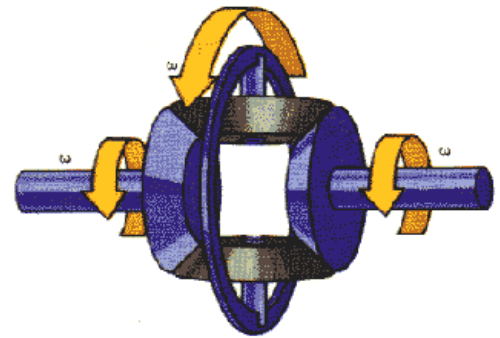
II - Rôle :

Le différentiel est l'organe placé entre l'arbre de transmission et les deux demi-arbres du pont. Il permet aux deux roues arrières de tourner à des vitesses différentes.



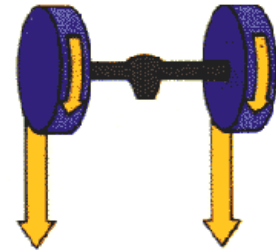
1 - Marche en ligne droite

Les trajectoires parcourues par les roues sont identiques, donc les vitesses de rotation sont égales. Les satellites ne tournent pas sur eux-mêmes; le porte satellites tourne sous l'effet du couple en transmettant le mouvement aux planétaires qui reçoivent un couple équivalent égal à la moitié du couple principal.



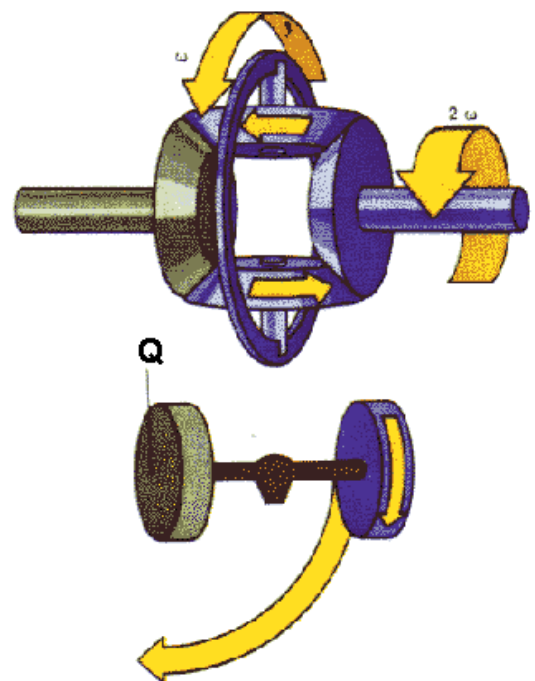
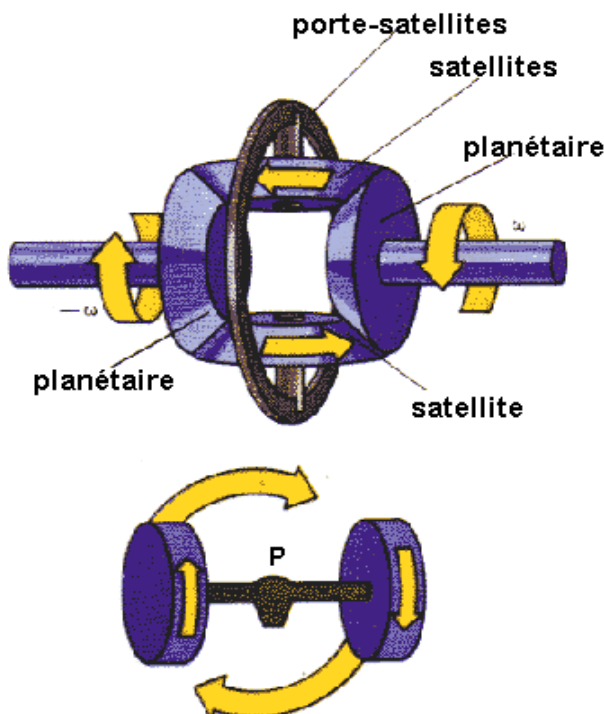
2 - Rotation autour du point P

Si l'on soulève les roues motrices et que l'on fait tourner une roue dans un sens, l'autre tournera dans le sens opposé en conséquence de l'inversion du mouvement provoquée par les satellites. Ceci correspondrait à une rotation du train autour d'un point **P** situé en son milieu.



3 - Rotation autour du point Q

Si l'on bloque une roue, le porte-satellites et les satellites tournent en transmettant tout le couple du moteur à l'autre demi-essieu qui tourne ainsi à une vitesse double. La roue concernée tournera à une vitesse deux fois supérieure à ce qu'elle serait en ligne droite



IV - Pont arrière :

Essieu rigide en fonte, ressorts à lames

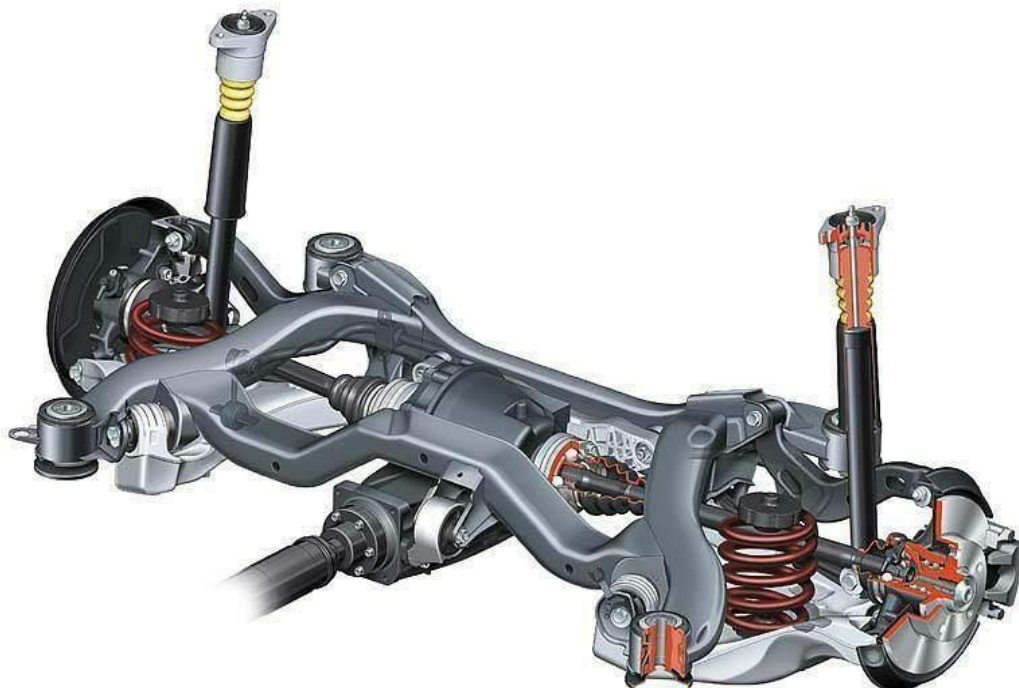
Le boîtier du différentiel et les deux demi-arbres, qui entraînent les roues motrices, reposent par l'intermédiaire de roulements à billes, sur un bâti appelé le pont-arrière. Ce dernier constitue un essieu porteur et se compose généralement de trois parties : une partie centrale, en liaison avec le carter du différentiel et l'arbre de transmission par l'intermédiaire de roulements et de butées à billes, et de cônes latéraux appelés trompettes fixés d'une part à la partie centrale par boulons et en liaison d'autre part avec les demi-arbre de pont par l'intermédiaire de roulements à billes. La partie centrale est généralement en fonte malléable à cœur noir, souvent en demi-coquilles soudées, les trompettes en tôle emboutie.

La qualité primordiale d'un pont arrière est sa rigidité qui doit lui permettre de résister à la flexion. Afin d'améliorer cette qualité, quelques constructeurs ont réalisé le pont arrière en une seule pièce sur laquelle viennent se fixer de part et d'autre deux calottes. L'une à l'avant réalise le bâti supportant l'arbre de transmission et forme carter de couple conique, l'autre à l'arrière, est un simple couvercle facilitant la visite du différentiel et permettant le démontage de ce dernier sans suspendre la voiture.

Ce genre de pont est appelé : pont-banjo.

Il existe trois types de pont arrière suivant que les arbres de pont sont porteurs, demi-porteurs ou non porteurs. Le cas du pont flottant est intéressant, surtout pour les poids lourds, car l'arbre de pont n'est pas porteur ce qui constitue une bonne garantie contre les ruptures de pont.

Si l'arbre se casse, son remplacement est très facile sans l'utilisation de cric.



LA SUSPENSION

I - Généralités :

La suspension comprend des organes qui, intercalés entre les essieux et le châssis, servent à amortir les chocs et les vibrations dus aux dénivellations de la route.

D'une bonne suspension dépend, d'une part, le confort des voyageurs et, d'autre part, la conservation de tout le mécanisme de la voiture et de la carrosserie.

II - Les Pneumatiques :

Ils jouent un rôle important dans la suspension du fait de leur flexibilité. Au point de vue des déplacements verticaux du véhicule, on a avantage à utiliser des pneus à grande flexibilité qui évitent à la voiture des mouvements de galop ou de roulis : d'où l'emploi de pneus superbollon à faible pression.

Les pneumatiques améliorent le confort, car ils absorbent une grande partie des trépidations provenant de la rencontre de trous, bosses et cailloux sur la route.

III - Les ressorts :

Ils sont des organes élastiques interposés entre les essieux et le châssis. On emploie universellement des ressorts à lames et exceptionnellement des ressorts à boudins, des systèmes pneumatiques ou des dispositifs avec blocs de caoutchouc. Les ressorts à lames se composent d'un ensemble de lames d'acier superposées dont les dimensions et la flexibilité sont étudiées pour chaque véhicule.

Le frottement important des lames les unes contre les autres amortit les oscillations qu'auraient tendance à prendre les ressorts chaque fois qu'ils travaillent. On augmente encore ce frottement en donnant aux différentes lames un cambrage inversement proportionnel à la longueur des lames. La plus longue lame appelée lame maîtresse, aura donc la plus faible cambrure. Cette lame est enroulée à ses deux extrémités pour former un œil, bagué d'une bague en bronze, par lequel le ressort sera fixé au châssis.

La figure suivante représente trois modes d'enroulement de lame maîtresse.

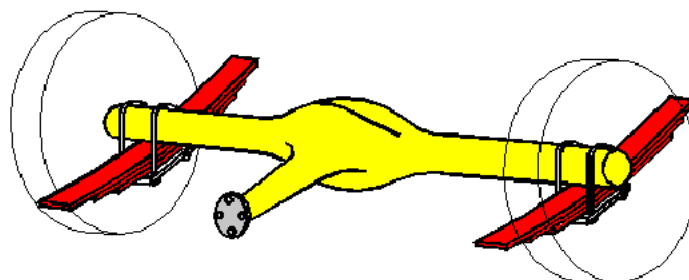
Les autres lames ont des longueurs allant en décroissant à partir de la lame maîtresse. Leurs extrémités sont carrées, arrondies ou triangulaires.

Un ressort sera caractérisé par sa longueur, qui est celle de la lame maîtresse, son nombre de lames et sa flexibilité.

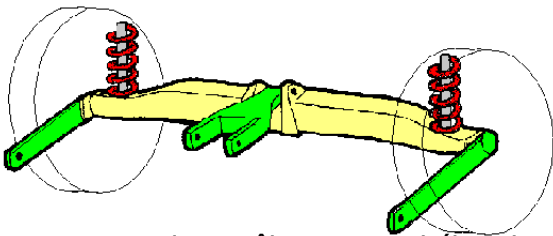
L'assemblage du groupe de lames se fait à l'aide d'un boulon central qui les empêche de glisser longitudinalement et qui fixe le ressort sur son patin ; cet ensemble est fixé à l'essieu avant ou au pont-arrière à l'aide d'étriers.

IV - Disposition des ressorts

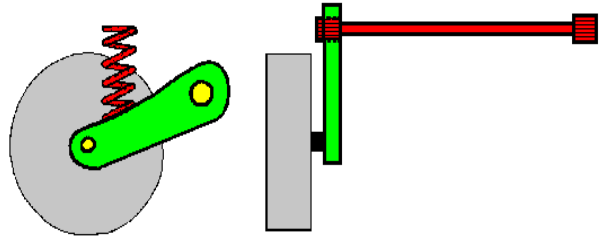
Les ressorts à l'avant comme à l'arrière, peuvent être disposés de nombreuses façons, par exemple : les ressorts droits : un ressort est dit droit quand la lame maîtresse est située au dessus et que la courbure du ressort est dirigée vers le bas.



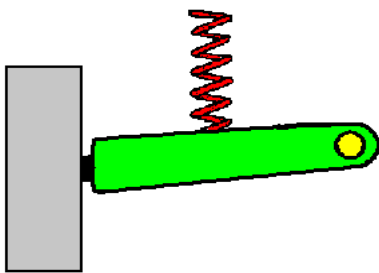
**Réalisations principales des trains
avant et arrière d'une voiture**



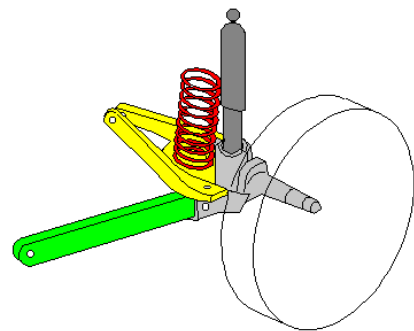
2 - Essieu rigide en tôle, ressorts hélicoïdaux



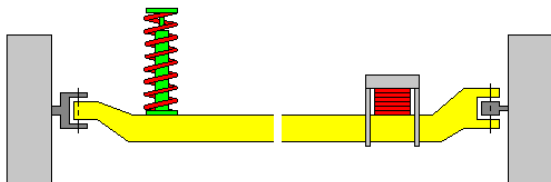
3 - Bras tiré. ressort hélicoïdal ou barre de torsion



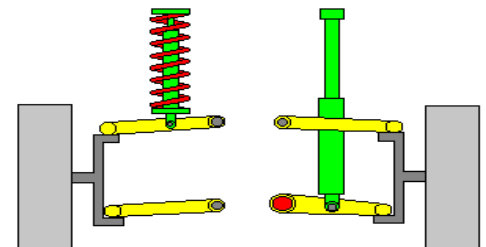
4 - Bras transversal, ressort hélicoïdal.



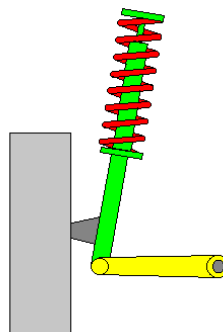
5 - "A trois barres", ressort



1 - Essieu rigide, ressorts hélicoïdaux ou ressorts à lames



2 - A bras transversaux superposés, ressorts hélicoïdaux ou barres de torsion



3 - De type Mac Pherson, ressorts hélicoïdaux

V - Les amortisseurs :

Toutes les voitures modernes sont livrées avec des amortisseurs dont le but est d'améliorer la suspension et le confort.

L'amortisseur est fixé, d'une part au châssis, et d'autre part, à l'essieu ou au ressort, est destiné à amortir rapidement les oscillations de la voiture sur mauvaise route.

On constate, en effet, que les ressorts, après avoir travaillé au passage d'un obstacle sur la route, ne reviennent à leur position d'équilibre qu'après un certain nombre d'oscillations qui sont susceptibles de s'amplifier d'ailleurs au passage d'un nouvel obstacle.

Ces oscillations sont nuisibles au confort et à la bonne tenue de route. Le temps pendant lequel le ressort se détend, après avoir été comprimé au passage d'un obstacle, produit ce que l'on appelle le coup de raquette qui a un très mauvais effet sur la conduite de la voiture.

Les amortisseurs auront donc pour but de produire un effet résistant s'opposant à la déformation du ressort. Il existe des amortisseurs travaillant dans les deux sens appelés aussi durcisseurs, ou seulement dans le sens de la détente d'un ressort. Il existe de nombreux types d'amortisseurs : les amortisseurs à friction, les amortisseurs à courroie et les amortisseurs hydrauliques.



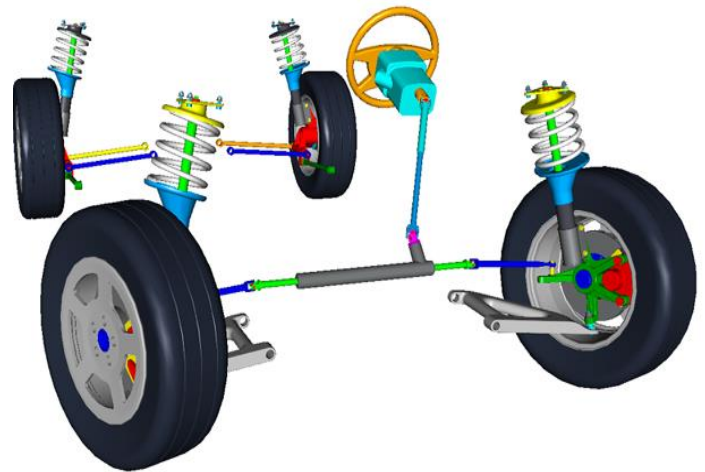
Train avant



Train arrière

LES ROUES

I – Généralités :



Les roues sont des organes non suspendus (Elles doivent être aussi légères que possible) mais construites pour pouvoir supporter le poids de la voiture, résister aux efforts de freinage. Les roues motrices doivent en plus transmettre aux pneus l'effort de propulsion.

Pour augmenter la résistance des roues aux efforts latéraux on leur donne l'équateur, c'est la distance entre le plan d'appui de la roue sur le moyeu et l'axe du pneu.

Le carrossage, inclinaison du plan de la roue avec la verticale, facilite la direction et le freinage. L'axe de pivotement restant à peu près vertical.

Pour améliorer la stabilité de la direction on donne souvent une inclinaison aux pivots des roues par rapport au plan vertical transversal, c'est la chasse.

Quand le prolongement de l'axe de pivotement rencontre le sol en arrière on dit qu'il y a **anti-chasse** sinon **contre-chasse**.

II - Divers types de roues :

Une roue comprend toujours un moyeu et une jante réunis soit par des rayons, soit par un disque plein ou ajouré. On peut classer les roues en :

1 - Roues non amovibles à joint fixe :

Il faut monter et démonter les pneus, la roue restant en place. Elles ne sont plus utilisées.

2 - Roues fixes à joint amovible :

Elles furent longtemps utilisées par les Américains, car leurs jantes étaient légères et peu coûteuses.

3 - Roues amovibles à jante fixe :

Elles sont universellement employées aujourd'hui. Ces roues ont l'avantage de pouvoir se remplacer facilement et rapidement sur la route. Elles évitent au conducteur, en cas de crevaison, le démontage et le remontage d'un pneu.

LES PNEUMATIQUES

I - Généralités :

Les pneumatiques se composent de deux parties essentielles qui sont :

- La chambre à air munie d'une valve spéciale pour l'introduction de l'air et l'enveloppe.
- Le pneu est le seul lien entre la voiture et le sol. Son adhérence dépend de sa composition (caoutchouc) mais surtout de son état, du revêtement de la route et des conditions météorologiques. C'est donc un élément essentiel pour la sécurité et les performances de la voiture.

1 - Chambre à Air :

Toute chambre à air se compose d'un boyau en forme de tore en caoutchouc bien homogène, élastique et résistant. Actuellement les chambres sont moulées. Leurs sections doivent être circulaires pour pouvoir épouser les enveloppes et éviter des usures anormales, des pincements ou des éclatements. Un trou situé sur la circonférence intérieure de la chambre permet d'y fixer la valve destinée à l'introduction de l'air sous pression.

2 - Pneu :

* Enveloppe :

L'enveloppe extérieure du pneu s'use en contact de la route. Cette enveloppe en caoutchouc d'épaisseur variable, cuit ou vulcanisé sur les plis. La vulcanisation est un procédé qui consiste à chauffer le caoutchouc sous pression.

Ce procédé qui moule le caoutchouc selon une forme et une sculpture décidées, tout en lui conférant les propriétés requises pour une bonne flexibilité et une longue durée. La bande de roulement en caoutchouc du pneu est plus épaisse que l'enveloppe et se présente en divers motifs qui assurent un bon contact avec la route, surtout quand elle est mouillée, enneigée ou boueuse.

* Les Plis du Pneu :

Forment la structure interne résistante et flexible du pneu. Un pli est fait de rayonne, de nylon, de polyester, etc...rempli de caoutchouc. Les plis de carcasse du pneu sont enroulés autour d'une série de fils en acier, ce qui empêche que le pneu ne se déjante et quitte la roue.

Plusieurs types récents de pneus sont munis d'une carcasse en plis de polyester et d'une fausse semelle en fibre de verre. Les plis de la carcasse sont généralement disposés de deux façons : ils forment soit une carcasse diagonale soit une carcasse radiale.

II – Définitions :

Roue : c'est l'ensemble jante + pneu

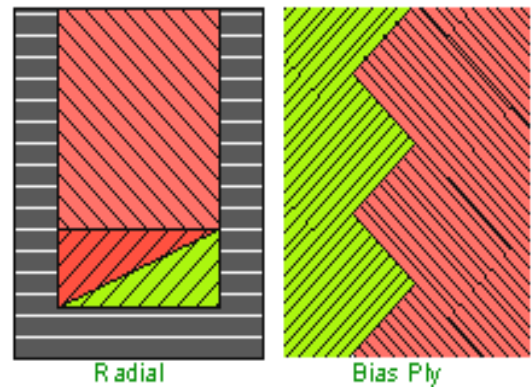
Jante : c'est la partie métallique de la roue. En général, elle est en acier mais il arrive qu'elle soit en alliage léger (aluminium, carbone,...). Cet alliage est plus léger et résistant mais en cas de choc, il est très cassant.

Pneu : c'est la partie "élastique" de la roue, constitué essentiellement par une sorte de caoutchouc et une structure métallique. Son choix est important pour l'adhérence du véhicule.

Pression : c'est la pression de gonflage. Elle s'exprime en bar et est propre à chaque modèle de voiture. Dans d'autres pays elle est également exprimé en PSI (US) ou en Pascal.

Sculpture : elles sont moulées dans le pneu et ont pour rôle d'évacuer l'eau entre la route et le pneu. Pour éviter l'aquaplaning, leur hauteur minimum doit être de 1.6 mm

Architecture : Il existe deux architectures (en nylon, en fils d'acier ou fibre d'aramide); l'architecture diagonale (cross ply) et l'architecture radiale. La seconde architecture (ou carcasse) est plus fréquemment rencontrée sur les routes. La première peut-être trouvée sur les véhicules 4x4 faisant du tout-terrain.



Structure : la structure du pneu détermine en grande partie son comportement et sa longévité. Elle est constituée de plusieurs couches différentes, particulièrement le mélange de gomme qui détermine la longévité et l'adhérence du pneu, et la carcasse métallique qui fixe la rigidité du pneu sous les contraintes mécaniques (torsions, flexions, etc...).

Aquaplaning : lorsqu'il y a trop d'eau sous le pneu et que les sculptures ne peuvent pas l'évacuer, alors le pneu glisse sur l'eau. C'est l'aquaplaning.

Valve : c'est un petit bout de tuyau avec un bouchon qui sort de la jante. Il doit permettre l'introduction facile de l'air sous pression et réaliser une étanchéité absolue afin que le pneu ne puisse se dégonfler au cours de route. Toutes valves comprendront donc un système de soupape et joint étanche. La valve est changée en même temps que le pneu.

III - Notation P-Métrique

Il existe plusieurs modèles de pneumatiques mais la référence commune ressemble à "P xxx/yy R rr" (appelé P-Métrique) :



REFERENCE :

P: référence à la norme P-Métrique établie en 1977

185 : c'est la largeur du pneu en millimètre (185 mm).

60 : c'est le pourcentage entre la hauteur du pneu et sa largeur. Ici, la hauteur est de 185 x 60% = 111 mm.

R : La structure du pneu. R comme Radial, celle qui est la plus commune.

14 : c'est le diamètre intérieur du pneu (ou le diamètre extérieur de la jante) en pouce (unité de mesure anglaise). Un pouce = 2,54 cm.
Ici, la jante fait 350 mm de diamètre.

88 : c'est l'indice de charge du pneu, il est en général suivi de l'indice de vitesse.

V : c'est l'indice de vitesse qui indique la vitesse maximum possible avec le pneu.

*Optionnel : **M/S** ou **M+S** (Mud an Snow). Le pneu est prévu pour rouler dans la boue et la neige.*

AUTRES CODES :

Vitesse

Ce code indique la vitesse maximum du pneu (en km/h)

Q	R	S	T	U	H	V	W	Y	Z?
160	170	180	190	200	210	240	270	300	> 300

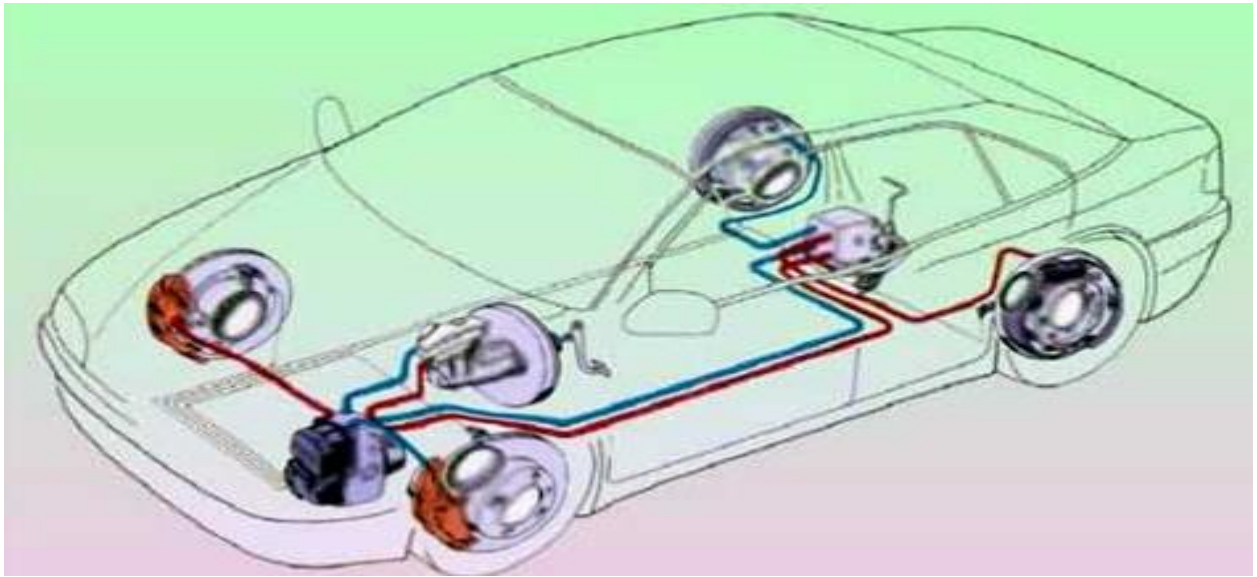
Charge (qqes valeurs typiques)

Ce code indique le poids maximum supporté par le pneu (en kg).

74	82	86	88	90	92	94	100	120	150
374 kg	474 kg	529 kg	559 kg	599 kg	629 kg	669 kg	799 kg	1398 kg	3345 kg

(1 kg = 2.208 Lb)

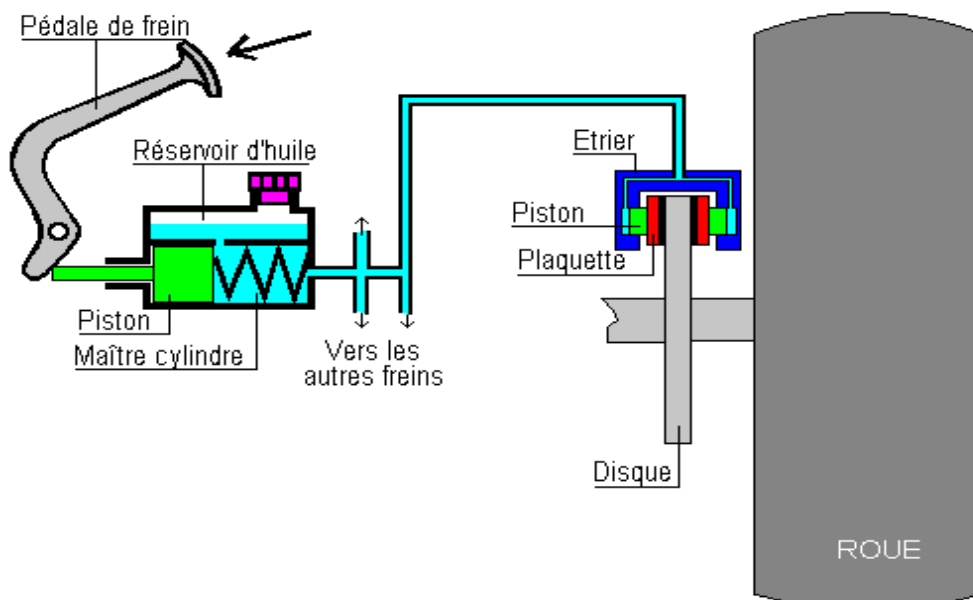
LE SYSTEME DE FREINAGE



I - Généralités :

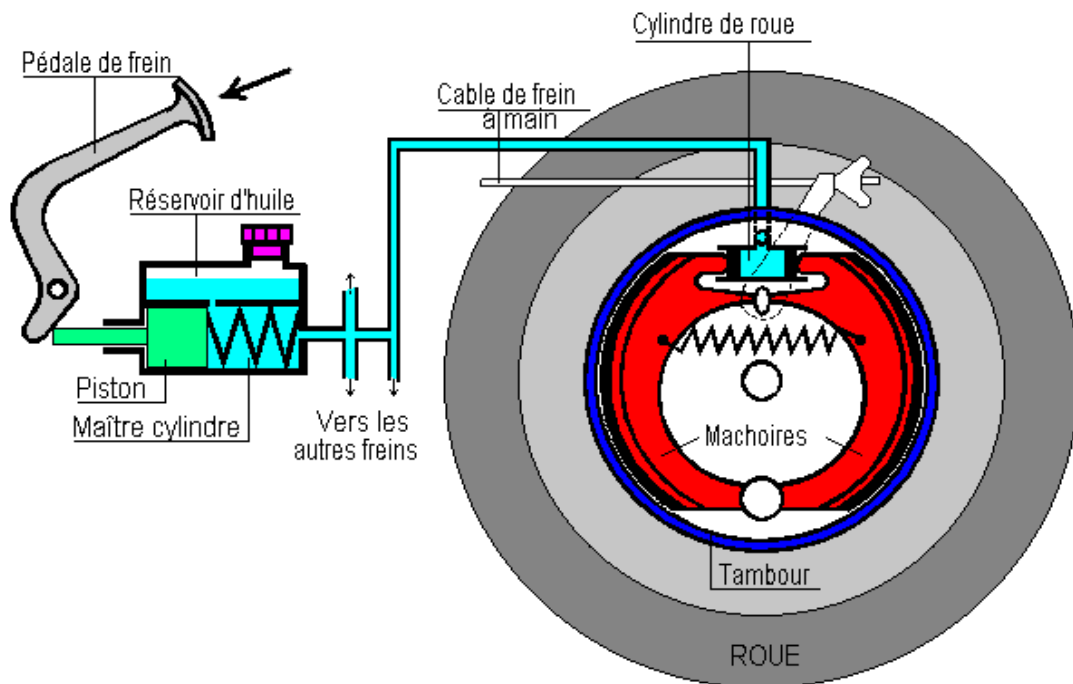
La loi exige que toute voiture automobile soit munie de deux freins au minimum, Complètement indépendants, l'un est commandé par un levier à main situé à côté du conducteur, l'autre est manœuvré par le pied à l'aide d'une pédale. Suivant les constructeurs, les freins sont placés soit l'un sur l'arbre secondaire de la boîte de vitesse et l'autre sur les roues, soit tous les deux sur les roues, le frein à main agissant plus généralement sur les roues arrière.

II - Le frein à disque :



Lorsque le conducteur appuie sur la pédale de frein le piston du maître cylindre se déplace vers la droite et chasse l'huile de frein vers les cylindres de roues. Les pistons des étriers serrent les plaquettes sur les disques solidaires des roues, ce qui provoque le ralentissement du véhicule.

III - Le frein à tambour :



Lorsque le conducteur appuie sur la pédale de frein le piston du maître cylindre se déplace vers la droite et chasse l'huile de frein vers les cylindres de roues. Les cylindres de roues écartent les mâchoires qui frottent alors sur les tambours solidaires des roues, ce qui provoque le ralentissement du véhicule.

LE FREINAGE A.B.S.

I – Généralités :

L'ABS est un système conçu pour permettre de garder le contrôle de la direction lors d'un freinage puissant.

En effet, le risque en cas de freinage d'urgence est de ne pas ralentir la voiture car elle se met à glisser, ou bien de ne plus pouvoir contrôler sa trajectoire : lorsque les roues se bloquent, elles ne permettent plus de diriger le véhicule.

L'ABS (Antilock Brake System) apporte une solution à ce problème en empêchant les roues de rester bloquées.

Il faut noter que certains constructeurs emploient le terme ABR (Anti Blocage des Roues).

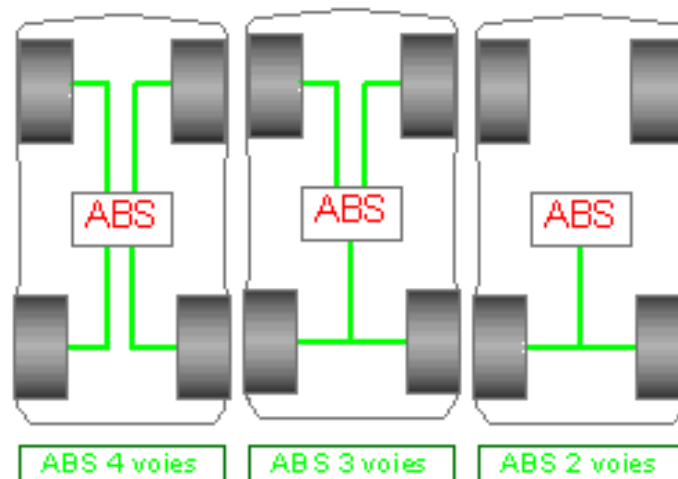
II – Fonctionnement :

L'électronique est présente de partout et son ajout signifie normalement plus de sécurité. Alors que peut faire un circuit électronique pour améliorer le freinage d'un véhicule ?

Il existe plusieurs sortes d'ABS même si actuellement l'ABS 4 voies se généralise :

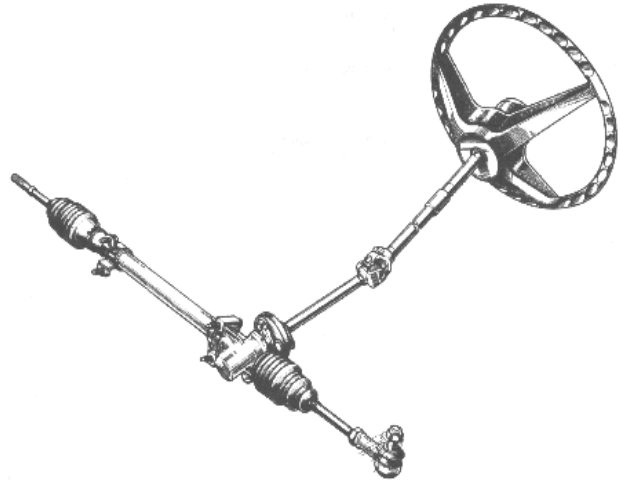
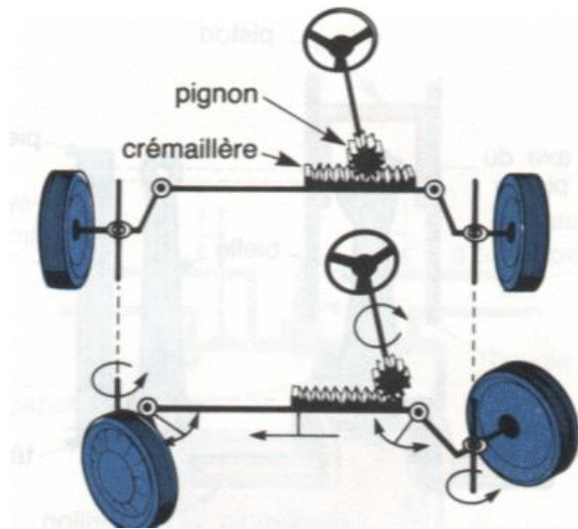
Le contrôle des 4 roues de manière indépendante est un ABS 4 voies. Il est possible de ne pas avoir de contrôle indépendant pour les roues arrière (ABS 3 voies) et l'ABS bas de gamme empêche simplement le blocage des roues arrière. Pour reconnaître un système ABS 4 voies, il doit y avoir 6 durites (une par roue, une durite d'arrivée et une de retour)

Il arrive parfois que les roues soient couplées par deux : roues AVg-ARd et AVd-ARg (croisé). Le modèle BOSCH 2E est un système régulateur à 4 capteurs.



LA DIRECTION

I – Généralités :



Les roues avant sont directrices et peuvent tourner autour de deux axes verticaux appelés pivots, situés aux deux extrémités de l'essieu avant.

Le pivotement des fusées peut se faire de deux façons suivant que l'essieu est à chapes fermée ou à chapes ouvertes.

Le pivotement se fait par l'intermédiaire de roulement et butées à billes ou, plus généralement par roulements coniques.

Le pivot, en acier à grande résistance, peut être vertical ou encore incliné vers l'avant de la voiture pour améliorer la stabilité de la direction (on dit que l'essieu a de la chasse), l'axe du pivot rencontre alors le sol en avant du point d'impact de la roue.

Toute direction comprend un volant de direction, manié par le conducteur, qui par l'intermédiaire d'un système démultiplicateur compris dans le boîtier de direction et d'un tringlage approprié, détermine la rotation des roues avant.

Pour éviter dans un virage tout glissement des roues, il faut que les quatre roues du véhicule tournent au tour d'un même point appelé centre instantané de rotation.

Les angles maximaux dont peuvent tourner les roues dans un sens ou dans l'autre par rapport à leur position en ligne droite s'appellent les angles de braquage.

II - Types de direction :

Trois dispositifs sont généralement adoptés pour la démultiplication de la commande de direction.

1 - Vis sans fin et secteur : Une vis sans fin en acier est solidaire du tube de direction portant le volant et engrène avec un secteur denté en bronze, mobile autour d'un axe, qui détermine le mouvement du doigt ou levier de direction.

La vis est comprise entre deux butées à billes qui empêchent le tube de direction de monter ou descendre chez quelques constructeurs on trouve au lieu d'un secteur denté, une roue dentée.

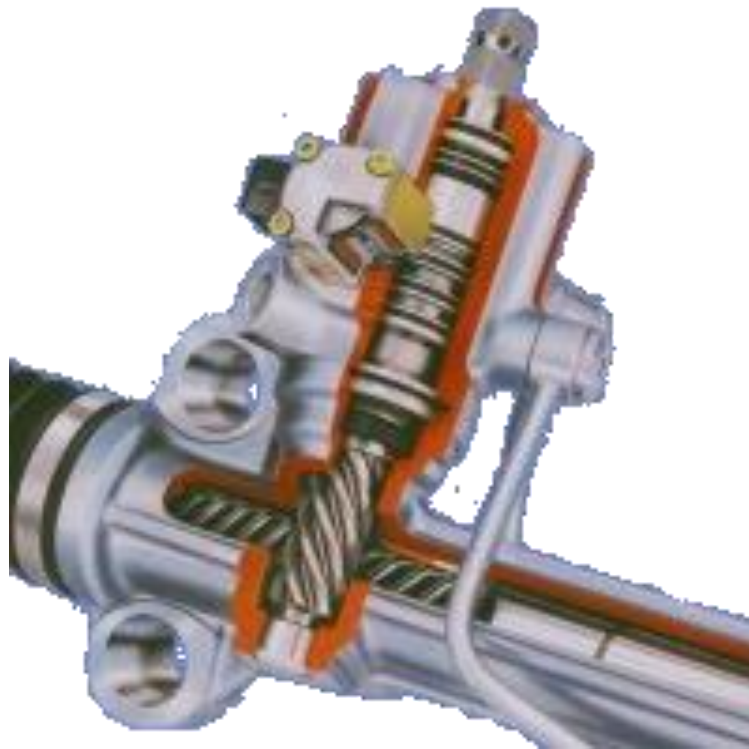
Enfin la vis sans fin peut être avantageusement remplacée par une vis globique réalisent un meilleur contact avec le secteur denté.

2 - Vis sans fin et écrou : Dans ce cas la vis sans fin tourne dans un écrou qui, ne pouvant pas tourner, se déplace le long de la vis entraîne la rotation du levier de direction par l'intermédiaire d'une biellette.

Le déplacement de l'écrou détermine la rotation d'une fourche fixée rigidement à l'axe de rotation du levier de commande.

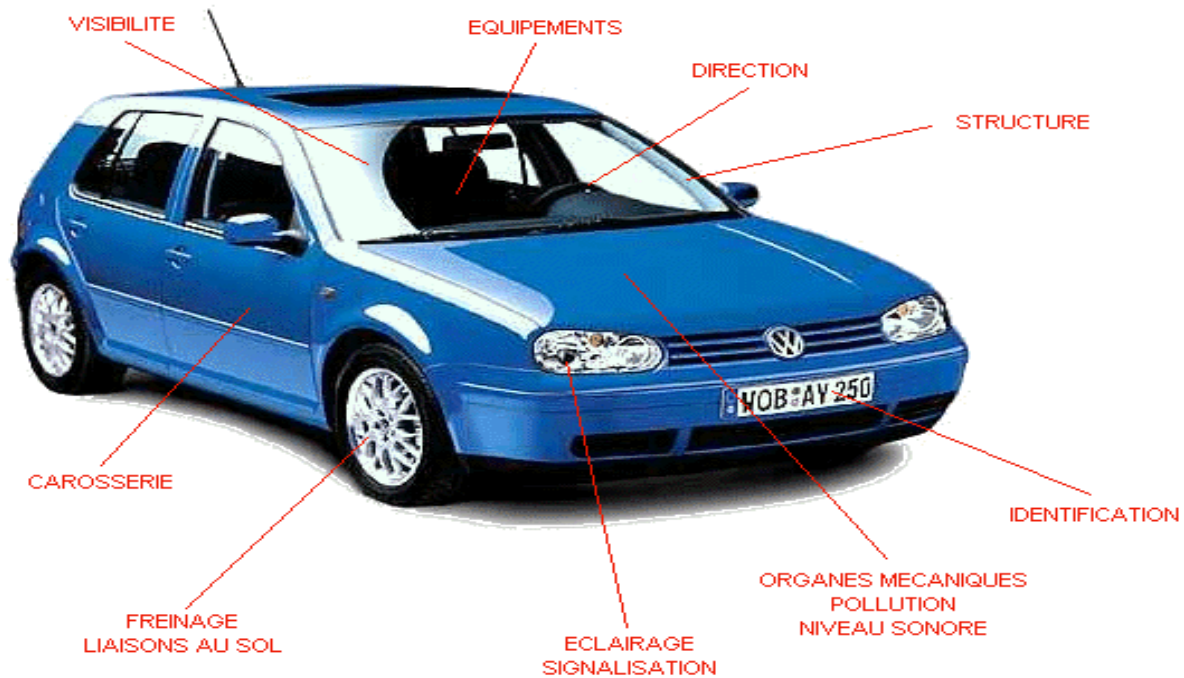
3 - Vis et doigt tournant : Les deux systèmes précédents donnent, pour les poids lourds, une conduite dure c'est pourquoi on a essayé de remplacer le frottement par le roulement des surfaces en contact, d'où le système de la vis et du doigt tournant, une vis à gros filets commande le déplacement d'un fort doigt monté, par l'intermédiaire de deux roulements coniques, à l'extrémité d'un bras de levier, le doigt qui peut ainsi tourner sur lui-même, roule le long des parois du filet de la vis.

4 - Crémaillère : Ce système est utilisé sur certaines voitures à roues indépendantes (citroën), le tube de direction est terminé par un pignon à denture hélicoïdal engrenant avec une crémaillère coulissante dont les déplacements sont transmis à chaque roue par une barre à rotules. Un système comprenant poussoir et ressort presse constamment la crémaillère sur le pignon afin d'éliminer tout jeu.



LE CONTROLE TECHNIQUE

Les points contrôlés dans un contrôle technique sont les suivants :



EQUIPEMENTS	IDENTIFICATION	DIRECTION	FREINAGE	ORGANES MECANIQUES
sièges, ceintures, avertisseur sonore, batterie, support de roues, dispositif d'attelage.	plaques d'immatriculation, plaques constructeur, numéro de châssis, énergie moteur, compteur kilométrique, poids et nombre de places.	volant, crémaillère et boîtier de direction, biellettes, timonerie, rotules, articulations, relais de direction, colonne de direction, antivol, pompe, vérin d'assistance, colonne, durites et réservoir d'assistance.	frein de service et de stationnement, réservoir, disques, étriers, cylindres, tambours, plaquettes, maître-cylindre, câbles, tringlerie, répartiteur/correcteur de freinage, pédale et commande de frein, pompe, anti-blocage, frein de secours, assistance.	pompe carburant, carburateur, système d'injection, circuit de carburant, réservoir, collecteur et silencieux d'échappement, groupe motopropulseur, pont, transmission, moteur, accouplement relais de transmission.
LIAISONS AU SOL	VISIBILITE	ECLAIRAGE SIGNALISATION	STRUCTURE CARROSSERIE	POLLUTION
trains, barre de torsion, rotules, ressorts, barre stabilisatrice, amortisseurs, jantes, pneus, traverses d'essieu, triangles, suspensions, sphères, coussins d'amortisseurs, silent bloc, pivots, fusées de roues, moyeux, roulements, roues.	pare prise, rétroviseur intérieur, rétroviseur extérieur, essuie-glace avant, lave-glace, commandes de rétroviseurs, autres vitrages.	mesure feu de croisement, éclairage, feu de croisement, feu de route, feu de plaque arrière, catadioptré arrière, feu de position, clignotant, signal de détresse, feu stop et 3ème feu stop, feu anti-brouillard, feu de recul, témoins lumineux, commandes d'éclairage et signalisation	portes, capot, pare-chocs, ailes, bas de caisse et éléments amovibles, longeron, traverses, berceau, passage de roue, pare-boue, coque, caisse, cabine, plate-forme, châssis, infrastructure, soubassement.	teneur en CO, mesure du lambda, opacité des fumées, bruit du moteur

TURBO ET COMPRESSEUR

I – Généralités :

Pour accroître les performances d'un moteur, sans modifier la cylindrée et les côtes "physiques", les constructeurs ont eus l'idée d'ajouter un turbo ou un compresseur (et par-dessus, éventuellement un échangeur air/air appelé intercooler).

Cette page explique donc la différence entre ces éléments et leur fonctionnement..

- **Compresseur** : il est entraîné par le moteur (courroie) et fournit de l'air comprimé au moteur. Son rendement est plus élevé dès les premiers tours puisqu'il tourne en même temps que le moteur.
- **Turbo** : il est entraîné par les gaz d'échappement et fournit de l'air comprimé au moteur. Son rendement est plus élevé à haut régime car il y a plus d'échappement. A bas régime en revanche, les gaz d'échappements ne suffisent pas pour l'entraîner suffisamment rapidement.

II - Le principe :

Un moteur consomme du carburant et de l'oxygène

Pour augmenter la puissance du moteur, il faut augmenter la puissance de l'explosion dans chaque cylindre. Toutefois, pour avoir une explosion il faut du carburant et... du comburant ! Le carburant, c'est l'essence ou le gasoil. Le comburant, c'est l'oxygène contenu dans l'air.

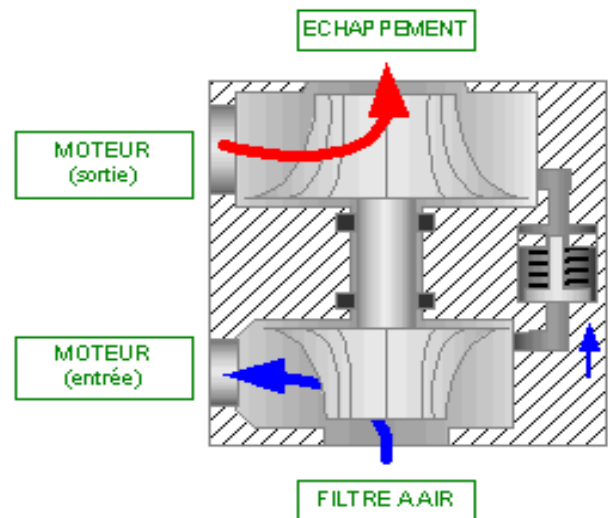
Pour que l'explosion soit optimale, il faut donc de l'air en quantité suffisante pour que le carburant brûle entièrement. S'il y a trop de carburant, il y aura des rejets polluants et une combustion incomplète (rejet de monoxyde de carbone par exemple), s'il n'y a pas assez de carburant, l'explosion ne sera pas optimale (dilatation des gaz insuffisante).

Un moteur ayant (généralement) 4 cylindres et chaque cylindre ayant un volume fixe, la quantité d'air admise ne peut pas dépasser cette capacité... sauf en le comprimant ! L'air est compressible, il suffit d'avoir plus d'air pour pouvoir ajouter plus de carburant et obtenir une explosion plus forte.

III - Le Turbocompresseur :

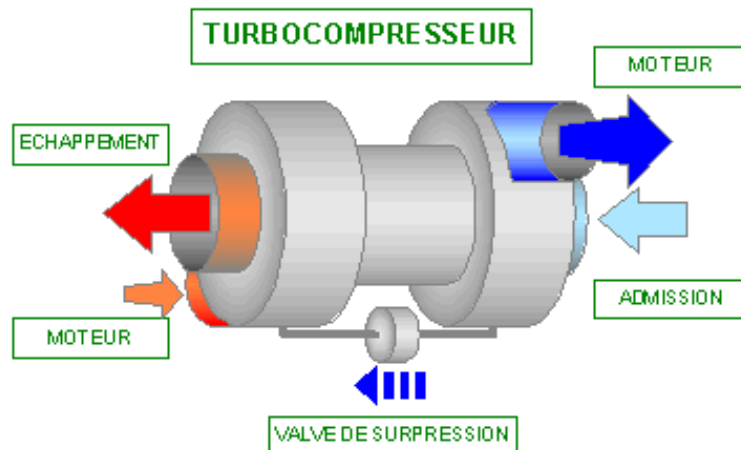
Tout d'abord, Il faut faire la différence entre un turbo et un compresseur :

- **Compresseur** : il est entraîné par le moteur (courroie) et fournit de l'air comprimé au moteur. Son rendement est plus élevé dès les premiers tours puisqu'il tourne en même temps que le moteur.
- **Turbo** : il est entraîné par les gaz d'échappement et fournit de l'air comprimé au moteur. Son rendement est plus élevé à haut régime car il y a plus d'échappement. A bas régime en revanche, les gaz d'échappements ne suffisent pas pour l'entraîner suffisamment rapidement.



Ci-dessous, voici le fonctionnement détaillé du turbocompresseur :

Le moteur expulse les gaz d'échappements vers le pot. Le turbo s'intercale donc entre le moteur et le pot. Les gaz d'échappements font tourner une turbine qui entraîne une autre turbine sur le même axe. Cette autre turbine se trouve entre le filtre à air et le moteur (coté admission). Plus il y a d'échappement et plus la turbine tourne vite (jusqu'à 200 000 tr/mn) ce qui comprime l'air en admission et gave littéralement le moteur d'air.



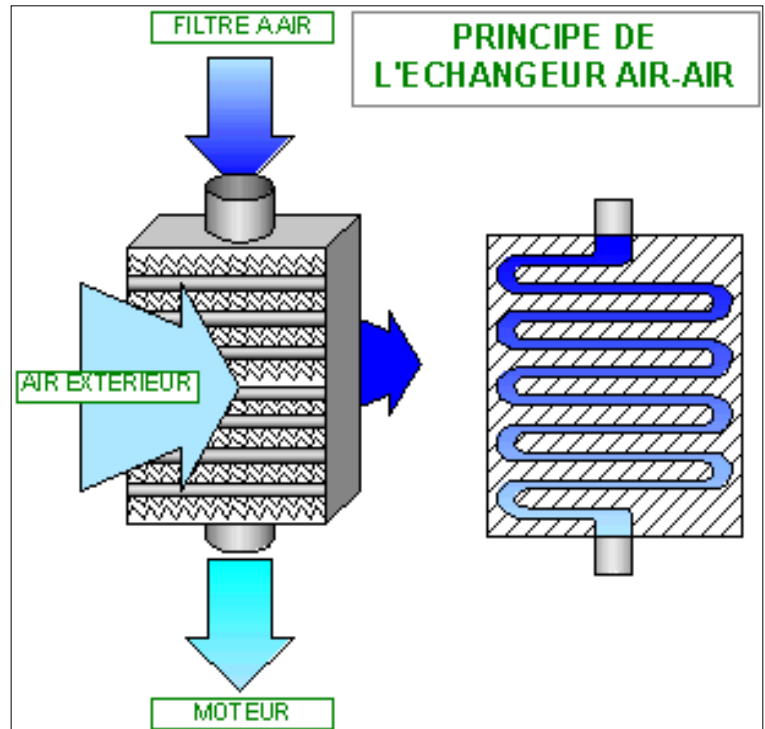
En revanche, s'il y a trop d'air, le rapport stochiométrique n'est pas respecté et le moteur peut "cogner" (bruit de cliquetis). C'est pour cela qu'en cas de surpression, une valve peut s'ouvrir du circuit d'air frais vers l'échappement (en fait les 2 turbines ne sont pas tout à fait symétriques, celle de l'échappement étant plus grosse).

La **valve de surpression** (wastegate) permet de conserver au moteur un bon rendement. Elle est contrôlée par un ressort taré à une certaine pression sur les anciens turbos, sinon il s'agit d'une électrovanne contrôlée par l'ECU du moteur (il y a alors également un capteur de pression pour que l'ECU puisse ouvrir ou fermer la vanne au bon moment).

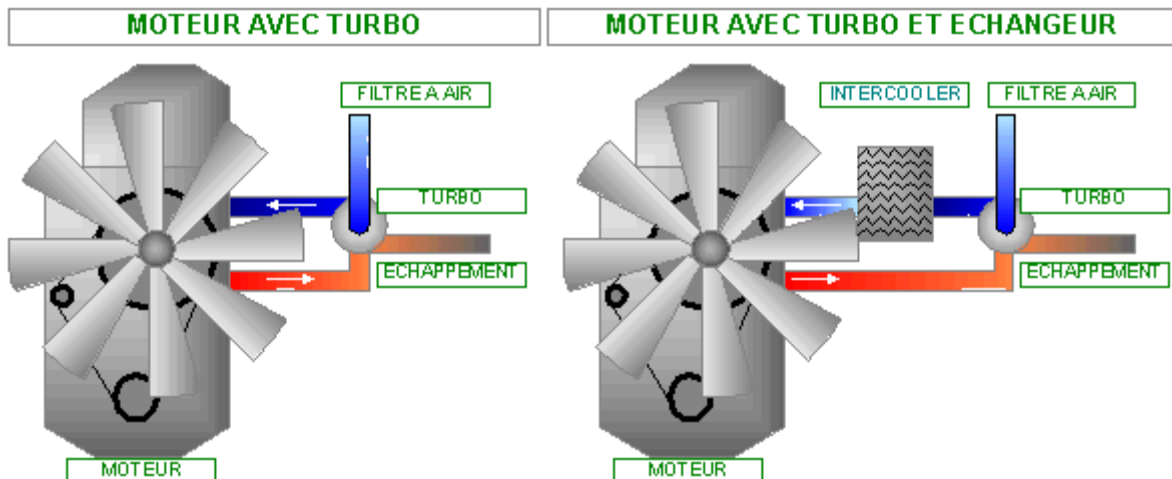
III - Intercooler (ou refroidissement air/air)

L'inconvénient majeur de comprimer l'air dans un volume clos est que celui-ci s'échauffe. Plus l'air est chaud et plus il se dilate et plus il lui faut de place.

Dans un moteur, l'air comprimé peut atteindre 160°, l'idée de l'intercooler est donc de refroidir l'air après sa compression par le turbo. Ainsi, pour une pression égale, il y aura encore un peu plus d'air dans le cylindre.



L'air provenant du filtre à air (et du turbo) passe dans un radiateur air-air. La température de l'air ambiant étant plus fraîche que celle de l'air comprimé, on gagne ainsi quelques précieux degrés en sortie de l'intercooler. On peut alors gagner quelques kilowatts supplémentaires (environ 7 à 10%).



Les voitures turbocompressées avec échangeur air-air consomment paradoxalement moins de carburant car les constructeurs profitent de la surpuissance engendrée pour augmenter les rapports de boîte. Pour la même vitesse, le régime moteur est ainsi moins élevé. D'autre part, le couple étant également supérieur, le conducteur appuie moins sur l'accélérateur pour arriver à avoir la même accélération. Ceci explique également le fait l'ancienne réglementation en matière de détermination de la puissance fiscale à partir de la longueur des rapports de boîte faisait la par belle aux moteurs turbocompressés !

La gestion électronique des moteurs

Voici un sujet un peu plus compliqué mais très intéressant : la gestion des moteurs.

Depuis l'arrivée sur le marché de composants robustes, fiables, peu encombrants, les moteurs bénéficient d'une gestion électronique.

L'électronique gère tout : injection, puissance, pollution et même les défauts. Elle est capable de s'auto-diagnostiquer, de rapidement trouver l'origine d'une panne et surtout de gérer le moteur pour lui assurer une bonne longévité.

DEFINITIONS

ACTIONNEUR : la plupart du temps, il s'agit de composant électro-magnétique ou électro-mécanique. En fonction d'un courant, ils modulent des actions mécaniques (ouverture et fermeture de vanne, augmentation ou diminution de vitesse, etc...

CAPTEUR : basé sur des composants électronique, ils transmettent des valeurs à l'ECU : température, débit, vitesse, ...

ECU : Electronic Control Unit. C'est l'unité de contrôle du moteur qui centralise toutes les données et décide des quantités et des valeurs à appliquer.

EGR : Exhaust Gaz Recycler. C'est une fonction géré par l'électronique qui permet la ré-injection d'une partie des gaz d'échappements.

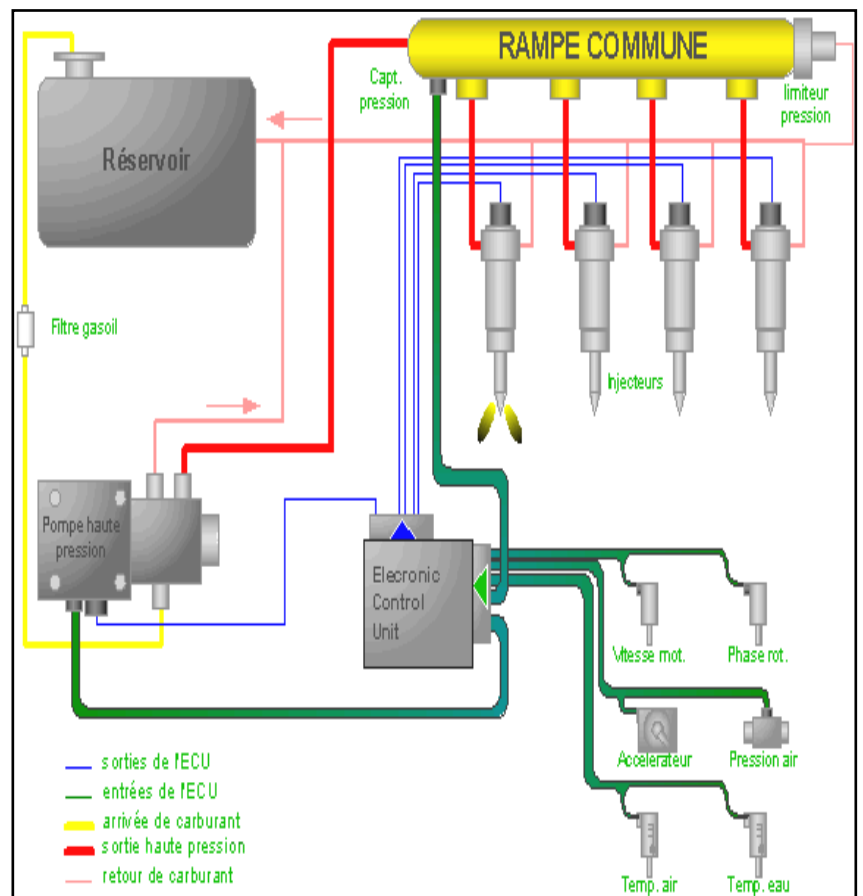
INJECTION ELECTRONIQUE

Si les moteurs à injection directe semblent similaires, il existe une différence notable : les moteurs TDI de V.A.G. (90ch et 110ch) ont des injecteurs mécaniques. Pour le reste, tous les moteurs diesel actuels (et même les moteurs essence) utilisent des boîtiers électroniques.

INJECTION ELECTRONIQUE SUR MOTEUR A RAMPE COMMUNE

Les moteurs à rampe commune utilisent des injecteurs électromécaniques. Le schéma suivant est un synoptique des actions entre les divers éléments.

- L'ECU récupère les valeurs des différents capteurs (température eau et air, flux d'air, vitesse de rotation du moteur, phase, oxygène après combustion...),
- il corrige les différents paramètres en fonction de courbes pré-établies (cartographie) : quantité de carburant à injecter, vitesse de la pompe à carburant, etc...
- au moment opportun, il commande les actionneurs pour injecter le carburant, ré-injecter des gaz d'échappements dans le moteur, etc...



Sur chaque injecteur on trouve une électro-vanne qui est commandée par l'ECU. La forte pression dans la rampe commune permet au gasoil d'être vaporisé sous la forme d'un nuage gazeux.

La quantité déterminée par le calculateur doit être injectée au bon moment afin que l'explosion soit la meilleure. En réalité, il y a une pré-injection de carburant et une injection principale. Il peut y avoir une post-injection, particulièrement pour lutter contre la pollution NOx...

La pré-injection intervient pendant quelques dizaines de micro-secondes et est inférieure à 1 milligramme de carburant.

Elle permet d'augmenter progressivement la température dans le cylindre avant l'injection principale. La combustion est ainsi plus douce et progressive.

La forme de l'admission d'air favorise un mélange air-carburant homogène afin d'éviter une combustion incomplète.

Un autre avantage de la pré-injection est une réduction des bruits émis par les moteurs.

Remarque : L'ordre d'injection sur un moteur n'est jamais 1 - 2 - 3 - 4 mais plutôt 1 - 2 - 4 - 3

Les Fiches de Révision

DISPOSITIONS LEGALES

L'usage ou simplement le temps qui passe dégrade les ingrédients et les différents organes des véhicules. Ce que les usagers appellent entretien du véhicule et que les professionnels appellent maintenance préventive est nécessaire pour assurer la longévité, la sécurité et limiter la pollution du véhicule.

A quelques exceptions près, avec un bon entretien et une bonne " hygiène de conduite " la plupart des véhicules du marché (essence ou diesel) doivent dépasser les 150 000 Km voire 200 000 km sans gros pépins. On distingue généralement 4 niveaux de maintenance :









- 1^{er} niveau : entretien courant, facile en général à réaliser avec un outillage de base et sans connaissances particulières. (vidange, filtres, bougies d'allumage, faisceau de câble, entretien de batterie, contrôles)

- 2^{ème} niveau : Un peu plus ardu, mais demande la compréhension de ce que l'on fait, et souvent un outillage plus complet ou plus spécifique (plaquettes de freins, bougies de préchauffage, liquide de frein ou LHM, sphères Citroën, remplacement des disques de freins)..

- 3^{ème} niveau : Pas facile, possible à faire mais ne vaut peut-être pas la peine de s'emmerder (ex pneus, échappement et amortisseurs).

- 4^{ème} niveau : réservé aux experts, demande un outillage spécifique à confier de préférence à un professionnel sérieux (quand vous en tenez un bon gardez le !) si possible concessionnaire ou agent de la marque, votre sécurité ou la vie du moteur est en jeu (ABS, courroie de distribution, calage de la pompe d'injection, réglages antipollution, parallélisme).

QUELQUES REGLES D'OR

-  Certains ingrédients (notamment les solvants) sont toxiques ou irritant, attention aux enfants quand vous travaillez.
-  Ne lésinez JAMAIS sur la qualité des ingrédients ! (huile, plaquettes de freins, filtres à huile, norme du liquide de frein ou du liquide hydraulique)
-  Respectez les préconisations constructeur ! (fréquence de remplacement, norme, référence des pièces détachées et des fluides)
-  Montez la pièce prévue à l'endroit prévu.
-  Ne pas attendre en cas d'alerte le dernier moment pour changer un élément usé, (plaquettes de freins, pneus, joints, Durit...) il vaut mieux faire de la sur-maintenance que de tomber en panne.
-  Un certain nombre de guides sur le marché sont pas mal fait mais attention certaines photos ne sont pas très explicites et il manque la notion de " carte de travail " et d'entretien régulier. De plus il faut parfois " décoder " ce qu'ils écrivent, les mécaniciens ayant leur jargon.
-  Préparez votre travail avant de commencer (outillage, ingrédients, emplacement pour poser les pièces démontées).
-  Faites une check-list de ce qu'il y a à faire, et cochez au fur et à mesure que c'est fait. Notez ce que vous avez fait et gardez tickets de caisse et factures dans le carnet d'entretien.

Les abréviations des constructeurs

ABC	Active Body Control, suspension pilotée chez Mercedes
ABS	Anti Blockier System, système d'antiblocage des roues
ABR	Anti Blocage des Roues ABS chez Peugeot
Activa	suspension active chez Citroën
ADB-X	Adaptative Dämpfung System système d'antipatinage faisant office d'autobloquant sur les BMW à traction intégrale
AMG	Aufrecht & Melcher & Grobaspach préparateur développant les dérivés à hautes performances des berlines Mercedes
ASC+T	Anti Skid Control + Traction antipatinage doté d'une répartition de la motricité sur les 4x4 BMW
ASR	Antriebs Schlupf Regelung, antipatinage chez Mercedes
Autoactive	boîte automatique auto-adaptative chez PSA
AWD	All Wheel Drive 4 roues motrices chez Volvo
Avant	break chez Audi
BVA	Boîte de Vitesse Automatique
BVM	Boîte de Vitesse Manuelle
Carminat	système de navigation par satellite chez Renault
CBC	Curve Break Control système électronique de régulation du freinage en courbe chez BMW
Climatronic	climatisation automatique chez VW, SEAT...
Clipper	break chez Ford
Combi	break chez Skoda
Cupra	Cup Racing dérivés à haute performances des modèles SEAT
Cupra R	Racing dérivés en série limité à très hautes performances des modèles SEAT
CVT	Constant Variation Transmission transmission à variation continue chez Nissan
d	TurboDiesel à injection directe et common rail chez BMW, ou atmosphérique à préchambres chez Peugeot, Renault, etc...
D	diesel atmosphérique à préchambres ou turbodiesel à injection directe chez Volvo
D-4-D	Turbodiesel à injection directe et common rail chez Toyota
dCi	Turbodiesel à Injection directe et common rail chez Renault
DI	Turbodiesel à Injection directe et common rail chez Ford
DITD	Direct Injection Turbo Diesel chez Mazda
DTI	Turbodiesel à Injection Directe avec ou sans common rail chez Opel
dTi	Turbodiesel à Injection directe chez Renault
Distronic	dispositif électronique permettant de garder automatiquement une distance de sécurité chez Mercedes
DOHC	Double Over Head Camshaft double arbre à cames en tête.
DSA	Dynamic Stability Assistance antipatinage chez Volvo
DSC III	Dynamic Stability Control contrôle électronique de trajectoire chez BMW
Dualdrive	Direction à assistance électrique chez FIAT
Easy	boîte de vitesse robotisée à commande séquentielle chez Renault
Easytronic	boîte de vitesse robotisée à commande séquentielle chez Opel

EDS	Elektronishes Differential Sperr blocage électronique de différentiel chez SEAT
ESP	Electronic Stability Program système de contrôle électronique de trajectoire
EBV	Electronic Braking Variation répartiteur électronique de freinage
EBD	Electronic Braking Display répartiteur électronique de freinage
Classic	variante 4 portes chez Renault (également premier niveau de finition chez Mercedes...)
Estate	break chez Renault
F1	boîte de vitesse robotisée à commande séquentielle chez Ferrari
FAP	Filtre A Particules filtre permettant de retenir puis de brûler les particules
GDI	Gazoline Direct Injection moteur à injection directe d'essence chez Mitsubishi
Geartronic	boîte de vitesse automatique à commande séquentielle chez Volvo
GPL	Gaz de Pétrole Liquéfié
GPS	Global Positioning System système de navigation par satellite
GT	Gran Turismo chez Ferrari, Fiat...
GTI	Grand Tourisme Injection
GTV	Gran Turismo Veloce coupé chez Alfa Roméo
Keyless Go	dispositif électronique de reconnaissance par carte permettant de démarrer sans clefs chez Mercedes
HDI	Turbodiesel à injection directe et common rail chez PSA
HPI	High Pressure injection moteur à injection directe d'essence chez PSA
Hydractive	suspension hydraulique chez Citroën
IDE	moteur à Injection Directe d'Essence chez Renault
Isofix	Point d'ancrage solidaire au siège pour siège d'enfant
JTD	Turbodiesel à injection directe et common rail chez FIAT
CDI	Turbodiesel à injection directe et common rail chez Mercedes
K	Kompressor moteur comprimé chez Mercedes
M	dérivés à haute performance issus du département Motorsport de BMW
MPV	monospace chez Mazda
Multitronic	boîte automatique à variateur continue et mode à impulsion chez Audi
NATS	Nissan Anti-Theft System antidémarrage par transpondeur chez Nissan
Proactive	boîte automatique auto-adaptative chez Renault
Procon Ten	dispositif permettant en cas de choc une rétractation de la colonne de direction chez Audi
PSM	Porsche Stability Management
Q System	boîte de vitesse automatique à commande séquentielle et grille en H chez Alfa Roméo
Quattro	transmission intégrale chez Audi
RS	Renault Sport dérivés à haute performances du département Renault Sport
RS	RennSport dérivés à haute performances chez Porsche, Audi, Skoda...
Selesspeed	boîte de vitesse robotisée à commande séquentielle chez Alfa Roméo
Softtouch	boîte de vitesse robotisée à commande séquentielle chez MCC Smart
Speedgear	transmission à variation continue chez FIAT
SRS	système d'Airbag

Steptronic	boîte automatique à commande séquentielle chez BMW
SW	Station Wagon break chez Alfa Roméo
TCS	Traction Control System antipatinage chez Saab
TID	TurboDiesel à Injection directe et common rail chez SAAB
TDI	TurboDiesel à Injection directe avec ou sans common rail ou injecteurs pompes chez VW, SEAT, ...
TDdi	TurboDiesel à Injection directe sans common rail chez Ford
TDci	TurboDiesel à Injection directe avec common rail chez Ford
TO	Transient Overtorque overboost chez Ford (mondeo Di)
Tiptronic	Boîte automatique à commande séquentielle brevetée par Porsche
Touring	break chez BMW
TRACS	Volvo TRAction Control System système d'antipatinage chez Volvo
V	Valve soupapes
Valvetronic	variation électronique de la levée des soupapes chez BMW
Vanos	<i>V</i> ariable <i>N</i> Ockenwellen <i>S</i> teuerung variation du calage des arbres à came en continue chez BMW
Variant	appellation break chez VW
VDC	Vehicule Dynamic Control. Système de contrôle électronique de trajectoire chez Alfa Roméo
VDI	Turbodiesel à injection directe chez Nissan
VTS	"ViTeSse" niveau de finition chez Citroën
Weekend	break chez FIAT
X	transmission intégrale chez BMW
4 matic	transmission intégrale permanente chez Mercedes
4 motion	four motion transmission intégrale non permanente (viscocoupleur Haldex) chez Volkswagen hormis la Passat équipée d'un coupleur Torsen identique à celui qui équipe les Audi Quattro