



Club-Coupé Fiat France

# LE MOTEUR 4 TEMPS

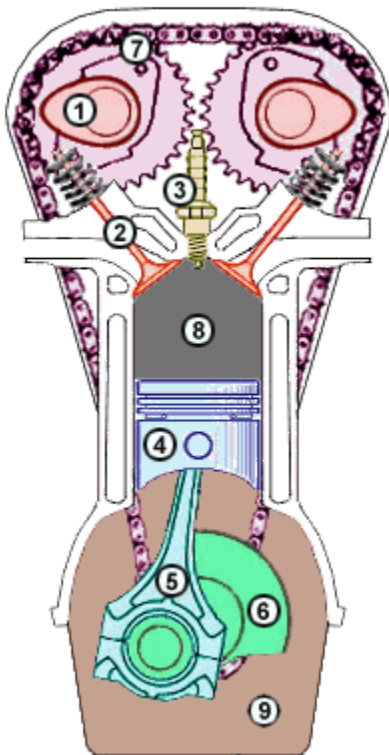
**NOTE** : Ce document est rédigé dans le but de comprendre le principe de fonctionnement d'un moteur 4 temps essence à 4 cylindre et plus. En aucun cas il ne s'agit d'un document technique spécifique au Coupé Fiat. Ce qui est écrit ci-dessous est valable pour tous les moteurs 4 temps **essence** uniquement.



Toutes les versions de nos coupés (4 et 5 cylindres, atmo ou turbo) sont des moteurs à explosion. Ce sont des moteurs à combustion interne : l'énergie thermique libérée par la combustion du carburant est transformée en énergie mécanique. Le carburant liquide est mélangé, dans un carburateur ou à l'aide d'une pompe à injection (cas de nos coupés), à l'air nécessaire à sa combustion, puis ce mélange combustible est comprimé dans le cylindre, et finalement enflammé par l'étincelle électrique d'une bougie d'allumage. Le piston est repoussé dans le cylindre par la pression des gaz provenant de la combustion. Le vilebrequin tourne sous l'action de la bielle reliée au piston. Puis les gaz brûlés sont évacués pour laisser la place à un nouveau mélange frais de carburant et d'air. Un nouveau cycle recommence.

Il y a deux grande famille de moteurs à explosion : les moteurs à 2 temps et les moteurs à 4 temps. Pour réaliser un cycle de fonctionnement complet, le moteur à 4 temps a besoin de 4 courses de piston (2 allers et retours et donc deux tours de vilebrequin) contrairement aux moteurs à 2 temps qui n'a besoin que de deux courses (1 seul aller et retour, c-a-d un tour de son vilebrequin). Nous ne parlerons ici que du moteur à 4 temps...

### LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU MOTEUR 4 TEMPS :



rotation.

**1- CAME (en rose)**: solidaire de l'arbre à came, cette pièce non circulaire, entraînée via une courroie, une chaîne ou une cascade de pignon, transforme le mouvement de rotation de l'arbre à came en un mouvement de translation des soupapes.

**2- SOUPAPES (en orange)**: Bouchon mobile maintenu en position fermé par un ressort. Elle s'ouvre momentanément sous l'effort de la came.

**3- BOUGIE (jaune)**: elle produit une étincelle qui enflamme le mélange air/essence, créant l'explosion.

**4- PISTON (bleu)**: pièce cylindrique qui coulisse dans le bloc moteur, qui sert à comprimer le mélange et qui après l'explosion de ce mélange, transforme l'énergie thermique de cette combustion en énergie mécanique.

**5- BIELLE (turquoise)**: pièce très rigide qui transmet l'énergie transformé par le piston au vilebrequin, transformant par là même un mouvement de translation en mouvement de

**6- VILEBREQUIN (vert)**: arbre usiné en plusieurs paliers excentrés qui, avec les bielles, transforme le mouvement de translation du piston en un mouvement de rotation. Il transmet, via l'embrayage, l'énergie mécanique à la boîte de vitesse.

**7- DISTRIBUTION (violet):** courroie, chaîne ou cascade de pignons qui transmet très régulièrement le mouvement de rotation du vilebrequin à l'arbre à came. Pour un tour de l'arbre à came, il faut très précisément 2 tours de vilebrequin. Tout décalage entraîne la casse du moteur car les pistons viendraient en contact avec les soupapes (à quelques exceptions près, moteur fire de Fiat par exemple... ;-) ...)

**8- CHAMBRE DE COMBUSTION (gris):** espace au dessus du piston, hermétique lorsque les soupapes sont fermées, où est injecté le mélange pour y être enflammé.

**9- CARTER MOTEUR (marron):** sauf pour les moteurs à carter sec, (Porsche,...), les pièces en dessous du pistons viennent barbotées dans l'huile contenue dans le carter pour leur lubrification. Il n'y a normalement pas d'huile au dessus du piston.

ARBRE A CAME :



SOUPAPES:



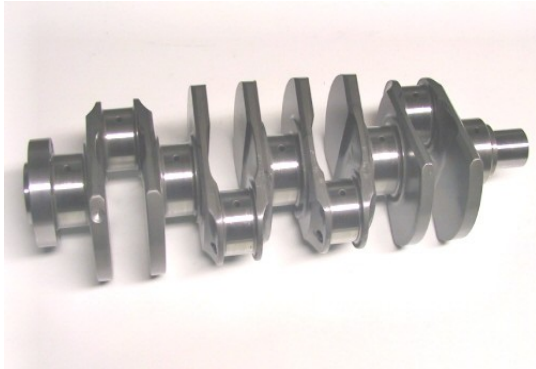
BOUGIE :



BIELLE ET PISTON :



## VILEBREQUIN :



## KIT DE DISTRIBUTION (COURROIE):



## **LE MOTEUR A EXPLOSION:**

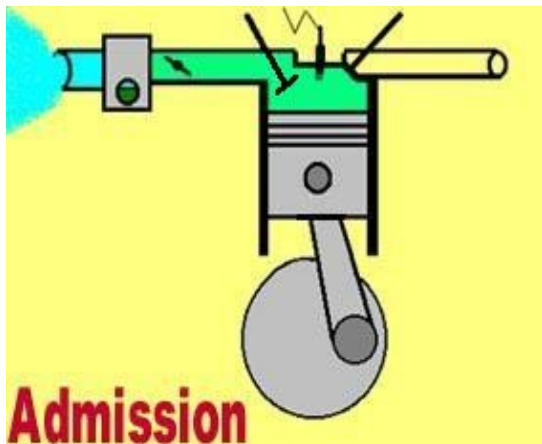
Les moteurs à essence fonctionnent de façon identique. Un piston décrit un mouvement de bas en haut dans le but de comprimer le mélange air essence pour créer une explosion.

Le Point Mort Bas (= PMB) correspond au point où le piston est au plus bas de sa translation; le Point Mort Haut (= PMH) correspond lui au point le plus haut.

## **LE CYCLE 4 TEMPS THEORIQUE:**

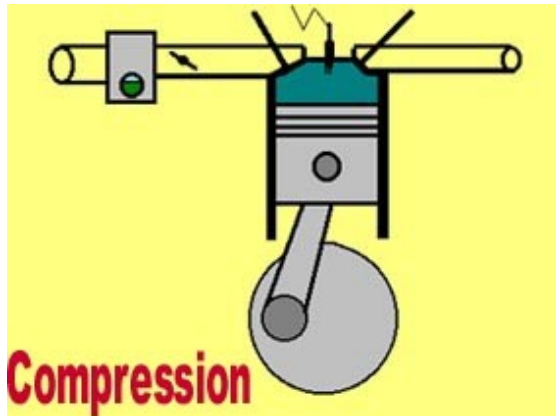
On appelle "4 temps", le cycle de quatre étapes auxquels sont soumis les gaz pour créer cette explosion, soit, on l'a vu, deux montées et deux descentes.

**1<sup>er</sup> TEMPS : L'ADMISSION** (soupape admission ouverte, soupape échappement fermée) :



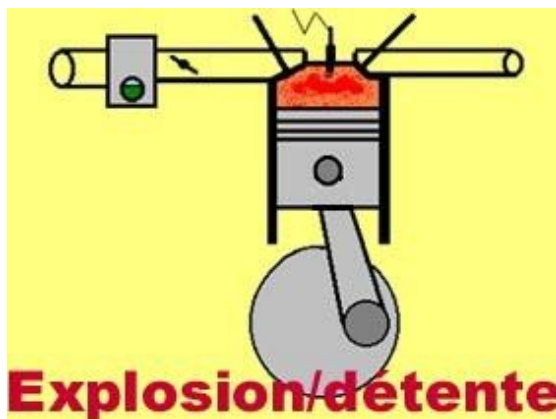
Le piston descend (PMH vers PMB) entraîné par un autre cylindre ou le démarreur, créant une dépression qui aspire du mélange d'essence et d'air frais par la soupape d'admission ouverte.

**2<sup>ème</sup> TEMPS : COMPRESSION** (soupape d'admission et d'échappement fermées) :



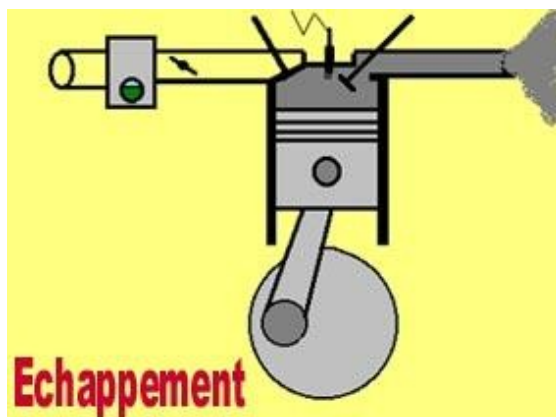
Le piston remonte (toujours entraîné par les mêmes moyens que précédemment) du PMB au PMH: il comprime le mélange admis précédemment.

**3<sup>ème</sup> TEMPS : ALLUMAGE-DETENTE** (soupapes d'admission et d'échappement fermées) :



Le piston est au PMH.  
La bougie crée une étincelle entre le deuxième et le troisième temps. Cette étincelle enflamme le mélange. L'explosion pousse le piston vers le PMB : C'est le **temps moteur**.

**4<sup>ème</sup> TEMPS : L'ECHAPPEMENT** (soupape admission fermée, soupape échappement ouverte) :



Le piston est entraîné du PMB au PMH par le temps moteurs des autres cylindres. En remontant, notre piston chasse les gaz brûlés par la soupape d'échappement ouverte.

## LE CYCLE 4 TEMPS PRATIQUE:

Dans la pratique, le cycle 4 temps diffère de la théorie. En effet il faut prendre en compte le poids des gaz, leur inertie, le délai d'inflammation du mélange, phénomène de pression et contre pression dans l'admission et l'échappement, etc.

Dans la réalité et en pratique, nos moteurs ont donc besoin d'autres notions pour tourner correctement. Ce sont :

### -Le retard à la fermeture à l'admission (RFA):

La soupape d'admission se referme après que le piston est dépassé le PMB. Tant que la pression du mélange (qui arrive à grande vitesse) est supérieure à celle de la chambre de combustion, on laisse ouverte cette soupape afin d'admettre le maximum de mélange.

### -L'avance à l'allumage:

Pour que tout le mélange s'enflamme il faut un certain temps (tout est relatif!). Si l'étincelle se produit juste au PMH, le piston aura déjà commencé de redescendre quand tout le mélange s'enflammera, donc perte de rendement et de puissance. On va donc commencer d'allumer ce mélange avant qu'il soit complètement comprimé (PMH). Le but : que l'explosion se fasse juste au PMH.

### -L'avance à l'ouverture à l'échappement (AOE):

Vers la fin du temps de détente (piston quasiment au PMB), les gaz sont quasiment tous brûlés. L'énergie thermique est quasi nulle. On va ouvrir progressivement la soupape d'échappement afin de commencer l'évacuation des gaz en se servant du peu de pression qu'il reste afin de les "aider" à sortir de la chambre de combustion. Mais si cette avance est trop importante, le temps de détente diminue anormalement et donc le rendement (et la puissance) chute.

-L'avance à l'ouverture à l'admission (AOA) et le retard à la fermeture à l'échappement (RFE): par l'ouverture simultanée des deux soupapes on obtient un "balayage des gaz". Le mélange frais va "pousser" les gaz brûlés et ainsi aider à renouveler le contenu de la chambre de combustion pour un nouveau cycle. On appelle "croisement des soupapes", ce moment où les soupapes d'admission et d'échappement sont ouvertes en même temps.

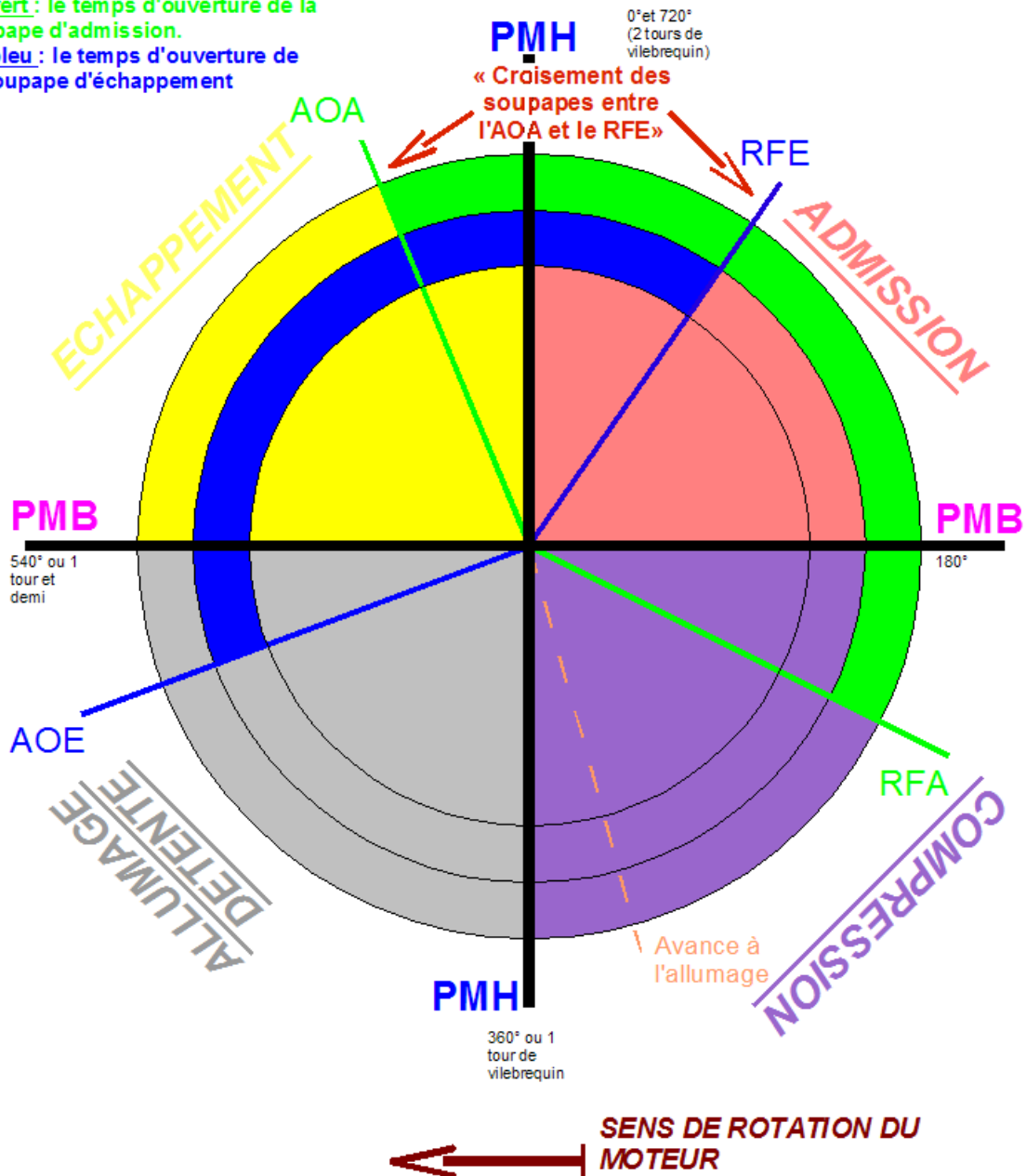
Plus un moteur sera poussé (tant en technique qu'en puissance), plus grande seront ces valeurs d'avance et de retard. On a créé des systèmes pour faire varier ces temps afin de rendre le moteur souple à bas régime et puissant dans les tours : c'est les variateurs de phase.

Toutes ses valeurs sont exprimées en degrés. Sur le schéma ci-dessous, on voit un diagramme qui représente le travail des soupapes et l'allumage sur deux tours du vilebrequin. Je rappelle, que le vilebrequin fait deux tours quand les arbres à cames n'en font qu'un (rapport de 1/2, principe du moteur 4 temps).

# CYCLE D'UN MOTEUR 4 TEMPS

**En vert :** le temps d'ouverture de la soupape d'admission.

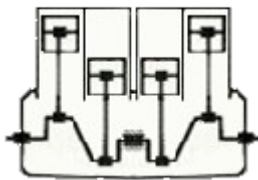
**En bleu :** le temps d'ouverture de la soupape d'échappement



## **L'ARCHITECTURE DES MOTEURS :**

Comme il n'a qu'un temps moteur, le moteur à un seul cylindre manque de régularité. Au cours d'un cycle, le vilebrequin est soumis à de fortes accélérations et décélérations. Les moteurs à plusieurs cylindres ont une marche plus régulière, car l'on peut, par un déplacement convenable des différents coudes du vilebrequin arriver à ce que les temps moteurs des différents cylindres ne se produisent pas au même temps, mais l'un après l'autre, et éventuellement en se recouvrant. Suivant l'ordonnement des cylindres, l'on distingue les moteurs à cylindres en ligne, les moteurs à cylindres opposés, les moteurs en "V", et les moteurs en étoile.

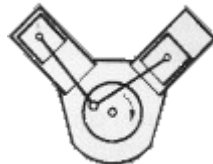
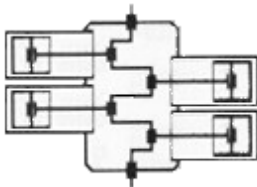
Par exemple sur un quatre cylindre en ligne, les temps moteurs sont décalés de  $180^\circ$ . Ce qui nous permet d'avoir toujours un cylindre sur son temps moteur qui entraîne le véhicule mais aussi les trois autres pistons...



**Moteur 4 cylindre en ligne (vue de face / de côté) :**



**Moteur 4 cylindre en "V" (vue de face / de côté) :**



**Moteur bi-cylindre à plat (vue de face / de côté) :**

