

# LE MOTEUR A 2 TEMPS

**FONCTION PRINCIPALE** : Transformer, par combustion, l'énergie contenue dans le combustible en énergie mécanique.

la connaissance du moteur à 2 temps et de son cycle de fonctionnement .Pré requis, connaissance du moteur à 4 temps et de son cycle de fonctionnement.



# Les moteurs 2 temps

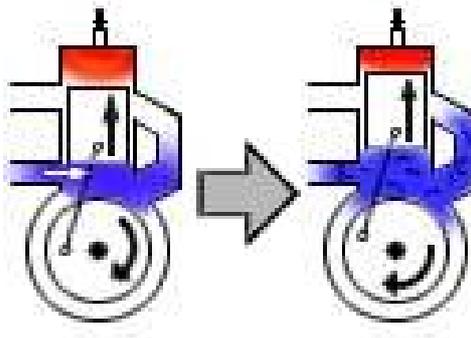
Pour que la fonction principale soit assurée par la motorisation, l'intervention de plusieurs sous-systèmes, réalisant chacun une fonction de service, est nécessaire.

| FONCTION PRINCIPALE   | FONCTION DE SERVICE   | SOUS-SYSTEMES ASSOCIES                  |
|---|---|---|
| <p><b>Transformer l'énergie initiale contenue dans le carburant en énergie mécanique disponible sur l'arbre moteur.</b></p> | Transformer par combustion l'énergie contenue dans le combustible en énergie mécanique  | Moteur à combustion interne             |
|   | Assurer le remplissage en comburant (et carburant)* de l'enceinte thermique du moteur   | Système de remplissage (carter-pompe)   |
|   | Transformer l'énergie électrique en énergie calorifique afin d'enflammer le mélange air/essence à un moment précis du cycle   | Système d'allumage                      |
|   | Evacuer les gaz d'échappement en améliorant le rendement du moteur et en réduisant l'émission sonore de celui-ci plus la réduction de certains polluants              | Système d'échappement et de dépollution |
|   | Évacuer la quantité de chaleur non transformée en travail, afin d'assurer au moteur une température de fonctionnement convenable pour la tenue des pièces mécaniques. | Système de refroidissement              |
|   | Assurer la lubrification de l'équipage mobile du moteur   | Système de lubrification                |

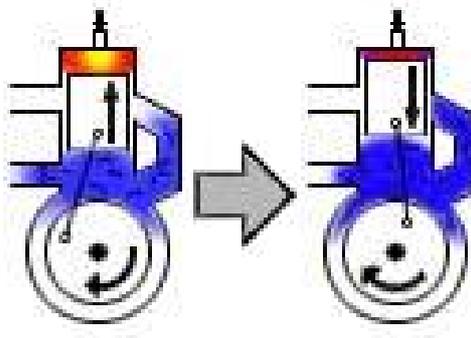
Le cycle du moteur 2 temps fonctionne sur un seul tour de vilebrequin (360°) soit une montée + une descente du piston. Le moteur 2 temps n'utilise pas de soupapes pour l'admission et l'échappement comme le moteur 4 temps mais des lumières (des trous) directement dans le cylindre qui seront ouverts et fermés par le passage du piston. On retrouve les mêmes phases que dans le quatre temps mais l'utilisation du dessous du piston comme pompe dans le carter moteur (admission des gaz frais) permet de chevaucher deux cycles en même temps. On est donc en droit de s'attendre à un rendement deux fois plus élevé. Malheureusement, comme les phases d'admission et d'échappement s'effectuent en même temps, le transfert n'est pas optimal. On sort quand même généralement 60 à 80% de puissance supplémentaire à cylindrée identique par rapport aux quatre temps.

**Le cycle se déroule de la façon suivante :**

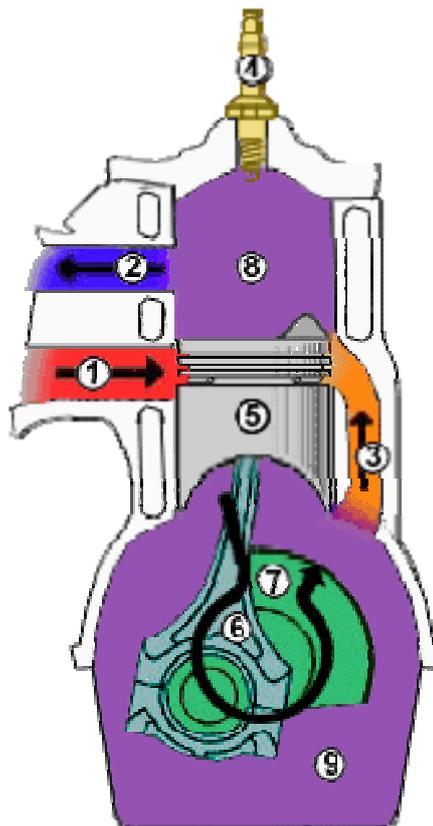
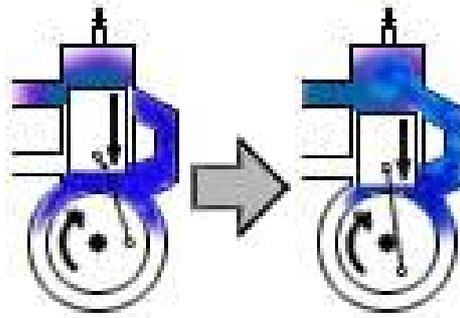
1. Le piston se trouve en position PMB soit le piston en bas. Lorsque le piston monte, le dessous crée une dépression qui aspire le mélange dans le carter par la lumière d'admission.



2. En fin de phase de compression, le piston en position haute PMH, l'étincelle de la bougie enflamme le mélange, créant la combustion/détente.



3. Le piston, en descendant, ouvre les lumières de transfert qui permettent au mélange neuf (poussé par le piston) de passer du carter (au-dessous) à la chambre de combustion (au-dessus). La détente s'arrête lorsque le piston ouvre la lumière d'échappement. La forte pression puis l'arrivée des gaz frais poussent les gaz brûlés dans l'échappement.



NOTE:

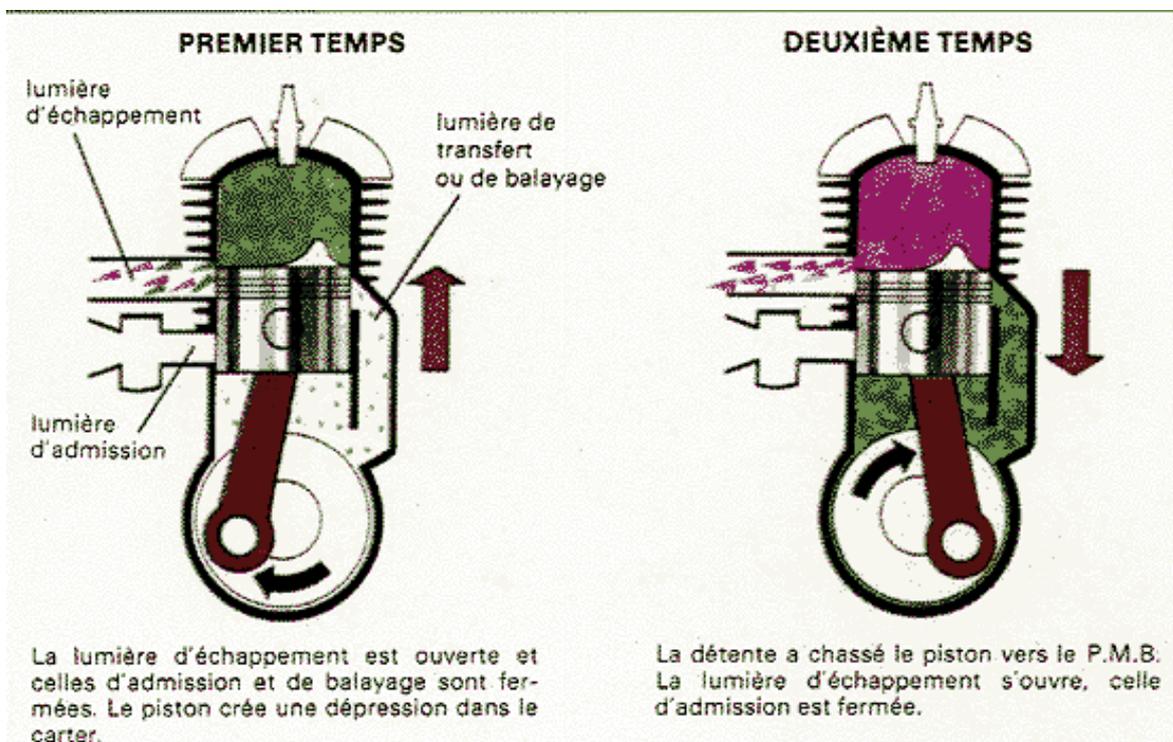
**La phase de transfert (ou balayage) est délicate car il ne faut pas que les gaz brûlés restent dans le cylindre ni que les gaz frais s'échappent par l'échappement.**

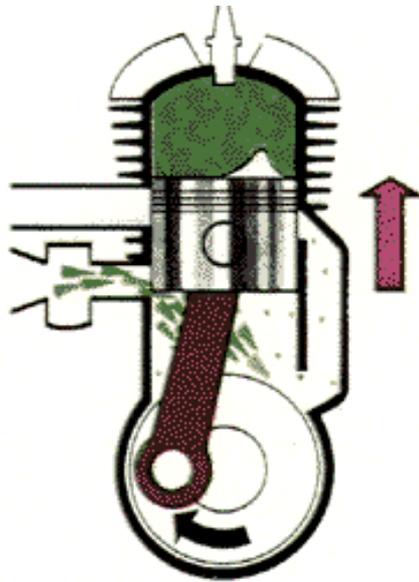
Toutes ces différences de principe font que le moteur 2 temps a beaucoup moins de pièces que le moteur 4 temps. Un moteur 2 temps comporte des "lumières". Ce sont des conduits qui sont ouverts ou fermés, par le passage du piston (5).

1. **la lumière d'admission** (- 1) est le conduit par lequel les gaz frais seront admis. Ils entrent dans la chambre (9) sous le piston (5), par la dépression que crée celui-ci en montant.
  
2. **la lumière de transfert** (- 2) est le conduit par lequel les gaz frais seront poussés vers le dessus du piston (5). En descendant le piston crée une pression dans le carter (9) et en même temps il obstrue la lumière d'admission (1).
  
3. **la lumière d'échappement** (- 3) est le conduit par lequel les gaz brûlés seront expulsés. Quand le piston (5) est en haut, en redescendant il ouvre le conduit d'échappement (3).

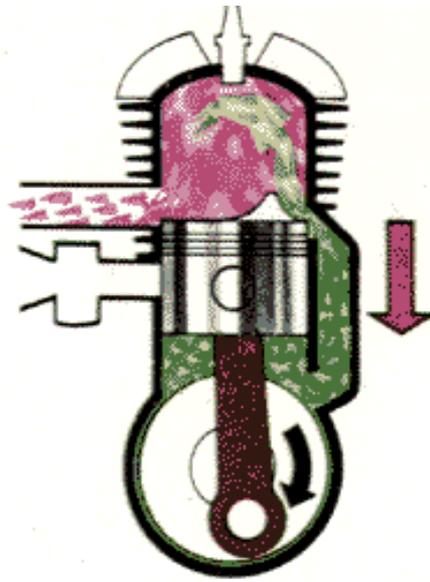
Quand au reste des pièces, la bougie (4), le piston (5), la bielle (6) et le vilebrequin (7), elles ont la même fonction que dans le moteur 4 temps.

Dernière différence avec le moteur 4 temps, le carter pompe (9) sert à comprimer les gaz frais pour mieux les propulser dans la chambre (8), d'où la nécessité de faire fonctionner le moteur avec un mélange d'huile (spéciale, qui brûle sans laisser de dépôts) et d'essence, le carter ne pouvant contenir l'huile moteur.

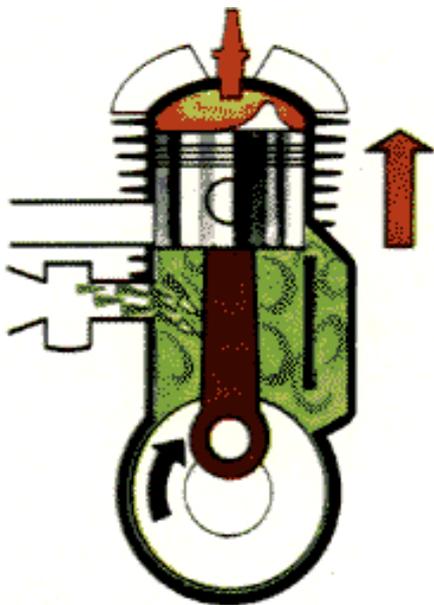




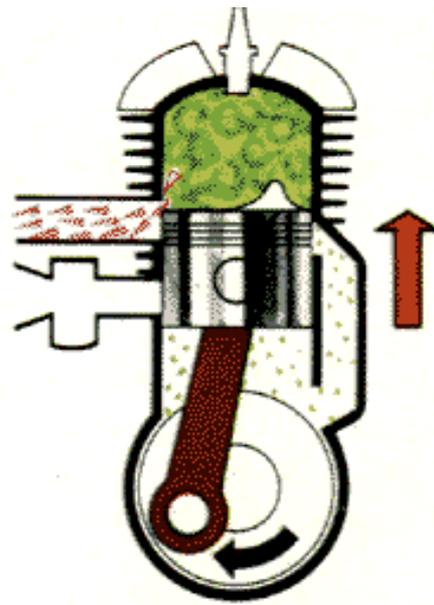
Le piston commence la compression du mélange. La lumière d'admission est en partie ouverte et le mélange entre dans le carter.



La lumière de transfert s'ouvre, et, sous l'action du piston, le mélange, poussé vers le cylindre, chasse les gaz d'échappement.



Fin de la compression et début de l'allumage. Pendant ce temps, l'aspiration du mélange arrive dans sa phase terminale.



Le piston remonte, ferme la lumière de transfert, les derniers gaz d'échappement sont évacués. Le cycle recommence.

## Les aspects du fonctionnement

Le fonctionnement d'un deux-temps, s'il peut sembler a priori facile, soulève un certain nombre de problèmes qu'une multitude de brevets a tenté de résoudre. On en étudiera les aspects les plus importants :

le remplissage du carter, le balayage, le graissage. etc., et les solutions qui y ont été apportées.

Le remplissage du carter. Le rendement d'un **carter-pompe** est très faible à cause de l'important volume mort nécessité par la présence de l'embellage. De ce fait, le remplissage du carter ne peut être parfait.

Par ailleurs, **le système d'ouverture de la lumière d'admission par le piston a l'inconvénient de donner des angles d'ouverture et de fermeture symétriques par rapport au point mort haut**. Si, pour corriger le remplissage, on veut donner de l'avance à l'ouverture, on crée automatiquement un retard à la fermeture qui peut être néfaste, le refoulement de la masse gazeuse vers le carburateur.

**La fermeture de l'admission doit s'effectuer lorsque la pression des gaz admis dans le carter devient égale** à la pression atmosphérique. A cet instant, le remplissage est maximal et tout retard à la fermeture provoque un refoulement par la lumière d'admission. Cette condition d'équilibre varie en fonction du régime ; en conséquence, le dimensionnement de la lumière d'admission dépendra du régime d'utilisation moyen choisi.

Pour les autres régimes, le remplissage sera donc théoriquement incorrect.

Pour remédier à cet inconvénient, on peut aussi utiliser **des soupapes automatiques** (à dépression) ou commandées. Elles permettront d'adapter la durée de l'admission au régime moteur et **d'annuler la symétrie par rapport aux points morts**.

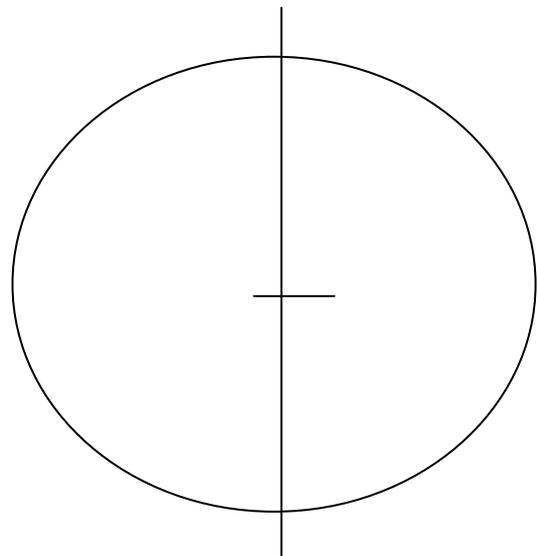
Des lames d'acier ou de matière plastique (admission à clapet) forment une soupape qui n'est plus commandée mécaniquement par le passage du piston devant la lumière mais par la pression régnant dans le carter :

## BOITE À CLAPETS

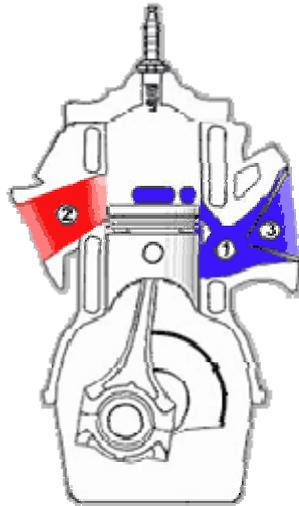
BOITE A CLAPETS



Tracé de l'épure circulaire d'un moteur à 2 temps avec admission « par clapets »



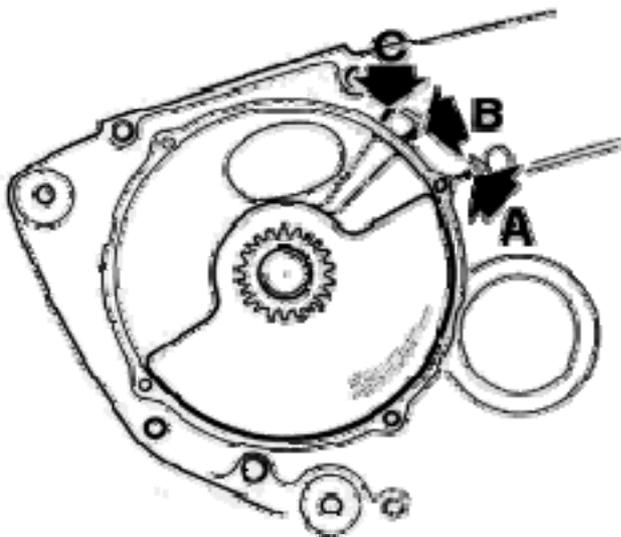
Implantation de la boîte à clapets (3) sur la lumière d'admission



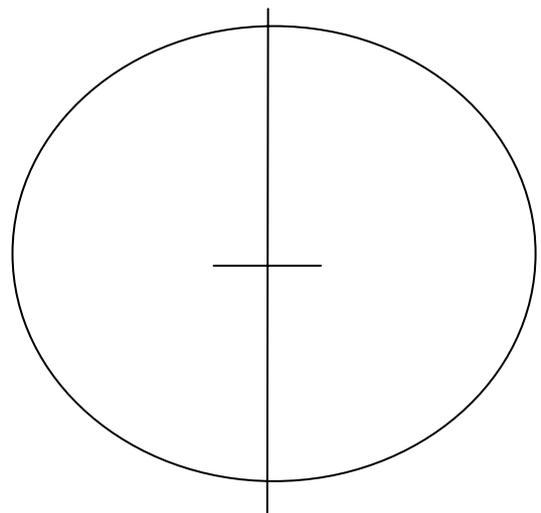
## Le distributeur rotatif

il offre aussi une solution intéressante. Son mouvement est indépendant du mouvement alternatif du piston, ce qui élimine la symétrie (ouverture fermeture par rapport au P.M.H.), le diagramme d'ouverture étant défini par l'échancrure pratiquée sur le disque entraîné par le vilebrequin.

DISQUE ROTATIF

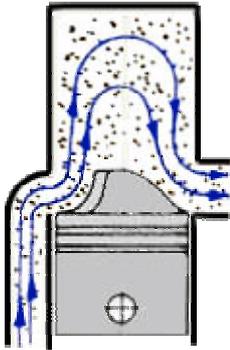


Tracé de l'épure circulaire d'un moteur à 2 temps avec admission « par valve rotative »



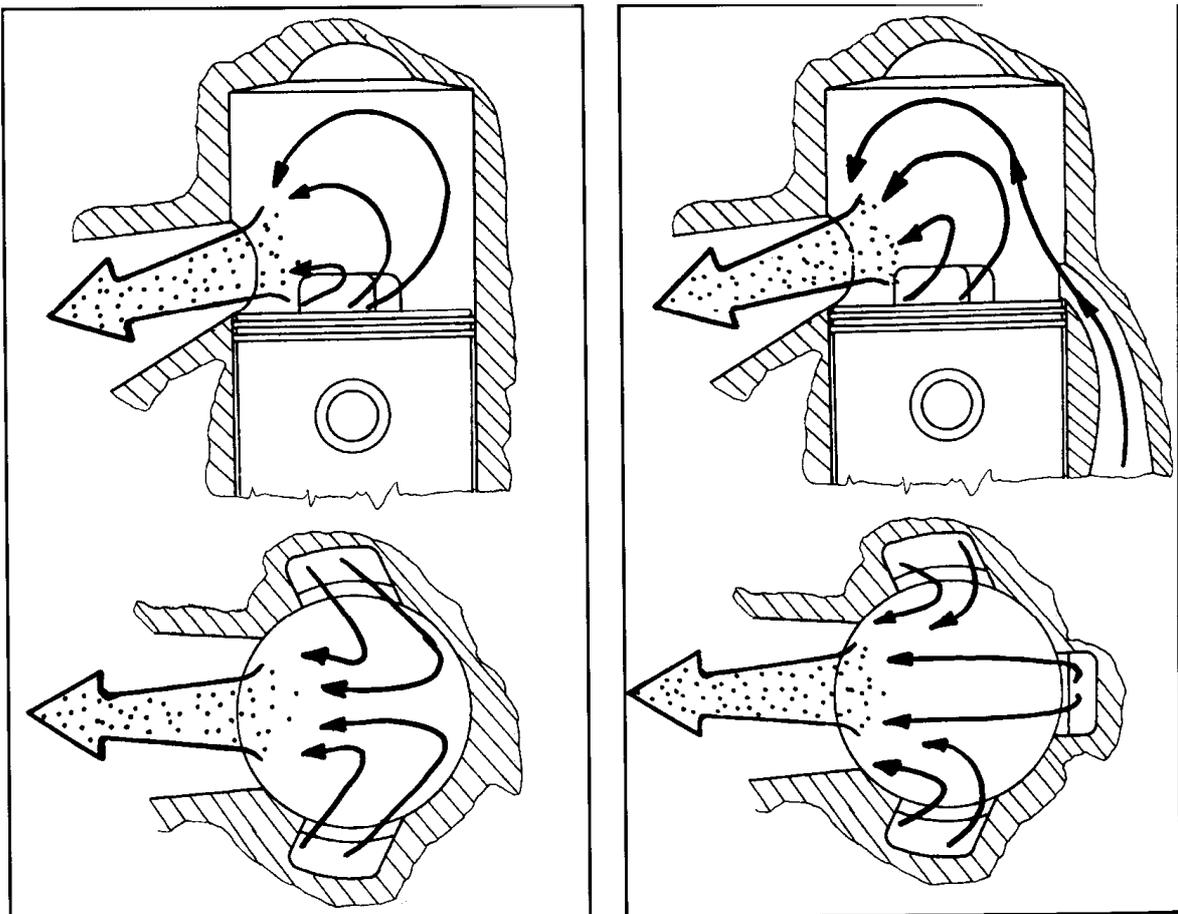
# LE BALAYAGE

**LE BALAYAGE** est la phase de fonctionnement pendant laquelle les gaz frais provenant du carter et débouchant dans le cylindre par les canaux de transfert chassent les gaz brûlés à l'extérieur du cylindre.



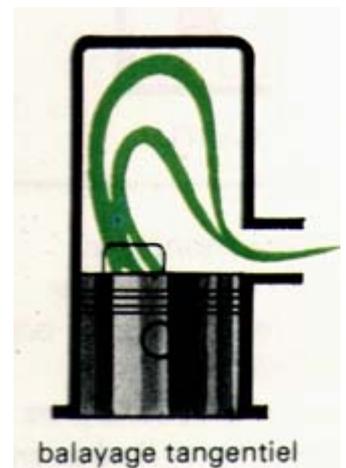
Balayage par un simple canal de transfert et un déflecteur sur le piston pour diriger les gaz frais vers le haut du cylindre et éviter leurs sorties par la lumière d'échappement.

## Balayage tangentiel



**Le balayage tangentiel.** Expérimenté par l'Allemand Schnürle dans les années trente, il se caractérise par le dédoublement du canal de transfert. Les deux courants de gaz se rencontrent le long de la paroi opposée à l'échappement et remontent ensuite vers la culasse. Ce système permet d'utiliser des pistons plats et il assure un meilleur balayage. Les gaz frais étant au contact des parois, on évite ainsi tout mélange avec les gaz brûlés.

Perfectionné successivement, le balayage tangentiel s'est imposé parce qu'il était en mesure de conserver la simplicité caractéristique du deux-temps. Le balayage s'effectue grâce à la différence de pression entre le carter-pompe et le cylindre à l'ouverture de la lumière de transfert.



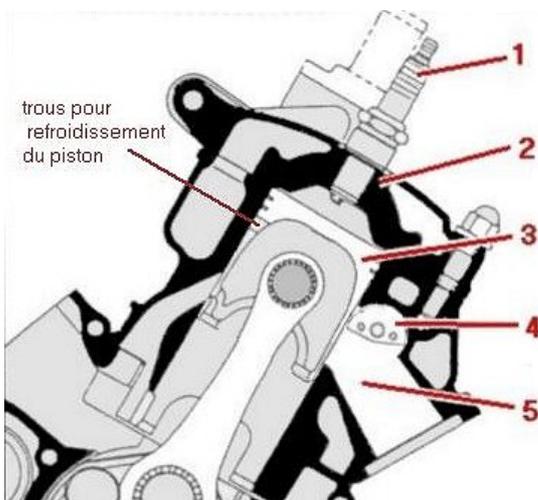
## ECHAPPEMENT VARIABLE

Afin de modifier le diagramme de l'échappement la hauteur de la lumière est variable grâce à

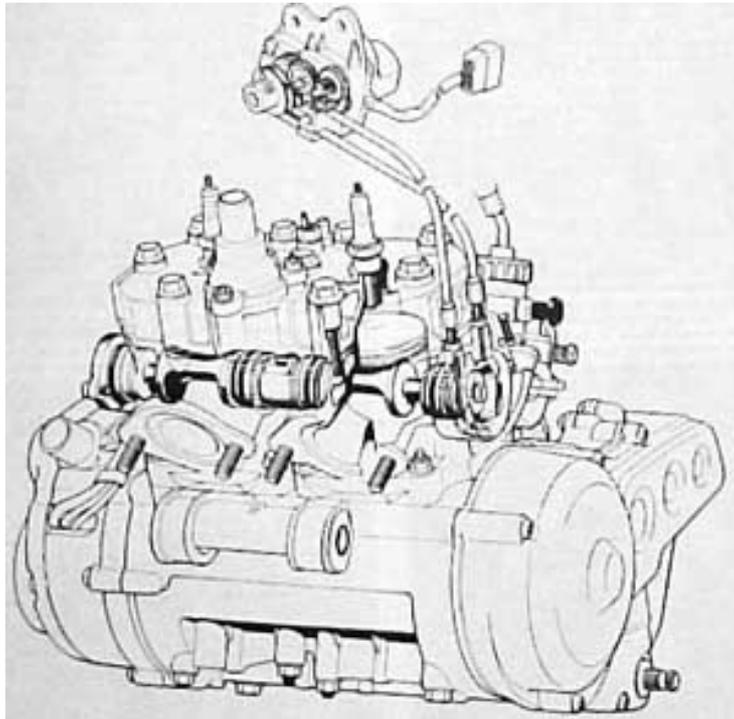
Un boisseau rotatif (commandé par un servomoteur ou par une guillotine)

**Fonction du système** > améliorer le couple moteur par une durée de l'échappement proportionnelle au régime du moteur : faible régime/petit diagramme, haut régime/grand diagramme.

Un boisseau (4) modifie la hauteur de la lumière, donc la durée du diagramme de l'échappement.



**YPVS** du constructeur YAMAHA > le boisseau (PARTIE OPERATIVE) est commandé par un servomoteur et des câbles de liaison. Le servomoteur est lui même commandé par le boîtier électronique de l'allumage (PARIE COMMANDE)



---

### Avantages et inconvénients

Par rapport à un moteur à quatre temps, un moteur à deux temps présente certains avantages non négligeables :

- Une plus grande régularité du mouvement. Le couple est distribué de façon uniforme tous les 360° de rotation (pour un monocylindre), ce qui élimine le lourd volant moteur. Cette caractéristique permet également d'éviter un fractionnement trop poussé de la cylindrée. . Pour le balayage par carter-pompe, les pertes de gaz frais par la lumière d'échappement peuvent atteindre 50 %, ce qui pénalise lourdement la puissance délivrée. Dans ce second cas, les deux cycles sont équivalents, avec, peut-être, un léger avantage aux deux-temps si l'on prend comme référence deux moteurs de même cylindrée fonctionnant à un même régime ;
- Un poids réduit et une simplicité de fabrication. On élimine en effet tout le système de distribution complexe.
- Un faible nombre d'organes en mouvement. Les inconvénients du deux-temps n'ont pas été, à ce jour, totalement éliminés : - Une consommation spécifique élevée. Une partie du mélange étant perdu à des fins de balayage, on prévoit une avance à l'admission qui, si elle réduit la consommation, grève la puissance (détente incomplète). Signalons qu'un balayage complet suppose, dans tous les cas, un excès de carburant (donc de pollution): et notons également une forte consommation d'huile, quel que soit le système de graissage retenu :

graissage séparé ou par mélange, l'huile est brûlée et consommée à la combustion du mélange air/essence, le graissage se dit : « A huile perdue ».

Le mélange sera « riche », les molécules d'essences participeront au refroidissement et à la tenue des pièces mécaniques qui constituent le moteur en véhiculant les calories excédentaires.

Les Moteur à 2temps équipés d'un système d'alimentation par « injection » améliorent la consommation spécifique mais ne résolvent pas le point négatif du graissage à huile perdue et des rejets polluants ( fines particules) à la combustion.