

MOTEURS À QUATRE TEMPS

Caractéristiques, avantages et inconvénients

Les moteurs à quatre temps existent depuis longtemps. Voici plus de quinze ans, à une époque où les moteurs à deux temps les plus "enragés" (puissance élevée et haut régime moteur) faisaient fureur, la maison O.S. se distingua en lançant un moteur à quatre temps (l'ancien OS 61 4T), qui, à vrai dire, surprit la plupart des amateurs. Qui pouvait être intéressé par un moteur deux fois plus cher, plus délicat, qui nécessitait de fréquents réglages et fournissait deux fois moins de puissance que son équivalent à deux temps?

Quinze ans ont passé et il nous faut rendre hommage à la clairvoyance des ingénieurs japonais : la plupart des finalistes des championnats mondiaux d'acrobatie, de maquettes et d'autres spécialités ont des appareils équipés de moteurs à quatre temps; certains fabricants (Saito, par exemple) ne fabriquent que ce genre de moteurs et tous les passionnés possèdent - ou rêvent de posséder - l'un de ces petits bijoux, dont le prix se rapproche d'ailleurs de plus en plus de celui des deux temps.



Les reproductions de modèles anciens sont souvent équipées de moteurs à quatre temps.

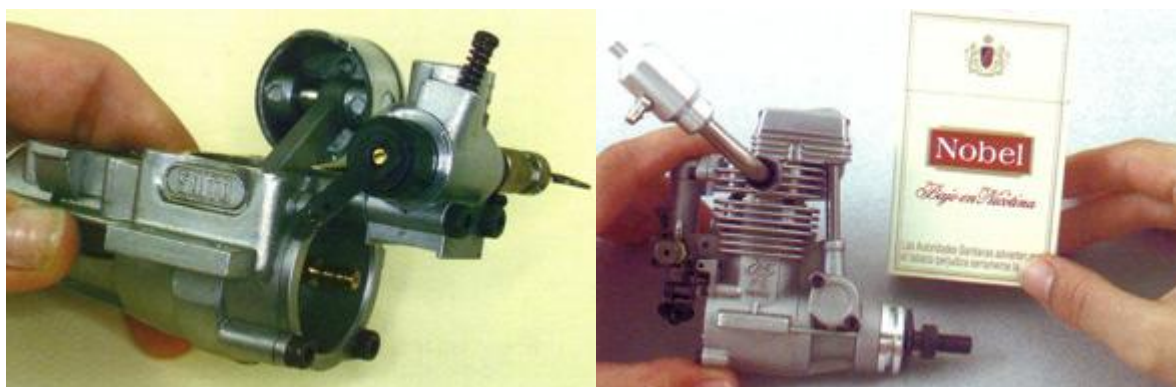
Qu'est-ce qu'un moteur à quatre temps ?

Les quatre temps (4T, en abrégé) fonctionnent pratiquement de la même façon que les moteurs qui équipent nos voitures. Nous avons, lors d'un précédent article, décrit en détail le fonctionnement des moteurs à deux temps (une explosion à chaque tour de vilebrequin). Les quatre temps sont plus complexes. Le mélange entre et sort de la chambre de combustion par des soupapes situées dans la culasse du moteur. Le moteur ne produit une explosion que tous les deux tours de vilebrequin. Contrairement au moteur à deux temps qui comprenait très peu de pièces mobiles, le 4T comporte une série de pièces supplémentaires, qui forment l'ensemble de la distribution. De quoi s'agit-il ?

La distribution

Ce système, propre aux moteurs à quatre temps, vise à ce que le mélange entre, sans brûler, dans la chambre à combustion et à ce que les gaz brûlés en sortent, une fois leur travail terminé.

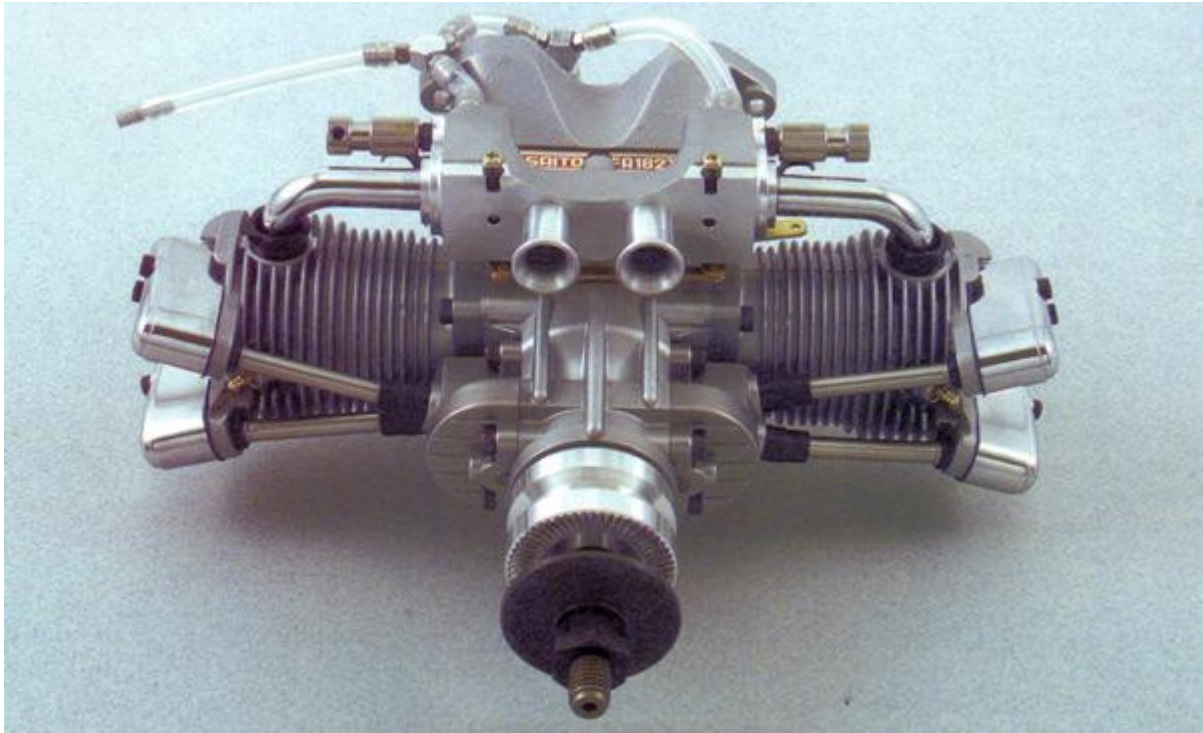
Cet objectif peut être atteint de diverses manières, mais 98% des moteurs de modélisme fonctionnent sur la base d'un arbre à cames, de poussoirs, de culbuteurs et de soupapes, avec leurs ressorts respectifs. Les 2-3% restants utilisent d'autres systèmes pour l'admission et l'échappement des gaz, comme des soupapes rotatives. L'arbre à cames est chargé de générer le mouvement oscillant des soupapes. Il est relié au vilebrequin par une réduction (un couple d'engrenages ou poulies, si le mouvement se fait par courroie dentée) de façon à ce que l'arbre à cames tourne deux fois plus vite que le vilebrequin. Les cames sont montées sur l'arbre à cames; ce sont des "renflements" ou excentriques, au nombre de un par soupape. Le profil des cames, qui joue un rôle essentiel dans le fonctionnement du moteur, fait dès lors l'objet d'une étude très poussée de la part de chaque fabricant.



- 1) On peut, ici, observer le montage du carburateur et l'orifice de ventilation du carter.
- 2) O.S. 26 à quatre temps, l'un des plus petits du genre.

Poussoirs, culbuteurs et soupapes

Les poussoirs sont des tiges en acier chargées de transmettre le mouvement des cames (généralement situées près de l'axe) aux soupapes, qui se trouvent en haut du moteur. Dans les anciens moteurs, on les trouvait à l'extérieur, tout comme les soupapes, les ressorts et les culbuteurs, mais à l'heure actuelle, ils sont presque toujours couverts. Le mouvement oscillant des poussoirs est transmis aux soupapes par le biais de culbuteurs situés au dessus de la culasse et qui oscillent autour d'un axe (axe de culbuteurs). Les soupapes se trouvent à l'autre extrémité du culbuteur, leurs ressorts respectifs servant à les maintenir bien fixées dans leur logement.



Il est simple de réaliser des moteurs à quatre temps munis de plusieurs cylindres; ce n'est pas le cas des deux temps.

Soupapes

Le rôle des soupapes est de laisser passer les gaz à l'intérieur et à l'extérieur du cylindre. En général, elles sont deux; la soupape d'admission est souvent plus grande que celle d'échappement. On essaie habituellement d'avoir des soupapes les plus grandes possible, et cela, afin de faciliter au maximum le flux des gaz. Les soupapes reposent sur leur "siège", sorte de bague en métal dur (bronze ou similaire dans le cas de nos moteurs et acier spécial dans celui des voitures); elles s'appuient sur la culasse par le biais du "guide soupape", un petit tuyau en bronze phosphoreux ou similaire, encastré par pression. L'ajustage de la soupape par rapport au guide et au siège (la fermeture doit être hermétique) de même qu'une lubrification correcte constituent les points clés du bon fonctionnement d'un moteur.



- 1) Moteur partiellement démonté. L'orifice qui se trouve devant le piston est destiné à accueillir l'arbre à cames.
- 2) L'échappement est généralement de type "fileté", ce qui permet d'en modifier plus facilement l'orientation.

Autres détails mécaniques

Dans un moteur à deux temps, le mélange carburant-huile passe par le vilebrequin et les roulements, qu'il refroidit et lubrifie. Il en va autrement dans le cas des moteurs à quatre temps : le mélange entre directement dans la chambre de combustion. La lubrification de la partie basse du moteur (roulements, articulations de la bielle, arbre à cames) est donc plus précaire. En effet, elle dépend de l'huile qui glisse de la chambre de combustion au carter, d'où elle est diffusée vers les éléments en question et la culasse (les guides soupape ne peuvent pas se gripper). Dans les "vrais" moteurs, qui fonctionnent toujours "sur le dos" (normalement les voitures ne sont pas destinées à faire des tonneaux), on résout ce problème en laissant une certaine quantité d'huile dans le carter. L'échappement des 4T est beaucoup plus simple que celui des 2T. En effet, la soupape d'échappement empêche le passage des ondes résonnantes, contrairement au cas des 2T. On utilise habituellement des pots de détente. Le carburateur est semblable à celui des moteurs à deux temps.



Il est tout à fait possible d'équiper un hélicoptère d'un quatre temps; il suffit de modifier la démultiplication du rotor.

Avantages et inconvénients du 4T

Le moteur à 4T présente de nombreux inconvénients par rapport au 2T : il est plus cher, assez complexe, lourd et beaucoup moins puissant (tout compte fait, il ne produit qu'une seule explosion tous les deux tours, soit deux fois moins qu'un 2T). En cas de choc, il n'est pas rare que les parties les plus exposées du système de distribution (surtout les poussoirs) soient endommagées; étant donné leur grande complexité mécanique, le coût des pièces de rechange et, partant, celui des réparations sont souvent beaucoup plus élevés. Nous n'avons, jusqu'à présent, relevé que des inconvénients. Quels sont donc les avantages, pour autant qu'il y en ait ? Nous en avons surtout noté deux: l'un, bien réel, et l'autre, "fictif ". Commençons par le premier: les moteurs de modélisme à quatre temps émettent un son très semblable à celui de leurs grands frères; ce n'est pas qu'ils soient moins bruyants, mais leur "tonalité" est moins stressante. Les premiers moteurs à quatre temps étaient beaucoup moins bruyants que les deux temps, mais cette qualité s'est estompée au fur et à mesure de l'évolution des techniques visant à leur conférer plus de puissance. Ils sont donc devenus de plus en plus bruyants et, même s'ils sont moins irritants pour notre oreille, il est indispensable de les équiper d'un silencieux. Cet avantage acoustique fait qu'ils ont la préférence des maquettistes. Il existe des moteurs à quatre temps à plusieurs cylindres qui sont de fidèles reproductions des "vrais" moteurs.



Installation d'un quatre temps. Remarquez les faibles dimensions du silencieux, qui n'enlèvent cependant rien à son efficacité.

L'avantage de la cylindrée

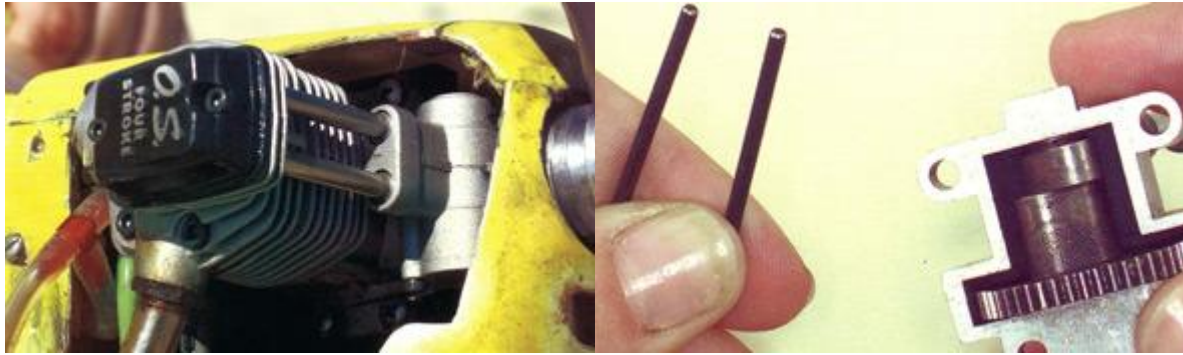
Passons maintenant au second avantage offert par les moteurs à quatre temps, qui explique leur présence en compétition : les moteurs autorisés dans les compétitions FAI sont des 2T, jusqu'à 10 cc, ou des 4T, jusqu'à 20 cc, c'est-à-dire de double cylindrée, ce qui permet de compenser largement la puissance inférieure -par cc- de ces derniers. C'est la raison pour laquelle, depuis quelques années, leur usage s'est généralisé dans certaines compétitions (surtout en acrobatie F3A). Ajoutons à cela que les moteurs 4T sont, à puissance égale, capables d'entraîner des hélices de dimension et de pas supérieurs par rapport aux moteurs à 2T. À vrai dire, comme on améliore constamment les moteurs à 4T en recourant parfois même à des turbocompresseurs, dans certains O.S. de haut de gamme), que l'on atteint maintenant des niveaux de puissance très élevés et qu'ils sont de plus en plus bruyants, le fait de leur autoriser des cylindrées supérieures ne se justifie plus et porte préjudice aux 2T. Cet avantage -pouvoir utiliser des moteurs à 4T de cylindrée deux fois supérieure- est, par ailleurs, du moins théoriquement, en cours de disparition puisque, depuis un an, on autorise le recours à n'importe quel type de moteur, quelle que soit sa cylindrée, dans les compétitions F3A (à la seule condition que le poids du modèle complet ne dépasse pas 5 kg); il n'empêche que, pour le moment, les 4T continuent à tenir le haut du pavé.



On recourt aussi de plus en plus fréquemment aux quatre temps pour la motorisation de maquettes telles que ce Piper Cub.

Quelques particularités mécaniques

Les moteurs 4T ne produisent qu'une explosion tous les deux tours de vilebrequin. Leur couple moteur est beaucoup plus élevé que celui des deux temps, ce qui leur permet d'entraîner des hélices plus grandes à moindre régime. Ils présentent toutefois certaines particularités que nous nous devons de vous expliquer. Le fait qu'il se produise moins d'explosions a une autre conséquence : les vibrations produites sont généralement plus fortes que dans le cas des deux temps. Les hélices sont, à chaque explosion, soumises à une accélération très importante et, dans certains moteurs de grande puissance, elles ont une fâcheuse tendance à se desserrer sous l'effet des "chocs" en provenance du vilebrequin. À force de bouger autour de l'axe, les hélices en bois finissent, si elles ne sont pas bien serrées, par s'user. L'hélice risque, dans le pire des cas, de se détacher de l'axe, ce qui peut-être très dangereux. Ce danger est accentué si le moteur détone (voir plus loin). Les 4T les plus puissants sont pourvus d'un double écrou de fixation de l'hélice. Les 4T mettent leur hélice à rude épreuve; nous vous conseillons dès lors de délaissier les hélices normales en nylon au profil de celles en fibre de verre (Master, Aircscrew, Graupner ou APC), beaucoup plus résistantes ou, mieux encore, de celles en bois, à condition de bien les serrer. La sécurité vaut bien quelques frais supplémentaires... Tous les moteurs détonent, mais ce sont les 4T qui détiennent le record en cette matière. Si le mélange est très pauvre (gicleur tout à fait fermé), le mélange "explose" au lieu de brûler, comme il le devrait. Ce phénomène est fréquent dans le cas des moteurs à forte compression, surtout lorsqu'on utilise des hélices de grandes dimensions qui empêchent le moteur de tourner rapidement. Dans les cas les moins graves, on entend un "carillonnement", comme un choc entre deux objets durs; dans le pire des cas, le moteur démarre difficilement (il pétarade) ou l'hélice se desserre constamment, voire se détache brusquement. La détonation est nocive pour le moteur car les chocs, en se communiquant à la bielle et au vilebrequin, risquent de les briser.



1) Dans cet O.S., l'arbre à cames est perpendiculaire au vilebrequin.

2) Arbre à cames d'un Saito. L'engrenage suit le mouvement de celui qui se trouve dans le vilebrequin du moteur.

Comme nous l'avons déjà indiqué, le mélange arrive plus difficilement au carter des 4T qu'à celui des 2T; de plus, il n'est pas rare que des résidus brûlés s'y incrustent, ce qui provoque la formation d'acides susceptibles de corroder les roulements. Le carter des 4T est généralement muni d'une ventilation (semblable à la prise de pression des silencieux, dans la partie inférieure du moteur) qui permet au reste du mélange et à l'excédent d'huile de sortir à l'extérieur. Cette ventilation ne doit pas être bouchée; on peut, le cas échéant, y placer un petit tube en plastique ou en silicone afin d'éviter que le surplus d'huile ne salisse le modèle en s'échappant. Autre bonne idée après avoir arrêté le moteur (en coupant l'arrivée d'essence pour supprimer toute trace de mélange), injectez, par la ventilation en question et par le carburateur, quelques gouttes d'huile spéciale qui permettront d'éviter la corrosion.