

MOTEURS A DEUX TEMPS

Comment fonctionnent-ils ?

Ce n'est pas un hasard si, en modélisme, les moteurs à deux temps sont utilisés dans 95% des cas. Le "deux temps" est un moteur très simple quant à sa composition; il comporte très peu de pièces, dont seules trois ou quatre sont mobiles. C'est vers lui qu'on se tourne quand on a besoin d'un moteur puissant, léger, simple et bon marché; on le retrouve dès lors dans quantité d'outillages légers (tronçonneuses, tondeuses à gazon, pompes portables) et sur les motocyclettes de petite cylindrée.

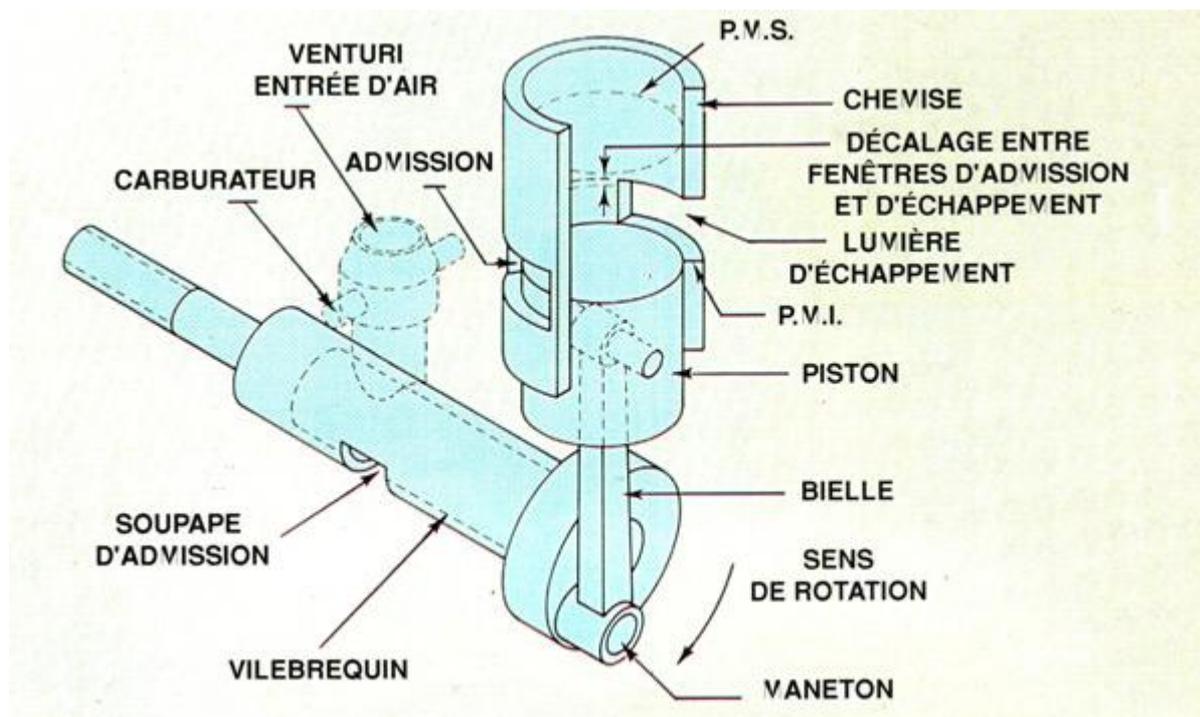


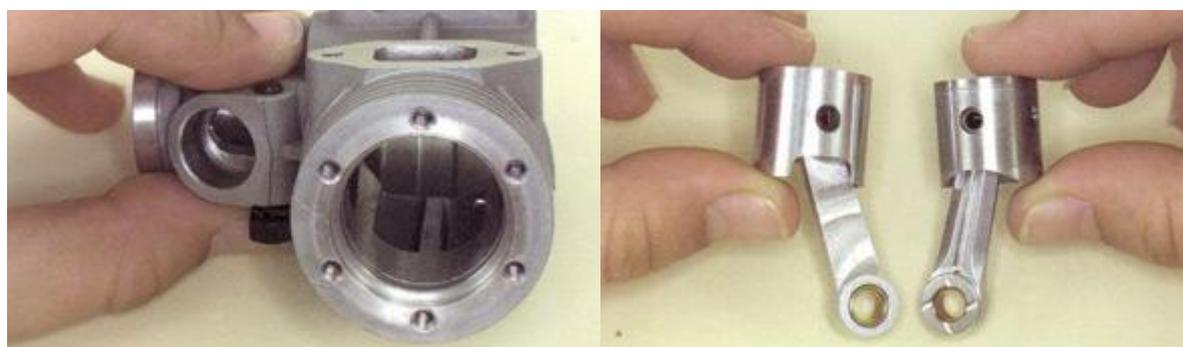
Schéma des pièces principales d'un moteur à deux temps.

Cycle de deux et quatre temps

Les moteurs à deux temps se caractérisent par une explosion à chaque tour de vilebrequin. Les quatre temps, par contre, ne produisent qu'une explosion tous les deux tours. Le moteur à quatre temps, que nous aborderons dans le cadre d'un autre article, comprend des pièces supplémentaires par rapport à un moteur à deux temps des soupapes, un arbre à cames et d'autres composants du système de distribution (chargé d'envoyer le carburant aux cylindres). Ce nombre inférieur de pièces (ainsi que son système particulier de lubrification) expliquent que le moteur à deux temps soit plus simple et plus léger.

Comment fonctionne un moteur ?

Tout moteur à combustion interne (ou, pour simplifier, à explosion) brûle du carburant et profite de l'énergie ainsi produite. Pour ce faire, le moteur doit être équipé d'un système capable d'acheminer ce carburant, d'enflammer celui-ci et d'expulser les gaz résultant de sa combustion. Ce système doit être automatique, de façon à ce que le moteur puisse "s'auto-alimenter" en cours de fonctionnement. Dans les moteurs à deux temps, cette fonction qui s'apparente en quelque sorte à une "pompe" à carburant est assurée, conjointement avec les autres parties mobiles, par le carter du moteur.



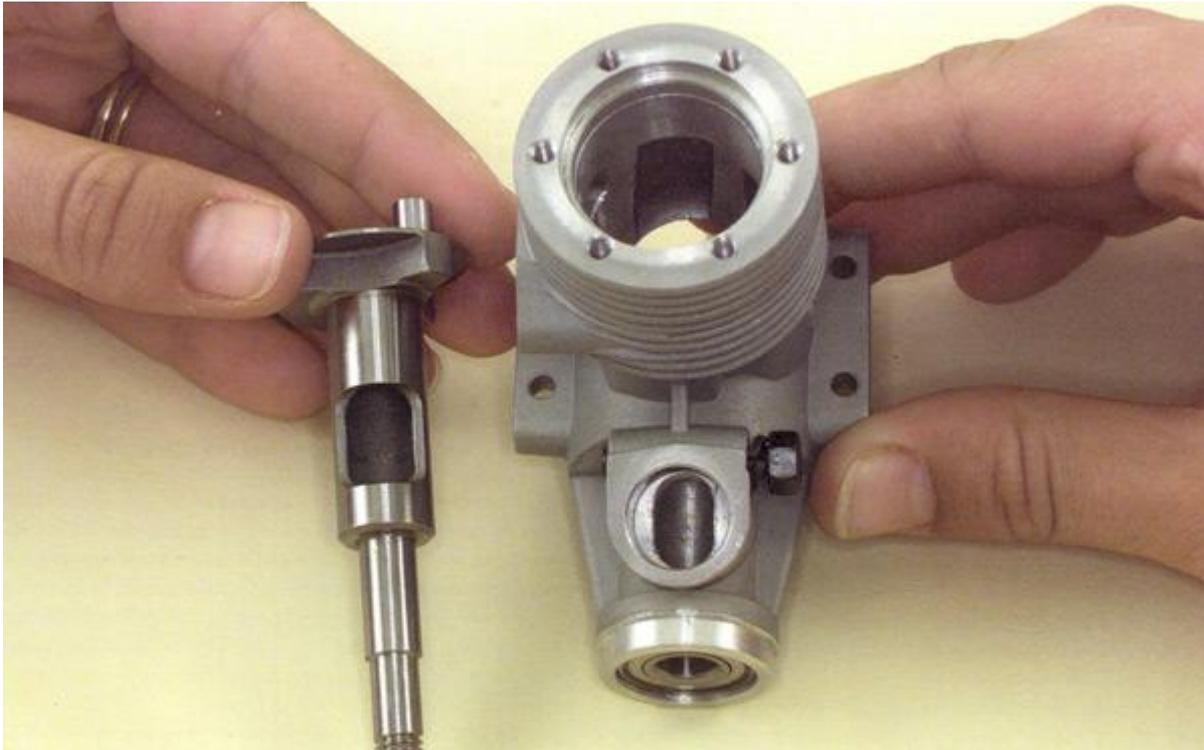
1) Moteur à deux temps sans chemise ni piston. Observez les "admissions" taillées dans le bloc.

2) Deux ensembles piston/bielle. Celui de droite correspond à un moteur de compétition, avec bielle allégée.

Cycle à deux temps

Comme nous l'avons déjà précisé, le moteur à deux temps effectue un cycle de travail complet à chaque tour de vilebrequin. Les deux temps du cycle coïncident avec la descente et la montée du piston. Nous avons choisi comme point de référence le moment où le piston se trouve en haut de sa course, moment qui coïncide plus ou moins avec l'allumage du mélange dans la chambre à explosion. Après l'explosion, le piston est violemment poussé vers le bas. Durant la première phase de cette descente, les gaz poussent le piston jusqu'à l'apparition de la lumière d'échappement. Cette lumière, que nous évoquerons plus tard en détail, est une ouverture pratiquée dans la paroi du cylindre, par où les gaz brûlés s'échappent vers l'extérieur (ou vers le système

d'échappement). Le piston continue à descendre en comprimant les gaz frais présents dans le carter du moteur et en les obligeant à se déplacer vers le haut, de façon à ce qu'ils pénètrent à l'intérieur du cylindre par les lumières d'admission. Notez que l'entrée du mélange frais non encore brûlé et l'évacuation des gaz brûlés, de l'autre côté du cylindre, sont simultanées (les deux entrent en contact). Il en va autrement des moteurs à quatre temps le cylindre se vide avant que la soupape d'admission ne s'ouvre. Revenons-en à notre moteur. Le piston descend et, en raison de l'inertie de son mouvement, le vilebrequin continue à tourner, obligeant ainsi le piston à remonter. Celui-ci, en montant, ferme les lumières et comprime le mélange combustible frais. Une fois arrivé à un certain niveau, le mélange s'enflamme grâce à l'étincelle de la bougie ou à l'action catalytique de la bougie "glow" dont sont pourvus nos modèles, et le cycle recommence.



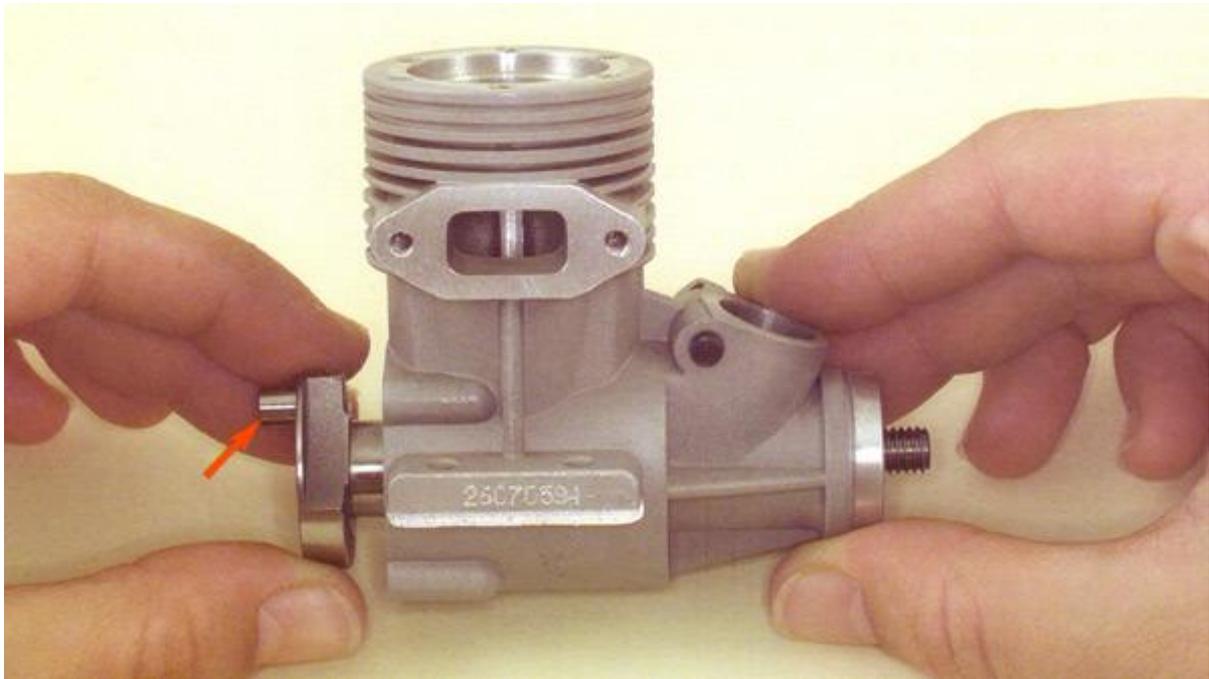
Carter et vilebrequin du moteur. Observez l'orifice du bloc, qui coïncide avec la fenêtre du vilebrequin.

Lubrification du moteur

La lubrification du moteur à deux temps diffère de celle d'un moteur à quatre temps. Ce dernier est généralement pourvu d'un carter dans lequel tourne le vilebrequin, où le carburant ne pénètre pas. La lubrification s'opère par le biais d'une certaine quantité d'huile contenue dans le carter; celle-ci éclabousse les points d'appui du vilebrequin, l'articulation de la bielle et les parois du cylindre. Le moteur à deux temps est différent. Dans la quasi-totalité des cas (et bien entendu dans le cas des moteurs de modélisme), le mélange combustible passe à l'intérieur du carter lors de son parcours entre le carburateur et le cylindre. Le principe du système de graissage est basé sur le mélange huile/carburant quand ce mélange traverse le carter, l'huile lubrifie toutes les parties mobiles du moteur. Quand le mélange brûle dans la chambre à combustion, une partie de l'huile brûle aussi, dégageant les fumées propres à ce type de moteurs (de moins en moins abondantes grâce aux nouveaux lubrifiants); mais le reste de l'huile ne brûle pas et lubrifie avec efficacité le haut du cylindre. Les roulements -ou douilles- sur lesquels le vilebrequin s'appuie reçoivent un mélange essence/huile frais en provenance du carburateur.

Système d'admission

Dans les moteurs à quatre temps, le mélange entre dans le moteur grâce à la succion que les cylindres exercent au cours de leur descente quand la soupape d'admission s'ouvre, les gaz frais sont aspirés à l'intérieur. Dans les moteurs à deux temps, l'aspiration dépend -comme pour ceux à quatre temps- du mouvement des cylindres; cependant, comme ils n'ont pas de soupapes, cette aspiration doit être régulée d'une autre manière. Dans nos moteurs de modélisme, l'admission du combustible s'effectue au travers du vilebrequin. Celui-ci est creux dans la plupart des moteurs; sa partie avant comprend une "fenêtre" à la hauteur du carburateur. Le système d'admission fonctionne comme suit la fenêtre du vilebrequin correspond à un angle déterminé de sa rotation. Cet angle est établi de telle sorte que la fenêtre reste ouverte pendant la montée du piston (les lumières d'admission du cylindre sont alors fermées) et que les gaz soient aspirés à l'intérieur du carter; d'autre part, la fenêtre du vilebrequin se ferme quand le piston descend et que les lumières d'admission sont ouvertes. Ainsi, quand il descend, le piston comprime le mélange contenu dans le carter et l'oblige à passer, par les lumières, à l'intérieur du cylindre.



Bloc avec lumière d'échappement vu de côté. Observez le maneton du vilebrequin.

Que se passe-t-il dans le cylindre ?

Comme nous venons de l'indiquer, le cycle du moteur à deux temps comprend une phase au cours de laquelle les lumières d'admission et d'échappement sont ouvertes on même temps. Il est, durant cette phase, théoriquement possible que les gaz pénètrent dans le cylindre et s'échappent, sans brûler, par la lumière d'échappement ou qu'ils se mélangent aux gaz déjà brûlés. L'une et l'autre de ces deux éventualités provoqueraient une forte baisse de rendement de notre moteur à deux temps. Ce problème peut être résolu de diverses manières. Les moteurs plus anciens ne comptaient qu'une seule lumière d'admission, de grande dimension. Le piston n'était pas plat, mais il comprenait, dans sa partie supérieure, un déflecteur (dont l'aspect variait selon le fabricant) qui écartait le jet des gaz frais de la lumière d'échappement située juste en face et les dirigeait vers le haut du cylindre. Depuis environ 25 ans, d'autres systèmes sont utilisés pour améliorer le rendement du moteur à deux temps. La tendance actuelle vise à placer plusieurs lumières à différents endroits du piston pour que le flux de gaz soit le meilleur possible.



Chemises de deux moteurs à deux temps. Celle de droite, provenant d'une voiture de compétition, présente de nombreuses lumières d'admission destinées à optimiser l'arrivée des gaz frais.

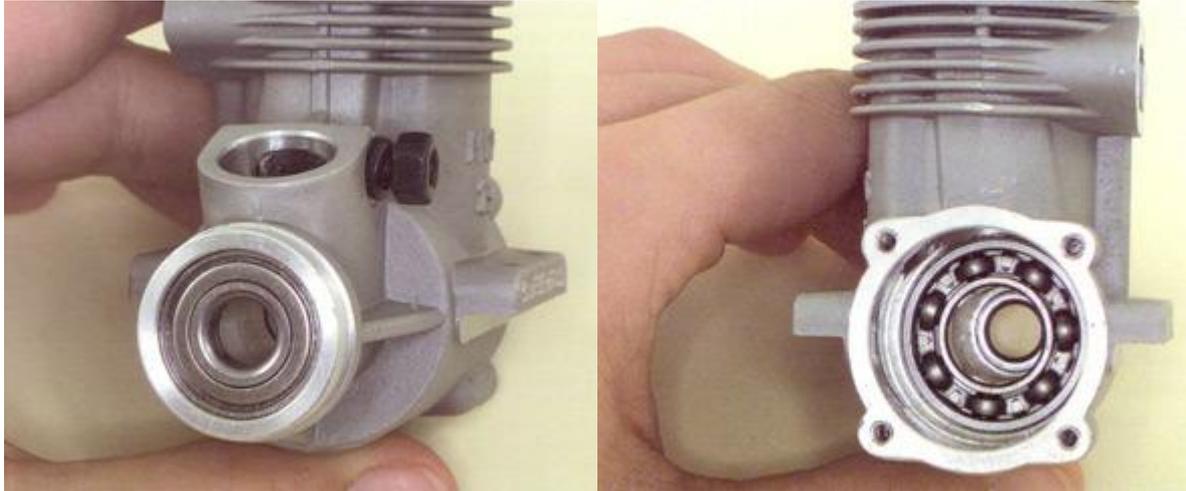
Système Schnürle

Ce système est le plus courant. Conçu par l'ingénieur du même nom (je crois qu'il était allemand), il a été mis au point voici près de 75 ans et utilisé pour la première fois dans les années 70-71 sur des moteurs d'aéromodelisme. Il se base sur l'utilisation de trois lumières d'admission. Les deux premières se trouvent sur les parois du cylindre, orientées dans le sens contraire par rapport à l'échappement. La troisième lumière est plus petite, juste en face de la lumière d'échappement et orientée vers le haut. Elle est située plus haut que les autres, pour pouvoir s'ouvrir un peu avant celles-ci. Le système fonctionne de façon à ce que les jets du mélange des trois lumières se combinent et que le mélange frais "balaie" tout l'intérieur du cylindre; il contribue à maintenir le mélange à l'intérieur et à expulser les gaz brûlés. Il est difficile de se faire une idée précise de ces minuscules jets de mélange,

produits 15000 fois par minute dans un espace aussi réduit. Quoi qu'il en soit, le système Schnürle fonctionne tellement bien que tous les moteurs à haut rendement (de modélisme ou non) en sont pourvus, tel quel ou avec l'une ou l'autre variante. Ces variantes sont nombreuses n'utiliser que les lumières latérales, placer une double lumière centrale, etc. En tout cas, ce qui différencie les systèmes de balayage disons "programme" des anciens systèmes à deux lumières face à face, c'est l'orientation des orifices sur les parois du cylindre.

Systèmes d'échappement

Tandis que, pour un moteur à quatre temps, l'échappement est surtout un composant 'passif', dans le cas des moteurs à deux temps, il est peut-être le composant isolé susceptible de modifier le plus son rendement. Nous évoquerons, dans un prochain article consacré à ce sujet, les caractéristiques des systèmes d'échappement. Nous pouvons toutefois d'ores et déjà signaler que, comme dans le cas des motos de compétition (d'ailleurs équipées de moteurs à deux temps), un échappement bien conçu est capable de contribuer à l'expulsion des gaz déjà brûlés et de maintenir les gaz frais à l'intérieur du cylindre avec la même efficacité que si l'on installait une véritable barrière à la sortie de ce dernier. Nous parlons ici d'améliorations du rendement supérieures à 60%, avec une puissance supérieure et une consommation réduite.



- 1) Roulement avant du moteur, en l'occurrence blindé pour éviter des pertes d'huile.
- 2) On peut, sur cette vue arrière, observer l'autre roulement. Ils sont presque toujours de type "ouvert".

Pour terminer, un peu de philosophie

En réalité, le fonctionnement d'un moteur à deux temps est, comme nous l'avons expliqué en quelques lignes, assez compliqué. Il faut tenir compte d'une série de paramètres tels que la dimension, la quantité, l'orientation et la position des lumières, celles-ci devant être réalisées avec une extrême précision. Il n'y a d'ailleurs de même du système d'échappement une bonne conception améliore le rendement du moteur plus que vous ne pouvez l'imaginer. Le fait qu'il suffise d'avoir deux mains et une lime pour améliorer considérablement son rendement contribue fortement au charme que le deux temps exerce sur les amateurs qui ont appris à maîtriser le fonctionnement. Il est beaucoup plus artisanal que le moteur à quatre temps, qui relève davantage de la haute technologie. Dans un prochain article, nous vous expliquerons comment améliorer le rendement d'un moteur.

Cycle de fonctionnement d'un moteur à deux temps

