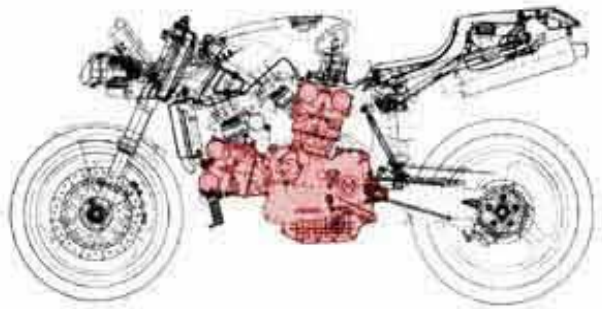


La moto : un moteur en évolution



« Un moteur ne s'exprime pas tant que l'on n'a pas mis la poignée dans l'angle... »

Jean Manchzeck / Joe Bar Team

SOMMAIRE

INTRODUCTION

I. Le moteur 2 temps

- 1) Historique.....
- 2) Architecture.....
- 3) Fonctionnement
 - a. Cycle.....
 - b. Graissage.....

II. Le moteur 4 temps

- 1) Historique.....
- 2) Architecture.....
- 3) Fonctionnement.....

III. En compétition, 2 temps ou 4 temps ?

- 1) Avantages et inconvénients
 - a. Moteur 2 temps.....
 - b. Moteur 4 temps.....
- 2) Règlement.....

CONCLUSION.....

BIBLIOGRAPHIE.....

ANNEXE

ANNEXE 1 : lexique

ANNEXE 2

ANNEXE 3 : motos à moteur 2 temps

ANNEXE 4 : motos à moteur 4 temps

INTRODUCTION

La pratique de la moto connaît un formidable engouement du à l'évolution du moteur à la fois plus résistant et performant (150000 licenciés FFM). Sport, loisir, spectacle, pratique quotidienne... La moto est un univers pluriel et dynamique, riche en émotions, au cœur duquel les Fédérations de Motocycle joue un rôle moteur.

Après avoir défini les 2 principaux types de moteur nous verrons les avantages et inconvénients dans les différents domaines.

I. Le moteur 2 temps

1) Historique

Le premier moteur considéré comme un deux-temps fut réalisé en 1860 par Lenoir, mais comme il n'existait pas de phase de compression avant l'allumage, il ne réalisait pas un cycle complet. Dix ans plus tard les constructeurs anglais Day and Sons construisaient le premier moteur deux temps sans l'aide d'un cylindre-pompe, il peut donc être considéré comme le premier deux-temps moderne. Oubliés jusqu'aux années vingt, ils motorisèrent par la suite quelques automobiles. Mais aujourd'hui, ils n'équipent plus que le monde motocycliste, qu'il a littéralement envahi. Ils ont également, une place importante dans le domaine des moteurs hors-bord et de l'agriculture, où leur faible poids et leur possibilité de fonctionner dans n'importe quelles positions les avantagent.

2) Architecture

L'élément distinctif du deux-temps, par rapport au quatre-temps, est sa distribution simplifiée. Ce sont surtout les organes fixes qui sont différents.

-Le cylindre

Ses parois sont percées d'orifices appelés lumières par lesquels s'effectuent l'admission et l'échappement des gaz. On peut distinguer, du même côté, les lumières d'admission à la précompression et d'échappement puis, en face, la lumière d'admission du cylindre (ou de transfert), en communication avec le carter (ou bas moteur). Elles sont découvertes par le piston durant sa course ce qui bloque ou permet le passage des gaz.

-Le carter

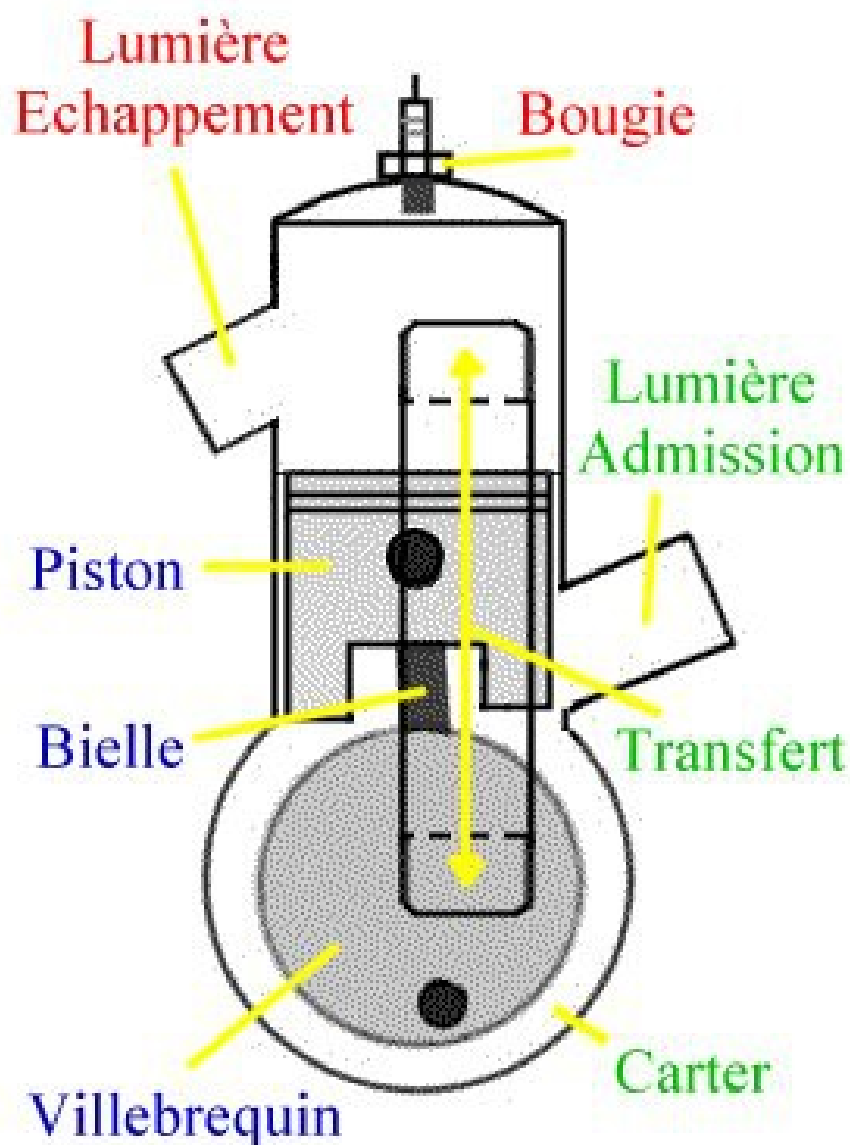
Il doit être étanche, dans le cas d'un carter-pompe, et présenter un minimum d'espace mort. Le carter-pompe est constitué par le carter de vilebrequin étanche, dans lequel le piston comprime les gaz dans sa course du P.M.H. (point mort haut) au P.M.B. (point mort bas). Mêmes s'il existe plusieurs cylindres, on prévoit toujours un carter par cylindre pour des raisons que nous expliquerons plus tard.

-Le piston

La longueur de sa jupe est relativement importante. Lorsqu'il possède un déflecteur, celui-ci doit empêcher le mélange des gaz frais avec les gaz brûlés. Actuellement, tous les deux- temps ont des pistons plats. c'est à dire que le dessus du piston est plat.

-La bielle

Par suite du système de graissage particulier, c'est une pièce capitale qui transforme le mouvement rectiligne alternatif du piston en mouvement rotatif du vilebrequin. Elle relie le vilebrequin et le piston.



3) Fonctionnement

Le piston va transmettre cette poussée au vilebrequin par l'intermédiaire de la bielle. L'ensemble marche selon le principe de la manivelle, le mouvement rectiligne alternatif du piston va être transformé en mouvement circulaire du vilebrequin. Il y a un temps compression explosion, les gaz sont éjectés à la descente du piston par la lumière d'échappement et le mélange air, essence, huile, est poussé vers le haut du piston par la lumière de transfert. Le piston en remontant crée une dépression dans le carter, qui permet d'aspirer le mélange, air, essence, huile, et ainsi de lubrifier les pièces du moteur, le cycle, compression, explosion, recommence. On constate qu'à chaque position haute du piston correspond une explosion, source d'énergie.

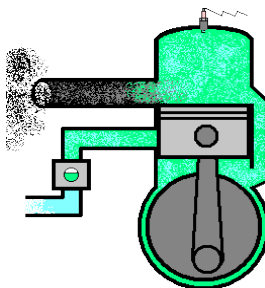
a. Cycle

✓ Premier temps

Dans sa course vers le P.M.H., le piston ferme la lumière d'admission au cylindre terminant la précédente phase de balayage, puis la lumière d'échappement. Ce qui permet la compression du mélange. En parallèle, la lumière d'admission à la précompression est découverte et, sous l'effet de la dépression créée par la montée du piston, le mélange y est aspiré. Ce premier temps cumule donc les phases de compression et d'admission sur un demi tour de vilebrequin.

✓ Second temps

Durant sa course vers P.M.B., le piston, poussé par la dilatation des gaz, ouvre la lumière d'échappement et les gaz brûlés s'échappent sous l'effet de leur pression. Les gaz admis dans le premier temps sont comprimés dans le carter-pompe et, peu avant le P.M.B., la lumière d'admission au cylindre est libre; les gaz frais sont admis dans le cylindre et balayent les gaz brûlés. Ce second temps réunit les phases de détente et de balayage sur un demi tour de vilebrequin.



<http://www.tract-old-engines.com/mot4temps.htm>

Graissage

-Le graissage par mélange

C'est le système le plus simple. On incorpore au carburant une certaine quantité d'huile, ainsi le passage du mélange air-carburant-huile dans le carter puis dans la chambre de combustion permet la lubrification de tous les organes. Mais lorsque le boisseau des gaz est fermé, le mélange étant pauvre le moteur est trop peu lubrifié.

-Le graissage séparé

Il se généralise aujourd'hui sur les motocyclettes, une pompe entraînée par le moteur conduit l'huile aux points à lubrifier par un réseau de canalisations comme sur les moteurs à quatre temps. Ce système entraîne une forte consommation d'huile car le carter employé comme pompe, ne peut recueillir le lubrifiant non utilisé, lequel est ainsi perdu!



<http://www.honda-geneve.com>

II. Le moteur 4 temps

1) Historique

En 1862, Etienne Lenoir met au point le premier véhicule "auto-mobile" évolue à l'aide d'un moteur à combustion interne (qui brûle le mélange air/carburant à l'intérieur de ses cylindres) Bien que ce soit Benz qui, en 1885 commercialisa la première automobile, c'est à Etienne Lenoir que l'on doit la mise au point de ce premier moteur.

2) Architecture

C'est le plus classique que l'on retrouve le plus souvent. Ce moteur est équipé de soupapes, deux pour l'échappement, deux pour l'admission. (Voir annexe 1.2)

-Le piston et les segments

Le piston est la pièce qui va transmettre l'énergie développée par la combustion à la bielle, pour des raisons d'étanchéité, il est cerclé de joints appelés segments. Chaque segment a un rôle précis à jouer. Le segment du bas (huile), retient l'huile afin qu'elle ne monte pas jusque sur le dessus du piston; celui du centre (racleur) seconde le segment du bas en lui retournant le surplus d'huile qu'il a laissé échappé et du même coup agit un peu sur la compression; celui du haut (compression), contrôle la compression du moteur. (voir annexe n°1.1)

-La bielle

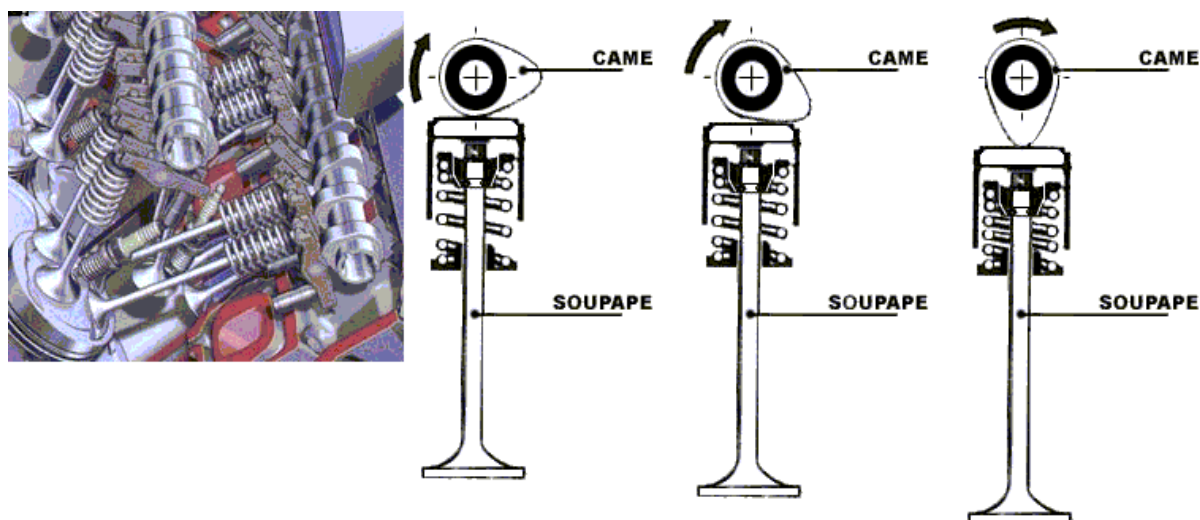
C'est une pièce capitale qui transforme le mouvement alternatif du piston en mouvement

-La jupe

La jupe du piston sert à stabiliser celui-ci à l'intérieur du cylindre lors de ses courses, elle doit être lisse et d'un diamètre parfaitement adapté pour limiter les frottements et empêcher ainsi une trop grande perte d'énergie, une augmentation de température et une usure prématurée.

-Les soupapes

Ce sont elles qui autorisent ou bloquent le passage des flux entrant et sortant du cylindre. En effet, poussée par l'arbre à cames une soupape s'abaisse et découvre ainsi une lumière à travers la culasse, le piston, par son mouvement se charge d'aspirer le mélange ou d'évacuer les gaz brûlés. L'arbre à cames est relié au vilebrequin par une courroie de distribution et tourne exactement deux fois moins vite, afin qu'une soupape ne s'ouvre qu'une fois par cycle. Cette courroie de caoutchouc, autrefois métallique doit être remplacée régulièrement. Sa rupture stopperait la rotation de l'arbre à cames et les pistons viendraient brutalement heurter les soupapes laissées ouvertes... autant dire que le moteur serait hors d'usage!



<http://eric.cabrol.free.fr/Moteur/introMoteur.html>.

-La culasse

C'est une pièce recouvrant le banc de cylindres et qui contient les bougies le ou les arbres à cames et les soupapes. Le joint de culasse permet de rendre l'interface culasse-bloc moteur étanche.

-Le carter

Contrairement à celui du moteur deux temps, le carter du moteur quatre temps n'a pas de fonction vitale tel que la précompression. Ici, il sert de collecteur d'huile seulement.

3) Fonctionnement

Lors de son premier passage en position haute, le piston comprime l'air et l'essence, la bougie par son arc électrique crée l'explosion, provoquant la descente du piston, et développant l'énergie, au deuxième passage en position haute, le piston repousse les gaz brûlés par la soupape d'échappement, lors de sa descente, le piston aspire l'air et l'essence par la soupape d'admission, et le cycle recommence.

On constate que sur deux positions hautes, une seule fournit l'énergie. Pour lubrifier ces éléments, le moteur possède un carter inférieur contenant de l'huile. Le graissage s'effectue par barbotage, aidé par une cuiller placée sur le bas de la bielle ou sur certain moteur par une pompe projetant l'huile.

✓ L'admission

La pompe à essence est chargée d'amener le carburant jusqu'à l'entrée du carburateur. L'essence y arrive sous pression et est aspiré à travers de fins gicleurs grâce à la dépression provoquée par le passage de l'air dans les tubulures d'admission. La poignée d'accélérateur permet l'aspiration de l'essence, plus l'essence est aspirée et plus le moteur tourne vite car la quantité de mélange admis est plus importante. Le mélange est ensuite aspiré dans le cylindre par la descente du piston vers le P.M.B.. Aujourd'hui, pour des raisons de consommation, de pollution et de fiabilité, les carburateurs sont peu à peu remplacés par des systèmes d'injection qui permettent à l'essence d'être envoyée directement en haut des cylindres.

✓ La compression

Emporté par la rotation du volant moteur et des contrepoids, le piston remonte vers le P.M.H. comprimant ainsi le mélange qui vient d'y être admis. Les soupapes d'admission et d'échappement étant fermées pendant cette phase comme pour la suivante, la remontée du piston provoque la compression du mélange dans un rapport qui varie de 7:1* jusqu'à 12:1* pour les moteurs les plus performants

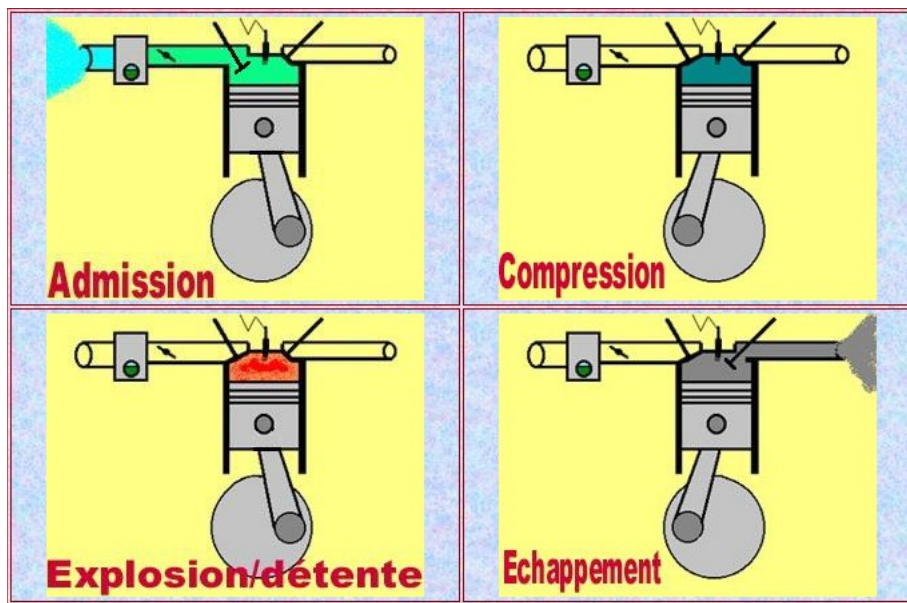
*(7 :1):taux de compression de la machine

✓ L'explosion ou temps moteur

L'étincelle électrique des bougies situées au sommet du cylindre provoque l'explosion du mélange. Les quatre bougies d'un moteur à quatre cylindres s'allument selon un ordre précis commandé par la tête d'allumeur appelé "delco", c'est un interrupteur mobile relié à un arbre à cames. A l'intérieur du delco, quand les vis platinees sont en contact, la bougie s'allume. Sur le Delco, un système à dépression relié au carburateur, modifie l'instant de l'étincelle pour l'accorder parfaitement avec le rythme du moteur c'est "l'avance". Le courant étant continu, un seul fil suffit à le conduire car l'astuce a consisté à relier l'autre borne de la bougie à des pièces métalliques de la machine qui joue alors le rôle de masse. L'étincelle produite va enflammer le mélange sans le faire exploser trop violemment, la combustion provoque une forte augmentation de la pression dans la chambre de combustion ce qui pousse le piston vers le P.M.B.

✓ L'échappement

Comme toute combustion, l'explosion du mélange air-essence produit des résidus, il s'agit ici des résidus carbonés et de la vapeur d'eau. Ces gaz doivent être évacués à la fin de chaque cycle et le mieux possible pour éviter de polluer le mélange qui va prendre sa place durant le prochain cycle. Pour cela, l'arbre à cames commande l'ouverture des soupapes d'échappement, qui, une fois ouvertes, laisse sortir les gaz poussés par la remontée du piston vers le P.M.H. Les gaz sont poussés vers les tubes d'échappement qui communiquent avec le silencieux.



<http://www.tract-old-engines.com/mot4temps.htm>

III. En compétition, 2 temps ou 4 temps ?

Depuis l'arrivée du moteur 4 temps en compétition la mécanique moto à connue une nouvelle ère, aujourd'hui beaucoup de questions restent en suspension sur l'avenir futur du moteur 2 temps. (Voir annexe n°3 et 4)

1) Avantages et inconvénients

Moteur 2 temps

Les plus :

- Sa vitesse de rotation élevée, de 5000 à 10000 tours/minute.
- Sa légèreté, environ 30% moins lourd que le 4 T.
- Une lubrification assurée dès le démarrage, et dans toutes les positions.
- Les pièces en mouvement s'usent moins.
- Accélération plus franche.
- Prix de la machine

Les moins :

- Risque de serrage si mélange huile/essence mal fait.
- Réglage carburateur difficile
- Physiquement dur à piloter
- Motricité sur terrain boueux

Moteur 4 temps

Les plus :

- Simplicité de la carburation lui assurant une stabilité du régime au ralenti.
- Résistance à la surcharge par un couple stable à la puissance maximum.
- Faible nuisance sonore.
- Forte motricité sur terrain gras.
- Conduite facile et agréable.
- Consommation du carburant.

Les moins :

- Faible rendement.
- Moteur plus lourd, du fait d'un volant moteur plus important et du système de soupapes.
- Difficulté de fonctionnement du moteur sous fortes inclinaisons
l'inclinaison du moteur ne doit pas dépasser 45°.

2) Règlement

D'après le règlement FIM, si en 2005 les 2 temps sont toujours admis en compétitions toutes catégories confondus (125cc, 250cc, 500cc) dès 2006 il n'y aura plus que du 4 temps sur les terrains du monde entier. Ce qui va logiquement rebondir sur les championnats nationaux car tous les compétiteurs devraient acheter un 4 temps pour participer aux courses FFM en 2006 d'après le président de la FFM Sébastien Gasengrand.

Ce nouveau règlement intervient dans le cadre de la protection de l'environnement

Emissions de gaz selon les normes Euro 1 et Euro 2:

	CO		HC		NO	
	2 temps	4 temps	2 temps	4 temps	2 temps	4 temps
Euro 1 (1999)	8.0	13.0	4.0	3.0	0.1	0.1
Euro 2 (2003)	5.5	5.5	1.2	1.2	0.3	0.3

<http://eric.cabrol.free.fr/Moteur/introMoteur.html>

CO = oxyde de carbone

HC = carbonate d'hydrogène

NO = oxyde d'azote

CONCLUSION

Depuis la première esquisse du moteur en 1860, ce dernier n'a sans cesse évolué jusqu'à nos jours afin d'optimiser ses performances. En outre l'invention d'un nouveau type de cycle (moteur 4 temps) a poussé la recherche à son apogée.

Les nouvelles normes environnementales nous poussent à croire à la disparition du moteur 2 temps, vu les nombreux points écologiques que représente le moteur 4 temps. Nous avons montré que le monde de la compétition se plie déjà à ces règles.

Malgré tout, une moto équipée d'un moteur sans émission polluante n'a toujours pas été inventée.

C'est pourquoi nous pouvons penser que l'industrie motocycle suive le même chemin que l'automobile en sortant un jour un moteur à hydrogène par exemple.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages :

- Revue « Moto Verte »
- Revue « Option Moto »
- « Les quatre coups » édition La Rivière

Sites Internet :

- <http://www.tract-old-engines.com/mot4temps.htm>.
- <http://eric.cabrol.free.fr/Moteur/introMoteur.html>.
- <http://motoculture-jardin.com/index.html>.
- <http://www.honda-geneve.com>

Expériences personnelles

Concessionnaires motos Grenoblois

ANNEXES

Annexe 1

Lexique

Barbotage : action de graissage des éléments en mouvement dans le moteur 4 temps.

Boisseau : élément principal du carburateur qui régule le mélange air-essence dans la chambre de combustion.

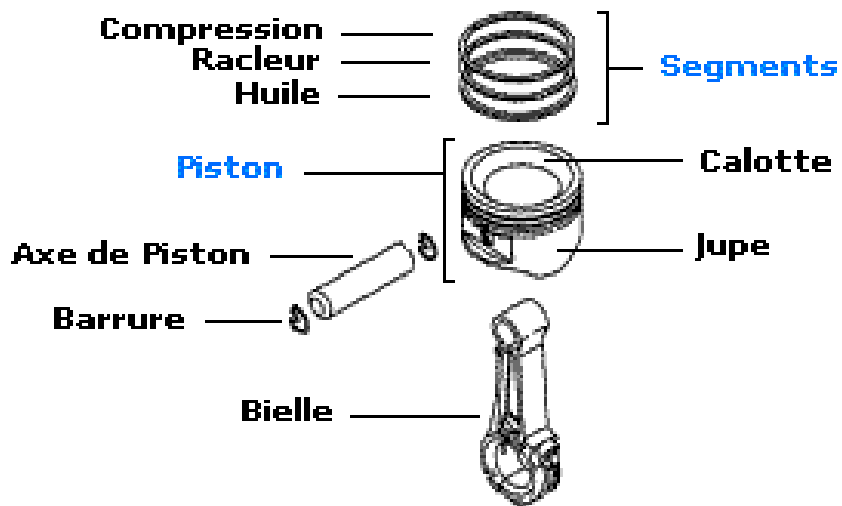
PMB : Point Mort Bas, position du piston en bas du cylindre.

PMH : Point Mort Haut, position du piston en haut du cylindre.

Tête de Delco : synchronisateur de l'étincelle des bougies dans chaque cylindre.

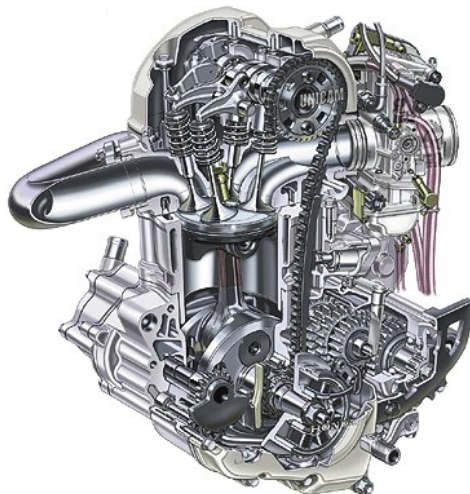
FFM : Fédération Française de Moto

Annexe 2



1/Ensemble bielle-piston du moteur 4 temps
<http://motoculture-jardin.com/index.html>.

2/Vue en coupe du moteur 4 temps de la HONDA 450 CRF 2005



<http://www.honda-geneve.com>

Annexe 3

Motos à moteur 2 temps

HONDA 250 CR année 2005



Source : Moto Verte n°210 page 13

SUZUKI 750 GSXR année 1995



Source : Moto Verte n°115 page 35

Annexe 4

Motos à moteur 4 temps

HONDA 450 CRF année 2005



Source : Moto Verte n°210 page 13

YAMAHA YZF 1000 année 2005



Source : Option Moto n°54 page 22

RESUME

Le moteur 2 temps à une architecture assez simple par rapport au moteur 4 temps tout en gardant le même principe de combustion.

Le moteur 2 temps est composé de 2 cycles distincts : le premier étant l'admission du mélange air-essence dans le cylindre, suivie d'une explosion entraînant la rotation du vilebrequin par l'intermédiaire du piston.

Quand au moteur 4 temps son fonctionnement se déroule suivant 4 étapes : admission, compression, explosion, échappement, avec l'aide de soupapes qui bloquent le passage des flux sortant et rentrant dans le cylindre.

En compétition, le choix du moteur est prépondérant pour les performances, c'est ainsi que l'on choisit de plus en plus l'option du 4 temps puisqu'il est notamment privilégié pour ses qualités de résistance mécanique et d'émission de polluants moindre. Ce dernier causera sûrement la mort du 2 temps avec les normes qui seront appliquées en 2006.