

# Tout savoir pour bien les utiliser

Les amateurs de belles mécaniques ne risquent pas d'oublier leurs moteurs thermiques au profit de l'électrique. Et ils ont pour beaucoup laissé le 2-temps de côté pour passer au 4-temps : plus élégant, plus réaliste (notamment sur une maquette), et plus silencieux aussi. Mais ces moteurs sont également plus sophistiqués et nécessitent une meilleure maîtrise de leur fonctionnement. Pour aider tous ceux qui «pataugent», ce dossier vous dit tout non pas de la valse à quatre temps mais de nos chers micro-moteurs à soupapes !

Texte & photos Jean-Pierre VERDELET

**A**ctuellement, la propulsion électrique envahit les catalogues, les revues, les magasins, grâce aux progrès des moteurs brushless et des accus LiPo. Pour une bonne part sous la forme de modèles moulés en mousse type EPP donnée comme incassable. Mais que voyons-nous réellement le week-end sur les terrains : une grande majorité de modèles thermiques ! Et leurs pilotes, toujours enthousiastes, communiquent sans retenue leur flamme aux nouveaux venus à l'aéromodélisme. Le thermique a donc encore un bel avenir, comme l'a d'ailleurs prouvé le succès que vous avez réservé au dossier «2-temps» paru dans ces colonnes en février dernier dans le numéro 677 (et que ce dossier «4-temps» vient compléter). De surcroît, tous les avions école fonctionnent en thermique car, pour assurer l'écologie, combien faudrait-il de packs LiPo, de chargeurs... et de patience ? Rien ne remplacera facilement la simplicité de faire le plein du réservoir de carburant !

C'est pourquoi il est aujourd'hui utile, voire important pour améliorer la vie de nombreux modélistes, de rappeler ici les grands principes de ces moteurs 4-temps, et tout ce qui s'y rattache de façon concrète et pratique. Cet article a donc pour but de vous aider à obtenir un fonctionnement maîtrisé de ces chères petites mécaniques, sans vous submerger de technique ni même de théorie. Je ne rentrerai pas non plus dans l'apprentissage de l'utilisation des micro-moteurs, ceci ayant été déjà très bien fait par Hervé Mourichoux dans son article consacré aux 2-temps.

## Un fonctionnement facile à comprendre

Tous les moteurs thermiques possèdent trois pièces communes et essentielles :

- le piston à mouvement rectiligne de va-et-vient, animé par la puissance de l'explosion du mélange de carburant. Le piston est guidé dans une chemise fixe.
- la bielle, qui assure la liaison mécanique entre le vilebrequin et le piston.

- et le vilebrequin, qui transmet le mouvement à l'hélice.

Mais à l'opposé du moteur 2-temps, le 4-temps exige également des soupapes d'admission et d'échappement séparées et commandées mécaniquement. Grâce à ces soupapes, chaque demi-tour du vilebrequin détermine une fonction différente, et deux tours sont nécessaires pour un cycle complet. Ces soupapes s'ouvrent et se ferment sous l'action d'un arbre à cames qui doit donc tourner d'un seul tour pendant que le vilebrequin va effectuer deux tours. Cette réduction est obtenue mécaniquement par un système d'engrenages propre à chaque marque. Voyons cela en détails...

### • Quatre temps en deux tours

Les quatre temps de ces moteurs se décomposent comme suit :

**1 - aspiration :** la soupape d'admission s'ouvre, le piston descend, et le cylindre se remplit du mélange gazeux air/carburant.

**2 - compression :** la soupape d'admission se ferme au début de la remontée du piston et le mélange gazeux est fortement comprimé.

**3 - explosion :** le piston arrivant en haut de sa course, le mélange explose sous l'effet du filament de la bougie qui est maintenu constamment au rouge par effet de catalyse, et cette explosion propulse le piston vers le bas, donnant toute son énergie au moteur.

**4 - échappement :** la soupape d'échappement s'ouvre alors, et le piston remonte en évacuant les gaz brûlés.

Le dessin ci-joint montre ces quatre phases du cycle d'un moteur 4-temps. Ceci inclue donc qu'un 4-temps est mécaniquement plus complexe qu'un 2-temps, donc plus coûteux. Ce type de moteur compte environ 35 pièces mécaniques de plus qu'un 2-temps (sans parler de la visserie).

### • Pourquoi choisir un 4-temps ?

Mais alors, on peut se demander pourquoi choisir un 4-temps. L'explication est là encore très simple. Un 2-temps trouve sa puissance à haut régime (de 12000 à 14000 t/mn), mais cette puissance induit un manque de couple ainsi que des émissions sonores plus importantes. Un 4-temps tournera un peu moins vite (de 10000 à 11000 t/mn),

mais en développant un couple plus important permettant d'entraîner une hélice de plus grand diamètre, et ce avec des émissions sonores moins importantes. On a coutume de dire que le son d'un 4-temps est plus feutré et plus mélodieux.

Evidemment, je ne prends pas ici en compte les moteurs de compétition utilisés en F3A où 2-temps et 4-temps font pratiquement jeu égal.

Un dernier détail, mais qui a son importance : un 4-temps consomme moins qu'un 2-temps, et son carburant doit contenir au minimum 15% d'huile synthétique de très bonne qualité plus 5% de nitrométhane. Les bougies sont également spéciales pour moteur 4-temps, à l'exception des Enya n°3 et 4 qui fonctionnent aussi bien en 2 qu'en 4-temps.

### • Le principe de l'auto-allumage

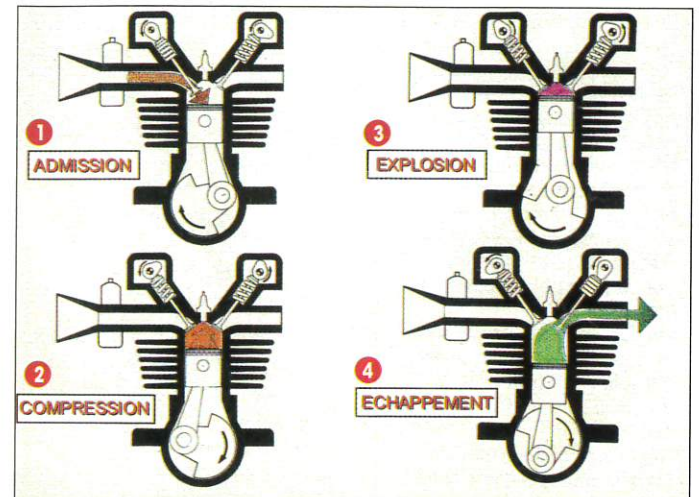
Comme un 2-temps, un 4-temps fonctionne selon le principe de l'auto-allumage. On entend par-là que le piston comprime très fortement le mélange air/carburant qui s'enflamme spontanément, créant ainsi une explosion ayant pour effet de faire redescendre le piston, et donc tourner le vilebrequin. Les moteurs diesels de nos voitures fonctionnent ainsi, de même que

d'anciens micro-moteurs utilisés au début du vol circulaire. Nos moteurs actuels, que ce soit en 2 ou 4 temps, ont toutefois besoin d'une petite assistance pour que le mélange s'enflamme au démarrage, assistance fournie par une bougie chauffée au rouge.

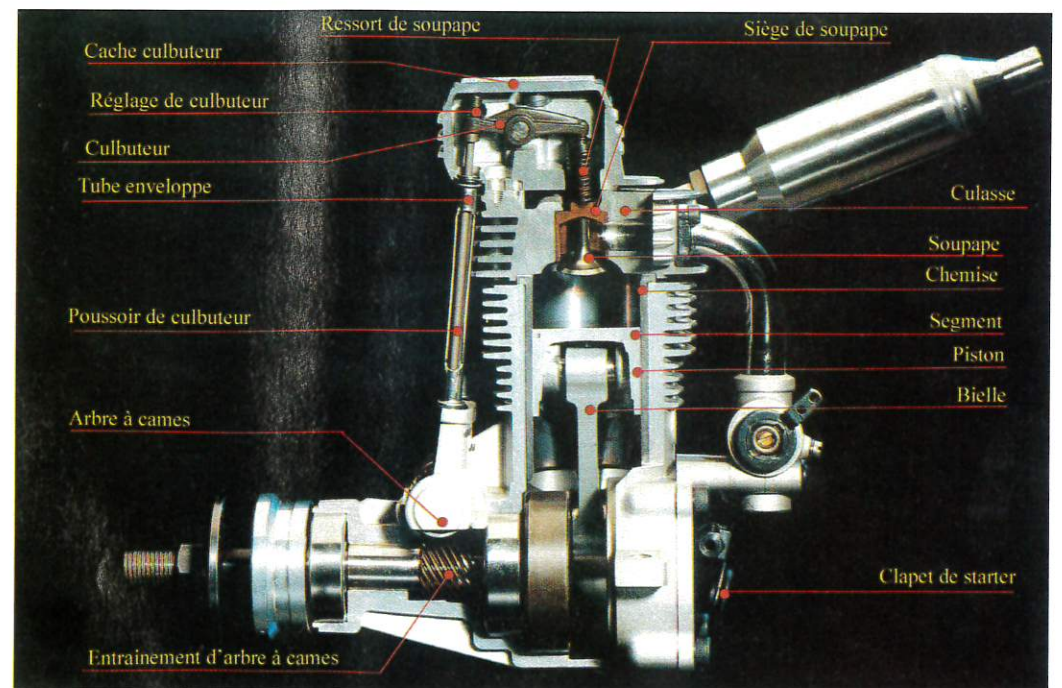
### • Des bougies adaptées

Les bougies RC sont très différentes de celles utilisées sur les

moteurs à essence de nos voitures, tronçonneuses, tondeuses à gazon... Ces bougies contiennent dans leur culot un filament en platine (ou alliage à base de platine) en forme de spirale. Sous l'effet d'une source de courant de 1 à 2 volts appliquée lors du démarrage, ce filament rougit et reste rouge par phénomène de catalyse une fois le moteur en marche et la source de courant débranchée. C'est grâce



Ce simple dessin suffit pour appréhender concrètement le principe de fonctionnement d'un moteur 4-temps : petit «un» l'admission, petit «deux» la compression, petit «trois» l'explosion, petit «quatre» l'échappement. Un 4-temps, quoi !



Cet écorché légendé montre de suite toute la complexité - relative - d'un moteur 4-temps par rapport à la simplicité d'un 2-temps.

Après les moteurs 2-temps, ce sont les 4-temps, plus modernes, plus mécaniques, plus «coupleux», plus silencieux qui font l'objet de ce dossier exclusif signé Modèle Mag. Histoire de prendre le temps - celui d'une saine lecture - de comprendre comment ça marche !



## QUELLE EST LA BONNE HÉLICE ?

Une hélice est déterminée par deux chiffres. Par exemple : 12 x 6 ou 30,5 x 15,25. Dans la première dénomination libellée en pouces (1 pouce = 25,4 mm), la seconde l'étant en centimètres, on cite d'abord le diamètre puis le pas. Le diamètre est facile à appréhender, tandis que le pas est la distance théorique que parcourt l'hélice à chaque tour en se vissant dans l'air. Les moteurs 4-temps ayant plus de couple que les 2-temps, ils tournent des hélices d'un diamètre plus grand. Le choix de l'hélice porte sur plusieurs critères : son diamètre et son pas, comme on vient de les identifier, mais aussi son matériau. Une hélice en fibre est toujours supérieure à une hélice bois sur les 4-temps. Pourquoi ? Pour deux raisons : - le 4-temps ayant un taux de compression important, il faut serrer très fort écrou et contre-écrou du vilebrequin, car sinon sur un retour l'hélice peut se décaler angulairement (à contrario, le bois s'écrase assez facilement).

- et puis une hélice en fibre, plus lourde qu'une hélice bois, fait volant d'inertie et permet d'obtenir un ralenti stable plus bas.

En général, chaque moteur est accompagné d'une notice indiquant entre autres un panel d'hélices adaptées. Pour le vol maquette et pour la voltige 3D, on choisit peu de pas. Pour un warbird, on augmentera le pas, ou alors le diamètre si le capot-moteur est cylindrique et volumineux. C'est ensuite par essais que l'on trouve la mieux adaptée, car pour un même diamètre et un même pas, il y a en outre des différences de rendement assez notables d'une marque à une autre. Un dernier conseil : veillez à toujours utiliser des hélices bien équilibrées. Toutes les hélices vendues dans le commerce ne sont jamais équilibrées d'origine. L'équilibrage se fait en contrôlant à l'aide d'un équilibreur (un petit outil peu coûteux mais très utile), et en enlevant un peu de matière avec de l'abrasif fin sous la pale la plus lourde. Une autre méthode consiste à poser un filet de peinture à l'extrémité de la pale la plus légère, ce qui a pour avantage annexe de matérialiser visuellement le plan de rotation de l'hélice, zone particulièrement dangereuse pour les doigts.

à la réaction catalytique entre la platine et les vapeurs de méthanol que le filament conserve sa température entre les cycles successifs. Le méthanol s'oxyde en présence du platine (catalyseur), et cette réaction dégage beaucoup de chaleur à la surface du filament, qui reste ainsi rougeoyant.

### • Toujours avec segment

Un segment est une fine rondelle en fonte insérée dans une gorge en haut du piston, destinée à assurer par frottement l'étanchéité avec la chemise, gage d'un bon rendement du moteur. Le segment est obligatoire sur tous les moteurs 4-temps, alors qu'en 2-temps la tendance actuelle est plutôt à s'en passer (moteurs de type ABC, pour aluminium du piston, bronze de la chemise, et chromage de la chemise) : l'étanchéité est alors assurée par le haut de la chemise qui est légèrement conique, et sur lequel vient serrer le haut du piston.

## Le carburant nécessite une huile de qualité

Le carburant que nous utilisons est obligatoirement à base de méthanol, ou alcool méthylique (méthanol étant la compression de méthane et d'alcool). Notre carburant est habituel-

lement composé de trois produits : le méthanol, une huile miscible avec le méthanol, et du nitrométhane. Sachez dès à présent que le méthanol est une véritable «éponge» à humidité, et qu'un carburant qui aura pris l'humidité ne sera plus apte à faire tourner nos moteurs avec fiabilité.

Dans les temps anciens, la seule huile utilisée était l'huile de ricin, d'abord pure, puis «dégommée», c'est-à-dire traitée pour éviter le phénomène de gommage des pièces en mouvement du moteur. De plus, cette huile calaminait d'une pellicule noire les composants en fonctionnement : autant dire que ce n'était pas l'idéal pour les performances ni pour la longévité des moteurs. Puis apparurent les huiles semi synthétiques, souvent mélangées dans des proportions diverses avec le ricin. Enfin vinrent les huiles entièrement synthétiques, de très bonne qualité, contenant généralement des additifs anti-oxydants dont le rôle est d'éviter la corrosion des organes internes du moteur durant les périodes de non utilisation. Par exemple, Labema vend un inhibiteur de corrosion (anti-oxydant) : l'Emadox M ou V. Parmi les meilleures huiles de synthèse, nous connaissons les produits Labema, la Pro-Synth de Modelisports, et l'Aérosshell.

Le nitrométhane est fabriqué en phase vapeur par nitration du propane. Il a des propriétés particulièrement détonantes. C'est donc un comburant, au même titre que l'oxygène contenu

dans l'air. Le nitrométhane a la particularité d'améliorer la combustion et d'avancer le point d'allumage de nos moteurs : il en facilite ainsi le réglage de la carburation. Ce nitrométhane, paradoxalement, participe également au refroidissement du moteur car le passage de l'état liquide à l'état gazeux absorbe beaucoup d'énergie, donc de chaleur, qui est prélevée au carter. Ajouter du nitrométhane dans le carburant pour moteur 4-temps est impératif pour obtenir un bon ralenti et de reprises franches. Mais une alternative consiste à se passer de nitrométhane en utilisant un réchauffeur de glow pour ces phases de fonctionnement (voir plus loin).

Les carburants modernes comportent généralement 80% de méthanol, 15% d'huile synthétique et 5% de nitrométhane.

Vaut-il mieux acheter du carburant tout préparé, ou le faire soi-même ? Vaste problème, comme en 2-temps... Le carburant du commerce est toujours de meilleure qualité que celui que nous pourrions élaborer à partir des mêmes composants, car le dosage des mélanges est fait sous atmosphère neutre. Par contre, il est souvent très difficile de savoir quelle qualité d'huile a été utilisée. Tout porte à croire qu'un carburant cher contient une meilleure huile, mais qu'en est-il en réalité ? Je n'en sais rien moi-même, sauf si la marque de l'huile figure sur le bidon. Pour ma part, j'ai donc toujours fabriqué mon carburant, avec d'innombrables précautions au titre de l'humidité,

en achetant le méthanol en bidons d'origine de 20 litres (et en utilisant de l'huile Modelisports), sans jamais rencontrer le moindre problème. Si vous le pouvez, essayez donc les deux solutions, et vous en tirerez probablement vous-même les bonnes conclusions. Mais n'oubliez pas qu'une très bonne huile a l'avantage de laisser un moteur parfaitement propre après plus de cent vols !

## Le montage doit prendre en compte les vibrations

Les moteurs 4-temps ayant tendance à vibrer un peu plus que les 2-temps (surtout au ralenti), leur montage sur la cellule doit être abordé comme un point capital.

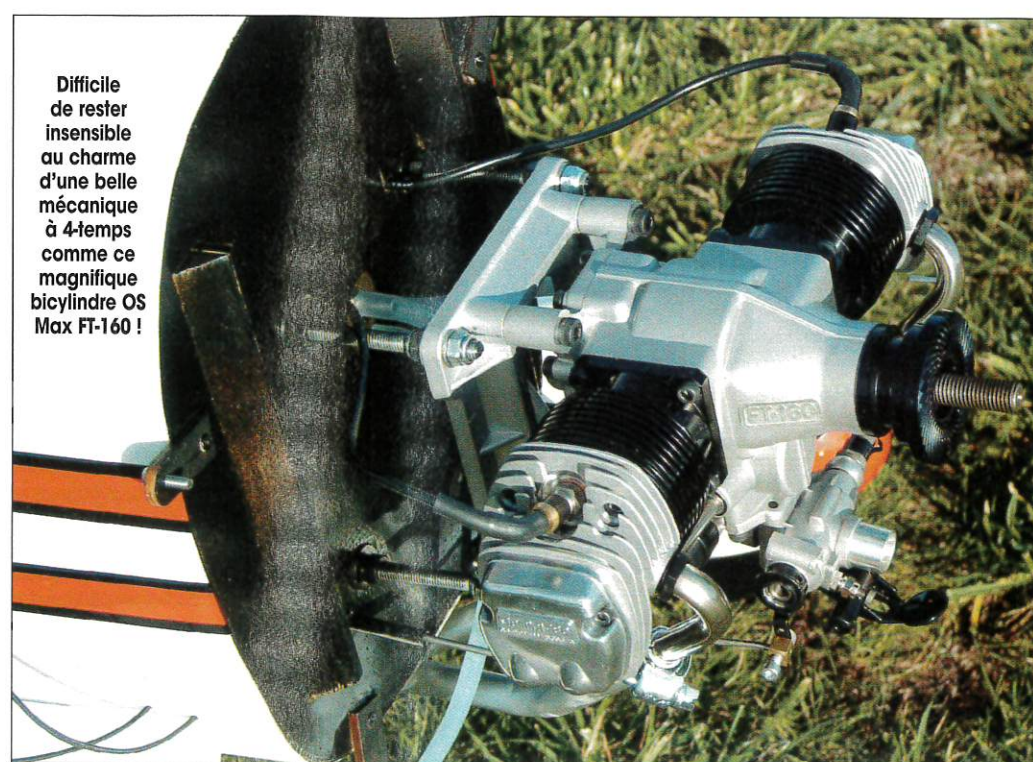
### • Amortissement du moteur

L'amortissement d'un 4-temps est nécessaire à partir de 10 cm<sup>3</sup> de cylindrée. Je préconise toujours un montage quasiment rigide, qui fait que le moteur au ralenti ne bouge pas dans tous les sens. Et je ne veux en aucun cas entendre parler des silentblochs type «Paulstra» qui sont faits pour travailler en compression et que nous ferions plutôt travailler en traction avec risque de décollage des axes filetés (et tous les dangers que cela comporte).

Il existe dans le commerce des silentblochs en néoprène donnant toute satisfaction, qui se composent d'un corps cylindrique creux avec une collerette à un bout plus un écrou noyé dans le cylindre à l'autre extrémité. Le corps cylindrique traverse le couple pare-feu avec l'écrou côté réservoir. Contre la collerette, on appuie le bâti-moteur, on introduit une vis, et on serre. Le corps cylindrique se gonfle alors au droit de l'écrou, et l'ensemble s'avère ainsi à la fois rigide et fixe.

On peut également remplacer ces silentblochs par des chevilles néoprène «Rawl» (par exemple Rawl Nut 5250 pour vis M5) destinées aux cloisons en plâtre.

Une troisième solution consiste à utiliser de la durite néoprène essence dont le diamètre intérieur doit correspondre à celui des vis de fixation du bâti-moteur. On en coupe un bout de l'épaisseur du couple pare-feu, on perce le couple au diamètre extérieur de la durite, et l'on introduit le bout dans le trou. On rapporte ensuite de chaque côté du couple une rondelle néoprène (disponible en grande surface de bricolage, rayon plomberie) puis une rondelle métallique large, on appuie le bâti-moteur sur la rondelle extérieure, et l'on passe une vis au



Difficile de rester insensible au charme d'une belle mécanique à 4-temps comme ce magnifique bicylindre OS Max FT-160 !

## LE RODAGE EST INDISPENSABLE !

Le rodage est absolument indispensable, et identique à celui des moteurs 2-temps. Pour mémoire, nous rappelons comment procéder.

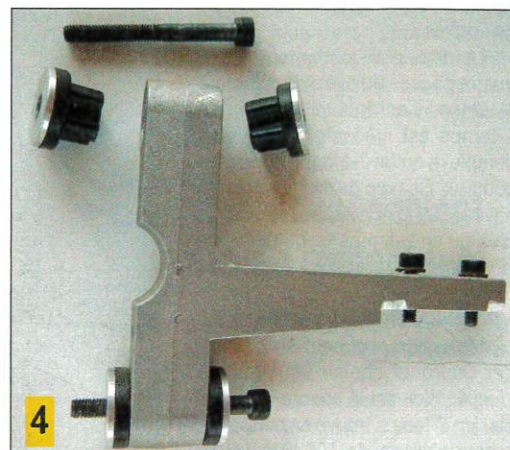
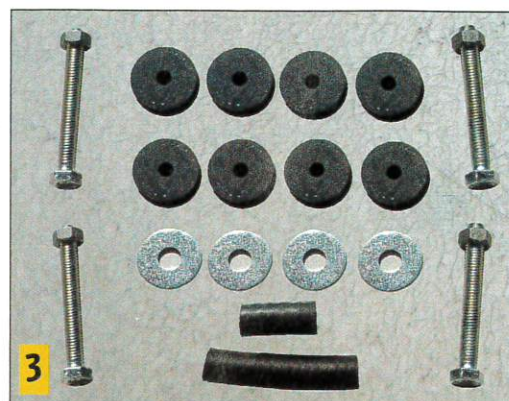
**1 • Préalablement, je démonte toujours au minimum le bouchon de carter afin d'inspecter le moteur et vérifier qu'aucun petit copeau d'usinage ne s'y trouve (cela s'est déjà produit sur des marques de moteurs différentes et très réputées). Si vous trouvez la moindre trace de corps étranger, déposez la culasse pour un examen plus approfondi.**

**2 • Le moteur doit impérativement être mécaniquement parfaitement fixé sur un banc de rodage stable. Pour ne courir aucun risque, j'actionne le boisseau des gaz par l'intermédiaire d'un servo relié à un récepteur (au minimum utiliser une longue tirette qui éloigne les doigts de l'hélice). De plus, cette méthode permet un positionnement stable du pointeau en position de ralenti, et la possibilité de passer rapidement aux pleins gaz pour voir si le moteur suit.**

**3 • Les premiers tours d'hélice doivent être effectués pleins gaz, le pointeau réglé très gras. Je conseille, après le bistolage de circonstance, de démarrer le moteur à la main, afin que, si le gavage a été trop important, on ne détériore aucune pièce mécanique (j'ai déjà vu tordre des bielles au démarreur). On «sent» ainsi son moteur. Pour démarrer à la main, je vous conseille d'utiliser un bâton que vous aurez recouvert d'une poignée de guidon de vélo par exemple (pour ne pas abîmer l'hélice). Après au moins deux réservoirs, on peut commencer à refermer très graduellement le pointeau, en observant des phases de mi-régime et de ralenti afin de bien refroidir le moteur.**

**4 • La phase de rodage peut être considérée comme terminée quand on entend le moteur se libérer : il prend des tours naturellement sans que l'on n'intervienne sur le pointeau. Il faut alors vérifier que le ralenti reste stable pendant plusieurs minutes sans rien toucher, et qu'à la remise des gaz la reprise soit franche. Si le moteur ratatouille, cela signifie que le contre-pointeau est trop ouvert. Il faudra alors le revisser dans le sens horaire par fraction de 1/16<sup>e</sup> de tour. Si le moteur cale, il faudra au contraire ouvrir le contre-pointeau.**

**5 • Il ne reste plus qu'à monter le moteur sur une cellule et à réaliser plusieurs vols légèrement gras pour compléter le rodage au banc. Au risque de me répéter, je martèle qu'il faut toujours roder soigneusement un moteur si vous voulez qu'il vous fasse un très long usage avec la fiabilité que l'on est en droit d'espérer.**



En raison de ses vibrations plus importantes, un 4-temps doit être monté sur silentblochs. Plusieurs solutions pour cela...

1 - Les chevilles Rawl (réf. Rawl Nut 5250) pour vis M5 constituent d'excellents silentblochs.

2 - Ces silentblochs du commerce sont basés sur le principe des chevilles Rawl.

3 - Voici de quoi se fabriquer de façon économique des silentblochs «type Rawl Nut» (voir texte).

4 - Dans le commerce, on trouve des bâtis amortis comme ce modèle Robart en deux parties sur silentblochs.



rupture de cette lamelle, et donc le crash du modèle sur panne d'accu.

## • Un échappement peu volumineux

A plus forte raison que pour un 2-temps, puisque beaucoup moins volumineux, le silencieux d'un 4-temps est obligatoire, et ce pour deux raisons : la réduction du bruit (indispensable en ces temps écologiques de chasse aux nuisances), et l'amélioration de la carburation grâce à la pressurisation. L'emploi d'un résonateur n'apporte rien à un 4-temps, sauf pour ceux qui sont spécialement étudiés pour la compétition et tournant avec 30 à 40% de nitro, ce qui n'est pas notre souci dans le cas présent.

## • Pensez à la ventilation

Un moteur, que ce soit un 2-temps ou un 4-temps, n'est pas conçu pour chauffer exagérément. Une surchauffe peut conduire au blocage du piston, avec tous les dégâts que cela entraîne. C'est pourquoi le refroidissement du moteur est capital. Les parties qui chauffent le plus sont la culasse et le silencieux. Il faudra donc veiller tout particulièrement à bien les ventiler. Dans le cas d'un moteur non capoté, la ventilation se fait toute seule. Pour un moteur entièrement capoté, le principe le plus efficace est : section de l'entrée d'air d'un tiers, section de la sortie d'air de deux tiers : c'est le principe - éprouvé - adopté par les circularistes en team-racing. Il faut également par-

fois créer un guidage de l'air à l'aide de déflecteurs, afin qu'une sorte de veine d'air frais baigne le moteur.

## L'alimentation en carburant sera soignée

Pour un bon fonctionnement du moteur, son alimentation en carburant doit être la plus parfaite possible. Voici les règles de base à respecter impérativement, en sachant que l'installation du moteur doit avoir pris en compte un premier point d'ordre général : le point de son carburateur doit se situer au niveau de la moitié de la hauteur du réservoir, et ce réservoir doit toujours être le plus près possible du moteur afin d'avoir des durites les plus courtes possible.

### 1 - Le réservoir et son plongeur

Le réservoir livré dans les kits comporte un bout de durite souple destinée à être reliée intérieurement à la sortie carburant du bouchon, et lestée à l'autre extrémité (celle qui «plonge» dans le carburant) : c'est le plongeur. Ce type de montage peut se retourner sous l'effet d'un choc frontal de l'avion (atterrissage trop musclé), et alors le plongeur n'alimentera plus le moteur que quand le réservoir sera archi plein, puis désamorçera dès que le niveau de carburant commencera à baisser. C'est la raison pour laquelle, dans tous mes réservoirs, je rends rigide la partie centrale du plongeur : il a ainsi la mobilité nécessaire dans le plan vertical et latéral pour jouer son rôle (baigner dans le carburant quelle que soit la position du modèle en vol) mais sans pouvoir se replier sur lui-même.

### 2 - Les durites

Elles doivent avoir la longueur la plus réduite possible entre le réservoir et le carburateur. Les durites d'alimentation doivent toujours être transparentes, afin de pouvoir détecter visuellement l'éventuelle présence de bulles d'air dans le carburant (signe manifeste d'une prise d'air dans le circuit). Par contre, la durite de pressurisation doit être colorée, afin de ne pas la confondre avec celle d'alimentation. Dans tous les cas, les durites doivent avoir un diamètre intérieur en accord avec la cylindrée du moteur : il doit correspondre au diamètre du raccord de branchement sur le carburateur.

Deux options sont envisageables pour garantir que le carburant soit bien filtré avant d'arriver au carburateur et donc au moteur : - soit monter un filtre en sortie du bidon de remplissage pour alimenter le réservoir en carburant «propre». - soit placer ce même filtre sur la durite d'alimentation (in line).

### 3 - Le filtre

Il faut en outre avoir présent à l'esprit que le filtre, pour retenir les impuretés, doit toujours fonctionner dans le même sens, sinon on transporte les impuretés là où elles sont indésirables. Un filtre doit en outre être régulièrement démonté, afin d'en nettoyer le tamis.

### 4 - La pressurisation

De rares moteurs 4-temps possèdent une pompe dont le rôle est d'amener le carburant jusqu'au carburateur. En l'absence de pompe, on pressurise le réservoir, c'est-à-dire qu'on relie la durite de mise à l'air libre du réservoir à la prise de pressurisation du silencieux. Quand le moteur tourne, les gaz d'échappement qui traversent le silencieux créent une pression qui part dans le réservoir, et qui «pousse» le carburant vers le carburateur.

Certains moteurs n'ont pas besoin de pressurisation via le silencieux : une simple pressurisation dynamique est alors suffisante. Pour créer une pressurisation dynamique, il suffit de fixer un petit bout de tube laiton légèrement évasé en forme d'entonnoir

derrière l'hélice, et d'y raccorder la durite de mise à l'air libre du réservoir. En tournant, l'hélice génère un souffle qui rentre dans l'entonnoir et crée une très légère pression.

## Des démarrages au quart de tour... ou presque

### 1 - La sécurité d'abord !

Les moteurs 4-temps entraînent des hélices plus grandes que les 2-temps, et développent généralement plus de puissance. C'est pourquoi il faut être encore plus vigilant. Pour le démarrage, la première des précautions est soit d'attacher l'avion par la queue à un point d'ancrage solide, soit d'avoir recours à un aide qui tient fermement l'avion, soit d'utiliser le banc de démarrage du club (quand il y en a un). Il faut bien être conscient qu'une hélice est un véritable hachoir, en particulier pour les doigts. En 35 ans de pratique, et malgré toute mon attention, je me suis blessé gravement à quatre doigts !

### 2 - Bien caler l'hélice

Je préconise toujours de caler l'hélice horizontalement à l'attaque de la compression, en la serrant fermement à l'aide de son écrou plus son contre-écrou généralement présent sur les 4-temps. C'est dans cette position que le geste de balancement pour lancer l'hélice est le plus puissant et le plus sec, donc que l'on a le maximum de chances de faire démarrer le moteur. Je sais que les motoristes essence ne seront pas d'accord, mais cette technique qui vient du vol circulaire est à ma connaissance la meilleure. Autre avantage, quand le moteur cale, l'hélice se met en drapeau quasiment horizontalement, et ne risque donc pas d'accrocher le sol et de se casser lors d'un atterrissage mal négocié.

### 3 - On fait le plein

Tous les réservoirs du commerce proposent sur leur bouchon trois trous : un premier pour le carburateur, un deuxième pour la mise à l'air libre ou la pressurisation, et un troisième pour le remplissage. Personnellement, je bouche toujours celui dévolu au remplissage : cela fait une source de fuite en moins. Et j'effectue le remplissage par la durite d'alimentation au carburateur, sans passer bien sûr par le filtre s'il y en a un sur cette durite. Pour les moteurs entièrement carénés, j'utilise une valve Dubro (je précise la marque, car c'est la seule qui soit parfaitement fiable à ma connaissance), qui s'intercale entre réservoir et carburateur et comprend un orifice de remplissage à clapet. Un embout spécial est livré avec pour faire le plein.

### 4 - Amorçage et "bistouillage"...

Pour qu'un moteur ait quelques velléités de démarrer, il faut qu'il soit correctement alimenté en carburant : ni trop, ni trop peu. Pour ce faire, avant un premier démarrage (réservoir plein et bougie non alimentée), il faut boucher l'entrée d'air du carburateur, soit avec un doigt, soit avec le clapet présent sur certains 4-temps, et lancer plusieurs fois l'hélice : ceci a pour but de faire remonter du carburant sur la tête du piston. Cette manœuvre porte le joli nom de "bistouillage" dans le milieu modéliste qui ne manque jamais de vocabulaire imagé ! C'est aussi une question d'oreille. Quand le moteur est suffisamment gavé et que l'on fait tourner l'hélice sans obturer l'entrée d'air du carburateur, on doit entendre comme une sorte de léger gargouillis que je qualifierais de bruit d'aspiration mouillée. Sinon le bruit est sec, et le moteur ne partira pas. Les 4-temps ont en général besoin d'être bien gavés pour démarrer. Toutefois, trop insister noiera le moteur, et pourrait être source de violents retours d'hélice une fois la bougie alimentée. Certains retours, plus violents que sur un 2-temps, vont même jusqu'à décaler angulairement l'hélice (voire la dévisser si le contre-écrou a été mal serré).

Il est bien sûr impératif de se protéger les doigts, en utilisant au choix un doigtier de protection, un bâton (voir encadré "rodage"), des gants en kevlar comme ceux que vend la FFAM, sauf si l'on utilise bien sûr un démarreur.

### 5 - Enfin on démarre !

Il faut tout d'abord alimenter la bougie par une source électrique entre 1,2 et 2 volts. Pour ce faire, une petite batterie au plomb (ou Ni-Cd ou Ni-MH) est nécessaire. A ce stade, c'est-à-dire bougie sous tension, donc moteur susceptible de démarrer, lancer l'hélice présente certains risques, car il faut rapidement dégager le doigt après l'impulsion donnée à l'hélice. Pour parer tout accident, on doit donc se protéger comme dit précédemment. Si l'on utilise un démarreur électrique, il faut faire attention à un autre aspect : vouloir démarrer ainsi un moteur noyé risque fortement de conduire à en tordre la bielle.

Tous les moteurs 4-temps ayant les poussoirs de culbuteurs en avant de la culasse présentent peu de risques pour connecter la batterie à la bougie. Par contre ceux qui comme les Enya, qui ont les poussoirs de culbuteurs derrière la culasse (ce qui signifie que la bougie se trouve devant, donc très près de l'hélice), présentent un réel danger : il est alors prudent de fixer un fil électrique sur la bougie pour la raccorder à une prise d'alimentation déportée loin de l'hélice. Tous ces accessoires se trouvent dans le commerce.



Les bancs de démarrage, dont tous les terrains devraient être pourvus (!), assurent une grande sécurité. Après un démarrage par l'avant, le réglage de la carburation se fait sans risque par l'arrière.

## PROBLÈMES ET REMÈDES

L'éventail des mauvais fonctionnements peut se décomposer en trois grandes étapes : les symptômes, leurs causes, leurs remèdes.

### 1 - LE MOTEUR REFUSE DE DÉMARRER

• Si le moteur est "sec", cela signifie que le carburant n'arrive pas en quantité suffisante, ou pas du tout.

- Vérifier que le plongeur et les durites du réservoir sont bien montés, et pas inversés (mise à l'air libre à la place de l'arrivée de carburant).
- Vérifier que la durite d'alimentation n'est pas pliée ou écrasée.
- Vérifier qu'aucune saleté n'obture les durites (voire le filtre s'il y en a), ou le pointeau.
- Vérifier que la durite d'alimentation n'est pas fendue, (c'est souvent assez difficile à vérifier, donc piégeux).
- Vérifier que le plein du réservoir a bien été effectué. Ne riez pas, je l'ai déjà vu plusieurs fois...
- Vérifier que le pointeau est ouvert à sa valeur habituelle (que vous avez bien sûr notée...).

• Si le moteur est noyé, il est clair que l'on a trop bistouillé et, bien que les 4-temps aiment être gavés, point trop n'en faut.

- Démontez la bougie, et la souffler pour éliminer le carburant se trouvant dans le corps creux.
- Dégorger le moteur en faisant tourner l'hélice pour éliminer le trop plein de carburant de la chambre de combustion.
- Et remonter la bougie, sans omettre le joint plat en cuivre.

• Si le moteur a été correctement pré-alimenté (bistouillé) et qu'il ne veut toujours pas démarrer.

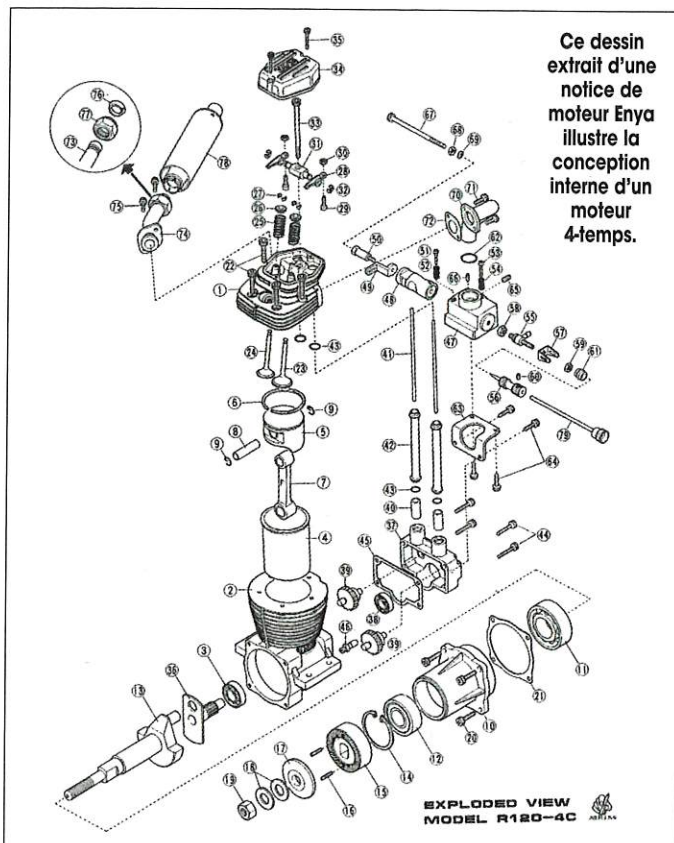
- Vérifier que vous n'utilisez pas du trop vieux carburant dont le méthanol se serait gorgé d'humidité. Auquel cas, il faut le jeter, et utiliser du neuf.
- Démontez la bougie, et vérifiez que quand on branche la batterie son filament se met bien à rougir. Sinon, soit la batterie est insuffisamment chargée, soit le filament est grillé et il faudra alors remplacer la bougie.
- Vérifier qu'une queue de soupape n'est pas grippée dans la culasse (démontage de culasse obligatoire), car si cette soupape reste ouverte on a une grosse perte de compression.

• Si le moteur ne veut pas prendre sa pointe, ou s'il ne délivre pas la puissance habituelle.

- Vérifier qu'aucune saleté ne se trouve dans le pointeau.
- Vérifier que le filtre n'est pas colmaté (ce phénomène entraîne une diminution du diamètre de passage du carburant).
- Vérifier que le taux de compression du moteur semble normal. Un moteur complètement "lavé" est loin de ses performances originales.
- Vérifier que le jeu des culbuteurs est normal (ceci se fait moteur froid, et à l'atelier - voir plus loin).
- Vérifier que la culasse ne s'est pas desserrée.
- Vérifier que le carburateur et la pipe d'admission ne sont pas desserrés.
- Vérifier que la durite de pressurisation ne fuit pas.

### 2 - LE MOTEUR DÉMARRE PUIS CALE

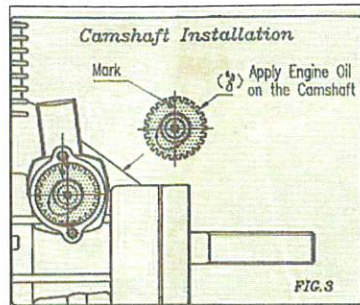
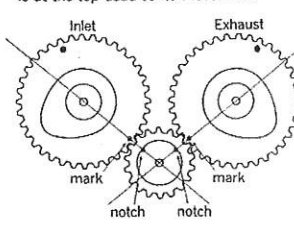
- Vérifier que le plein du réservoir a bien été fait.
- Vérifier que la durite de pressurisation est bien branchée.
- S'il ne veut plus redémarrer, vérifier l'état de la bougie.
- Vérifier qu'une saleté n'obstrue pas la durite d'alimentation ou le pointeau.
- Vérifier que les durites ne sont pas fendues ou percées.
- Et vérifier là encore que le pointeau est ouvert à sa valeur habituelle.



Les 4-temps de nos avions du dimanche sont en général des monocylindres s'étageant de 8 à 20 cm<sup>3</sup> (ici une partie de la collection de l'auteur).



↳ The following figure shows the correct positions of timing gears when the piston is at the top dead center. (Back view)



Ces deux dessins illustrent le calage de la distribution, piston au point mort haut : à gauche sur un moteur Enya, à droite sur les moteurs des autres marques. En gros plan, on voit l'arbre à cames avec son pignon engrenant sur le vilebrequin : notez sur ce pignon le coup de pointe servant à caler l'arbre à cames par rapport au vilebrequin quand le piston est au point mort haut.

## Les réglages et leurs secrets !!!

### • Le pointeau principal

Son rôle est de régler le débit de carburant aspiré par le carburateur dès que le moteur a quitté le régime de ralenti. Pour tous les moteurs qui ne possèdent pas de pompe, il est nécessaire pour le néophyte de placer l'avion nez en l'air, moteur pleins gaz, et de régler la carburation en agissant sur le pointeau (ni trop riche, ni trop pauvre). Plus tard, avec beaucoup d'habitude,

le réglage peut se faire à l'horizontale. Je rappelle une mesure de sécurité élémentaire pour le réglage nez en l'air : un aide doit impérativement tenir le modèle pendant que le pilote agit sur le pointeau. Visser (sens horaire) appauvrit le mélange, et dévisser (sens anti-horaire) l'enrichit.

### • Le contre-pointeau

Le contre-pointeau règle le débit de carburant au ralenti. Il faut que le ralenti soit stable pendant au moins une bonne minute, et avec une franche reprise à la remise des gaz, pour que l'on puisse considérer que le contre-

pointeau est bien réglé. Le sens de manœuvre du contre-pointeau est identique à celui du pointeau.

### • Ralenti mode d'emploi

Pour obtenir de bons résultats, il faut tout d'abord avoir une bougie spéciale 4-temps dont le filament est encore bien brillant. Le fait que ce filament devienne mat signifie que le platine qui le compose se désagrége, et qu'il ne remplit plus correctement son rôle. Il faut aussi utiliser un carburant incluant au moins 5% de nitrométhane, et que l'huile de ce carburant soit compatible avec les 4-temps et selon un pourcentage suffisant (pour ma part, avec la Modelisport, c'est 15%).

Avec certains moteurs, et en fonction de leur cylindrée, la position du cylindre tête en bas requiert l'utilisation d'un réchauffeur de glow. Il en existe deux types : le mécanique que l'on peut bricoler avec un micro-switch monté sur le servo des gaz, ou l'électronique qui utilise une voie supplémentaire mixée avec les gaz. Le but du réchauffeur est, via une petite batterie (1,5 V) embarquée et câblée sur la glow, de fournir au filament, en phase de ralenti, une alimentation lui permettant de rester bien rouge. A la remise des gaz, après passage d'un point de consigne, l'alimentation est coupée et le filament continue de fonctionner seul.

### • Du bon choix de la bougie

C'est plus simple que pour les moteurs 2-temps : toutes les bougies spécifiques 4-temps conviennent (ainsi que les Enya n°3).

### • Un bon tuyau...

Si vous êtes en présence d'un contre-pointeau complètement déréglé, régler l'ouverture du boisseau à 1 mm (facile à vérifier avec un foret du même diamètre), brancher sur le raccord d'alimentation du carburateur une durite neuve, aspirer par la durite en vissant le contre-pointeau jusqu'à ce qu'il ne passe plus d'air dans la durite, et ouvrir alors le contre-pointeau d'un demi-tour. Vous ne serez ainsi jamais loin de la vérité !

## Comment bien utiliser son 4-temps

### 1 - Faut-il démonter ou non un moteur neuf ?

Personnellement, je suis pour un démontage succinct au sortir de la boîte, c'est-à-dire moteur neuf.

### 2 - Quelle lubrification adopter ?

Que le moteur soit neuf, peu, ou beaucoup utilisé, je ne change jamais le pourcentage d'huile du carburant. Il en est de même pour le nitrométhane. Il faut bien avoir présent à l'esprit qu'une très bonne huile augmente considérablement la durée de vie du moteur, mais que par contre un pourcentage trop élevé d'huile fait chauffer le moteur, et par là même diminue sa durée de vie.

### 3 - Comment régler les culbuteurs

Cette opération spécifique aux 4-temps (qui peut donc rebuter le modéliste seulement habitué à ses 2-temps) est en fait très facile. Elle s'exécute moteur parfaitement froid, à l'aide du jeu de cales parfois fourni avec un 4-temps (une de 0,04 mm et une de 0,1 mm). Après avoir dépassé le point de bascule du culbuteur, présenter la cale de 0,04 mm entre la queue de soupape et ledit culbuteur : elle doit passer librement, tandis que la cale de 0,1 mm ne doit par contre pas passer. Pour effectuer un éventuel réglage, desserrer le contre-écrou de la vis de réglage du culbuteur, visser ou dévisser cette vis de réglage, puis quand tout est satisfaisant resserrer le contre-écrou en empêchant la vis de réglage de tourner. Procéder de la même façon pour le deuxième culbuteur puis faire tourner le moteur à la main et vérifier à nouveau les réglages à l'aide des cales. En cas d'hésitation, recommencer. Des culbuteurs réglés avec un jeu insuffisant fatigueront et abîmeront le moteur. A l'inverse, le moteur ne sera pas abîmé mais il perdra de la puissance.

Pour un moteur qui tourne beaucoup, il faudra vérifier ce point tous les trois mois. Sachez toutefois que le fait d'entendre le claquement des culbuteurs au lancement de l'hélice est normal.

### 4 - Il faut roder les soupapes !

Quand le moteur perd de la compression, cela peut provenir de l'une ou des deux soupapes qui fuient. Un seul remède : le rodage, non pas du moteur mais desdites soupapes. De quoi s'agit-il ? Vous avez pu voir sur l'écorché du moteur 4-temps que les soupapes appuient sur leur siège par l'intermédiaire d'une très faible surface circulaire. Si le contact n'est pas parfait, il y aura une fuite qu'il faut éliminer par un rodage dont voici la méthode :

- démonter le carburateur et la pipe d'admission.
- déposer la culasse en repérant bien les pièces pour les remonter dans le même ordre et à leur place.
- démonter le porte-culbuteurs.
- démonter les soupapes. Une astuce pour ce faire : je mets la culasse dans un sac plastique transparent afin de ne pas perdre irrémédiablement les toutes petites pièces qui pourraient se sentir éprises de liberté.

Le rodage consiste à faire tourner la soupape sur son siège après en avoir lubrifié sa queue et en mettant sur le siège un peu de pâte à roder extra fine mélangée avec de l'huile. Pour faire tourner la soupape, j'utilise une mini-perceuse Dremel avec renvoi à 90°, qui donne une vitesse de rotation démultipliée. La Dremel étant sur la plus petite vitesse, je prends la queue de soupape dans le mandrin et, à l'aide d'un contacteur à pied, je tire légèrement sur la soupape en faisant tourner par petits coups. Quand

l'opération est satisfaisante à l'œil, je nettoie parfaitement toutes les pièces (il ne doit plus y avoir la moindre trace d'abrasif) et il ne reste plus qu'à tout remonter et régler.

### 5 - Remplacement chemise/piston

Il peut arriver que le rodage des soupapes ne soit pas suffisant pour un fonctionnement correct, ce qui signifie une usure de l'ensemble chemise/piston (et segment). La seule solution, les remplacer. La méthode est la suivante :

- démonter le carburateur et la pipe d'admission.
- déposer le bouchon de carter et la culasse.
- tirer un peu la chemise vers le haut afin qu'elle dégage le trou situé à l'arrière du carter car c'est par ce trou que nous allons retirer l'axe du piston.
- en général, les bouts d'axes du piston comportent une pastille en téflon percée en son centre d'un petit trou. Visser à peine dans ce trou une petite vis type "Placoplatre" ou une toute petite vrille pour retirer l'axe du piston.
- finir de déposer la chemise et le piston.
- prendre la chemise neuve, bien la huiler intérieurement et extérieurement.
- prendre le piston et bien le huiler extérieurement.
- serrer modérément le piston dans un petit étai équipé de mordaches en caoutchouc, afin que seule sa tête dépasse ainsi que la gorge du segment.
- huiler le segment, l'écarter avec précaution (attention, il peut casser comme du verre), et le faire rentrer dans la gorge.
- en comprimant le segment, introduire le piston par le bas de la chemise, sans le rentrer complètement.
- introduire la chemise dans le carter.
- remonter l'axe du piston et faire tourner pour vérifier qu'il n'y a aucun point dur.
- finir d'enfoncer la chemise et remonter la culasse.
- monter le bouchon de carter et le carburateur.
- régler enfin les culbuteurs et ne pas oublier de roder à nouveau le moteur.

### 6 - Quand un démontage complet s'impose...

Ceci devient nécessaire quand, par exemple il faut changer les roulements de vilebrequin. La méthode est la suivante :

- tout commence comme pour le remplacement de l'ensemble chemise/piston, mais avec encore plus de soin car il faudra repérer angulairement la position de la chemise par rapport au carter, ainsi que la position du piston par rapport à la chemise. Si vous ne le faites pas, et que vous

Sur ce moteur OS, on voit que les tringles de culbuteurs protégées dans des tubes sont en avant (donc exposées en cas de crash du modèle), et que la bougie est orientée vers l'arrière.

Sur ce moteur Enya, c'est tout l'inverse : commande des culbuteurs en arrière, et bougie en avant. Par mesure de sécurité, il sera de ce fait sage d'utiliser une prise de glow déportée.

remontiez tout cela n'importe comment, votre moteur n'aura plus l'élasticité d'avant démontage, et vous en serez quitte pour un remplacement chemise/piston.

- après le décalage, déposer le palier d'arbre à cames, afin de repérer la position de cet arbre avec le piston au point mort haut. Au remontage, il faudra reproduire le même positionnement, afin que la distribution ne soit pas décalée.
- déposer les tubes guides et les tiges poussoirs des culbuteurs.
- retirer l'arbre à cames, et repousser le vilebrequin qui en général vient sans opposer trop de résistance.
- chauffer le carter au décapeur thermique et déposer les roulements.
- pour le remontage, opérer en sens inverse.

Quand on en est au calage de la distribution, bien faire tourner le moteur à vide pour s'assurer que tout est bon. Dans le passé, les 4-temps avaient un repère sur le plateau d'hélice qui correspondait au point mort haut du piston.

## Tout le plaisir de la belle mécanique !

Je vous ai bien volontiers livré dans cet article mon expérience de 35 ans de modélisme avec les moteurs thermiques, un domaine qui me passionne et me procure un certain plaisir complémentaire au seul pilotage. Je ne prétends pas avoir la science infuse, et peut-être suis-je passé à côté de certains points, mais une chose est indéniable, tous mes moteurs sont impeccables, fiables, et calent très rarement. Je vous souhaite le même bonheur, facilement accessible en suivant tout ou partie des conseils de ce dossier !

Pour conclure, je dois rendre hommage au regretté Pierre Delfeld, qui fut longtemps le testeur attitré des moteurs thermiques pour Modèle Mag, et à M. Laronge, auprès desquels j'ai indirectement chipé quelques renseignements.

## RÉGLAGE DES CULBUTEURS

C'est une opération très facile qui se réalise moteur froid, à l'aide du jeu de cales parfois fourni avec un 4-temps.

1 - Voici le nécessaire OS pour régler les culbuteurs : la cale de 0,04 mm, la cale de 0,10 mm, la clé BTR, et la petite clé hexagonale pour le contre-écrou.

2 - Après avoir dépassé le point de bascule du culbuteur, présenter la cale de 0,04 mm entre la queue de soupape et le culbuteur : elle doit passer librement, tandis que la cale de 0,1 mm ne doit par contre pas passer. La clé coudée permet de régler le jeu et la clé plate de bloquer le contre-écrou.

3 - Ce dessin Enya illustre ce réglage des culbuteurs qui demande à desserrer le contre-écrou de la vis de réglage du culbuteur, visser ou dévisser cette vis, puis resserrer le contre-écrou quand tout est satisfaisant.

1

2

3

Valve clearance  
0.05 ~ 0.10mm

