

» ÉQUIPEMENTS PRATIQUES



Aujourd'hui, grâce à leur facilité d'emploi, les motorisations électriques sont souvent majoritaires sur les terrains. Mais l'offre est tellement pléthorique que les néophytes sont un peu perdus...

MOTEURS BRUSHLESS

QUELQUES NOTIONS DE BASE POUR NE PAS SE TROMPER

Les motorisations électriques ont bénéficié de progrès considérables depuis une quinzaine d'années. Les batteries sont passées de la technologie NiCd au NiMH, puis au LiPo qui apporte autonomie et puissance. Les moteurs brushless, quant à eux, ont fait progresser rendement, fiabilité, puissance... et diversité. Reste à s'y retrouver et à bien choisir son moteur pour profiter pleinement des avantages de ces propulsions silencieuses et économiques...

Le choix d'un moteur électrique n'est pas aussi simple que celui d'un thermique. Quelques tentatives pour référencer des moteurs brushless comme leurs homologues fonctionnant au méthanol en fonction de leur puissance (OS, Astro Flight, etc.) ont le mérite d'aider le néophyte à faire le bon choix.

Mais le problème reste entier pour la majorité des moteurs du commerce qui ne bénéficient pas de ce classement. Il faut en effet choisir moteur, régime et hélice adaptés au modèle qu'ils doivent équiper ; de plus, il ne faudra pas se tromper de type de rotor... car il existe des rotors internes et des rotors ex-

terne. De quoi s'y perdre si l'on n'est pas passionné par la technique. Le risque de déception est donc grand si l'on se trompe. Voici donc quelques informations de base pour aider les néophytes dans leurs choix...

ÉQUIPEMENTS PRATIQUES

LE GROUPE MOTOPROPULSEUR

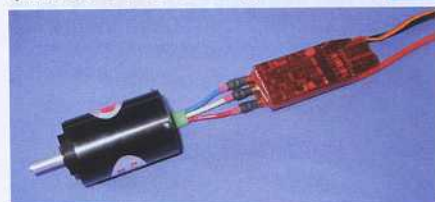
On oublie un peu de parler de son rôle, sans doute parce qu'il paraît évident. Moteur et hélice constituent le groupe motopropulseur (GMP) qui transforme l'énergie électrique en énergie mécanique. Le moteur entraîne l'hélice qui génère une poussée permettant de gagner de l'altitude avec une certaine vitesse sur trajectoire. La poussée du GMP est donc tributaire du choix du moteur, mais aussi de l'hélice. Un bon moteur avec une hélice inadaptée sera décevant. L'inverse n'est pas moins vrai : un mauvais moteur entraînant une très bonne hélice ne délivrera pas la poussée espérée.

En résumé, pour bien motoriser un modèle, il est nécessaire de sélectionner un moteur judicieusement dimensionné et une hélice dotée d'un pas et d'un diamètre adaptés à la cellule

LES CARACTERISTIQUES D'UN MOTEUR BRUSHLESS

Il existe de nombreux moteurs brushless qu'on peut cependant ranger en deux grandes familles : les rotors internes et les rotors externes. Chacun a ses avantages, mais aussi ses faiblesses, suivant l'emploi auquel on destine le moteur ; voire même ses incapacités à répondre à une utilisation précise. Voici les principales caractéristiques à retenir :

LES BRUSHLESS À ROTOR INTERNE (INRUNNER)



Les moteurs brushless à rotor interne ressemblent beaucoup à leurs homologues à charbons. Rotor et bobinage sont abrités par une cage fermée. Cette catégorie de moteurs peut supporter des régimes de rotation très élevés (60.000 à 70.000 t/mn -rpm- en version compétition) ; un bandage Kevlar maintient les aimants et empêche la force centrifuge de les décoller. Ils sont intéressants dans les modèles où

l'espace est réduit et sont souvent associés à un réducteur afin de générer un couple suffisant pour entraîner une grande hélice.



On trouve aussi ces moteurs sur les rapiers de vitesse et les jets à turbine sur lesquels leur capacité à tourner vite est alors mise à profit.

Les points forts

- capacité à supporter de très hauts régimes
- rendement souvent très élevé obtenu à haut régime
- faible encombrement

Les points faibles

- couple relativement faible
 - rendement moyen à bas régime
 - emploi d'un réducteur obligatoire pour entraîner de grandes hélices
 - budget élevé si on emploie un réducteur
 - lubrification régulière du réducteur
 - choix et plage d'utilisation plus réduits que les cages tournantes
- Ces moteurs sont surtout intéressants en compétition type hotliner, F3A, etc. On les utilise généralement lorsque de forts régimes sont nécessaires ou lorsque l'on cherche à obtenir le maximum de puissance sous un encombrement réduit.

LES BRUSHLESS À ROTOR EXTERNE (OUTRUNNER)



Les moteurs brushless à rotor externe sont les plus employés car ils offrent à la fois un rendement élevé et un couple important. Leur cage tournante peut parfois poser problème dans les fuselages étroits où elle risque de frotter sur



un des fils d'alimentation. Lorsque l'espace est suffisant, ces moteurs offrent bien des avantages. A noter que certaines versions supportant des régimes relativement élevés (jusqu'à 30.000 - 35.000 rpm) existent pour les turbines.

Les points forts

- couple important
- rendement élevé (même à moyen régime)
- entretien réduit (absence de réducteur)
- coût raisonnable
- très grand choix de moteurs
- plage d'utilisation assez large
- poids réduit

Les points faibles

- peu adaptés aux régimes élevés, sauf les petits moteurs
- encombrement plus important

Ces moteurs sont très largement employés. Ils sont économiques, fiables et leur couple, avec le principe LRK (réducteur magnétique), autorise l'emploi de grandes hélices, ce qui est favorable au rendement. Leur rendement est au final proche de celui des moteurs à rotor interne lorsqu'on tient compte des pertes dues au réducteur. Les moteurs brushless à cage tournante sont les mieux adaptés au vol de loisir, mais ils sont de plus en plus utilisés en compétition F3A.

LECTURE DE LA FICHE PRODUIT

Le diamètre



Plus le diamètre du rotor est important (conjointement à la longueur), plus le couple est potentiellement élevé. Cependant, la masse suit la même logique ; il faut donc rester raisonnable et

ne pas chercher à monter un trop gros moteur dans un modèle ! D'autre part, lorsque le moteur doit tourner vite, la force centrifuge sera d'autant plus élevée que le diamètre sera grand. Les fabricants indiquent souvent le régime maximum à ne pas dépasser. Pour contrôler le régime au sol, il faut s'équiper d'un compte-tours. Avec la télémétrie il devient aussi possible de mesurer la vitesse de rotation de l'hélice en vol. Attention, si on emploie un réducteur, il faudra multiplier le régime lu par le taux de réduction (exemple : régime lu 12000 t/mn, réducteur 3/1, le moteur tourne donc à $3 \times 12.000 = 36.000$ t/mn).

La longueur



Plus la longueur du rotor est importante (conjointement au diamètre), plus le couple est élevé. Pour obtenir un régime de rotation élevé, il est préférable d'avoir une longueur de rotor importante plutôt qu'un diamètre élevé, comme expliqué dans le paragraphe précédent.

Le bobinage

Le bobinage, qui est en fait le nombre de tours de fil de cuivre et sa section, va déterminer les valeurs électriques du moteur, conjointement à ses caractéristiques mécanique (dimensions, taille et puissance des aimants, etc.). Sur la fiche du moteur vous lirez souvent :

- I₀ = consommation du moteur à vide sous tension nominale (voltage de la batterie)
- R_i = résistance interne du bobinage en ohm
- K_v = régime par volt sous tension nominale
- P_U = puissance utile en W, c'est celle qui nous intéresse
- P_{max} = puissance maximale du moteur pendant quelques secondes

Un moteur bien conçu offrira un très bon rendement dans la plage d'utilisation pour lequel il a été calculé. Certains fabricants, donnent une taille d'hélice et la tension de la batterie qui permettent de tirer le meilleur parti du GMP.



On distingue ici le bobinage d'un inrunner, dont le taux de remplissage exceptionnel favorise le rendement



Le bobinage d'un outrunner, très soigné, isole le fil de cuivre des slots

Les aimants

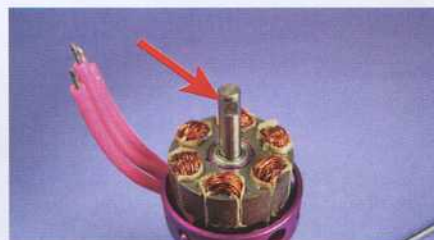
Réalisés en terres rares, leur pouvoir d'aimantation influence le rendement final ; mais pour le vol de loisir, la plupart des moteurs sont correctement dotés de ce point de vue-là.



Les aimants d'un outrunner immobilisés sur la cage tournante avec de la résine. Notez le renflement pour supporter l'arbre moteur

L'arbre

On trouve sur la fiche du moteur le diamètre et la longueur utile.
-La longueur utile permet de fixer le porte-hélice ou le cône
-Le diamètre quantifie par voie de conséquence la résistance mécanique de l'arbre.



Un méplat sur l'arbre moteur renforce le serrage si le support d'hélice comporte des vis pointeau

On a connu des moteurs brushless (asiatiques, français et bien d'autres) dotés d'arbres en acier doux qui pliaient au moindre choc ! Les aciers asiatiques ne sont pas les meilleurs, donc, par sécurité, pour une taille de moteur donnée, préférer le diamètre le plus élevé si vous hésitez entre deux moteurs.



Les moteurs à cage tournante ont souvent un support d'hélice arrière permettant d'inverser leur montage. Pratique !

Les paliers

Les paliers, généralement sur roulements à billes, sont les seules pièces d'usure sur un moteur brushless. Il faut choisir un moteur équipé de préférence de roulements japonais ou européens, lorsque c'est possible. Mais bien souvent c'est la loterie... il y a donc du très bon et du très mauvais. Cependant, si on vole régulièrement mais pas de manière intensive, des roulements de qualité moyenne offriront déjà de longues heures de vol !

La masse

Les dimensions, le bobinage, le diamètre de l'arbre moteur et les accessoires de montage conditionnent la masse du moteur prêt à être monté sur le modèle. En compétition on cherche à alléger au maximum, mais ce n'est pas nécessaire pour le vol de loisir ; il faudra juste vérifier que le centrage n'est pas trop affecté si l'on emploie un moteur plus puissant que celui conseillé par le fabricant. Ne pas croire qu'à dimensions comparables, un moteur plus lourd sera meilleur ; beaucoup d'autres paramètres entrent en ligne de compte...

Les réducteurs

De plus en plus rares, il en existe tout de même encore quelques-uns chez les fabricants allemands (Plettenberg, Kontronik, Hacker, etc.) et américains

