TEXTE ET PHOTOS : PASCAL DELANNOY

DOSSIER HÉLICES

Quelle hélice choisir !

Nos modèles, pour leur grande majorité, emploient une propulsion mettant en rotation une hélice. Cet élément, incontournable dans la chaine de propulsion, est à acquérir avec attention. Le diamètre, le pas, le profil et la géométrie générale conditionnent les performances en vol...

L'aéromodélisme est riche en technique et matériel proposé. Nos revendeurs offrent quantité de références qui peuvent laisser perplexe. En partant d'un même moteur, bien souvent, une hélice optimisée fera grimper rapidement un avion dans le ciel. En voltige 3D il sera d'ailleurs pendu à l'hélice si le pilote le désire. A l'inverse, un mauvais choix fera chauffer le moteur, qu'il soit thermique ou électrique, gâchera le domaine de vol au moteur dans son ensemble et sera même dangereux si l'on doit décoller ou lancer à la limite du décrochage. On l'aura compris, un bon moteur nécessite une bonne hélice !

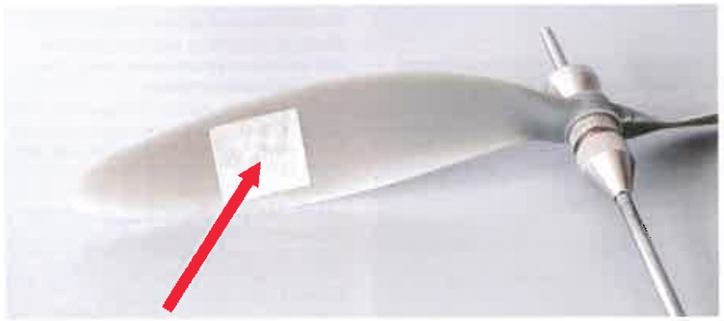
HISTORIQUE

L'hélice, premier système de propulsion mécanique, est apparue vers 1784, sur des aérostats, en guise de moyen de propulsion. A cette époque les hélices étaient de conception éloignée de ce que nous connaissons. Ces hélices sont alors d'inspiration marine, prenant en considération principalement l'intrados alors considéré comme source majeur de surpression. Les hélices étaient comparables à des pagaies couplées et mises en rotation. Les modèles réduits furent les précurseurs, en employant un moteur à caoutchouc pour les entrainer. La machine à vapeur, va également faire progresser la recherche. Clément Ader, avec son Eole, emploie des hélices quadripale, dont la forme des pales était proche des plumes d'oiseaux exotiques. Le moteur à explosion va ensuite révolutionner les premiers aéronefs, pour progressivement devenir les propulsions que nous connaissons actuellement.
Le rendement des hélices va dès lors rapidement progresser, la puissance des moteurs à explosion devenant considérable, en particulier pendant la seconde guerre mondiale. Le diamètre, la vitesse de rotation, toujours en progression, font apparaître des problèmes, comme par exemple le domaine transsonique. L'hélice est encore très utilisée de nos jours en aviation, tant que la vitesse reste subsonique.

THEORIE

La conception d'une hélice n'est pas si simple. De nombreux paramètres, sont pris en compte par les fabricants. La puissance disponible en sortie d'arbre moteur, le couple, le régime de rotation, la forme des pales, le profil, l'incidence (pas) entrent en ligne de compte. Se lancer dans la fabrication d'une hélice dépasse largement le domaine de ce dossier de vulgarisation. A cet aspect aérodynamique, s'ajoute encore le domaine de la résistance des matériaux : une hélice doit résister aux vibrations, au serrage sur le plateau d'hélice, aux surrégimes, garder ses caractéristiques théorique autant que possible (rigidité sous efforts). Les hélices disponibles sur le marché répondent à la majorité

L'hélice monopale championne du monde de F5D (course aux pylônes électrique), développée par Hacker Models. Elle est surnommée « Magnum prop » pour sa ressemblance avec les bâtons des célèbres glaces.



Sur certaines hélices, trop fines pour êtres poncées pour l'équilibrage, il est possible de coller un morceau de ruban adhésif, en indoor par exemple.

L'avion de Clément Ader, à l'époque, les hélices reprenaient la forme de plumes d'oiseaux exotiques.

de nos besoins pour un coût somme toute raisonnable. Il reste donc a savoir laquelle monter sur notre modèle.
Pour bien comprendre ce qui va suivre un petit résumé du principe de fonctionnement est nécessaire. Une hélice d'avion est comparable à une aile en rotation. Elle crée une force propulsant l'avion en avant. L'hélice en rotation prend l'air devant l'avion et le projette vers l'arrière à une vitesse supérieure à celle de l'avion. L'air qui passe à travers l'hélice est accéléré. Ce principe est détaillé dans la théorie de Froude. En bref, une hélice est comparable à une vis : un tour sur 360° fait avancer d'une valeur théorique.

RENDEMENT

En mécanique, une vis dans un métal dur fait avancer d'une valeur fixe. Une hélice d'avion prend en compte le pas géométrique et le pas effectif. Le rendement est inférieur à 1 car il y a glissement (différence entre le pas géométrique et effectif). Pour mieux situer, le rendement d'une hélice est compris entre 75 et 85% mais peut s'approcher de 90% avec des hélices contre rotatives. En racer on trouve même des hélices monopales optimisées au maximum, le dernier record du monde en racer électrique a d'ailleurs été obtenu avec une hélice de ce type.
L'efficacité de l'hélice au sol (vitesse nulle de l'avion) sera différente de celle obtenue en vol.
Un faible pas génère une très bonne traction (je devrais dire poussée avec l'air expulsé vers l'arrière) au sol, mais une fois en vol l'avion va se trainer.
A contrario, un pas élevé (avion de vitesse) génère une faible poussée au sol, mais en vol l'avion volera vite.
On peut faire un parallèle avec la boite de vitesse d'une automobile, en première on peut tracter et démarrer avec vigueur mais la vitesse maxi est faible, alors qu'en cinquième ou sixième, on va vite, mais les côtes imposent de rétrograder.
Le choix de l'hélice est donc conditionné par le duo moteur/avion.

EFFET DE TAILLE

On pourrait penser qu'une petite hélice offre un mauvais rendement et qu'une grande hélice bénéficie d'un excellent rendement. La réalité est toute différente, une petite hélice de racer peut générer un excellent rendement.
En résumé, un diamètre plus important n'est pas un critère de rendement. Par contre, la poussée d'une hélice qui travaille à « allongement fini » est proportionnelle à la puissance 4, le régime étant à la puissance 2 de son diamètre, d'ou l'amalgame fait quelques fois par certains.

DIAMETRE

On trouve deux unités principales, le centimètre et le pouce anglais. Cette valeur est sérigraphiée (sur la pale) ou gravée (sur le moyeu au moulage) sur l'hélice.
Un pouce = 2,54cm
Par exemple une hélice de 25x15 :
-25 = diamètre de 25 centimètres
-15 = pas de 15 centimètres
Son équivalence en pouces est 10x6
-25/2,54 = 10 pouces
-15/2,54 = 6 pouces
Il s'agit de la même hélice, mais elle peut se trouver sous deux nomenclatures différentes.
Les fabricants sont assez précis concernant le diamètre. Il n'en est pas de même pour le pas, comme nous allons le voir dans le chapitre suivant...

PAS

Les unités sont les mêmes que pour le diamètre. L'exemple utilisé pour le diamètre, ci dessus, donne la marche à suivre pour passer d'une unité à l'autre.
Un tour d'hélice, en théorie, et pour un pas de 15 cm, fait avancer l'avion de 15cm.
Le pas est variable tout au long de la