

HORS SERIE - HORS SERIE - HORS SERIE - HORS SERIE

n°11
HORS SERIE

FLY
INTERNATIONAL

INTERNATIONAL FLY

n°11
HORS SERIE

Le monde de l'aéromodélisme

HELICOPTERE L'INTEGRALE

Technique :

Hélicoptères de salon

Hélicoptères birotors

Hélicoptères électriques

Hélicoptères thermiques

Apprendre à piloter

Apprendre à régler

Débuter la voltige

Radiocommande

Les gyroscopes

Les servos

Les moteurs

Les accus

GUIDE DE L'AEROMODELISME

Essais

détailés :

Tiny 3 EVO MHD

Logo 500 Mikado

Eco 8 Royal Ikarus

Carbooon DX-L BMI

Micro Mosquito Easy Model

M 01164 - 11 H - F: 9,90 € - RD



• BELGIQUE 11,00 € • SUISSE 19,80 FS • LUXEMBOURG 11,00 € •
• PORTUGAL CONT 12,00 € • CANADA 19,75 SC • ITALIE 12,40 € •
• NOUVELLE CALEDONIE & POLYNESIE FRANCAISE 1700 CFP •
• REUNION 12,00 € • ANDORRE 9,90 € • GRECE 10,20 € •
• GUADELOUPE - MARTINIQUE - GUYANE 11,00 € •

HORS SERIE N°11 - 9,90 €

SOMMAIRE

COUVERTURE

L'Eco 8 Royal d'Ikarus, descendant de l'hélicoptère qui a rendu la voilure tournante électrique accessible.

DECOUVERTE DE L'HELICOPTERE

- 8 Les bases de l'hélicoptère
- 12 Quel type d'hélicoptère choisir ?
- 20 Les hélicoptères de salon
- 22 Les hélicoptères birotors
- 28 Les pales
- 30 La tête de rotor
- 32 Le plateau cyclique
- 34 Les motorisations thermiques
- 38 Les motorisations électriques
- 42 Les accus de propulsion
- 46 La transmission
- 48 L'anticouple
- 50 L'ensemble de radiocommande
- 52 Les émetteurs hélico
- 56 Les récepteurs
- 58 Les servos
- 60 Les gyroscopes
- 63 Les accessoires
- 66 Les simulateurs

68 La formation

70 Mise au point de l'hélicoptère

APPRENDRE A PILOTER

- 74 Les bases du pilotage
- 82 Les bases de la voltige
- 86 L'autorotation

ESSAIS DETAILLES

- 89 Micro Mosquito
- 94 Carboon DX-L
- 100 Tiny 3 Evo
- 104 Eco 8 Royal
- 118 Logo 500 DX

CATALOGUE SPECIAL HELICO

- 130 Hélicos de salon et birotors
- 132 Hélicos électriques
- 134 Hélicos thermiques
- 136 Moteurs thermiques
- 137 Moteurs brushless
- 140 Gyroscopes
- 142 Emetteurs

VOS RUBRIQUES

- 4 Abonnement
- 144 Index - sélection hélico
- 146 Plans Fly et bon de commande

Le monde de l'aéromodélisme

HORS SERIE
N° 11

Directeur de la publication
Pascal Monlong

Directeur de rédaction
Marc Maurus

Rédaction

Les Coupées, 01190 St Bénigne
Tél, répondeur et Fax :
03 85 23 82 82

e-mail : flyredac@tiscali.fr

Rédacteur en chef

Jean-Louis Coussot

Rédacteur adjoint

Didier Cervera

Rédactrice graphique

Cécile Coussot

Publicité

Directeur de la publicité

Pascal Gerreboo

01 69 46 14 47

e-mail : pascal.rccars@wanadoo.fr

Assistante de la publicité

Evelyne Leclerc

01 69 46 14 47

e-mail : evelyne.rccars@wanadoo.fr

Maquette

Sébastien Bonnafoux

e-mail : sebastien.rccars@wanadoo.fr

Secrétariat

Caroline Briot

TEL : 01 69 46 14 47

FAX : 01 69 46 17 21

e-mail : caroline.rccars@wanadoo.fr

Photogravure : Rédaction Fly

Impression : Léonce Déprez

Administration, publicité

3 bis, rue Denis Papin

91240 SAINT MICHEL SUR ORGE

Fax 01 69 46 17 21

ISSN 65-972X

N° de commission paritaire

1211 K 88836

Dépôt légal :

4^{ème} trimestre 2007

Distribution : NMPP

La rédaction n'est pas responsable des textes, illustrations et photos publiées qui engagent la seule responsabilité de leurs auteurs. Les manuscrits et documents non imprimés ne sont pas rendus. Leur envoi implique l'accord de l'auteur pour leur libre publication. Les indications de marque et les adresses qui figurent dans les pages rédactionnelles de ce numéro sont données à titre d'information sans aucun but publicitaire. Les prix annoncés peuvent être soumis à de légères variations. La reproduction des textes, dessins, photographies et autres documents publiés dans ce numéro est la propriété exclusive de FLY International qui se réserve les droits de reproduction dans le monde entier.

FLY INTERNATIONAL est édité par

EDITIONS FUN

efi
INTERNATIONAL

3 bis, rue Denis Papin

91240 SAINT MICHEL SUR ORGE

Tel : 01 69 46 14 47

www.rcmodelisme.net

LE MONDE DE L'AEROMODELISME

ET L'HÉLICOPTÈRE RADIOCOMMANDÉ DEVINT ACCESSIBLE...



2002... Cinq ans, déjà ! C'est à cette époque que l'hélicoptère électrique entrait dans l'âge adulte, que les modèles proposés sur le marché commençaient vraiment à offrir des performances intéressantes. Les moteurs brushless commençaient à changer la donne, ils allaient être suivis par les accus Lipo...

2002... C'est aussi cette année-là qu'au manche d'un Eco 8 d'Ikarus, je me lance enfin dans le pilotage des voilures tournantes, et qu'en fin d'année, je vous propose le FLY Hors Série n°6, "l'hélicoptère pratique", qui reste encore jusqu'à aujourd'hui, pratiquement le seul ouvrage aisément disponible pour qui souhaite apprendre à piloter les hélicoptères radio-commandés.

2007... Le Hors Série FLY N° 6 est pratiquement épuisé, mais la demande est toujours aussi importante, plus même encore, car depuis 2002, les progrès de la technique ont permis de miniaturiser l'hélicoptère qui vole aujourd'hui dans un salon ! Et l'hélicoptère, qui était resté des décennies assez confidentiel, connaît depuis cinq ans un véritable engouement et il suffit d'ouvrir une revue de modélisme pour constater le nombre grandissant de publicités proposant des hélicoptères.

Face à cet intérêt massif pour la voilure tournante, il devenait urgent d'actualiser notre Hors Série "best seller", en conservant bien sûr ce qui n'a pas changé : le pilotage de base, la mécanique du vol, chapitres qui restent la base indispensable pour apprendre à piloter.

Nous avons bien sûr mis à jour la partie concernant les propulsions électriques, qui en 5 ans ont considérablement évolué, tant côté moteurs et contrôleurs que côté batteries. Nous avons également intégré l'arrivée en masse sur le marché des hélicoptères "d'intérieur", bi-rotors et micro-hélicoptères de quelques grammes seulement.

Et puis, nous avons ajouté des chapitres sur les motorisations thermiques, leur montage, leur mise en œuvre, leur entretien.

Enfin, le cours de pilotage initial a été complété par la fameuse autorotation, mais aussi les bases de la voltige classique et du 3D...

Les matériels et essais présentés sont aussi bien sûr mis au "standard" de ce que vous trouvez dans vos magasins en cette fin 2007.

Voici donc notre onzième FLY Hors Série, qui va remplacer le n° 6, et je ne peux qu'espérer une chose, c'est entendre encore longtemps des lecteurs me dire, comme ça a été souvent le cas dans les salons, rencontres ou au téléphone, "c'est de votre faute"... Oui, de ma faute s'ils se sont mis à l'hélicoptère et qu'ils ont appris avec comme livre de chevet le Hors Série FLY. Quelle belle récompense !

A tous les débutants et futurs débutants en voilure tournante, je souhaite donc une bonne lecture, et un bon apprentissage. Décoller et se poser sur place, voler en stationnaire a toujours fasciné, mais aujourd'hui, l'hélicoptère radiocommandé ne s'en contente plus, il est tour à tour voltigeur, maquette, ou décolle et se pose dans le creux de la main... Un univers entier est à découvrir, alors, je vous laisse à ces quelques pages qui, je l'espère, sauront une fois encore vous guider. Bons vols !

Jean-Louis Cousot

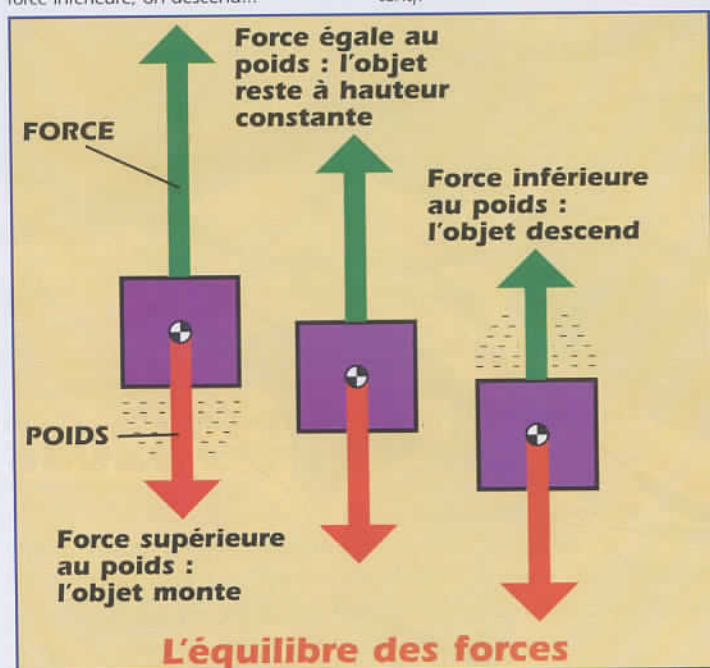
LES BASES DE L'HE

De la fonction naît l'organe

La configuration générale de la plupart des hélicos est venue tout bonnement de ce que l'on attend d'eux : décoller à la verticale. Pour soulever une charge quelle qu'elle soit, il faut opposer à son poids une force égale ou supérieure. Force égale, on maintient une hauteur constante, force supérieure, on monte, force inférieure, on descend...

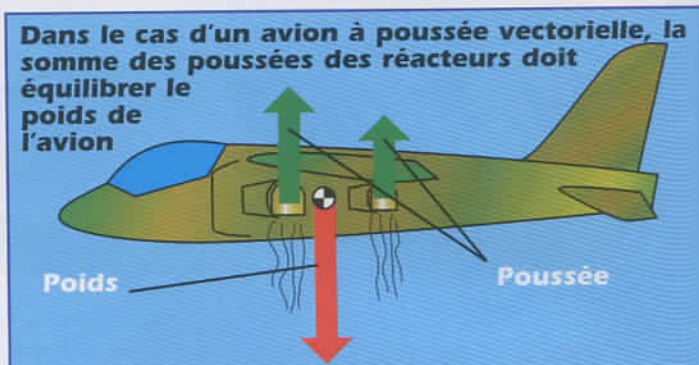
Bien sûr, tout le monde sait ce qu'est un hélicoptère ! C'est un engin volant, avec une grande hélice au-dessus, et une petite à l'arrière... Mais sait-on pourquoi un hélico ressemble justement à ça ? Vous allez voir que tout découle logiquement de ce qu'on veut obtenir...

Cela peut être un réacteur dont la poussée est dirigée vers le bas (Comme le Hawker Harrier dont les tuyères pivotent).



Pour créer cette force, sans faire appel à un élément extérieur (bien sûr, avec une grue, on y arrive !), il faut que le véhicule dispose d'un élément fournissant cette force. Cela peut être un propulseur à carburant liquide ou solide comme les fusées, mais la flamme considérable qui s'échappe pose un problème pour tout ce qui est en dessous...

Mais le réacteur est une invention récente, et avant lui, on ne disposait que du moteur à hélice pour générer une traction. De là à imaginer qu'en mettant l'hélice au-dessus du véhicule, son axe devenu vertical, et ainsi à créer une force dirigée vers le haut, il n'y avait qu'un pas ! Mais pourquoi les hélices d'hélicoptères sont-elles si grandes ? La réponse est dans le rendement des hélices : à traction identique, une petite hélice tournant très vite est bien plus gourmande en énergie qu'une très grande hélice tournant lentement. C'est comme les ailes d'un avion : le rendement des ailes immenses à grand allongement des planeurs est sans commune mesure avec celui des ailes courtes et trapues d'avions de tourisme ! Des grandes pales d'hélices, la solution était là.



Mais se pose un problème avec cette grande hélice : parmi les grands principes immuables de la physique, il y a celui bien connu de l'action-réaction : si on exerce sur un corps quelconque une force, ce corps en retour exerce une force égale et de direction opposée. Ainsi, le moteur qui va entraîner notre grande hélice lui transmet un couple, et en retour, l'hélice transmet au moteur un couple identique en intensité, et de sens opposé. Le moteur étant solidaire du véhicule, tout revient à dire que l'hélice transmet au dit véhicule un couple qui tend à le faire tourner sur lui-même en sens inverse de la rotation de l'hélice. Embêtant, ça ! Mais les avions, ils devraient tourner autour de leur hélice, non ? Effectivement, et c'est bien ce qu'ils essayent de faire, et ça s'appelle le couple de renversement. Mais d'une part, l'hélice est petite et tourne vite, le couple est considérablement plus faible, et d'autre part, avec la vitesse, un soupçon de braquage des ailerons, à peine perceptible, suffit à le contrer. Sur les warbirds de la seconde guerre mondiale, une remise de gaz trop brutale à basse vitesse pouvait faire passer sur le dos, c'était la conséquence vraiment visible du couple de renversement.

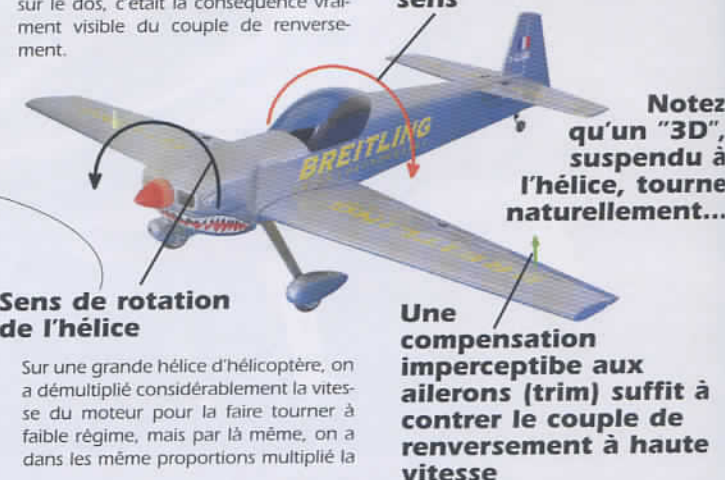
valeur du couple. Et on ne dispose ni de vitesse, du moins en stationnaire, ni de gouvernes, pour le contrer.



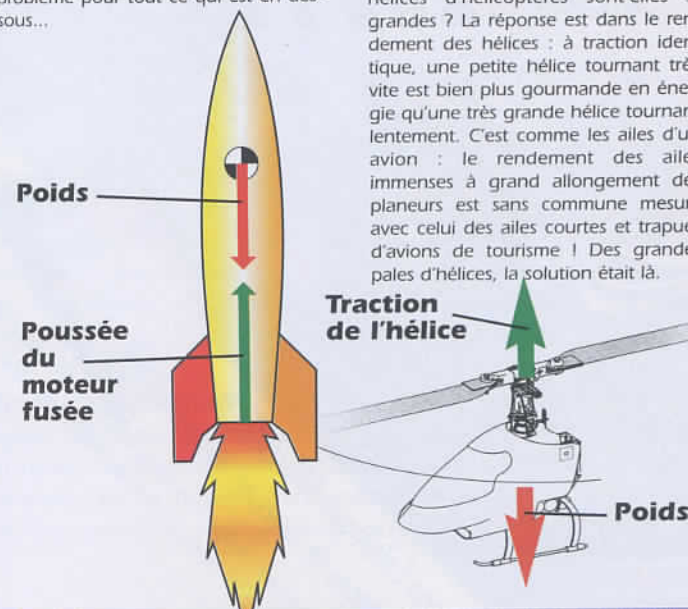
Par réaction, notre véhicule tourne dans ce sens

Donc, si on veut avoir une chance d'avancer en ligne droite, il va falloir contrer ce couple. Diverses solutions existent : soit purement et simplement

Le couple de renversement tend à faire tourner l'avion dans ce sens



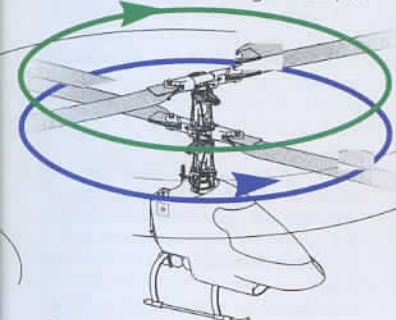
Sur une grande hélice d'hélicoptère, on a démultiplié considérablement la vitesse du moteur pour la faire tourner à faible régime, mais par là même, on a dans les mêmes proportions multiplié la



ICOPTÈRE

supprimer ce couple. C'est possible ! L'Hélicoptère Djinn utilisait un petit réacteur comme générateur de gaz, ces gaz étaient envoyés sous pressions dans les pales du rotor et éjectés par des tuyères en bout de pales et entraînaient ainsi le rotor en rotation... Pas de transmission mécanique du couple, pas de couple à contrer ! Pour orienter le Djinn, on utilisait les gaz résiduels, sortant par la tuyère du réacteur, pour souffler une dérive. Ça marchait très bien, mais c'était assez complexe pour canaliser sans fuites les gaz.

Bon, si on ne supprime pas le couple, il faut en exercer un second, qui annule le premier. Une solution que l'on trouve par exemple sur les hélicoptères Kamov consiste à monter deux hélices l'une au-dessus de l'autre, tournant chacune dans un sens. Ça aussi, ça marche ! Peu usitée en "grandeur", la



2 rotors contra-rotatifs, les couples s'annulent.

formule fait le succès des hélicos RC indoor bi-rotor, ultra stables. Reste la solution la plus classique :

Un couple, soit il nous arrive tout cuit de l'arbre du moteur, soit il résulte de l'action d'une force exercée avec un certain bras de levier.

Plus le bras de levier est grand, plus la force nécessaire à créer le couple sera faible et inversement. Encore une fois, on cherche donc à créer une force, prenons une autre hélice, plaçons la avec un axe horizontal et perpendiculaire à l'axe de vol, et éloignons la de l'axe de rotation. Ça marche ! Le couple est vaincu, nous pouvons stabiliser la rotation de notre engin !

Depuis quelques années, une ultime solution est née : un jet de gaz modulé éjecté latéralement prend la place du rotor de queue, c'est le système NOTAR (voir ci-contre).

Enfin

Bref, le plus utilisé, parce que finalement le plus simple à mettre en pratique, reste le rotor de queue, simple ou sous forme de "fenestron" quand il est multipales et caréné. Nous verrons plus loin qu'il a tout de même un défaut : il déporte latéralement notre véhicule... La perfection n'est pas de ce monde !

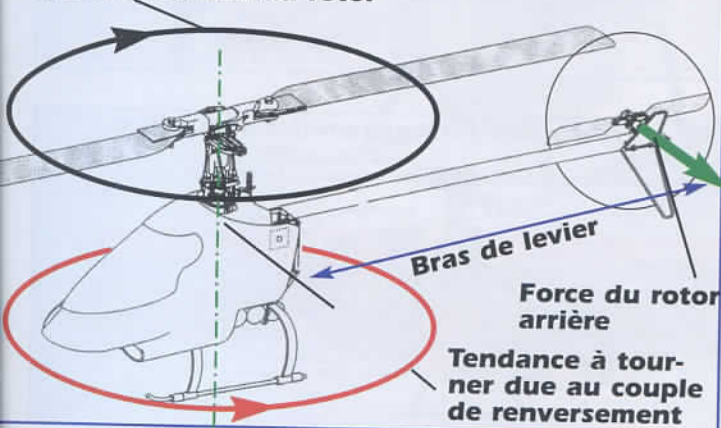


A gauche, la solution la plus classique, le rotor de queue, appelé anti-couple et à droite, la variante "fenestron", un rotor multipales caréné. Vario et Hirobo sont les seuls à proposer des maquettes d'hélicoptères à fenestron.

Et pour se diriger ?

C'est bien beau, de réussir à se soulever et à ne pas tourner... Mais encore faut-il pouvoir tenir notre engin stable, et aussi bien sûr le faire avancer, monter, descendre, reculer, se déplacer à droite ou à gauche, pivoter, s'incliner d'avant en arrière, latéralement... Une simple hélice toute bête, qui tourne au dessus du toit, n'offre aucun moyen de piloter l'engin.

Sens de rotation du rotor



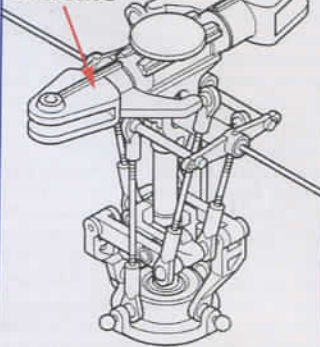
Le système Notar est utilisé sur le Hughes MD 520N. On distingue la sortie d'air latéral à l'arrière de la poutre. Vario est le seul à proposer un NOTAR modèle réduit.



Monter et descendre

Pour monter et descendre, il est clair qu'il faut modifier la force de traction de l'hélice principale, que nous allons désormais appeler **ROTOR principal**. Une solution consiste à faire varier la vitesse de celui-ci : à pas constant, plus il tourne vite, plus il porte. Ce type d'hélico existe en modèle réduit, les premiers modèles étaient réalisés ainsi, et c'est une solution que l'on retrouve

Porte pale articulé



Une tête de rotor à pas collectif permet d'augmenter la portance presque instantanément.

modèles réduits.

Bien sûr, il faut varier aussi la puissance du moteur pour compenser la plus forte résistance du rotor quand on augmente le pas, mais l'inertie du rotor justement nous aide à avoir le temps de le faire. Sur les anciens hélicoptères grandeur, le Bell 47 par exemple, le pilote disposait d'un levier (façon frein à main central) pour faire varier le pas, avec une poignée rotative type moto à son extrémité pour faire varier la puissance moteur manuellement. Les hélicoptères modernes, souvent à turbine, ont une régulation automatique. En modèle réduit, nous utilisons en règle générale un mixage électronique entre la commande du moteur et la commande du pas (ouf !).

Cette variation de pas sera appelée "PAS COLLECTIF", puisque l'on fait varier de façon identique le pas de toutes les pales du rotor principal.

Pivoter

Bien, on sait maintenant monter et descendre ! Pour pivoter, nous allons faire travailler de la même façon... le rotor

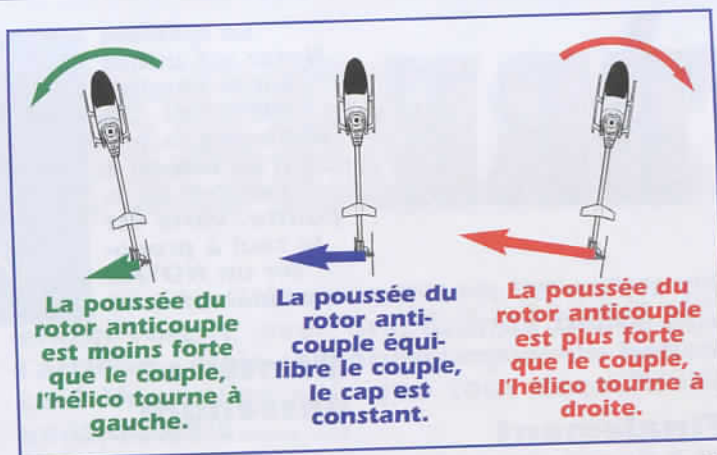


On trouve typiquement des rotors à pas fixe sur les hélicoptères indoor de type bi-rotor. Sur ce Swiss Lama de BMI, le rotor anti-couple est factice

arrière. En faisant varier le pas de ses pales, on va pouvoir modifier la force qu'il exerce, et donc, l'hélicoptère va pivoter à droite ou à gauche. Le rotor anticouple est donc lui aussi à pas variable (sauf de rares exceptions où l'on a installé un moteur séparé pour le rotor anticouple, et où on fait varier la vitesse de ce rotor, c'est le cas des Pixel et Piccolo).

Avancer !

Maintenant, c'est bien beau de savoir rester sur place, mais d'une part, il faut pouvoir stabiliser la machine, contre vent et turbulences, et donc pouvoir contrôler l'inclinaison latérale et longitudinale de notre appareil, mais aussi pouvoir le faire translater dans toutes les directions... Cette fois encore, c'est le rotor principal qui est mis à contribution. Puisqu'il fournit une force, nous allons nous débrouiller pour pouvoir modifier légèrement l'orientation de celle-ci. Si nous parvenons par exemple à faire basculer cette force en partie vers l'avant, la plus grande partie va continuer à nous soutenir, mais une partie va tirer vers l'avant, c'est ce que l'on appelle la "décomposition des forces". De même, si on arrive à basculer le rotor vers la droite, une partie de la traction va entraîner la machine vers la droite. Pour arriver à incliner le rotor, nous allons une fois de plus utiliser la variation de pas des pales du rotor principal, mais de façon cyclique. Nous allons au fil du tour que fait chaque pale modifier son pas, pour qu'elle porte différemment devant, à droite, derrière et à gauche de l'appareil.



impalpables, mais bien présents et puissants, qui agissent sur tout corps en rotation. Plus on tourne vite, plus la masse en mouvement est importante, plus les effets sont violents ! Et notre rotor principal, comme volant de gyroscope, il se pose là ! On va essayer de simplifier au maximum : Si on exerce une force sur le volant d'un gyroscope, il réagit en exerçant une force décalée de 90°, le côté du décalage dépendant du sens de rotation. Exemple, si notre rotor tourne dans le sens des aiguilles d'une montre vu du dessus, et que je modifie le pas des pales pour que la pale "arrière" porte plus que la pale avant, j'exerce un "petit" effort qui tend à basculer le rotor vers l'avant, mais les effets gyroscopiques réagissent en imposant un effort qui fait puissamment basculer le rotor vers... la droite !

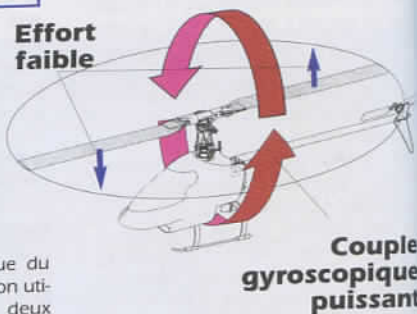
Le couple gyroscopique : une puissante réaction de rotation se crée, décalée de 90° par rapport à l'effort exercé.

Pour obtenir la variation cyclique du pas des pales du rotor principal, on utilise un plateau comprenant deux bagues : La bague intérieure tourne en même temps que le rotor et est montée sur une rotule axée sur le mât rotor. Elle peut s'incliner d'avant en arrière, latéralement, et son inclinaison correspond à l'inclinaison que l'on attend du rotor. Les commandes de variation de pas du rotor sont pilotées par cette bague intérieure. La bague extérieure, solidaire par un roulement à billes de la bague intérieure, ne tourne pas, et est inclinée par les commandes (manche à balai sur un "grandeur", servos sur un modèle RC). Ainsi, on peut transmettre les ordres d'inclinaison du plateau extérieur au plateau intérieur, et donc à la tête de rotor. Ce plateau est appelé "PLATEAU CYCLIQUE". Dans certains types de montage, il coulisse de haut en bas pour commander en même temps la variation collective du pas. Résumons : pour faire avancer l'hélicoptère vers l'avant, on bascule le plateau cyclique et donc le rotor vers l'avant,

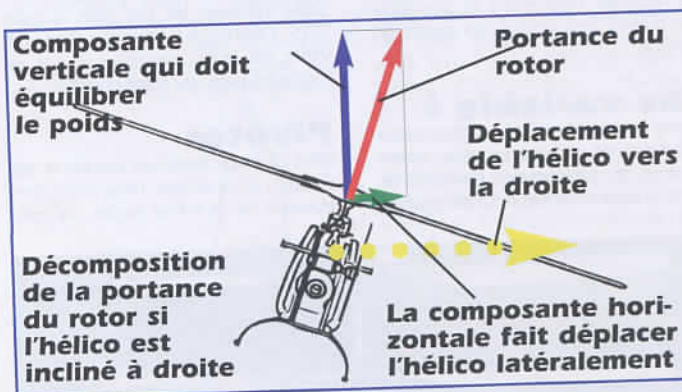
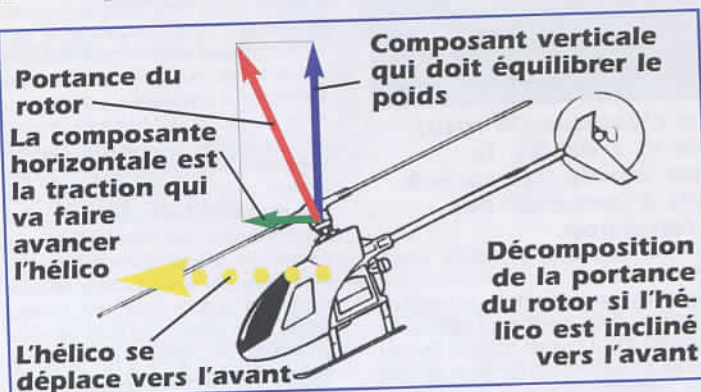
une partie de la traction du rotor "tire" l'hélico vers l'avant. Pour faire translater latéralement l'hélico vers la droite, on bascule le plateau cyclique et donc le rotor vers la droite, une partie de la traction "tire" l'hélico vers la droite. Finalement, vu du pilote, ce n'est pas si sorcier ! Le gros boulot est pour les concepteurs de têtes de rotor !

Les éléments principaux

Après tout ce que nous venons de dire, nous pouvons en faire la synthèse et déterminer quels sont les éléments constitutifs d'un hélicoptère (de manière générale, modèle réduit ou grandeur nature).



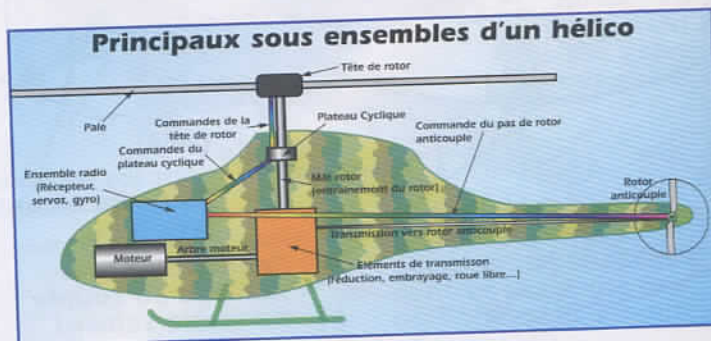
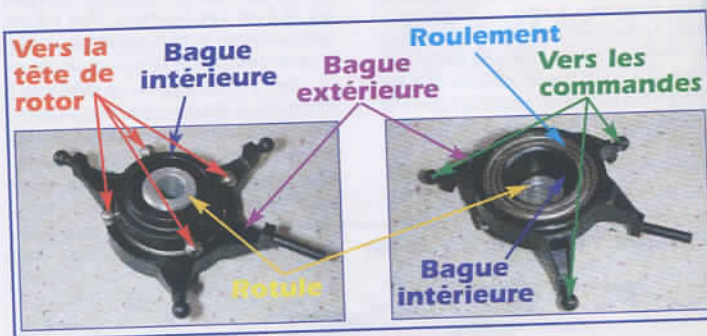
- Le **moteur** fournit l'énergie nécessaire à la sustentation et à la propulsion.
 - Des **éléments de transmission** abaissent la vitesse de rotation du moteur et la transmettent d'une part au rotor principal, d'autre part au rotor anticouple.
 - Un **plateau cyclique** permet d'orienter le rotor, en étant au départ actionné par les commandes (tringle venant du pilote ou des servos).
 - Le **rotor principal** possède des pales à pas variable de façon simultanée pour doser la portance et de façon cyclique pour orienter cette portance (contrôle en roulis et tangage).
 - Le **rotor anti-couple**, situé à l'arrière d'une longue poutre, contre le couple du moteur transmis au rotor, et son pas variable permet en outre le contrôle en lacet de l'hélico.
- Dans la suite de ce numéro, nous allons détailler chacun de ces éléments.



Effets gyroscopiques

Vous pourriez penser que si on fait porter d'avantage la pale quand elle est à l'arrière et moins quand elle est à l'avant, l'hélicoptère bascule vers l'avant, ce serait fort logique ! Hélas, trois fois hélas, ce serait trop simple ! Entrent en jeu les effets gyroscopiques,

On va donc utiliser avant tout ces forces gyroscopiques pour basculer le rotor, et c'est la mécanique de la tête qui va se charger de gérer ce décalage de 90° entre la variation de pas et donc de portance des pales, et l'action effective sur le rotor. En pratique, vous n'aurez pas à vous en occuper, ni même à vous en rendre compte.



UN HÉLICOPTÈRE

Maintenant que nous avons une idée plus précise de ce que contient un hélicoptère modèle réduit, il va falloir faire le choix difficile d'un modèle. Hors, ce choix est vaste et c'est comme quand vous allez acheter une télévision... Il y a différentes tailles (36, 52, 70 cm...), différents formats (4/3, 16/9), différentes technologies (écran cathodique, LCD, plasma...), j'en passe et des meilleures. Résultat, on tourne en rond un bon moment, on revient plusieurs fois en essayant d'avoir entre temps trouvé le bon conseil... Et le pire, c'est que dans le choix qui s'offre à vous, bon nombre de modèles sont de qualité et aptes à vous satisfaire, sinon, ce serait trop facile ! Pour l'hélico, c'est un peu la même chose...

Modèle de début ?

Commençons par une différence fondamentale qui existe entre les modèles à voilure fixe (avions et planeurs) et les hélicoptères : En avion ou planeur, il existe des modèles spécifiquement conçus pour débuter, au comportement sage, au vol lent, aux réactions adaptées. Après une période obligatoire d'initiation sur ce genre de modèle, on passe sur des avions ou planeurs de transition, plus maniables, pour se perfectionner. Ensuite, on trouve des modèles dédiés soit à la voltige, soit à la vitesse, soit à l'exploitation maximale des ascendances (planeur), soit encore des maquettes, reproductions plus ou moins fidèles d'appareils réels. C'est un peu comme la formation à la conduite : On apprend sur une petite voiture, et plus tard, on en aura peut-être une plus grande, une plus performante, ou plus agile sur les chemins (4x4)... Si on veut faire de la compétition, on commencera par exemple par le karting, puis la formule Renault, la Formule 3000, et seuls quelques uns finiront en Formule 1... Mais chaque fois, on trouve des voitures différentes et adaptées



En hélico, les réglages peuvent faire d'une même machine un modèle sage pour débuter ou un redoutable voltigeur, c'est le cas du Raptor.

à chaque usage.

En hélicoptère, c'est très différent ! En effet, en dehors des hélicoptères dits "de salon", la plupart des hélicoptères sont capables de couvrir les besoins du débutant comme ceux du pilote confirmé ! En hélicoptère, rien n'est figé, et tout est affaire de réglage et de remplacement de quelques éléments. En modifiant les valeurs de pas du rotor principal, un hélico peut être doux et

parfait pour apprendre, ou vif comme un félin et passer la voltige 3D ! Le poids, le profil et le matériau des pales peut également changer considérablement le comportement d'une machine. En fait, en termes d'hélicoptères radio-commandés, on devrait parler de "mécanique", ensemble regroupant moteur, radio, transmission, rotors et leurs commandes. Ensuite, cette "mécanique" peut être habillée comme bon nous semble : une simple bulle d'entraînement pour débuter (et parfois même pour aller au plus haut niveau !), une carrosserie profilée pour voler vite et réaliser une voltige souple et tendue, une carrosserie et des accessoires "maquettes" pour voler réaliste... Et puis, cette mécanique va être réglée

Une mécanique peut se contenter d'une bulle toute simple, ou recevoir une carrosserie qui en fait une "maquette".



et équipée des pales et accessoires (palettes de barre de Bell en particulier) adaptés en fonction du style de pilotage envisagé.

Bref, il n'y a pas comme en avion de modèle de début, de transition ou de voltige. Seuls quelques modèles d'exception sont totalement à proscrire pour débuter : les hélicos "petit-gros" ou les modèles équipés de turbines à réaction qui sont désormais proposés par tous les fabricants ou presque, mais qui sont exclusivement destinés à des pilotes confirmés.

Le choix d'une "mécanique" va devoir se faire plus suivant vos affinités :

- Type de motorisation, thermique ou électrique.

- Taille de la machine, du petit indoor au modèle de 1500 mm de diamètre rotor.

- Et un élément important, le coût de la machine et de tout ce qui va autour : éléments de radiocommande, moteur, matériel de mise en œuvre (chargeur, accus pour les électriques, carburant, démarreur, caisse de terrain... pour les thermiques).

Quelle que soit la mécanique que vous choisirez, vous la carrosserez pour vos débuts avec une bulle simple, facile à démonter pour un accès facile lors des réglages que vous ne manquerez pas d'avoir à effectuer. Plus tard, suivant vos préférences, votre mécanique pourra recevoir une carrosserie différente, plus profilée, plus agressive, ou même transformer votre simple "modèle réduit" en maquette, ce qui va souvent plus loin que la simple pose d'une nouvelle carrosserie : il faut adapter la mécanique avec des éléments spécifiques comme par exemple un anticouple surélevé, ou en fenestron, ou encore un train rentrant... Le choix est vaste !

Nous allons maintenant faire l'inventaire des types de mécaniques disponibles.

Birotors et micro-hélicos

Ils sont devenus en moins de deux ans les best sellers des magasins de modélisme. Les premiers à avoir vu le jour sont les hélicoptères bi-rotors. Sur un concept initial de Hirobo avec sont

Alouette, Lama et Bell 47 ont été les premiers Bi-rotors sur le marché de l'hélicoptère dit d'appartement. Depuis, le choix est plus varié.



... MAIS LEQUEL ?



Le PicooZ, inventé par Alexander van de Rostyne, a initié une nouvelle race d'hélicoptères, accessibles à tout le monde, sans la moindre expérience préalable. Bien sûr, le fait de savoir s'en servir ne veut pas dire que l'on sait piloter un hélicoptère "normal".



Tous les birotors sont livrés complets, et il ne reste qu'à charger l'accu pour être prêt au vol.

XRB, dont les premiers modèles étaient reliés à leur "émetteur" par un fil, avant de devenir rapidement radiocommandés dès que les accus Lipo ont permis d'emmener assez d'énergie pour une masse réduite, ils se sont multipliés de manière impressionnante et pas une marque ne passe à travers. La taille la plus courante offre un diamètre rotor de 34 cm, pour des masses de 210 à 250 grammes suivant l'habillage. Ces machines sont en règle générale d'une très grande stabilité, uniquement destinées à voler en intérieur, et peuvent effectivement voler dans un salon pourvu que le pilote se soit entraîné un minimum. Ils possèdent les 4 fonctions de base d'un hélicoptère (pour la plupart). Budget moyen d'un birotor livré complet avec émetteur, accus, char-

geur : 150 à 200 euros. Apparus il y a à peine plus d'un an, les "Micro-hélicoptères" sont une nouvelle catégorie qui elle aussi a connu des ventes exceptionnelles. L'inventeur est Alexander Van de Rostyne, et le fabricant "initial" est Silverlit avec le PicooZ et le Gyroto, mais là aussi, les copies et dérivés ne se sont pas fait attendre... Ces modèles minuscules (le PicooZ a un diamètre rotor de 13 cm, et le poids est inférieur à 10 g) sont commandés par transmission infra-rouge, et les commandes ne sont que deux, et s'ils sont réellement très ludiques, on ne peut pas dire qu'ils ont un pilotage comparable à celui d'un véritable hélicoptère. Pour cette catégorie, le budget est le plus bas du monde hélico : 35 à 50 euros !

Des exemples de la nouvelle tendance des birotors : carrosseries en tous genres !



Hélicos indoor conventionnels

Impensables il y a encore quinze ans, les hélicoptères miniatures sont aujourd'hui une réalité, grâce à la miniaturisation des équipements radio survenue avec l'arrivée de la catégorie indoor (vol d'intérieur). C'est déjà Alexander Van de Rostyne qui avait donné le coup d'envoi avec ses Pixel, modèles

breux... Mais en prenant son temps et en apprenant tranquillement à les maîtriser, on passera ensuite très facilement sur des machines à pas collectif, plus performantes, mais moins tolérantes au crash. C'est une étape un peu exigeante, mais très valable. Là aussi, la copie (art traditionnel asiatique... bis repetita...) est passée par là, et les hélicoptères indoor à pas fixe se sont vite retrouvés chez tous les distributeurs. Tiny, Carbooon et équivalents



Après une percée fulgurante sur le marché, les hélicoptères indoor à pas fixe cèdent le pas aux birotors, tellement plus faciles. Ils constituent pourtant un vrai pas dans l'apprentissage du pilotage hélico complet. Ici, le Carbooon, modèle typique de la catégorie.



Le Tiny Hughes de MHD, variante d'un indoor pas fixe carrossé "semi-maquette".

"faits maison" qui ont fait sensation dans les salons de modélisme. C'est en se basant sur ces modèles qu'il a été lancé la production de l'Eco Piccolo, bientôt suivi par MS Composites et son Hornet. Ces machines sont dédiées au vol d'intérieur exclusivement, car elles supportent très mal le vent. Dotées de rotors à pas fixes, elles sont plutôt vives et sensibles et pas nécessairement les plus faciles pour apprendre. D'autant qu'en intérieur, les obstacles sont nom-

ont été les rois du marché il y a deux ans. Assez rapidement, on a vu cette taille d'hélicoptère, voisine de 50 cm de diamètre rotor, se doter de rotor à pas collectif, plus proches donc des machines traditionnelles, et plus à l'aise déjà en extérieur, en se limitant tout de même à des vents très faibles. Les poids vont de 280 à 350 grammes seulement. Ils sont à propulsion électrique, indispensable pour voler en indoor. Notons que

Les petits électriques à pas collectif comme le Dragonus connaissent un beau succès.



par vol indoor, on entend dans des gymnases... Le vol en appartement reste l'apanage des hélicoptères de salon cités plus haut, même si un pilote très expérimenté peut effectivement réussir à tenir un stationnaire avec un indoor dans une petite pièce, il faut savoir que le brassage d'air induit par le rotor rend en quelques dizaines de seconde l'air d'un salon extrêmement turbulent, et donc, le pilotage d'autant plus difficile.

Pour ces indoors comme pour les plus gros, en dehors de la bulle toute simple d'origine, on trouve des carrosseries pour réaliser des micro-maquettes très sympathiques !

Les indoors monorotors à pas fixe sont en régression, voire en voie d'extinction, balayés par la facilité de pilotage des "bi-rotors", tandis que ceux à pas collectif sont de plus en plus appréciés. La tendance est aujourd'hui à des ensembles livrés absolument complets, avec émetteur, accus, chargeur, et surtout un hélico entièrement équipé, monté et pré-réglé. Le budget de ce type d'ensemble est autour de 250-300 euros. Notons qu'un pilote entraîné, à prix en général de quelques pièces optionnelles, peut tout à fait passer la voltige avec ces machines, ce qui était impensable il y a dix ans !

La classe 70 cm à 1 m

Quittons les indoors et montons d'un cran. Cette fois, nous allons passer à des machines dont le diamètre rotor oscille entre 70 cm et 110 cm. De nombreuses tentatives ont été faites par les fabricants il y a quelques années pour lancer ce genre d'hélicoptères avec des moteurs thermiques. Aucun n'a vraiment percé, et l'offre est aujourd'hui inexistante, car la fiabilité des petites cylindrées n'a jamais permis de populariser ces formules, d'autant que l'écart de prix avec la classe "4 à 5 cc" était infime, et les modèles en comparaison étaient trop lourds.

Par contre, cette taille de machine a vu son développement vraiment démarrer grâce à la propulsion électrique, et a très largement contribué au récent essor de la catégorie hélicoptère. Longtemps, l'hélico à propulsion électrique est resté anecdotiques, car les moteurs manquaient singulièrement de pêche, et les accus n'avaient que trop peu de capacité pour offrir une autonomie satisfaisante. C'est avant tout les progrès monumentaux réalisés sur les accus qui ont permis de proposer des hélicoptères électriques intéressants. Le premier hélico à avoir connu une vraie notoriété a été le Concept EP de Kyosho, il y a environ 17 ans. Plus délicat qu'un thermique de l'époque et



Les petits hélicoptères électriques à pas collectif arrivent désormais montés, équipés, avec émetteur, accus et chargeur, prêts à l'emploi.



La classe 1 mètre... Ikarus a été le précurseur avec son Eco 8 et a démontré que l'hélico électrique était viable. Aujourd'hui, l'Eco 8 Royal prend le relais, avec un look modernisé et une mécanique passablement retravaillée..



avec une autonomie très limitée, il montrait cependant la voie, mais apprendre avec lui était certes possible, mais pas la meilleure solution en terme d'efficacité. En fait, il était même courant à l'époque de voler avec des accus restant au sol, et un long câble les reliant à l'hélico, qui, allégé, gagnait en confort et en performances, mais

devait se cantonner au vol stationnaire...

Et puis, il y a 13 ans, Ikarus présentait son Eco 8 première version au salon de Nuremberg, avec pour cheval de bataille une légèreté incroyable, et une autonomie de 10 minutes ! Là, ça commençait à devenir vraiment intéressant ! L'Eco 8 a petit à petit évolué, passant au moteur brushless, aux accus Lipo, et Ikarus vient de sortir l'Eco 8 Royal, qui est doté d'un châssis nouveau, plus rigide, et tout spécialement destiné justement aux propulsions modernes.

Depuis, des hélicos électriques de petite taille se développent, et aujourd'hui, on trouve de plus en plus de fabricants impliqués dans ce type de machines : Ikarus, Kyosho, Mikado, JR Propo, Robbe, Thunder Tiger, MHD... Ces machines sont des hélicoptères d'extérieur, même si leur mode de propulsion propre et relativement peu bruyant est tentant pour les amener dans les rencontres indoor. Mais ces modèles de 1,3 à 2 kg ne peuvent être considérés comme des modèles d'intérieur, les risques encourus en cas de perte de

contrôle étant sans commune mesure avec les hélicos indoor de 350 grammes maximum ! Par contre, en extérieur, ils sont sans comparaison possible avec les hélicoptères de 50 cm, car ils supportent étonnamment bien le vent, même soutenu. J'ai eu l'occasion de voler avec des vents de 30 km/h et plus, sans que ce type de modèle pose le moindre problème. Là encore, la plupart des modèles sont proposés d'origine avec une bulle d'entraînement. Seul Kyosho propose des kits possédant directement une carrosserie maquette. On trouve par contre des carrosseries adaptables sur les mécaniques d'entraînement, les plus courantes étant l'Ecureuil, l'Agusta, le Bell 206...

Peut-on apprendre avec cette catégorie d'hélicoptères ?

Alors qu'il y a 15 ans, la réponse était "Oui, mais bof...", aujourd'hui, la réponse est indiscutablement "Oui, on peut apprendre, sans la moindre hésitation". J'en veux pour preuve la quantité de lecteurs du précédent FLY Hon Série Hélico(n°6) qui ont découvert l'hélico avec cette classe de modèles et qui m'ont rapporté leurs expériences. Tous ont été parfaitement satisfaits de ce type de machine.

Peut-on aller plus loin que le "début" avec cette classe de modèle ? Là encore, oui, sans hésitation ! Les motorisations modernes offrent tant de puissance que la voltige, classique ou 3D est tout à fait réalisable avec cette classe d'hélicoptères. Il suffit de voir le succès des T-Rex 450, Dragonus, et maintenant Raptor E 325 pour s'en convaincre. Un mot sur le budget : un modèle complet avec émetteur, radio, moteur, accus, chargeur, etc, va représenter un budget de 850 euros au strict minimum, pouvant monter à 1200-1500 euros si vous choisissez de vous équiper immédiatement avec une radio programmable performante. Le modèle avion ou planeur disposant par contre déjà d'équipements compatibles (émetteur, chargeur, récepteur, voire servos) va par contre pouvoir s'essayer à l'hélico pour un coût réduit de 4 à 600 euros.

Hélicos "moyens-petits"

C'est la classe des hélicos dont le diamètre rotor est compris entre 1200 et 1300 mm. Cette classe de machines a été bien lancée par Hirobo et son célèbre Shuttle, qui depuis des années progresse et s'améliore, mais a toujours été une des références du marché. Dans cette catégorie, la grande majorité des modèles est thermique. D'une cylindrée de 4 cc il y a 10 ans, on s'est orienté vers des 5 et même maintenant des 6 cc, poussé par le désir de puissance de pilotes amateurs de vol extrême, la voltige 3D. Ces machines sont aujourd'hui particulièrement abouties, les Raptor 30, Caliber 30 sont typiques de cette classe de machines.

Il présentent l'avantage du fait de leur masse encore raisonnable de ne pas imposer (pour l'apprentissage) de servos trop haut de gamme, d'être peu gourmands en carburant, d'utiliser des moteurs eux aussi assez bon marché



Puissance, précision, stabilité... Le Spirit LI Robbe offre toutes ces qualités, sur une modèle de seulement 870 mm de diamètre rotor.



Les hélicoptères au diamètre rotor compris entre 1200 et 1300 mm ont été longtemps le standard pour débiter en thermique. C'est toujours le cas avec des modèles comme les célèbres Raptor (ci-dessus). Mais cette taille est aujourd'hui également proposée en électrique, avec par exemple ci-dessous une des nouveaux modèles de Logo de Mikado.



(les kits sont d'ailleurs de plus en plus souvent proposés avec un moteur installé d'origine), bref, ce sont des machines au budget raisonnable.

En devant s'équiper complètement, le budget va démarrer pour une machine très économique à monter entièrement et radio programmable de base vers 850 euros également, peut-être même un peu moins, et pour un hélico pré-monté et radio programmable milieu-haut de gamme, 1800 euros, matériel de mise en œuvre inclus, mais sans le carburant.

Dans cette classe de tailles, l'électrique est désormais bien présent, là encore, grâce aux moteurs à cages tournantes et aux accus Lipo. Les Logo 500 et 600 de Mikado par exemple, le T-Rex 600, ou le Raptor E 550/620 sont les équivalents parfaits des hélicos thermiques classe 30, aussi puissants, aussi véloces, aussi voltigeurs aussi ! Pour l'heure, les accus restent un frein côté budget, car il faut envisager des packs Lipo 5 à 6 éléments de forte capacité (4000 mAh et plus...), mais à court terme, ils vont devenir courants.

Hélicos "moyens-gros"

C'est une classe qui a été longtemps reine sur le marché, avec les hélicos équipés de moteurs classe "45-50", soit 7 à 8,5 cc. Aujourd'hui, elle est si proche de la classe 10 cc que la plupart des pilotes passent directement au calibre supérieur. En fait, les moteurs de ces cylindrées sont de plus en plus

un poste qui sur une saison peut être vraiment élevé.

Là encore, l'électrique est enfin arrivé à se montrer l'égal du thermique au niveau performances et petit à petit, la fiabilité de ce type de propulsion séduit les pilotes de voltige 3D, avec une facilité pour voler à régime constant élevé grâce aux contrôleurs équipés d'un régulateur de régime. Bien sûr, ici, le budget devient vraiment important (il est question de packs Lipo en 10 S...) et il est rare de voir un débutant avec ce type de matériel...

La classe 10 cc

Longtemps, les limitations des règlements en compétition ont fait du 10 cc le moteur "haut de gamme" et a conduit à des machines d'un diamètre rotor de 1500 à 1600 mm, pour des poids de 5 à 7 kg. Ces machines ne souffrent pas l'a peu près et reçoivent des servos haut de gamme impérativement. Le budget est conséquent, et il devient difficile de définir une fourchette de prix, le haut de gamme avec options "tuning" pouvant atteindre des sommets ! C'est pour cette catégorie (dont les moteurs passent maintenant

que les autres, mais la palme revient sans doute à Vario qui est devenu le spécialiste de la maquette hélico, avec des kits d'un niveau de détail exceptionnel. Les hélicos classe 10 cc sont utilisés en compétition de haut niveau, dans des programmes où l'habileté et la précision de pilotage est jugée, tant sur le travail d'horloger en stationnaire, qu'en voltige coulée.

Ici, il est encore rare de trouver des modèles électriques, mais aucun doute... ça va venir !

Les gros hélicos

Bien évidemment, on trouve encore plus grand, et les motorisations sont alors exclusivement thermiques, et on entre dans le domaine des moteurs à essence, comme le fameux Zenos 62 cc. Nous sortons complètement du cadre de l'apprentissage !

Turbines

Depuis quelques années, la propulsion à réaction est en plein essor pour les modèles de jets, et la version "turbo-



Maquettes et hélicoptères "grands modèles" vont de pair, mais sont réservés à des pilotes très expérimentés.

fréquemment à 12 ou 15 cc) que sont conçues le plus de kits de carrosseries maquettes, Graupner, Robbe, Kyosho, JR, Hirobo possèdent une vaste panoplie de carrosseries plus belles les unes

propulseur" est désormais produite en série, et c'est en général sur de très grandes maquette que ces motorisations sont employées. Malgré un tarif extrêmement élevé (de l'ordre de 4000 Euros pour un ensemble de motorisation...), la catégorie est en rapide essor, et les rencontres d'hélicoptères maquettes démontrent le réel attrait de cette forme de motorisation, au bruit et à l'odeur si réalistes, et à la puissance souvent surabondante. Mais là encore, nous sortons du cadre de l'apprentissage et donc de ce hors série.

Les hélicoptères à turbine (réacteur) sont le top niveau, et là encore, inadaptés pour apprendre...

Ce Knight 50, distribué par Topmopdel, est typique d'une classe de modèle bien motorisés et totalement polyvalents, allant de l'école au vol 3D.





Un bel exemple de carrosserie en fibre de verre.

Un mot sur les carrosseries

Nous avons évoqué les types de carrosseries que l'on peut rencontrer, sans parler des matériaux. C'est pourtant un critère de choix important.

En partant du plus économique, on trouve des carrosseries en plastique mince thermo-formé. Ce matériau est en général employé sur les petits modèles, indoor et petits électriques. Il est fragile, résiste mal aux vibrations, et l'assemblage n'est pas ce que l'on peut appeler un plaisir, par contre, le coût est vraiment réduit et le poids est très faible (ce qui explique ce choix sur des hélicos électriques).

On trouve ensuite les fuselages en plastique épais roto-moulé. Le plastique utilisé est voisin d'un nylon, est souple, supporte bien les chocs et reprend sa forme. Il résiste bien aux vibrations. La découpe se fait au cutter en plusieurs passes, et avec beaucoup de précautions pour ne pas "riper" et se blesser. Ce n'est pas non plus un grand moment de plaisir, mais l'assemblage se fait par vissage et est plus aisé. Le plus gros inconvénient est le poids qui est assez élevé.

Enfin, on trouve des fuselages en fibre de verre, c'est le top, avec un assemblage facile, les découpes éventuelles se pratiquent à l'aide d'une fraise sur une mini-perceuse, l'état de surface est excellent et le poids est moyen. C'est la solution retenue pour toutes les maquettes dès que la taille passe la classe "30". On trouve toutefois des carrosseries fibre pour petits hélicos chez JR par exemple. En fait, le seul inconvénient de ce type de fabrication est le prix qui reste élevé, la production en petite série ne permet pas de l'abaisser. Pour le reste, c'est robuste, et la résistance aux vibrations est bonne.

Les motorisations thermiques

C'est à l'heure actuelle le type de motorisation la plus utilisée par les hélicoptéristes. Les plus petits utilisent des moteurs d'à peine 2 cc (rares et pratiquement disparus aujourd'hui), les plus gros dépassent les 60 cc ! Mais les plus courants vont de 5 à 20 cc. Les moteurs thermiques peuvent être à méthanol, 2 temps ou 4 temps, ou à essence, en général des deux temps. Le méthanol est utilisé pour les petites cylindrées, l'essence pour les gros hélicos. L'essence sur les gros modèles, gourmands en carburant, présente l'avantage d'un coût bien plus faible que le carburant au méthanol, et les

gaz d'échappement sont aussi moins gras. Pour les moteurs méthanol, le 2 temps est majoritaire, plus simples que les 4 temps, donc moins chers et plus faciles à entretenir. Les 4 temps ont pour eux un couple élevé et un bruit plus agréable à l'oreille.



Moteur thermique spécial hélico, avec une grande culasse pour le refroidissement, et l'embrayage en place.

Un moteur thermique doit pouvoir être démarré sans entraîner le rotor pour d'évidentes raisons de sécurité du préposé à cette mise en route ! Ainsi, alors que sur avion, l'hélice est directement boulonnée sur la sortie du vilebrequin, il faudra sur hélicoptère monter un embrayage. Celui-ci est de type centrifuge, c'est-à-dire qu'à très faible régime, le rotor n'est pas entraîné, mais qu'à partir d'un certain régime, les masselottes de l'embrayage s'écartent sous l'effet de la force centrifuge, et entraînent une cloche solidaire du rotor via les étages de réduction.

La mise en route d'un hélicoptère thermique se fait le plus souvent à l'aide d'un démarreur électrique extérieur, via soit un cône ressemblant à un cône d'hélice, soit à l'aide d'une rallonge de démarreur de forme hexagonale venant dans un arbre possédant l'empreinte femelle, soit à l'aide d'une courroie prise sur une poulie solidaire de la sortie de vilebrequin.

Des rallonges de démarreur pour hélicoptères.



Le "power panel", indispensable également pour la mise en œuvre des hélicoptères thermiques.

Pour la mise en route, il faut également alimenter la bougie (glow plug) du moteur, dont le filament de platine restera ensuite rouge grâce à la chaleur interne du moteur une fois celui-ci en fonctionnement.

Avantage des moteurs thermiques, une puissance importante pour un poids réduit, et une facilité à disposer d'une forte autonomie.

Inconvénients : le bruit est assez désagréable, stressant, sauf avec des échappements très soignés, type résonateurs. Les 4 temps sont mieux lotis avec un bruit plus réaliste et plus sourd. Les vibrations venant de l'ensemble moteur-embrayage-transmission s'ajoutent à celles du rotor et nécessitent une bonne isolation des équipements radio pour que le matériel vieillisse bien. L'échappement crache des gaz très fortement chargés d'huile, car un moteur thermique dans un hélico n'est pas aussi bien ventilé que dans un avion, et le réglage de la carburation est souvent laissé assez gras pour empêcher le moteur de chauffer, et aussi pour limiter autant que faire se peut un "calé moteur", bien plus désagréable en hélico qu'en avion. De ce fait, un hélico se macule rapidement d'huile, et surtout quand il est simplement doté d'une bulle d'entraînement. Il faut donc de sérieuses séances de nettoyage pour conserver une mécanique propre.

Et puis bien sûr, la mise en œuvre demande pas mal de matériel : carburant, pompe, batterie, démarreur, socquet à bougie et son accu, matériel de nettoyage...

Moteur électrique

Depuis quelques années, la propulsion électrique connaît une envolée spectaculaire, dont une grande partie tient aux progrès monumentaux réalisés sur les accus. Il faut avoir en tête que dans

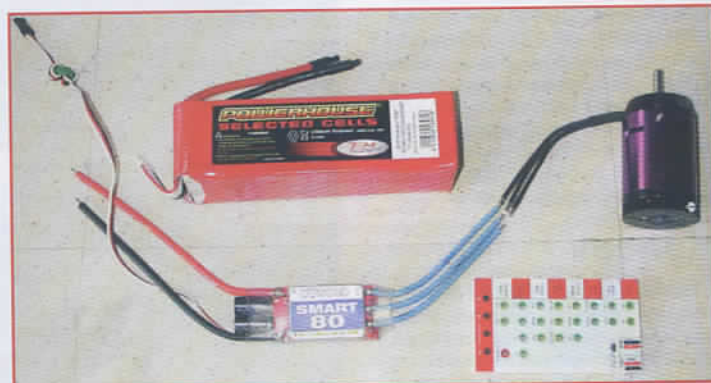
le volume et pour à peine plus lourd qu'un accu de 1200 mAh d'il y a 20 ans, on sait depuis 5 ans produire des accus de 3300 mAh ! Ça calme ! Mais c'est l'arrivée des accus Lithium Polymère qui a définitivement monté l'hélicoptère électrique au niveau du thermique. En effet, on ne se contente plus de disposer de capacités élevées, on a aussi diminué par 2 à 3 le poids des packs à capacité et tension équivalente ! Ainsi, l'hélico électrique peut aujourd'hui aisément disposer de plus de 15 minutes d'autonomie, le tout avec autant de puissance qu'un thermique...

Du côté moteurs, là aussi, les progrès sont considérables : en dehors des hélicos de salon et de machines très économiques classe 50 cm, exit le bon vieux moteur ferrite à balais... Le moteur sans balais (brushless) est devenu incontournable : à masse inférieure, il offre à la fois 3 à 4 fois plus de puissance, et avec les cages tournantes, un couple si élevé qu'il est facile de simplifier les réductions et de les rendre plus robustes.

Le couplage Lipo et Brushless cage tournante est le pas décisif vers l'hélico électrique performant, et ce depuis la classe 50 cm jusqu'à l'équivalent de la classe 50 en thermique.

Les avantages des hélicoptères électriques : ils sont peu bruyants, donc moins stressants pour le pilote néophyte, ils restent propres, ce qui diminue énormément le temps passé à les entretenir, ils ne nécessitent que peu de matériel sur le terrain : un chargeur et la batterie de la voiture (et encore, avec les Lipo, on ne charge plus sur le terrain... mais à la maison, plusieurs jours à l'avance si on le désire), plus les packs d'accus, leur mise en œuvre est beaucoup plus facile, car le moteur électrique démarre seul, ne nécessite pas de réglage, ne possède pas d'embrayage. Les vibrations sont aussi nettement moindres que sur un thermique.

Inconvénients : Ce qui en a été longtemps un, à savoir une autonomie réduite, n'est pratiquement plus vrai ! Il y a encore 5 ans, on trouvait pas si mal de disposer de 7 à 10 minutes... Aujourd'hui, 15 minutes sont aisément atteintes sur un modèle d'entraînement, avec une réserve de puissance bien supérieure. Autre inconvénient, le risque de démarrage imprévu, bien plus probable avec un moteur électrique qu'avec un thermique, même si les contrôleurs ont été amplement sécurisés ! La check-list doit être rigoureuse lors des opérations de mise en route. Au niveau puissance, là encore, ce qui était dans ce chapitre inconvé-



Un ensemble de motorisation électrique pour hélico : accu Lipo, moteur brushless, contrôleur et sa carte de programmation tellement pratique.



Les accus Lipo existent dans un grand nombre de capacité et on "dose" la tension en faisant varier le nombre d'éléments. Pour comprendre le progrès : En haut à droite, un pack 11,1 Volts et 4400 mAh de capacité pèse 320 g. En NiMh, on aurait une tension proche et seulement 3300 mAh pour... 500 grammes au moins !



Pour la propulsion électrique, il est indispensable de disposer d'un chargeur. Le coût de cet élément est directement fonction de la taille de l'hélicoptère... Très économique, voire fourni avec les petites machines livrées en état de vol, il peut être un gros poste du budget quand il s'agit de charger les Lipo d'hélicos de 3 kgs.

1400 mm de diamètre rotor), le thermique reste à l'heure actuelle moins coûteux, car les très gros packs Lipo sont toujours très chers.

A monter, pré-monté ou prêt à voler ?

Voici un aspect important dans votre premier achat et qui mérite un moment de réflexion. Si les birotors sont tous livrés prêts au vol, il n'en est pas de même quand on monte en puissance et en complexité. De plus en plus de modèles électriques jusqu'à 6-700 mm de diamètre rotor sont proposés montés et équipés. Au dessus, on trouve un peu tous les stades, du modèle à monter de A à Z à l'hélico assemblé prêt à recevoir ses équipements moteur et radio. Le tout fait est séduisant, du fait du gain de temps, et aussi du fait qu'il va y avoir moins de choses à apprendre à faire... Mais !

Oui, je dis bien : Mais...

- Un hélicoptère est une mécanique qui demande le plus grand sérieux, et le pilote doit être certain de la qualité du montage et du freinage de la visserie, sous peine de prendre de très gros risques d'accident. Peut-on être certain de la qualité d'un montage réalisé quelque part en Chine par des températures et humidités bien différentes de chez nous, soit à coup sûr fiable... Une seule solution, tout vérifier et pour cela, tout redémonter et reserrer... Je ne veux pas dire que les montages sont

systématiquement mal faits, mais du fait que l'on a déjà rencontré par exemple des porte pales montés sans frein filet... on est bien obligé de faire ces contrôles !

- En supposant que tout aille bien et que l'on ai pas contrôlé le montage... Un jour, c'est certain, on aura à remplacer une ou des pièces, à cause d'une usure normale ou bien à la suite d'un crash... Si on a monté sa machine, cette maintenance ne sera pas inquiétante. Si on doit démonter une mécanique que l'on a seulement utilisée sans l'avoir assemblée, ce sera à coup sûr "panique à bord", et c'est ainsi que nombre d'hélicos à peine endommagés se retrouvent définitivement sur une étagère au fond d'un placard. Alors, avant de choisir la facilité, envisagez cet aspect des choses... Oui, ça demandera quelques heures, quelques jours pour le montage, mais vous connaîtrez votre machine à fond, et en plus... à monter, c'est moins cher !

Alors ?

Vous avez maintenant en main les critères pour déterminer le style d'hélicoptère que vous pouvez envisager. Le choix du type de motorisation sera un élément déterminant.

Vous pouvez être un amoureux des moteurs thermiques, de leur bruit, de l'odeur du carburant, et dans ce cas, le choix est vite fait !

Si vous voulez vous orienter vers la maquette très détaillée, ça pèse, et c'est encore le moteur thermique qui aura votre faveur.

Pour la voltige 3D, il n'y a plus de préférence... Les deux types de propulsion sont équivalents.

L'hélico indoor pour débuter ? Il faut se convaincre que le micro-hélico est amusant, mais ne vous formera pas au pilotage "hélico". Le birotor va vous donner une bonne notion sur "l'ordre des commandes" sur les manches, mais son hyper stabilité ne vous donnera pas une véritable idée de ce qu'est tenir un stationnaire avec un hélico conventionnel, et surtout, ne vous entraînera jamais à la vraie translation. En électrique, le bon compromis coût/efficacité pour l'apprentissage du vrai pilotage hélico reste la classe "70 à 100 cm de diamètre", déjà assez stable, avec une bonne visualisation du modèle. Le diamètre 50 cm est bien en gymnase, mais peu visible en extérieur dès que l'on s'éloigne, et le débutant à bite fait de laisser la machine prendre de la distance à l'extérieur.

Débuter d'ambly avec une catégorie plus grande, à partir de 1200 mm, c'est bénéficier de machines plus stables, plus visibles encore, et c'est en thermique la "norme". En électrique, si l'efficacité est là, le budget rebute souvent.

L'hélico le plus pratique ?

Le moteur électrique présente avant tout un côté pratique inégalé. L'hélico électrique de format 70 cm à 1 m est extrêmement facile à transporter, ne demande qu'un chargeur, deux ou trois packs d'accus et l'émetteur, bref, il est facile à emmener partout. Si vous êtes quelques copains à pratiquer, il est facile de transporter 4 pilotes, 4 hélicos, leurs chargeurs, leurs radios et leurs accus dans une seule berline moyenne pour aller au terrain ou sur les rencontres ! Même pas besoin de



Indéniablement, l'hélico électrique offre un côté confortable à la discipline : Déplier les pales, allumer la radio, brancher l'accu, et c'est prêt à voler !

replier une demi-banquette... Si vous avez un champ (par exemple) à proximité de votre lieu de travail, il devient facile de faire un petit vol le midi en sortant de la cantine, avant de retourner au boulot, et d'en refaire un en sortant le soir avant de rentrer à la maison... Il suffit d'avoir deux packs chargés. Deux minutes entre la sortie du coffre et le début du vol, deux minutes pour ranger le matériel dans la voiture après l'atterrissage, sans le moindre coup de chiffon... C'est en procédant ainsi il y a 5 ans que j'ai pu accumuler 130 vols en 3 mois et demi, et ainsi faire un apprentissage du pilotage de base rapide et efficace ! Car un entraînement régulier est un gage de succès en hélico. Autre point qui peut jouer : si vous n'avez pas un atelier, mais que pour monter et entretenir votre hélico, c'est la table de la cuisine ou celle du séjour qui doit servir, votre épouse sera contente de ne jamais craindre "la goutte de carburant qui coule"... On peut même ranger le modèle en haut du buffet en acajou sans crainte ! Un détail qui a son importance : le bruit d'un électrique vient uniquement du rotor et de la transmission. Il est beaucoup moins stressant que le bruit d'un hélico thermique, surtout 2 temps, et de façon inconsciente, on est moins inquiet à débiter avec un électrique. De plus, on ne craint pas le "mauvais réglage", le "moteur qui cale", "la bougie qui grille"... Pour un apprentissage complet du pilotage hélico, l'électrique, c'est vraiment le côté pratique. Mais ne me faites pas dire ce que je n'ai pas dit : l'hélico thermique est une machine extraordinaire, qui a fait ses preuves, et il est légitime d'avoir envie de le pratiquer ! L'hélico électrique n'est pas moins cher ni plus facile à piloter (le pilotage est absolument identique). Débuter en thermique reste une solution parfaitement valable, qui présente juste une mise en œuvre un peu plus lourde, et demande des nettoyages plus poussés.

Maintenant, au fil de ce hors série, nous allons essayer de vous guider pour que le montage, le réglage et le pilotage d'un hélicoptère ne présente plus de secrets pour vous. Et je suis certain que si vous êtes arrivés jusqu'au bout de ce paragraphe, c'est que vous êtes déjà pratiquement décidé à passer à l'acte, alors... On continue !

LES MICRO-HELICOPTERES

C'est lors du Salon à la Porte de Versailles 2006 qu'Alexander van de Rostyne nous a présenté sa nouvelle invention, l'hélicoptère de salon "pour tous". Cet hélicoptère a pour particularité de posséder une stabilité naturelle stupéfiante, et d'être absolument minuscule. Alexander a conçu le principe, et c'est Silverlit qui devait alors être le fabricant exclusif des modèles utilisant le brevet déposé par Alexander.



Porte de Versailles en 2006 : Alexander van de Rostyne présente sa nouvelle invention, le PicooZ.



Tous les secrets découverts par Alexander sont résumés dans cette tête de rotor !

L'idée

Pour que tout le monde puisse piloter un hélicoptère modèle réduit, sans apprentissage, et de plus chez soi, dans un salon, deux conditions :

- Le modèle doit être très petit et très léger.

- Le pilotage doit être simplifié à l'extrême.

Pour le pilotage, tout le travail a consisté à façonner un rotor offrant une auto-stabilité élevée, qui fasse que l'hélico reste de lui-même en vol stationnaire. Il fallait en plus que le rotor soit très porteur, car la puissance disponible allait bien sûr être limitée... C'est avec

une barre stabilisatrice elle-même porteuse et surtout travaillant avec un angle qui n'a rien à voir avec les 90° d'une barre de Bell classique que cette auto-stabilité a été trouvée. En fait, la barre est pratiquement parallèle au rotor principal ! Il restait à tenir le cap, et c'est comme sur le Pixel inventé par Alexander des années plus tôt, un moteur séparé qui allait entraîner le rotor anticouple.

Le pilotage est ultra simplifié : on ne dispose que de deux commandes quand il en faut 4 à 5 pour le pilotage complet et conventionnel d'un hélicoptère :

- Une commande de puissance qui va



Ces modèles ont typiquement un emballage "grand public", montrant le produit fini en "vitrine". Car ces modèles sont des jouets volants et leur utilisation n'a pas grand chose à voir avec le pilotage d'un hélicoptère traditionnel.



Le PicooZ et son émetteur infra-rouge. Minuscule, moins de 10 grammes, et robuste, en prime !

faire tourner plus ou moins vite le rotor et donc permettra de doser l'altitude.

- Une commande de vitesse de rotation du rotor anticouple qui permet d'orienter le micro hélicoptère vers la droite ou la gauche.

Notez que la tête de rotor n'est pas du tout pilotée et est auto-stable.

Il se trouve que du fait des effets gyroscopiques, énormes à l'échelle de ces petites machines, faire pivoter l'hélico vers la droite induit une translation franche vers l'avant (tout en tournant...). Faire pivoter vers la gauche bloque la translation... Ne me demandez pas comment c'est possible, c'est

tout le travail d'Alexander van de Rostyne qui a permis d'en arriver là avec sa géométrie si particulière de tête de rotor, et bien sûr, le secret est bien gardé. Toujours est-il que... ça marche ! Bien sûr, la stabilisation en rotation est obtenue par un minuscule gyroscope qui vous assiste pour le pilotage sur l'axe de lacet, en variant automatiquement le régime du moteur de l'anticouple. On va donc avec ces micro-machines pouvoir faire du stationnaire, avancer en tournant à droite, s'arrêter, et pivoter quasiment sur place vers la gauche. Bien sûr, c'est limité, mais ça permet en enchaînant ces actions de

PTERES DE SALON



A gauche, la trappe qui dévoile le cordon de charge, car sur les PicooZ et copies diverses, la charge est assurée par les piles de l'émetteur. Ci-dessus, l'anticouple entraîné par un minuscule moteur électrique de 3 mm de diamètre !

base, de diriger sommairement l'hélicoptère dans une pièce même étriquée ! Et quand on ne sais plus quoi faire, il suffit de lâcher l'anticouple et de juste garder la puissance nécessaire à la sustentation, l'hélicoptère va se stabiliser de lui-même en vol stationnaire.

2 modèles... ...au départ !

Silverlit a donc fabriqué 2 modèles sur ce principe :

- Le minuscule PicooZ (dites Picou-Zed ou Picouzz), qui pèse moins de 10 grammes, possède un fuselage en EPP (polypropylène expansé, matériau qui ne craint pas les chocs), et qui est commandé non pas par radio, mais par infra-rouge. Son diamètre rotor n'est que de 134 mm !

- Le Gyrotor, plus grand et plus lourd, pèse 40 grammes, avec un diamètre rotor de 230 mm (en est bien en dessous des birotors "standards" à 320 mm de diamètre et 250 grammes...), est lui piloté par radio en 27 Mhz. Un peu plus complexe, il possède un anticouple tripale avec moteur démultiplié. Dès la sortie, le succès a été fulgurant, principalement sur le PicooZ, le plus petit, d'une part parce qu'il est effectivement très facile à tenir en l'air, même pour quelqu'un qui n'a jamais rien piloté, d'autre part parce qu'il est d'une robustesse époustouflante, et enfin, parce que son prix est aussi petit que lui (entre 30 et 40 euros en cette fin 2007, complet, prêt à voler). Le Gyrotor, plus grand, plus lourd, est un peu plus délicat et fragile et n'a pas le même succès.

Très rapidement, la demande a été plus forte que la production, et ce au niveau mondial ! Et alors qu'Alexander van de Rostyne nous avait certifié que le concept était totalement protégé par de multiples brevets, il n'a pas fallu plus de 2 à 3 mois pour que les premières copies débarquent sur le marché européen... Je l'ai écrit il y a quelques pages, la copie est un art très répandu en Asie...

Un an et demi après, le marché est inondé de PicooZ originaux (Silverlit) et de copies conformes sous des noms variés...

Sur le principe, on commence à trouver

des modèles au fuselage plus esthétique, le plus connu étant un Hughes 300 vraiment craquant.

Livrés complets

Les micro-hélicos de salon sont livrés absolument complets et en état de vol. Un accu Lipo est intégré dans la cellule et le chargeur est la plupart du temps inclus dans l'émetteur infra-rouge. Il suffit d'installer des piles dans cet émetteur et un petit cordon assure la charge de l'hélicoptère. Sur le Gyrotor, plus gros, le chargeur est séparé et se branche sur le secteur.

Apprend-on à piloter ?

Là, la réponse est claire et sans appel : avec ces micro hélicoptères de salon, on va pouvoir voler chez soi avec une machine ne présentant aucun danger. Mais le pilotage n'a véritablement rien à voir avec celui d'un hélicoptère conventionnel et en aucun cas, on ne peut espérer être capable de tenir un simple stationnaire avec un hélico "nor-

La mode de ces micro-modèles de salon s'oriente déjà vers la semi-maquette, comme ce Hughes 300 que l'on retrouve sous diverses marques.



Les pilotes confirmés trouvent avec ce type de modèle un prolongement de leur loisir à la maison.

Ci-dessous, on voit bien la différence de taille entre PicooZ et Gyrotor.



mal" parce que l'on est à l'aise avec un PicooZ. Il faut bien en être conscient, aucun réflexe utile ne sera acquis avec ce type de modèle pour passer ensuite à un pilotage hélico. Ces hélicoptères sont des "jouets", très bien conçus, qui fonctionnent bien (avec parfois une durée de vie assez limitée des moteurs ou accus), et doivent être considérés comme tels.

En choisissant d'acheter un micro hélicoptère de salon, vous devez savoir que vous vous amusez à coup sûr, mais que vous n'aurez pas fait vraiment le premier pas dans le monde de l'hélico si vous envisagez ensuite de passer à du "sérieux". Je pense que ce point est désormais bien clarifié et que c'est en toute connaissance de cause que vous pourrez acheter ou non ce type de modèle. Notez bien que ces hélicoptères font souvent le bonheur de modélistes très confirmés qui se détendent avec, dans les rencontres indoor, les salons et expositions de clubs... et autres repas de famille !

LES HELICOPT

Apparus avant les micro-hélicoptères de salon dont nous venons de parler, les hélicoptères birotors sont vraiment le cheval de bataille de nombreux importateurs-distributeurs et magasins de modélisme. On va même les trouver dans les magasins de jouets de grande distribution. Là encore, nous sommes dans le domaine du vol d'intérieur (indoor), mais nous grimpons sérieusement en taille, en budget, et aussi en espace nécessaire pour les faire évoluer, surtout pour les débutants intégraux.

Hirobo à la base de tout

C'est une des marques les plus réputées en matière d'hélicoptère radio-commandé, Hirobo, qui a été la première à mettre sur le marché un hélicoptère bi-rotor, le XRB-Lama. Nous avons présenté ce modèle en janvier 2003, nous venions de publier le premier Fly Hors Série Hélico un mois plus tôt. Ce premier jet était en fait filoguidé, car les accus Lipo qui commençaient à se démocratiser n'étaient pas encore capables de fournir des courants suffisants pour rendre autonome le modèle. C'était pourtant déjà une révolution, car il devenait vraiment possible de voler en hélicoptère dans un bureau, une salle à manger ou même dans son atelier de modélisme. Un an plus tard, Hirobo sortait à Nuremberg la version radio-commandée, grâce au rapide progrès réalisé sur les accus Lipo. La mode du Birotor allait démarrer.

Le principe

Pratiquement tous les birotors du marché fonctionnent sur le principe découvert par Hirobo :

- Deux rotors coaxiaux sont entraînés par deux moteurs électriques, et tournent en sens opposés. Ainsi, si les vitesses des deux rotors sont iden-

Le tout premier birotor commercialisé a été créé par Hirobo. On voit ici le XRB Lama en essais dans l'atelier de FLY fin 2002. Notez le fil qui reliait alors "l'émetteur" à l'hélicoptère.



Ils figurent au tableau des meilleures ventes des magasins de modélisme. Les birotors sont sans doute les plus accessibles des hélicoptères. On les trouve même déjà dotés, pour certains, comme ce Blade, de la technologie 2,4 Ghz.

tiques, les couples s'annulent et l'hélicoptère peut se passer de rotor anticouple. En plus, il ne subit pas de poussée latérale (puisque elle est justement liée au rotor anticouple...) et peut donc tenir un stationnaire sans la moindre inclinaison latérale.

- Le rotor supérieur est monté "flottant", et est doté d'une barre stabilisatrice décalée d'environ 45°. Ce rotor n'est

absolument pas commandé, sa vocation est d'assurer une forte auto-stabilité à l'hélicoptère.

- Le rotor inférieur ne possède pas de barre stabilisatrice. Il est par contre commandé par deux servocommandes (servos), soit intégrées à un ensemble électronique et mécanique et donc dédiés, soit de type conventionnels et donc interchangeables avec d'autres modèles du commerce. Comme pour la barre stabilisatrice du rotor supérieur, on note que les points d'ancrage des commandes de translation avant-arrière et gauche-droite sont décalées d'environ 45°. Visiblement, les effets de précessions que l'on dit toujours à 90°

ont des subtilités à ces échelles que les ingénieurs d'Hirobo ont mis en évidence... suivis par tous les fabricants de copies et dérivés, puisque là encore, l'art traditionnel asiatique est passé par là...

Ces hélicoptères birotors ont donc la possibilité de translater vers l'avant, vers l'arrière, vers la droite et vers la gauche.

- Grâce aux deux moteurs séparés, il est possible d'accélérer ou de ralentir l'un des deux, et ainsi d'obtenir un "différentiel" dans les couples des deux rotors, et c'est ainsi que l'on va contrôler les rotations en lacet. Un gyroscope est en outre chargé d'assurer la tenue de cap quand le pilote n'agit pas sur la commande de lacet (il est difficile de dire ici d'anticouple, même si dans la pratique, ça correspond à celle-ci sur un hélico conventionnel).

- C'est en variant simultanément la vitesse des deux moteurs que l'on dose la portance globale et donc les variations d'altitude.

Une tête typique de birotor : le rotor du haut est libre et doté d'une barre stabilisatrice, celui du bas est commandé.



Pilotage traditionnel

On constate donc à la lecture de ce qui précède, que l'on dispose globalement des mêmes commandes que sur un hélicoptère "conventionnel", et donc, la majorité des hélicoptères birotors vont être pilotés par une radiocommande bi-manche. La disposition des commandes sur ces manches peut varier, les plus courantes sont :

Mode 1 : Manche de droite avec gaz de bas en haut, et translations latérales de droite à gauche, manche de gauche avec translations avant-arrière de haut en bas et rotations en lacet de droite à gauche. C'est la disposition qui correspond à une majorité de pilotes en

BIROTOR



Ci-dessus, sur le Swiss Lama, on note que les "servos" sont intégrés à l'ensemble électronique & moteurs. Il sont dits "dédiés". A droite, deux exemples de blocs mécaniques utilisant des servos conventionnels, et donc remplaçables, ou réutilisables. Dans ce cas, on note que toute l'électronique est regroupée dans un boîtier séparé, et comprend les deux variateurs de régime, le gyroscope et le récepteur, d'où leur nom de "4 en 1".



Les birotors sont vendus complets, avec leur émetteur, et l'accu Lipo pour les alimenter, ainsi qu'un chargeur. Ainsi, on pratiquement du "plug and play". A droite, un émetteur typique de birotor.



France, que ce soit en avion ou en hélicoptère.

Mode 2 : Manche de droite avec les translations avant-arrière de haut en bas et latérale de droite à gauche, manche de gauche avec gaz de bas en

haut et rotations en lacet de gauche à droite.

Dans les deux cas, chaque manche est doté de deux petits curseurs, que l'on appelle trims, et qui permettent d'ajuster pour chaque axe, le neutre avec

Les fonctions en "Mode 1"





Les birotors sont vendus avec un chargeur d'accu Lipo à coupure automatique.

précision. Pour qui n'a jamais rien piloté, le choix du mode n'a aucune importance, il n'y a pas de solution meilleure qu'une autre. Si vous pilotez déjà d'autres modèles volants radio-commandés, l'idéal est de retrouver votre disposition habituelle : il est en effet plus difficile de changer d'ordre des commandes que pour un total débutant d'en assimiler un en partant sans référence. Si vous avez quelqu'un qui peut vous apporter de l'aide, un moniteur, donc, choisissez le mode qui correspond à SON pilotage, qui deviendra le vôtre. En effet, si votre moniteur n'a pas commandes sur les manches à leur place habituelle... il redevient lui aussi un débutant, et même pire, car il devrait se battre contre des années d'habitudes !

La mise en œuvre

Ces modèles sont tous livrés complets, avec émetteur, accu, et chargeur pour la batterie Lipo du modèle. Vous les trouverez dans différentes bandes de fréquences. Attention, vérifiez que l'on vous propose un produit dans une bande de fréquence autorisée en France, c'est à dire entre 41,000 et 41,200 Mhz, ou dans la bande des 26 Mhz, ou encore, car on commence à trouver des birotors dans cette bande, en 2,4 Ghz. Avantage de cette dernière bande, il n'y a plus à se préoccuper de la fréquence des autres utilisateurs, les ensembles en 2,4 Ghz se callant automatiquement sur un canal libre. Avec du 26 ou du 41 Mhz, vous devez sur votre site de vol, vérifier avant d'allumer l'émetteur qu'aucun autre modèle n'utilise la fréquence, sans quoi, vous allez provoquer un crash de son modèle.

Les chargeurs fournis sont désormais automatiques, il suffit de connecter l'accu Lipo et une LED vous indiquera quand l'accu est plein.

En règle générale, les émetteurs sont fournis d'un boîtier piles, et ça marche très bien ainsi. Il est possible de les remplacer par des accu rechargeables, ce qui en utilisation soutenue permet des économies substantielles.

Une fois l'émetteur alimenté et l'accu chargé, on commence par allumer tou-

jours l'émetteur, et on vérifie que les trims soient au neutre. Ensuite, on va connecter l'accu sur l'hélicoptère en laissant celui-ci immobile posé bien à plat quelques secondes : c'est le temps nécessaire à l'auto-calibrage du gyroscope. Une LED vous renseigne quand le gyroscope est initialisé (couleur et mode fixe ou clignotant variable suivant les fabricants, voir les notices). Ceci-fait, l'hélicoptère est paré, il reste à décoller et éventuellement à affiner les trims, l'hélico devant pouvoir tenir seul un vol stationnaire manches lâché durant quelques secondes (en air parfaitement calme).

Les limites

Globalement, les hélicoptères bi-rotors actuellement sur le marché sont bien au point. Ils sont stables et offrent un pilotage relativement facile en vol stationnaire. On peut aisément réaliser des toupies sur place sans autre action que sur le manche d'anticouple (contrôle en lacet). Les déplacements lents sont possibles et même aisés, que ce soit en latéral ou d'avant en arrière. Par contre, les hélicoptères bi-rotors ne sont pas adaptés à des translations rapides. Engagés avec de la vitesse en virage un peu appuyé, on peut perdre totalement le contrôle, car on a dépassé les limites de l'autostabilité de la machine et la plupart du temps, ça termine... par terre ! Il faut donc savoir que les hélicoptères bi-rotors sont limités à du stationnaire et de la translation lente.

Au niveau espace, si vous êtes totalement novice, inutile au départ de vouloir voler dans son salon... La machine en est capable, pas un pilote débutant. Envisager au minimum un grand garage bien dégagé, mais plutôt un gymnase. Là, pas de problème !

Le pilote bien entraîné peut voler dans un salon, un atelier, un bureau, mais il faut être conscient que l'air déplacé par la petite machine va progressivement mettre l'air de toute la pièce en mouvement et qu'au fil du vol dans une petite, on se retrouve de moins en moins stable... En fait, on a rendu l'air turbulent ! Il suffit de faire des vols courts et de laisser l'air de la pièce se calmer pour retrouver un vol stable ! Dans un espace vaste comme un gym-



A début, Alouette II, Lama et Bell 47 ont été les modèles les plus courants... Ici, le Swiss Lama BL.



... mais désormais, vous avez le choix ! Préférez-vous le look guerrier de cet Apache de Jamara ?



A moins que vous ne préfériez les lignes futuriste et hitech de ce Lama V4 de MHD...



Mais vous préférez peut-être les lignes classiques d'un Jet Ranger Gruapner ? Dans tous les cas, le pilotage est identique et aussi facile, mais avec les mêmes limites. C'est donc purement une affaire de goût quant à l'allure du modèle.

nase, le phénomène disparaît, car le volume environnant peut encaisser le remue ménage occasionné par les rotors.

Les hélicoptères bi-rotor sont principalement utilisés en intérieur. En effet, ils n'aiment pas du tout le vent ! Il est possible toutefois de voler en extérieur quand le vent est nul ou extrêmement faible (disons moins de 3 km/h).

Qu'apprend-on avec un birotor ?

Si avec les micro-hélicoptère d'intérieur, j'étais catégorique, je vais être beaucoup plus nuancé avec les bi-rotors. Leur très grande auto-stabilité ne donne pas vraiment idée de ce qu'il faudra faire pour tenir un parfait sta-

tionnaire avec un hélicoptère conventionnel. En fait, ils sont... "trop faciles" ! On ne peut pas non plus découvrir le vol en translation rapide, et comme on vole toujours en air calme, on n'apprend pas non plus les effets du vent. Par contre, du fait que l'on dispose des mêmes commandes que sur un hélicoptère conventionnel, on va acquérir une gestuelle pour piloter les translations lentes, les rotations en lacet, et le dosage de la puissance, et ces réflexes étant disposés sur l'émetteur avec la même ergonomie que sur un "conventionnel", on va prendre des réflexes très utiles, comme celui de ne jamais couper brutalement les gaz par exemple. Ainsi, au passage sur un hélicoptère conventionnel à anticouple, on devra apprendre "moins de choses à la fois", les doigts iront déjà dans le bon sens, ils devront par contre devenir plus rapides, il faudra contrer un départ en translation non désiré (le bi-rotor s'arrête de lui-même) et il faudra beaucoup plus piloter... Les bi-rotors sont à mon sens une entrée en matière intéressante, le tout est d'avoir conscience que ce n'est qu'un début, et que c'est considérablement plus facile que de piloter un hélico conventionnel. Il restera beaucoup à apprendre ensuite, mais on ne part déjà plus de "Zéro". Le pilote confirmé sait aussi apprécier les bi-rotors, pour là encore, prolonger l'activité, d'une manière particulièrement décontractée, là où d'habitude, il ne peut pratiquer son loisir.

Variantes

On trouve sur le marché des variantes "simplifiées" sur le thème du birotor. Graupner par exemple propose un



Exemples de variantes au pilotage encore simplifié : le Mosquito T2M, avec son hélice arrière pour contrôler le tangage, ou le X1 Jamara qui ne peut pas translater du tout. Des modèles plutôt destinés aux enfants.

modèle qui n'a qu'un unique moteur, les deux rotors tournent toujours à la même vitesse. La contrainte en lacet revient à... un rotor anticouple qui a son propre moteur. Il n'y a pas de contrôle de translation latérale, et on dispose d'une possibilité de translater vers l'avant uniquement, par une commande "tout ou rien". La machine est ultra stable (on peut dans un gymnase poser l'émetteur et regarder l'hélico tenir seul le stationnaire), mais cette fois, elle est à classer dans les jouets volants, car son pilotage tellement simplifié ne vous donnera pas du tout les réflexes utiles pour passer sur du conventionnel.

On trouve aussi des modèles très légers, ne possédant plus aucune commande de translation via les rotors principaux. Ils sont dotés de moteurs séparés, donc, on dispose de la rotation en lacet par différentiel de régime, et aussi d'un mini rotor arrière, mais contrairement à un anticouple, l'axe est verti-

cal... Il sert à cabrer ou à piquer, et donc à obtenir des translations avant et arrière. Là encore, un pilotage très simplifié, et un modèle jouet, pour amuser vos enfants, mais qui ne peut vous apprendre quoi que ce soit d'utile pour la suite.

Evolution

On note que l'offre commence à se diversifier avec l'arrivée de modèles de tailles différentes du "standard" à 340 mm de diamètre rotor... De plus petits modèles arrivent, mais surtout, de plus grands, orientés vers un look maquette

Ce Carboon DX-L de BMI est un des premiers

d'un nouveau format en 450 mm de diamètre rotor à arriver sur le marché en cette fin 2007.



soigné, et des diamètres rotor atteignant 450 mm, pour un poids d'environ 350 g. Ils devraient supporter un peu plus de vent que le standard actuel.

JR PROPO

Heli Division

Super VOYAGER E 3-Cell LiPo Battery Model



Super Voyager E et pièces détachées sont disponible à :

France: GERB-AIR - Tel. 03 90 57 21 33 - www.gerb-air.fr

Allemagne: Modellbau Friedel GmbH - Tel. 0951 2999212 - www.modellbau-friedel.com

SH Modelltechnik - Tel. 0621 429 66 02 - www.shmodelltechnik.de

Autriche: THREE-C - Tel. 0660 20 40 111 - www.three-c.at

Suisse: ABF Modellbau Wyler - Tel. 079 590 72 16 - www.abf-modellbau.ch * A. L. K. Modellbau & Technik GmbH - Tel. 056 245 77 31 - www.alk.ch

Helikopter-Baumann - Tel. 031 812 42 42 - www.modellhubschrauber.ch * Hobby Frei AG - Tel. 081 252 76 04 - www.hobbyfrei.ch

Hobby-Shop R. Hässig AG - Tel. 056 622 42 46 - www.hobbysshop.ch * Lorenz Spiel & Freizeit AG - Tel. 071 385 72 55 - www.toystore.ch

PS Modellbau - Tel. 061 921 47 77 - www.modellps.ch * SCAMORA GmbH - Tel. 044 930 26 56 - www.scamora.ch

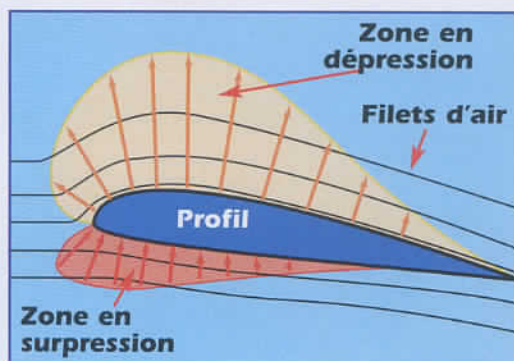
SS-Modell Heli Technik - Tel. 079 601 15 37 - www.ss-mht.ch * Swisraptor - Tel. 021 807 02 03 - www.swisraptor.ch

AKmod GmbH - Gaispelweg 17 - 4312 Magden - Suisse - Tel. +41 61 843 00 00 - www.akmod.ch - info@akmod.ch

LES PALES

Une petite aile

Dans l'introduction, je faisais le rapprochement entre une pale d'hélicoptère et une aile d'avion, et pour cause ! Elles doivent toutes deux assurer la portance de l'aéronef, et pour cela, il s'agit de fournir de la vitesse par rapport à la masse d'air à un corps profilé de façon adéquate. Un petit rappel, une aile, une hélice, ou une pale d'hélicoptère possèdent un "profil", qui est la section de cette aile, de cette pale ou de cette hélice. Ce profil animé d'une certaine vitesse crée une surpression à son intrados (le dessous) et une surpression à son extrados (le dessus). La dépression est bien plus importante que la surpression.



L'ensemble de ces surpression et dépression s'additionnent pour créer une force que l'on appelle résultante aérodynamique. Celle-ci peut être décomposée en une force perpendiculaire à l'axe du modèle, qui est la portance, et une force parallèle à cet axe, et qui est la traînée, souvent appelée "résistance à l'air". La portance et la traînée voient leur intensité varier avec la vitesse et avec l'incidence du profil.



L'incidence est l'angle entre les filets d'air et la corde de référence du profil. En gros, plus l'incidence augmente, plus portance et traînée augmentent, mais cela jusqu'à une limite : le décrochage. Au-delà d'un angle d'incidence dépendant de la forme du profil, mais dépassant rarement les 15 degrés, les filets d'air ne parviennent plus à rester collés à l'extrados du profil, ils se décolent et la dépression s'évanouit, provo-

Débutons notre tour d'horizon des différents constituants d'un hélico par celui qui nous tient en l'air, élément qui justifie à lui seul tous les autres éléments qui composent un hélicoptère. Les pales sont à l'hélicoptère ce que sont les ailes à l'avion.

quant une perte brutale de portance. Dans le cas d'un avion, la vitesse est obtenue grâce à un moteur qui fait avancer le modèle. Pour l'hélicoptères, ce n'est pas le modèle qui avance, mais le moteur entraîne le rotor en rotation, et la vitesse linéaire va en croissant du centre vers l'extrémité. La portance du rotor n'est donc pas répartie de façon constante, les extrémités des pales portent bien plus que la partie intérieure.

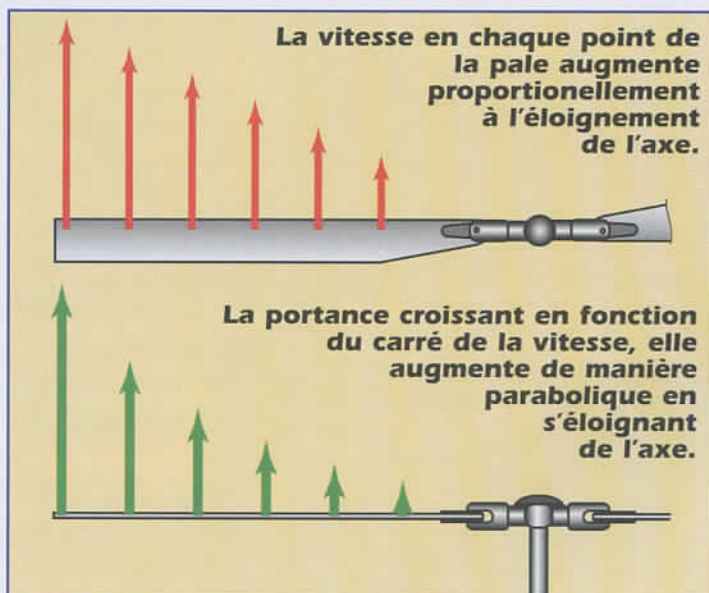
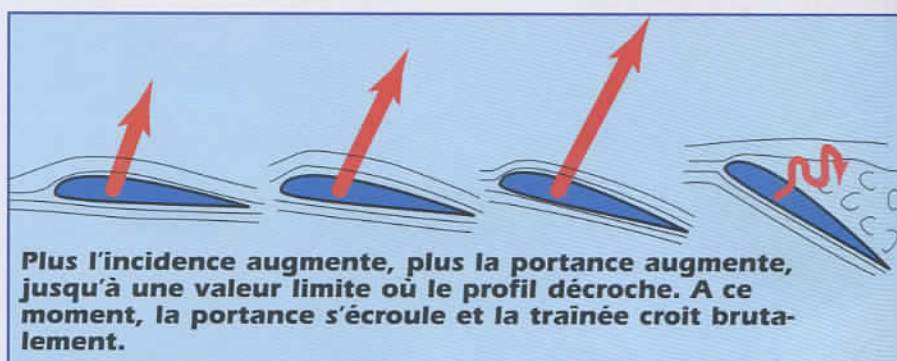
bonne place. Les autres rotations (variation de pas, battement...) sont gérés au niveau de la tête de rotor, nous en parlerons dans le chapitre qui y est consacré.

Profil des pales

Le profil des pales influe directement sur le comportement de l'hélico. On va, suivant le type de vol que l'on aime pratiquer, choisir entre différents types

Profil plan convexe :

C'est le même type de profil que pour les avions de début. Il donne une portance importante, et demandera moins d'incidence. C'est un bon choix pour les débutants.



Articulations

La pale est fixée sur la tête de rotor par un axe, et reste libre de pivoter autour de cet axe. On peut se demander comment elle reste parfaitement alignée avec la tête de rotor, alors que la traînée devrait la faire "reculer". En fait, c'est la force centrifuge qui s'exerce sur la pale en rotation qui est considérablement plus importante que la traînée, et qui positionne la pale à la

de profils (mais aussi matériaux, voir plus loin) :

Profil symétrique :

La portance est modérée, mais peut être égale dans les deux sens. C'est le type de profil que l'on utilisera pour la voltige et le 3D en particulier.



Profil "S", ou autostable :

Ce type de profil à double courbure présente la caractéristique d'avoir un centre de poussée qui recule quand l'incidence augmente, ce qui lui procure une extraordinaire stabilité. En avion ou planeur, il sert aux ailes volantes. Un rotor équipé d'un autostable offre une remarquable stabilité en stationnaire.



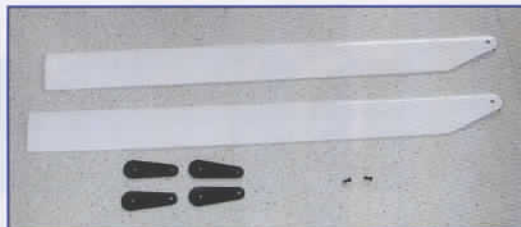
Profil creux :

Très peu courant, on le trouve pourtant sur les pales bois de l'Eco 8, même si le creux est à peine visible et localisé dans la partie arrière du profil. Il présente avant tout une portance vraiment très élevée et est donc bien adapté pour des rotors tournant à des régimes un peu faibles, ce qui est le cas souvent avec des motorisations ferrite économiques.

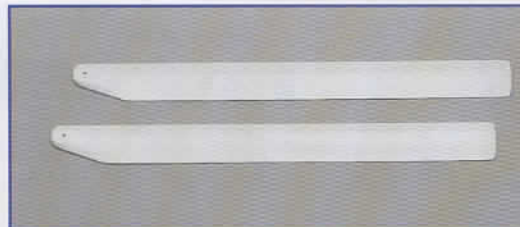


Le poids des pales

Le poids des pales influe directement sur les effets gyroscopiques. Plus les pales sont lourdes, plus l'hélicoptère est mou, "camion" comme on l'entend souvent. Des pales lourdes sont agréables pour du vol maquette, mais aussi pour les débutants, car l'hélico est



Les pales bois sont fréquemment livrées terminées et entoilées comme ici ces pales Ikarus d'Eco 8



Les pales fibre (Ici, des pales Robbe Schlüter) sont plus performantes, et livrées pré-équilibrées.



Extrémité d'une pale en mousse Kyosho. Un ponçage du bord d'attaque est souvent nécessaire, terminé par la pose d'un adhésif fin sur tout le bord d'attaque.

plus stable, moins vif aux commandes, donc laisse plus le temps de réfléchir. Des pales légères offrent de la vivacité, et sont utilisées pour la voltige et le 3D en particulier.

Les matériaux

On trouve 5 types de pales :

Pales bois :

Ce sont les plus anciennes. Elles sont en général constituées de deux essences de bois différentes : la partie avant, sur la moitié avant, qui supportera l'axe d'articulation, est réalisée dans un bois dur, dense et robuste. La partie arrière est réalisée en balsa, léger mais peu résistant. Ceci permet d'une part d'avoir la résistance nécessaire au pied de pale, mais aussi d'avoir un centre de gravité de la pale proche du centre de poussée (comme on centre un avion). Le centre de gravité est en gros vers le tiers avant du profil. Les pales doivent être entoilées, ce qui peut être fait à l'aide de film thermo-rétractable (Solar, Oracover...), ou de gaine thermo-rétractable. De plus en plus souvent, les pales bois sont livrées entoilées par une gaine. Les pales bois sont les moins chères, mais ont un respect du profil assez relatif.

Pales fibre de verre :

Elles sont fabriquées dans des moules et sont généralement livrées appariées, pré-équilibrées. Le profil est bien respecté et l'état de surface remarquable. Ces pales permettent d'améliorer les performances des modèles et sur les électriques, d'augmenter l'autonomie, du fait de leur meilleur rendement aérodynamique. Elles sont par contre assez lourdes et donc plus adaptées à des modèles calmes ou des maquettes.

Pales fibre de carbone :

Pratiquement identiques aux précédentes à un détail près : elles sont net-

tement plus légères et donc mieux adaptées pour les modèles vifs, les 3D en particulier.

Pales métalliques :

Peu répandues, et pour cause, leur usage est rigoureusement interdit en compétition pour des raisons de sécurité, elles sont en alu extrudé avec un respect parfait du profil, une rigidité remarquable, le tout offrant des performances exceptionnelles... Le gain en autonomie peut atteindre 10 % ! Mais nous n'irons pas plus loin, ce sont de véritables cutters volants en cas de rupture de l'axe de pale... Hélas donc à oublier.

Pales en polystyrène :

On ne les rencontre que sur l'EP Concept de Kyosho. En fait, elles sont réalisées en moule, avec une mousse dense à l'intérieur, une peau dure à l'extérieur. Des renforts sont noyés dans les pieds de pales, et des masselottes sont également intégrées lors du moulage pour augmenter leur inertie et leur donner un centrage correct.

Equilibrage des pales

Le rotor est une pièce en rotation et le moindre balourd se traduit par des vibrations intenses et destructrices. Afin de limiter au maximum les vibrations, il est indispensable d'équilibrer les pales d'un hélicoptère. Rien de difficile, mais un peu de soin est nécessaire ! Voyons comment réaliser cet équilibrage. Nous allons d'abord leur donner un centre de gravité (dans le sens de l'envergure) commun. Pour cela, nous posons nos pales côte à côte sur une lame de contre-plaqué fin ou d'époxy. Coulissons les jusqu'à ce qu'elles soient en équilibre (1).



Nous trouvons ainsi le centre de gravité de chaque pale et nous le marquons sur les pales à l'aide d'un feutre (2). Si l'écart de position du CG entre les pales est inférieur à 5 mm, on peut se contenter de la méthode précédente.

2 - Tracé du CG des pales



Sinon, nous allons commencer par repérer celle dont le centre de gravité est le plus loin du moyeu et relever la cote exacte du CG. Tracez une marque à ce niveau sur chacune des pales (3). L'autre pale, celle qui dont le CG est le plus proche du moyeu, nous la posons sur la lame et nous allons placer un ruban adhésif à l'extrémité, en le recoupant jusqu'à ce que le CG se trouve exactement sur le tracé (4). Nos pales ont maintenant un CG commun.

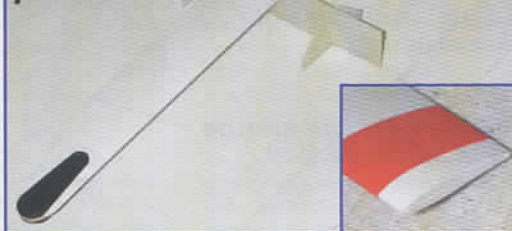
Il reste à leur donner un poids commun. Pour cela, nous utilisons un équilibreur d'hélice qui n'est jamais qu'une balance. Si vous n'en avez pas,

3 - Recherche d'un écart entre les CG



Nota : Pour pouvoir illustrer cet exemple, nous avons artificiellement décalé le centre de gravité d'une pale. En effet, tous les jeux de pales dont nous disposons ne présentent aucun écart mesurable du centre de gravité. C'est plutôt rassurant, non ?

4 - rectification du CG, puis la longueur d'adésif est repliée autour de la pale.



il est possible d'en bricoler un très simplement. La pale la plus légère est chargée en son centre de gravité à l'aide d'un ruban adhésif recoupé jusqu'à équilibre parfait, puis enroulé. son centre de gravité. C'est terminé !

Conseils

- Une paire de pales équilibrée doit rester intègre. Si vous devez remplacer une seule pale, tout l'équilibrage est à refaire. Si vous disposez de plusieurs jeux de pales, repérez-les par un marquage approprié pour

ne pas mélanger les pales entre les jeux !

- Si par exemple vous avez un adhésif rouge à l'extrémité d'une pale, réalisez une marque rouge sur le porte-pale correspondant du moyeu. Ainsi, si vous démontez vos pales, vous replacerez toujours la même pale sur le même porte-pale, et vos réglages seront conservés (tracking en particulier).

- Enfin, il me semble indispensable de conclure ce sujet par un avertissement : si lors d'un crash, une pale est endommagée, même légèrement, c'est le remplacement qui s'impose. **On ne recol-le jamais une pale !** A la vitesse où elle tourne, le danger est immense. **C'est d'ailleurs une règle générale en hélico : toute pièce douteuse est remplacée sans hésitation.**

LA TÊTE DE ROTOR

Ses fonctions

Tout d'abord, la tête de rotor va permettre de disposer d'un rotor à pas variable. Pour cela, les porte-pales seront articulés (articulation de pas) et disposeront d'un bras de commande. Mais la variation de pas d'un hélicoptère prend deux aspects :

- La variation peut être identique sur toutes les pales, pour modifier globalement la portance du rotor, c'est le pas collectif.

- La variation peut être différente sur chaque pale, cette variation étant modulée tout au fil du tour de rotor, afin de pouvoir modifier l'équilibre des forces sur le rotor et ainsi orienter le rotor (et l'hélico par voie de conséquence) dans toutes les directions.

Ce deuxième point signifie qu'à chaque tour, une pale donnée va être amenée à porter de façon différente en chaque point, et donc va tendre à

La tête de rotor est un des éléments les plus complexes, mais aussi les plus essentiels d'un hélicoptère. Elle ne se contente pas d'être un moyeu retenant les pales, c'est grâce à elle que l'on peut piloter notre hélico sur 5 de ses 6 degrés de liberté. De plus, elle est soumise à des efforts monumentaux, du fait de la masse des éléments en rotation.

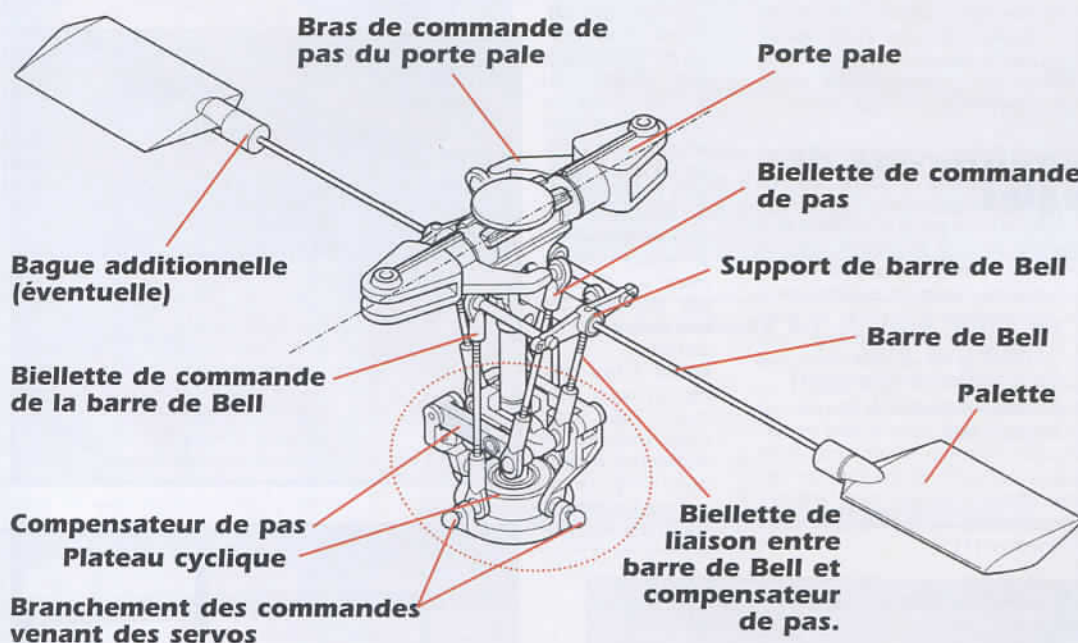
monter plus ou moins. Ceci crée un battement cyclique, qui crée des efforts alternés intenses sur le pied de pale. Celui-ci pourrait être articulé, comme l'est la pale sur le porte-pale, la force centrifuge se chargeant de positionner la pale. Mais il faudrait alors des butées, pour que rotor à l'arrêt, les pales ne tombent pas au sol... Compte tenu des faibles amplitudes du battement, l'articulation est remplacée sur les têtes modèle réduit par un axe retenant les porte-pales montés sur le

moyeu via un élément souple amortisseur, en général de simples joints toriques, dont la dureté du caoutchouc est choisie pour procurer le bon amortissement. Les meilleurs spécialistes n'hésitent d'ailleurs pas à modifier la dureté de ces joints pour modifier la réactivité de la tête.

Le pilotage du pas, et le mélange entre pas collectif et pas cyclique n'est pas directement réalisé sur la tête, mais au niveau d'un élément qui transmet les actions des commandes venant du

pilote (en grandeur) ou des servos (en radio-commande) et faisant partie de éléments non tournants de la machine à la tête de rotor qui est une partie tournante. Cet élément est appelé plateau cyclique et est traité dans le chapitre suivant. Venant du plateau cyclique, un ensemble de biellettes va permettre l'orientation adéquate variable en permanence, de chaque pale du rotor.

Nous avons vu dans le chapitre sur les pales que celles-ci sont montées sur un



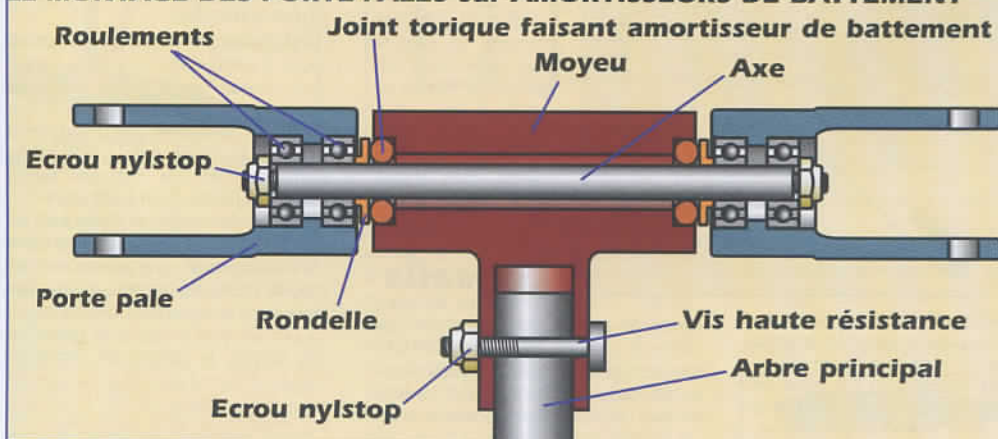
A gauche, une tête de rotor bi-pale type. Dans cet exemple, il s'agit d'une tête Seesaw utilisée sur un EP Concept SR de Kyosho.

axe, c'est l'articulation de trainée. En modèle réduit, on ne monte pas de butée de trainée (en grandeur, le débattement de la pale est limité mécaniquement). Ce qui veut dire qu'il ne faut pas d'à coup brutal au démarrage ou à l'arrêt, sous peine de voir la pale aller brutalement se replier sur le porte-pale. D'où la nécessité d'un embrayage progressif pour les moteurs thermiques, ou d'un variateur permettant un démarrage en douceur en électrique, et d'une roue libre (électrique) pour qu'à l'arrêt du moteur, le rotor s'arrête tranquillement sur son inertie.

Nombre de pales

Le rotor peut comporter un nombre variable de pales, et en grandeur, on rencontre des hélicos à 2, 3, 4, voire 5 pales ! Pourquoi augmenter le nombre de pales ? Plus un hélico doit porter une lourde charge, plus on demande de la portance (et de la puissance). Mais comme nous sommes limités par une incidence limite (décrochage), une pale d'une longueur donnée, quelle que soit la puissance que l'on installe, ne pourra pas dépasser une portance maxi. Une solution est de monter un rotor plus grand, mais on arriverait vite à un gigantisme irréaliste. L'autre solution est de répartir la charge sur d'avantage de surface portante, donc de multiplier les pales. Autre intérêt, entre deux hélicoptères de taille et masse équivalente, dont l'un serait bipale et l'autre quadripale par exemple, chaque pale ayant moins à supporter, on peut les faire travailler avec moins de pas, et on améliore les

LE MONTAGE DES PORTE-PALES sur AMORTISSEURS DE BATTEMENT





Les têtes tri ou quadri pales se rencontrent exclusivement sur les maquettes. Vario est spécialiste de ce type de machines et propose un large éventail de solutions pour obtenir un réalisme exemplaire.

qualités de vol en volant à pas faible, plutôt qu'avec en permanence un pas laissant peu de marge avec le pas limite de décrochage. Les pas élevés sont de plus gourmands en énergie, car la traînée est nettement plus importante. En modèle réduit, on ne rencontre des rotors à plus de 2 pales que sur les maquettes reproduisant des hélicos grandeurs possédant eux aussi plus de deux pales. L'hélico purement modèle réduit possède un rotor bipale, et pour cette initiation, nous nous contentons de traiter ce type.

Barre de Bell

Le rotor bipale est séduisant pour une apparente simplicité, mais il s'avère que son équilibre n'est pas naturel. En gros, c'est comme pour tout ce qui doit rester stable en ce bas monde : il faut au moins 3 points d'appui pour qu'un corps soit en équilibre et puisse y rester. Le rotor bipale "s'appuie" sur chacune de ses pales, ce qui ne fait que deux points... C'est Bell (le célèbre fabricant d'hélicoptères américains) qui a trouvé une technique remarquable, utilisée sur absolument tous les hélicos modèles réduits bipales après avoir connu le succès sur une multitude d'appareils grandeur, comme les célèbres Bell 47 ou Jet Ranger pour ne citer qu'eux. Ce système, c'est la "Barre de Bell", une barre transversale lestée à ses extrémités et qui agit un peu comme le balancier d'un funambule. Elle stabilise latéralement le rotor. Mais elle peut faire plus et aider au pilotage : elle est articulée et commandée, comme le pas des pales, par le plateau cyclique. On les a dotés de petites pales à ses extrémités (qui en fait formeront le lest). Le plateau cyclique agit en faisant pivoter la barre sur elle-même, et donc, cela permet d'augmenter l'incidence d'une palette en diminuant d'autant celle de la palette opposée. Ces palettes sont calées quand les commandes sont au neutre à 0°. Elle ne sont pas là pour apporter un surcroît de portance. Par contre, elles participent

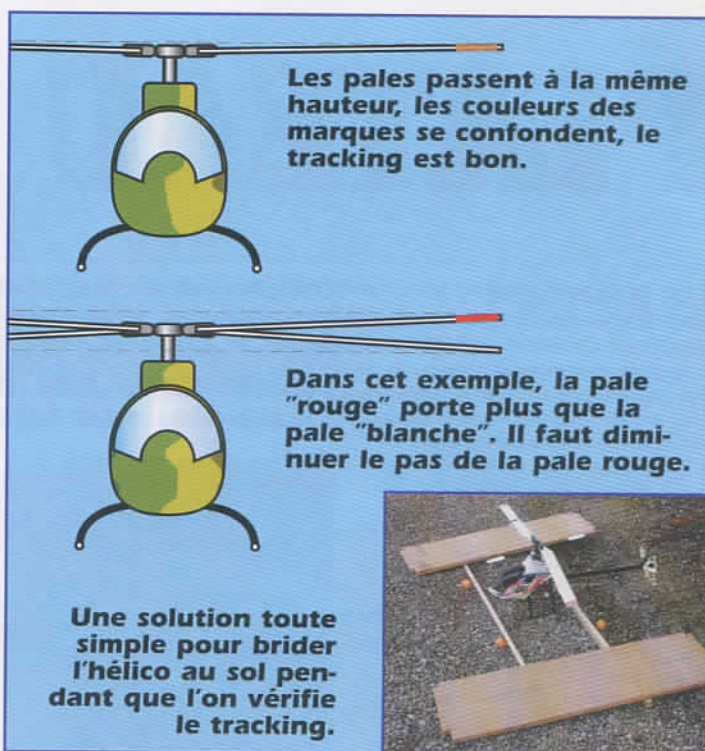
très activement au pilotage. Les actions sur le pas collectif sont sans effet sur la barre de Bell, toutes les actions sur le pas cyclique sont reportées sur la barre de Bell, en plus de l'action sur les pales du rotor principal. Comme pour les pales, la masse des palettes influe sur la stabilité de l'hélico. Des palettes légères donnent un comportement vif, des palettes lourdes assagissent le modèle. Si on ne peut pas changer les palettes, mais que l'on veut "calmer" une machine, on peut monter des bagues (arrêts de roues par exemple) sur la barre, en les éloignant plus ou moins, pour augmenter l'inertie de la barre et donc la stabilité du rotor. Les petits hélicos électriques sont très sensibles à ce type de réglage. La barre peut être dans le plan du rotor, au-dessous ou au-dessus, ça ne change rien au principe, les constructeurs ont leurs techniques, leurs modes aussi.

A chacun sa tête

Les têtes de rotor sont des mécaniques très étudiées, et il en existe une multitude. Toutes assurent les mêmes fonctions, avec des solutions techniques variées. Nous n'allons pas les étudier une par une, le magazine n'y suffirait pas ! Pour débiter, il faut se contenter de respecter scrupuleusement les notices de montage, et surtout veiller à régler les biellettes au dixième de millimètre près aux cotes stipulées. Tout désymétrie entre les biellettes de chaque côté est source d'imprécision de pilotage, de vibrations. L'achat d'un pied à coulisse de rigueur !

Tracking

Voilà un mot que vous avez entendu chaque fois qu'une discussion tourne autour de l'hélicoptère. Une petite différence de réglage des biellettes, ou une infime différence à la fabrication (tolérances d'usinage) entre les pièces de la tête de rotor peut faire que les pales ne passent pas dans le même

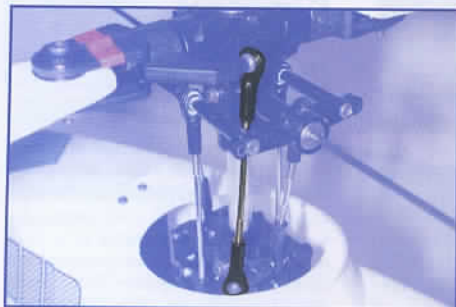


plan de rotation. Une pale "est plus haute" que l'autre. C'est ce que l'on appelle le "Tracking". Ceci est une source de vibrations importantes et de perte de rendement du rotor. Heureusement, il est prévu de pouvoir régler ce tracking, et cela se fait au niveau de la biellette de commande de pas du porte-pale. Ce réglage sera effectué juste avant de commencer les premiers vols, et sera à reprendre chaque fois qu'un changement de pales est nécessaire, ou qu'une intervention a été faite sur la tête, pouvant l'avoir déréglée. Le réglage de la valeur de pas mini, stationnaire et maxi aura été faite au préalable (ceci est traité plus loin dans ce numéro, car nous avons besoin d'avoir abordé les éléments de radio-commande pour les expliquer).

Comment procéder ? Tout d'abord, les pales doivent avoir été soigneusement équilibrées (voir chapitre précédent) et équipées d'adhésifs de couleurs différentes aux extrémités des pales. Si vous avez rectifié le centre de gravité d'une pale, un adhésif est déjà en place, l'autre pale est certainement blanche, ça suffit à faire une différence de couleur.

L'hélico va être posé au sol et bridé pour qu'il ne puisse pas décoller. Une solution simple consiste à passer un ou deux tasseaux dans le train d'atterrissage (quand on débute, c'est encore plus

facile avec l'immense train d'entraînement), et à les lester par des poids. On va mettre le moteur en marche et monter la puissance et le pas pour se situer aux valeurs correspondant au stationnaire. Placez vous à 4 ou 5 mètres pour votre sécurité (au fait, ceci se fait impérativement en extérieur, jamais dans l'atelier !) et placez votre regard dans le plan du rotor. Vous pouvez alors voir si les pales tournent dans le même plan ou pas. Si une pale est plus haute que l'autre, vous repérez laquelle grâce à la différence de couleur. Repérez bien la couleur la plus haute, puis arrêtez le moteur. Corrigez l'incidence de la pale la plus "haute" en diminuant son incidence au niveau de la biellette de commande de pas. Procédez d'abord par 1 tour ce chape à la fois. Refaites le même essai jusqu'à ce que les deux pales tournent parfaitement dans le même plan (On peut se fixer une tolérance équivalente à l'épaisseur d'une pale). Pour ne pas vous tromper, réglez toujours la même biellette correspondant à la même pale ! Quand c'est possible (car toutes les chapes à boules ne permettent pas un montage dans les deux sens), terminez le réglage au demi-tour de chape près. Comme déjà dit au chapitre sur les pales, repérez par une touche de couleur le porte pale pour toujours remonter la même pale dui même côté si les pales doivent être déposées.



Il faut bien identifier quelle est la biellette qui permet de régler la tracking. Pour vous aider, voici cette biellette mise en évidence sur de gauche à droite : Tête Seesaw d'EP Concept SR, tête d'Eco 8 et tête de Voyager E.

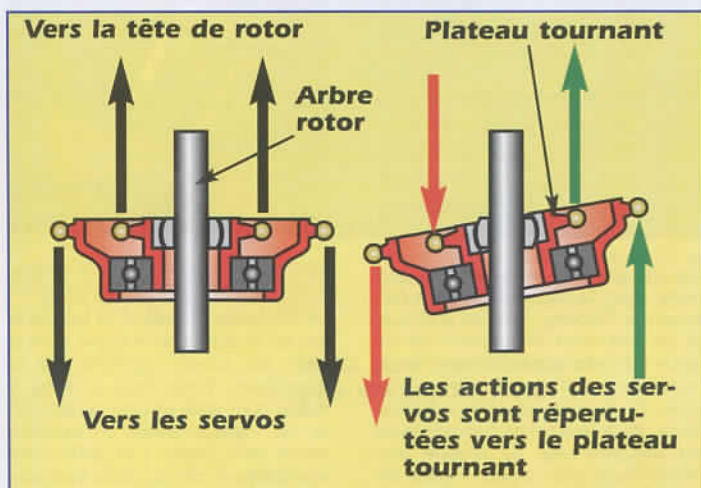
PLATEAU CYCLIQUE

Le principe

Avant tout, le plateau cyclique, c'est une rotule et un roulement à billes : la rotule permet au plateau de s'incliner dans tous les sens, le roulement assure la transmission des mouvements de sa partie externe, pilotée par les servos, et sa partie interne qui va retransmettre les ordres vers la tête.

Un élément crucial dans la chaîne des composants permettant de piloter un hélicoptère est le plateau cyclique. Il est l'intermédiaire entre les parties non tournantes des commandes et l'ensemble de la tête de rotor, tournant bien évidemment. Mais il existe plusieurs façons de piloter ce plateau cyclique.

Coupe d'un plateau cyclique



Si la partie interne est à peu près toujours semblable, avec 4 points d'accrochage des commandes de la tête, le plateau extérieur peut lui être commandé de différentes façons :

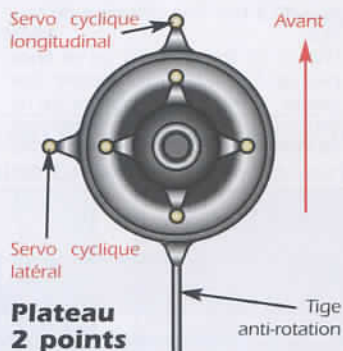
Tout d'abord, le plateau peut gérer uniquement le pas cyclique, ou combiner les fonctions de pas cyclique et de pas collectif. Dans le premier cas, la rotule restera toujours à la même hauteur sur le mât rotor. Dans le second cas, la rotule coulisse sur le mât rotor pour pentecôte au plateau cyclique de monter ou descendre, et ainsi faire varier le pas général.

Le plateau collectif est surmonté du compensateur de pas (Washout pour les anglophiles), lequel est directement connecté au plateau par deux courtes biellettes. Le compensateur de pas des pales du rotor. Quand aux deux autres points d la bague intérieure du plateau, ils sont reliés directement à la barre stabilisatrice, appelée barre de Bell du nom de son inventeur, et ils en pilotent l'inclinaison.

Vous noterez que le plateau cyclique est pourvu d'une longue tige, destinée à coulisser librement dans un guide, et dont la fonction est d'empêcher la bague extérieure de tourner.

Plateau 2 points

Le plateau cyclique peut être commandé en seulement deux points, s'il n'assure pas la fonction "pas collectif". Cette solution est de moins en moins utilisée, on la trouve sur des hélicos à pas fixe. Un servo va commander l'inclinaison (cyclique latéral), un autre le tangage (cyclique longitudinal).

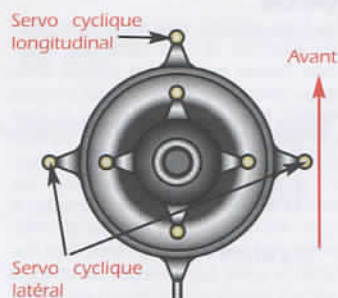


Plateau 2 points

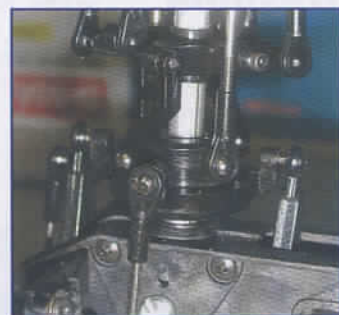
Plateau 3 points à 90°, avec servos indépendants

Ce montage peut être utilisé même si le plateau n'assure pas le collectif. Un servo va gérer un des axes en se pre-

nant sur un point unique, mais l'autre servo sera relié simultanément aux deux points diamétralement opposés, ce qui donne plus de stabilité à l'ensemble du plateau. Avec un mixage mécanique, on peut gérer le pas collectif à l'aide d'un troisième servo qui décale simultanément les trois points. C'est typiquement le montage de l'Eco 8 Ikarus en version "radio sans mixages". Chaque servo assure une fonction précise et unique. Avantage : on n'a pas besoin de mixages spécifiques hélico pour ce type de montage. On peut avoir 2 points sur le latéral et un point sur le longitudinal (Eco 8), ou deux points sur le longitudinal et un point pour le latéral (EP Concept SR). Si le collectif n'est pas assuré par le plateau cyclique, il faudra une commande intégrée au mât pour obtenir cette commande au niveau du compensateur de pas.



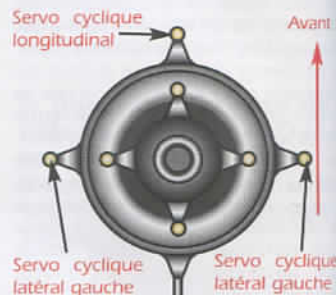
Plateau 3 points, pas collectif par mixage mécanique



Le plateau cyclique de l'EP Concept SR est du type 3 points, mais c'est le longitudinal qui possède deux points de commande, assurant par la même l'anti rotation. Le collectif est commandé directement sur le compensateur de pas.

Plateau 3 points à 90°, servos mixés

Cette fois, nous avons à coup sûr une radio type "hélico", capable de gérer une tête 3 points. Ici, un servo pilote en direct, via une courte biellette, un point du plateau cyclique. C'est le programme qui assure des mouvements cohérents des trois servos pour obtenir la réponse désirée.



Plateau 3 points, pas collectif par mixage sur l'émetteur.

Pour augmenter le pas collectif, les trois servos agissent dans le même sens et poussent le plateau vers le haut. Pour donner du latéral, les deux servos latéraux agissent chacun dans un sens, l'un poussant vers le haut, l'autre tirant vers le bas, tandis que le servo de longitudinal reste immobile. Pour donner du longitudinal, les servos latéraux ne bougent pas, et le servo de longitudinal est seul à agir. Avantage de ce type de montage, on supprime les mixages mécaniques, donc le nombre d'articulations, et par conséquent les jeux. Ce système est plus précis et donne une réponse plus rapide que le montage précédent.

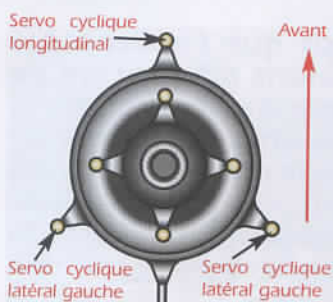
Plateau 3 points 120° 2 latéraux

Le principe d'attaque directe est identique au cas précédent, c'est la répartition des points sur le plateau qui change : Ils sont répartis à égale distance les uns des autres, à 120°. Pour le collectif, ce sont toujours les trois servos qui fonctionnent dans le même sens. Pour le latéral, les deux servos latéraux fonctionnent en sens opposé, le longitudinal ne bouge pas. Pour donner du cyclique longitudinal, le servo de longi bouge dans un sens, tandis que les deux servos latéraux bougent en sens opposé, de la moitié de la valeur du



Un plateau cyclique surmonté du compensateur de pas.

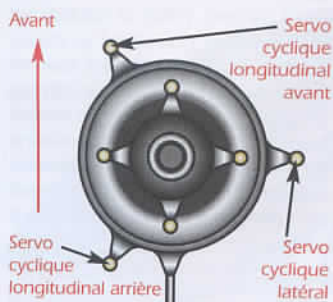
longi.
Ce type de tête est de plus en plus utilisé, car il répartit les efforts sur les trois servos de manière très équilibrée. Le pilotage est ultra précis. C'est le montage que l'on rencontre sur le Logo 10, le Voyager E et sur l'Heaven Up.



Plateau 3 points à 120°, avec deux servo de latéral.

Plateau 3 points 120° avec 2 points longitudinaux

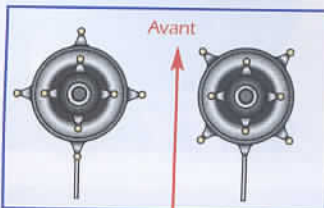
C'est le même que le précédent, mais pivoté de 90°. Cette fois, deux servos sont actionnés pour le contrôle longitudinal, les trois pour le contrôle latéral.



Plateau 3 points à 120°, avec deux servo de longitudinal.

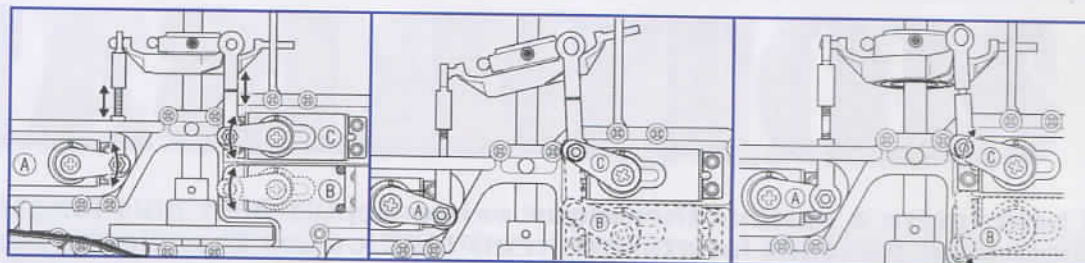
4 points

Cette fois, on trouve non plus 3 servos, mais 4 pour piloter la tête, toujours en attaque directe. Le but est de diviser les efforts et de gagner en puissance de commandes. L'inconvénient, c'est que le système demande des réglages d'une extrême précision pour qu'un servo ne force pas sur son vis à vis, le



Deux types de plateaux 4 points, une solution qui ne se trouve que sur des hélicos haut de gamme.

système étant hyperstatique. On peut le rencontrer avec les points de commande devant, derrière et de chaque côté, ou pivoté de 45°. Ce système peut se rencontrer sur des hélicos thermiques.



Extraits de la notice du Voyager E de JR, ces illustrations montrent à la perfection le fonctionnement d'une tête 3 points à 120°. A gauche, les trois servos agissant dans le même sens assurent le pas collectif. Au centre, le fonctionnement en cyclique longitudinal, le servo A débat deux fois moins que les deux latéraux. A droite, fonctionnement en cyclique latéral, le servo A ne bouge pas, les deux autres fonctionnent en sens inverse.



Un bel exemples de plateau 3 points à 120°. La réalisation est robuste, et ne craint pas les déformations.

Plateaux multi possibilités

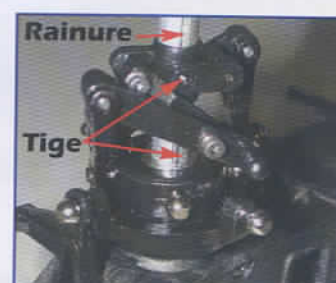
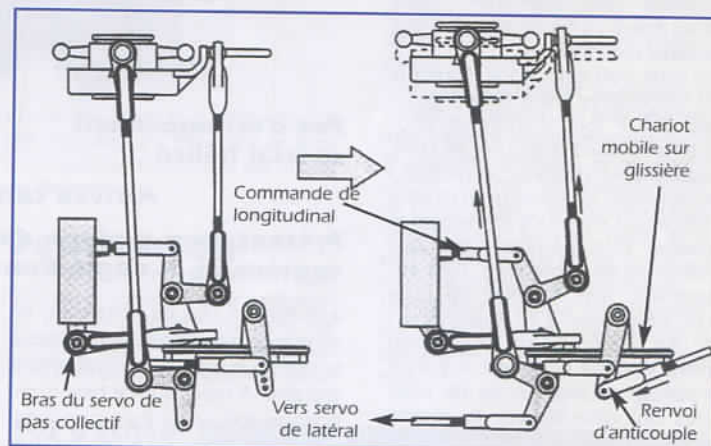
On trouve des plateaux possédant les points d'ancrage permettant de les utiliser soit en 3 points 90°, soit en 3 points 120°, voire même en 4 points, au choix. Il s'agit souvent de pièces "tuning", pour ceux qui veulent personnaliser l'installation de leur modèle. Exemple, ce plateau alu pour Eco 8.



A droite, la commande du pas collectif sur EP Concept SR : une bague au pied du mât rotor est solidaire d'une tige courant dans une rainure, et cette tige agit directement sur le compensateur da pas.



Sur ce plateau à trois points, la bague intérieure possède deux jeux de points d'ancrage, pour disposer de 2 sensibilités.



Sur le Raptor Thunder Tiger, un plateau oscillant porte le servo de latéral et est actionné par le servo de collectif. Un parallélogramme transmet les ordres du servo de cyclique longitudinal.



Retour sur les mixages mécanique

Après ce tour d'horizon des types de plateaux cycliques, il est utile de revenir aux plateaux 3 points à 90° pilotés par des servos n'assurant chacun qu'une unique fonction. Un servo est dédié au pas collectif, un autre assure le cyclique longitudinal, un troisième le cyclique latéral. Le mélange des fonctions doit être assuré par un mixage mécanique situé entre les servos et le plateau. Il existe un grand nombre de possibilités pour assurer ce mélange de fonctions. Quelques exemples montreront la diversité des solutions possibles.

Le mixeur Ikarus du premier Eco 8 utilise un chariot à glissière.

MOTOBORISATION

L'hélicoptère à moteur thermique existe depuis bien plus longtemps que l'hélicoptère électrique. Pendant longtemps, seuls les moteurs thermiques pouvaient offrir assez de puissance pour soulever une mécanique d'hélicoptère. On a pu voir des hélicoptères voler avec de minuscules 0,8 cm³ (en vol libre), et les cylindrées montent jusqu'à plus de 60 cm³ ! Pour encore plus de puissance, les pilotes se tournent maintenant vers les turbines, véritables turbo-réacteurs modèles réduits. Aujourd'hui, les petits hélicoptères sont tous devenus électriques, et on commence en thermique à partir de moteurs de la classe "30", c'est à dire autour de 5 cm³ qui est un standard pour un hélicoptère d'entraînement.

Le moteur thermique hélicoptère

Il n'est pas très différent des moteurs thermiques que l'on trouve sur les avions ou les voitures radiocommandées. Il a cependant ses spécificités :

- Le vilebrequin ne comporte pas de plateau d'hélice, mais il est en général lisse, terminé par un filetage qui permet de serrer l'ensemble du porte masselottes d'un embrayage.
- La culasse est plus grande que sur un moteur avion, car le moteur est beaucoup moins bien ventilé et il faut évacuer la chaleur.
- La quasi totalité des moteurs hélicoptères sont segmentés, alors qu'en avion, on trouve de nombreux moteurs sans segment.

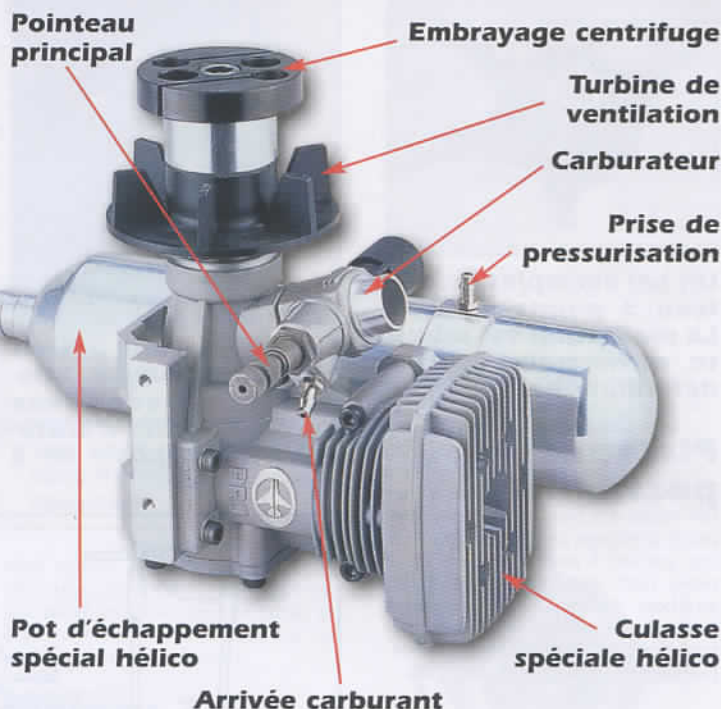
J'ai parlé d'un embrayage. Pourquoi les hélicoptères ont-ils besoin de ce dispositif ? Tout simplement pour que l'on puisse s'approcher de l'hélicoptère pour démarrer le moteur !

Sur un avion, on démarre en lançant l'hélice tout en tenant fermement le modèle. C'est possible parce que l'hélice est de petite taille. Bien évidemment, avec la taille du rotor d'un hélicoptère, c'est impensable ! De plus, le rotor devant tourner bien moins vite que le moteur, il y a un ensemble de pignons ou de courroies qui démultiplient le régime moteur... Il faut donc pouvoir mettre en route le moteur sans que le rotor soit entraîné. C'est le rôle de l'embrayage. Parlons-en plus en détail :

Embrayage centrifuge

Celui-ci a un rôle très important, il permet de démarrer le moteur au ralenti sans que le rotor soit entraîné. Comment ?

L'embrayage est composé notamment de masselottes en acier, lorsque le moteur tourne au ralenti, celles-ci sont très peu écartées par la force centrifuge et ne touchent pas la cloche. Le rotor n'est pas entraîné. Plus on accélère et plus les masselottes se déforment et viennent frotter sur la garniture en Ferodo de la cloche d'embrayage, provoquant le début de l'entraînement du rotor. Une fois que le moteur a atteint une vitesse de rotation importante, il n'y



Présentation typique d'un moteur thermique hélicoptère. Ici, il s'agit d'un moteur Thunder Tiger.

a quasiment plus de frottement, on dit que les masselottes sont collées à la cloche, le rotor est complètement entraîné. A noter que ce type d'embrayage était utilisé il y a bien longtemps par Citroën sur les 2 CV et

Ami 6 à embrayage centrifuge ! Bon nombre d'embrayages se ressemblent, mais ne se montent pas tous de la même façon. Ceux du Scaedu, Raptor, Shuttle sont, on va dire, auto-alignants, c'est-à-dire que

Exemple du montage et du réglage d'un embrayage sur un Eagle Freya. A droite, l'ensemble de la turbine et des masselottes. Dessous, à gauche, réglage du centrage de la turbine qui va recevoir l'embrayage. A droite, centrage du haut de l'axe. Tous les embrayages n'ont pas besoin de ce réglage au comparateur.



le montage mécanique les aligne automatiquement et que l'on n'a pas besoin d'outils spécifiques pour le montage.

Cependant, d'autres comme celui de la famille des Freya de chez Hiroba doivent être alignés à l'aide d'un outil de métrologie de précision : un comparateur. Voici, à titre d'exemple, la marche à suivre :

- L'alignement de la turbine sur le vilebrequin moteur se fait à l'aide d'un cône fendu en laiton.

- Tout d'abord, enfiler la rondelle sur le vilebrequin, puis placer le vilebrequin en appui sur celle-ci tout en mettant la fente du cône à l'opposé de la rainure de clavette du vilebrequin. Ensuite, positionner la turbine sur l'ensemble, la rondelle épaulée puis serrer le tout. Malheureusement ce n'est pas fini, il faut maintenant



S 'THERMIQUES



Pascal et Stéphane Brianchon, spécialistes s'il en est de l'hélicoptère RC, ont participé à l'élaboration de ce Hors Série, tant pour ce chapitre sur les motorisations que pour la voltige, l'autorotation ou encore les réglages des gyroscopes.

Texte :

Pascal Brianchon

ra circuler autour du moteur et de la culasse en particulier. Il est même classique d'adjoindre sur le vilebrequin, une turbine de ventilation qui tournera donc toujours avec le moteur, forçant ainsi un écoulement d'air constant.

Carburant

On retrouve un carburateur tout à fait similaire à ceux que l'on trouve sur les moteurs "avion". Il est équipé d'un pointeau principal qui règle la richesse, et d'un contre-pointeau qui permet de régler la richesse durant les reprises. Les moteurs haut de gamme peuvent avoir un troisième pointeau pour la richesse à mi-puissance.

Le réservoir est en général monté de manière rigide et on peut éviter le risque d'émulsion (petites bulles d'air dues aux vibrations) dans le réservoir par l'usage d'un plongeur filtrant. On installe aussi un filtre avant le carburateur afin de ne pas avoir de particules qui puissent endommager le moteur.

Pour les hélicoptères pratiquant la voltige, l'emploi d'un petit réservoir intermédiaire appelé nourrice entre le réservoir principal et le moteur permet d'éviter des désamorçages. La nourrice reste en général pleine de carburant, sans air donc, et le plongeur ne risque pas de se trouver momentanément sans carburant.

Le réservoir principal est pressurisé, par un piquage de pression sur le pot d'échappement ou le résonateur.

Les Raptor 30 et 50 sont représentatifs de l'hélicoptère thermique d'entraînement et peuvent aller jusqu'à la voltige 3D.



trouve des moteurs à essence équipés de bougies à étincelles et donc d'un système d'allumage, par volant ou électronique.

Ventilation

Le refroidissement du moteur d'un hélicoptère, enfermé dans un fuselage, est un problème récurrent. La solution la plus courante est d'adjoindre un canal par lequel l'air pour-

vérifier au comparateur l'alignement avec une tolérance de 0,05 mm maxi.

- Placer le comparateur au niveau du diamètre extérieur de la partie en alu de la turbine, puis tourner tout en ayant pris soin d'enlever la bougie afin de faciliter la rotation. Le battent ne doit pas dépasser 0,05 mm, sinon desserrer l'ensemble, puis faire faire un huitième de tour à la turbine par rapport à la fente du cône, resserrer puis contrôler de nouveau. Renouveler l'opération jusqu'à obtenir un battent compris dans l'intervalle de tolérance.

- Etape suivante, il faut assembler l'embrayage sur la turbine. Placer de nouveau le comparateur, mais cette fois-ci en haut de la tige de démarrage. Contrôler le battent, il ne doit pas dépasser 0,05 mm. Si ce n'est pas le cas faire faire 180° à l'embrayage par rapport à la turbine et contrôler de nouveau. Si ce n'est toujours pas correct, il y a deux solutions : soit glisser des cales de papier d'alu entre la turbine et l'embrayage, soit à l'aide d'une tige au diamètre intérieur correspondant au diamètre

de l'arbre de démarrage, tordre celui-ci jusqu'à obtenir une valeur de battent proche de zéro.

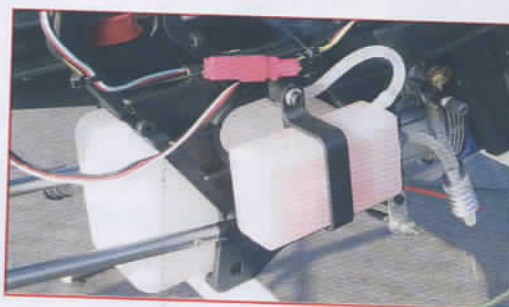
Les moteurs que vous trouverez sur les hélicoptères thermiques d'entraînement utilisent un carburant à base de méthanol plus huile, et sont à "auto-allumage", c'est-à-dire qu'ils sont équipés d'une bougie de préchauffage, un peu comme une voiture diesel. Une batterie permet de chauffer un filament de platine le temps du démarrage, ce filament reste suffisamment chaud ensuite, par la combustion dans le moteur, pour continuer à assurer les explosions dans le cylindre et la batterie est débranchée après mise en route. Sur les très grosses cylindrées, on



Pot d'échappement typique avec la prise de pressurisation, ici sur un Knight 50.



Montage d'un réservoir plus nourrice sur une hélico destinée à la voltige.



Echappement

On va installer sur tous les hélicoptères thermiques soit un pot d'échappement, soit un résonateur. Le pot a pour but uniquement de réduire le bruit, le résonateur, en plus, favorise l'extraction des gaz brûlés, et ainsi le remplissage en mélange en air-carburant du cylindre. Les échappements et résonateurs pour hélicoptères sont spécifiques, car leur formes et dispositions sont rarement compatibles avec les équipements dédiés aux avions.

La bougie

Le filament de la bougie est constitué d'un alliage de platine et peut avoir comme diamètre, 0.152 mm, 0.203 mm, 0.229 mm, 0.279 mm, 0.305 mm. Suivant ce diamètre, la bougie aura un pouvoir calorifique plus ou moins élevé. On parle de bougie chaude, médium ou froide. Le corps est en acier, et tiré d'un barreau hexagonal de 5/16" (7.938mm). Le filetage est de 1/4"-32. Le numéro de la bougie est lié à la combinaison du pourcentage de platine dans l'alliage, du diamètre et nombre de spires du filament et le volume de la cavité. Chaque fabricant utilise une codification interne pour numéroter ses bougies... Ce n'est pas un standard.



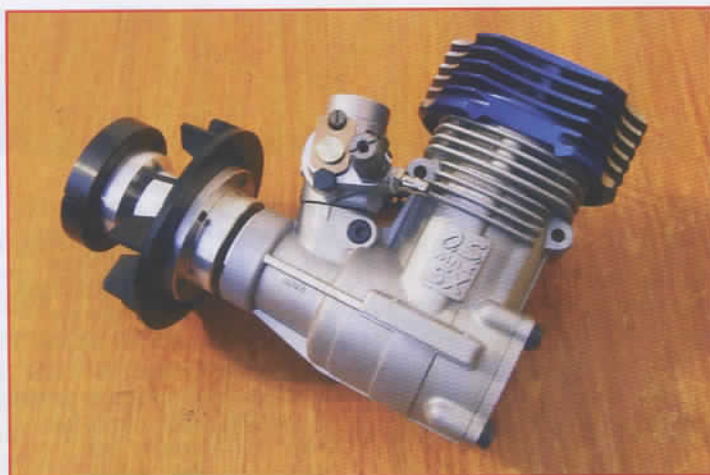
Les différents types de bougies

C'est vrai qu'une OS n°8 ou une Enya n°3 (Bougies chaudes...) fonctionneront comme il faut dans la majeure partie des cas.

Cependant, il faut rechercher la bougie la plus froide possible, d'une part

Un tableau utile de correspondance des bougies suivant les marques. A noter que plus la cylindrée est élevée, plus la bougie doit être froide.

	ROSSI OS ENYA		
CHAUDE	R1	F A3	n°3
	R2		
MEDIUM	R3	n°8	n°4
	R4	A5	
	R5		n°5
	R6		
FROIDE	R7	R5	
	R8		n°6



L'OS 50 SX-H Hyper, un des grands classiques de la motorisation hélico, aussi bien en loisir qu'en vol.



Comme il existe les "ready to fly" en avion, il existe des mécaniques hélico livrées prêtes à équiper, le montage de base étant terminé dès la sortie de la boîte. Ici, le châssis du Knight 50.

pour la longévité du moteur, d'autre part pour pouvoir le gaver un peu plus. Le tableau joint devrait vous aider à vous y retrouver dans les bougies des marques les plus courantes.

Le carburant

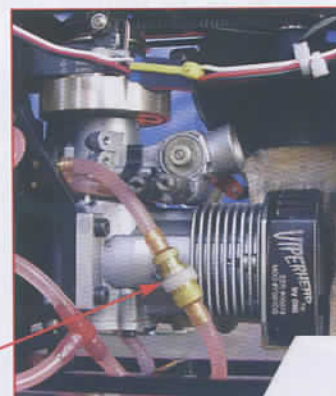
En hélico, le carburant est très important aussi bien pour le refroidissement du moteur que pour la carburation.

Le moteur est soumis à rudes épreuves. En stationnaire par exemple, si le régime moteur n'est pas stable, votre hélico ne le sera pas non plus. Plus de 50% de la stabilité de votre machine passe par le bon fonctionnement de votre moteur. Aussi, le moteur est beaucoup moins bien refroidi qu'en avion. Une surchauffe arrive beaucoup plus vite et peut être fatale.

Autant il est relativement facile de faire un carburant standard pour l'avion, autant il est difficile de

mettre au point un carburant hélico. En effet, selon le pourcentage de Nitro, non seulement le taux d'huile est différent, mais aussi la viscosité de celle-ci.

Il y a beaucoup plus d'huile dans un carburant avec 30% de Nitro (environ 25% d'huile) que dans celui à 15% de Nitro (18 à 20%). Seulement voilà, plus l'on met d'huile plus le carburant est épais, plus il freine le moteur, et moins il passe facilement



Le filtre à carburant : indispensable.

dans les gicleurs du carburateur.

C'est pour cela que fabriquer son carburant hélico soi-même est incontournable ; j'en parle en connaissant de causes ! Il y a une quinzaine d'années, je le fabriquais moi-même ! Mes moteurs chauffaient comme c'est pas permis et ils calaient très régulièrement d'où des autorotations scabreuses qui se soldaient parfois par de la casse.

Les carburants comme le Cos Power, le Power Master, Mécafuel et le Labéma sont les plus utilisés. Ce ne tient pas du hasard, c'est qui ont été mis au point par des personnes expérimentées.

Dans ces carburants, il y a bien sûr les ingrédients traditionnels mais aussi des additifs comme des anti-corrosions, des refroidissants...

Ils sont bien sûr plus chers, mais d'un autre côté, votre moteur tournera bien mieux et aura une longévité accrue.

Quel carburant choisir ?

Pour une utilisation loisir, du 15% de Nitro suffit. Contrairement aux idées reçues, plus le taux de Nitro est élevé, moins le moteur chauffe. Il est donc plus que conseillé en hélico !

Le rodage d'un moteur

Attention ! Ne négligez jamais le rodage de votre moteur. C'est une étape primordiale dans sa durée de vie ! Si votre rodage est bien effectué, vous garderez votre moteur longtemps. Si ce n'est pas le cas, il sera très vite endommagé. Qu'est-ce qu'un rodage ?

Nos moteurs thermiques sont soumis à des régimes extrêmement élevés. Il en résulte alors de très nombreux frottements. Les frottements du segment contre la chemise engendrent des échauffements. Échauffements pouvant être néfastes pour le moteur s'il n'y a pas été préparé. Le rodage a pour but de faciliter le coulisement des deux pièces entre elles pour qu'il n'y ait pas de frottements trop importants et ainsi une surchauffe de l'ensemble. Mais il est avant tout basé, et quel que vous puissiez entendre, sur le cycle thermique du moteur. Les premiers cycles thermiques d'un moteur sont destinés à stabiliser les contraintes internes de l'équipage mobile, du carter et l'alignement des éléments de guidage en translation et en rotation.

Laisser un moteur neuf fonctionner une éternité doucement, bien gras est à proscrire absolument. C'est la meilleure façon de réduire les performances et la durée de vie de celui-ci.

Le rodage doit se faire avec un nombre de tours et une température proche de celle de fonctionnement. Si vous roudiez le moteur au ralenti, il y a donc très peu d'enlèvement de matière, cela revient plus à du polissage comme quand vous poncez un morceau d'aluminium avec du papier abrasif 1200.

Vous enlevez quelques microns et



Sur ce châssis d'Airskipper 90, on distingue bien le moteur thermique avec l'accès aux réglages de la carburation, mais aussi le carter de ventilation, le réservoir monté rigide. On se rend compte aussi que l'embrayage puis le pignon qui attaquent la couronne principale prolongent sérieusement le vilebrequin, d'où la nécessité d'un alignement parfait de cet ensemble.

l'alu se met à briller, la surface est parfaitement lisse et sans strie. Hors, ces minuscules stries dans une chemise sont importantes, elles permettent le stockage d'un film d'huile assurant la lubrification lors du passage du segment dans la chemise. Dans ses vraies conditions, le moteur va tourner entre 4 et 5 fois plus vite, le frottement entre la chemise et le segment va augmenter considérablement, le film d'huile ne sera pas assez conséquent, la température va monter très vite et c'est là que le serrage arrive !

Comment réaliser un rodage soigné ?

Tout d'abord il faut consulter la notice du moteur pour connaître les valeurs de réglage du ou des pointeaux.

Dans certains cas, les valeurs pour le rodage sont fournies. Sinon prendre

celles données pour le pointeau principal et desserrer celui-ci d'un demi tour supplémentaire.

Démarrer le moteur et le laisser tourner au ralenti environ 1 réservoir, pas plus.

Une fois celui-ci froid, redémarrer et cette fois-ci, aller en piste et monter les gaz jusqu'à décoller. Le moteur doit fumer fortement, gage d'un excédent d'huile et d'une bonne lubrification.

Faire un plein avec des stationnaires et des mises au ralenti alternés d'une minute.

Pour le deuxième plein, cette fois-ci faire des stationnaires de deux minutes, puis mettre au ralenti pendant une minute, le tout alterné.

Ensuite au fil des vols, refermer le pointeau de quelques crans afin d'obtenir une carburation un peu moins riche permettant au moteur de prendre plus de tours.

Le rodage est donc en cours et va encore durer quelques vols.

Il faut compter pas loin de 2 à 5 litres de carburant pour un rodage.

CHECK LIST MISE EN ROUTE HELICO THERMIQUE

Fréquence	Libre et affichée sur panneau de fréquence
Récepteur	Eteint
Émetteur	allumé.
Mémoire du modèle	contrôlée... (impératif !)
Mode de vol	Sur "Stationnaire", surtout pas sur Idle-Up.
Manche de gaz-pas	Sur gaz réduit-pas mini, trim au milieu
	Allumer la réception
Gyroscope	Le laisser s'initialiser
Commandes	Les vérifier, bon fonctionnement sens correct.

Préparation au démarrage moteur

Faire tourner le moteur à l'aide du démarreur, bougie non branchée, en bouchant avec le doigt l'échappement, afin de mettre le réservoir sous pression et faire parvenir le carburant au moteur.

Démarrage moteur

Brancher l'accu de démarrage sur la bougie.

Manche de gaz Réverifier sur "ralenti"

Démarrer le moteur à l'aide du démarreur.

Si le moteur ne démarre pas :

Voici quelques pistes :

- L'ouverture du carburateur n'est pas suffisante : montez le trim de gaz.

- Le moteur n'a pas assez de carburant : refaites la séquence d'amorçage en bouchant le pot.

- Vérifiez que la bougie s'allume bien : pour cela, démontez la et branchez la directement à l'accu de démarrage. Si elle ne brille pas, deux raisons possibles : soit elle est grillée, soit le chauffe bougie est déchargé.

Le moteur a démarré...

RECULEZ DE 5 METRES AVANT DE COMMENCER A MONTER LES GAZ !

Moteur rodé : le réglage final

Au terme du rodage, on va affiner le réglage du pointeau principal pour rester encore un peu "gras" en stationnaire : on doit toujours avoir une fumée bien visible à l'échappement, gage d'une bonne lubrification du moteur.

Le contre-pointeau sera lui aussi affi-

né pour garantir une reprise fiable depuis le ralenti jusqu'au plein gaz-pas. Ainsi, si le moteur perd rapidement des tours à la reprise, voire cale, c'est que le contre-pointeau est trop fermé. Si la reprise est molle et "pétouillante", c'est que le contre-pointeau est trop ouvert. Procédez par huitième de tour pour le réglage du contre-pointeau.

Nouveau 24H/24

www.Absolu-modelisme.com

Votre passion mérite toute notre attention

8, rue du Commerce 67550 Vendenheim

Tél: 03.90.226.113 - Fax: 03.90.226.110 - Mail: info@absolu-modelisme.com

MOTORISATION

S'il est un domaine qui en 5 ans s'est complètement transformé, c'est bien celui des propulsions électriques ! Durant des décennies, nous avons connu les moteurs classiques à balais, avec la très célèbre gamme Mabuchi et les accus Cadmium-Nickel puis Nickel-Hydrure. Le rendement des moteurs bien faible, la masse élevée des accus, tout semblait contre l'électrique, même si de bons concepteurs sont parvenus à faire des modèles qui marchent. Les moteurs à balais se sont bien améliorés, mais avec des progrès en très forte hausse, les accus ont gagné en capacité... Mais c'est la généralisation des moteurs sans balais et des nouveaux accus Lipo qui donne enfin à l'hélicoptère la possibilité d'être aussi performant que l'hélicoptère thermique.

Moteurs à balais

Le moteur à balais, vous le connaissez tous, c'est le classique Mabuchi que nous avons tous eu dans nos jouets, nos brosses à dent électriques, nos petits appareils ménagers... et depuis des années dans les modèles réduits électriques. Il s'appellent "Speed 600", "Power 400", "Permax 280"... Chaque marque de modélisme lui appose sa griffe. Le principe du moteur à balais est de posséder une cage comportant des aimants, à l'intérieur de laquelle tourne un induit bobiné, dans lequel on apporte du courant grâce à un collecteur fractionné, et à des "balais", appelés souvent "charbons" car la partie frottante est en graphite (sur les moteurs de qualité). Bien évidemment, ces parties frottantes s'usent et sur les modèles les plus économiques, ne peuvent être changées. C'est usé, on jette le moteur et on le change. Sur les moteurs de meilleure qualité, la cage est démontable et les charbons sont faciles à remplacer. On peut même rectifier le collecteur à l'aide d'un mini tour, les compétiteurs en voiture RC sont habitués à cette technique. Parmi les critères de qualité d'un moteur à balais, il y a sa cage bien sûr, mais aussi la qualité des aimants qui influe énormément sur les performances. L'axe peut être monté sur bagues bronze, ou sur roulements à

billes, ce qui est nettement mieux quand on cherche vraiment du rendement, et c'est le cas en hélico. La qualité et la dureté des charbons influe aussi sur les performances du contact et donc sur la capacité à faire passer le courant.

Le contrôle du moteur est confié à un "variateur de vitesse" qui fournit plus ou moins d'énergie au moteur.

Aujourd'hui, le moteur à balai n'est plus utilisé en hélicoptère que sur des petits modèles économiques, prêts à voler, comme l'ensemble des birotors et hélicoptères jouets et encore quelques hélicos classiques à pas fixe. Dès que l'on passe au pas collectif, le moteur sans balais prend à coup sûr le relais. Pourquoi ? Simplement parce que pour tirer de la puissance et du rendement d'un moteur à balais, on l'utilise tellement vite qu'il est à très court terme bien plus rentable de payer une seule fois un moteur et un contrôleur brushless que de remplacer régulièrement les moteurs à balais.

Moteurs brushless

Ils sont la "révolution" de ce début de siècle... On a en quelque sorte adapté à nos petites tailles ce qui se faisait depuis longtemps sur des moteurs électriques industriels triphasés... Le principe consiste à ce que le bobinage ne tourne plus... et ce sont les aimants qui



Le moteur brushless a débuté par des moteurs "inline", comme ce Mega ou cet Electronic Model.

vont tourner autour (ou à l'intérieur). Ainsi, si le bobinage est fixe, plus besoin de collecteur ni de balais, ensemble qui non seulement s'use, mais n'est pas vraiment fait pour transmettre l'énergie électrique au mieux... Bon, certes, mais si le bobinage est fixe, pourquoi les aimants vont-ils tourner ??? Parce que l'on va adjoindre une électronique qui va créer un champ magnétique tournant, et c'est pourquoi on a besoin de trois fils sur les moteurs sans balai. Cette électronique crée le champ tournant et peut aussi assurer les variations de vitesse de ce champ... On en parle plus de variateur mais de contrôleur, car le pilotage du régime moteur ne se fait plus en se contentant d'envoyer plus ou moins d'énergie, mais en mesurant en temps réel le régime de rotation et en adaptant l'envoi cyclique de courant dans les diverses bobines en fonction de la demande du pilote et de la rotation

effective du moteur.

Au départ, sont apparus des moteurs sans balais (allez, on dira dorénavant brushless) qui en plus des trois fils d'alimentation avaient en plus une sonde pour mesurer la vitesse, à relier au contrôleur. Les progrès ont permis de supprimer cette sonde, la mesure se faisant elle aussi au travers des trois fils reliant moteur et contrôleur. On a parlé à leur arrivée de moteurs "brushless sensorless"... Aujourd'hui, tous les moteurs brushless sont ainsi et plus personne ne mentionne "sensorless", c'est devenu normal.

Inline ou outrunner ?

Houlà ! Késako ?

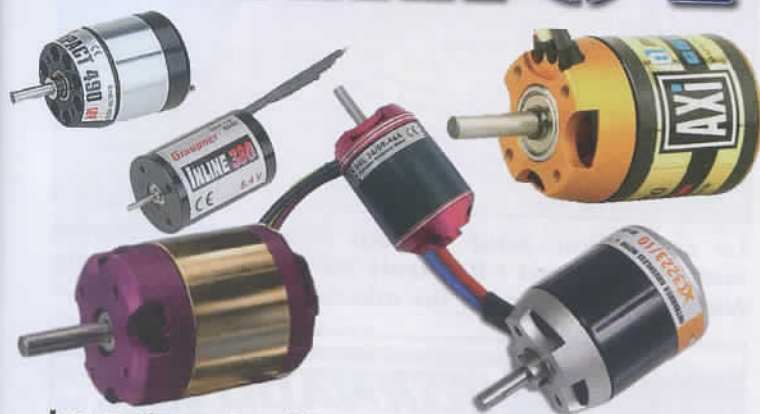
Les premiers moteurs brushless ont vu le bobinage fixe être placé dans un carter, avec le rotor magnétique tournant

Les moteurs économiques à balais ne sont plus utilisés que sur les hélicoptères RTF bas de gamme. Ils ont désormais laissé la place aux moteurs brushless, tellement plus efficaces.



A taille et masse équivalente, le Brushless à cage tournante offre désormais facilement 3 fois plus de puissance qu'un moteur à balais... En prime, il ne s'use pratiquement pas !

LES ELECTRIQUES



Les moteurs brushless sont aujourd'hui au catalogue de tous les fabricants, de tous les distributeurs. Souvent, un même fabricant fournit de nombreux distributeurs, et un changement de couleur ou d'étiquette peut les différencier, mais parfois aussi, un bobinage peut être réalisé spécifiquement pour optimiser un modèle spécifique.

au centre. Forcément, ça diminue la taille du rotor pour conserver un diamètre raisonnable au moteur complet et ces moteurs, très performants, trouvent en moyenne leur meilleur rendement en tournant très vite. Ces moteurs sont dits "inline". En avion ou planeur, ils ont été longs à se généraliser, car ils imposaient des démultiplications importantes pour faire tourner des hélices de grande taille à régime raisonnable, et le poids des réducteurs, plus leur encombrement, venaient en partie "gâcher" le gain de rendement du moteur et son poids réduit. En hélicoptère, on a de toutes façons une forte démultiplication et les moteurs brushless ont vite séduit les amateurs de volure tournante. Il y a 5 ans, quand j'ai écrit le premier hors série hélico, seul Aeronaut avait déjà choisi une autre solution...

Et puis, une équipe d'ingénieurs allemands a conçu le principe "LRK" (leurs initiales...), basé sur un bobinage fixe au centre et des aimants qui tournent autour. Ils ont de plus en quelque sorte "donné" leur invention au monde entier en publiant la "recette" sur inter-

net. Avantage : les aimants sont situés sur un diamètre bien plus grand et donc, ils fournissent un couple considérablement plus élevé. Plus besoin de tourner très vite pour trouver du rendement. En fait, à quelques variantes près, c'est ce qu'avait déjà trouvé Aeronaut avec sa gamme Actro... Mais d'un coup, le moteur dit "à cage tournante" ou "outrunner" s'est développé et envahit totalement le marché, avec même, on peut le dire, une surproduction au niveau mondial ! Résultat logique, une chute des prix spectaculaire, tant des moteurs que des contrôleurs, et si l'on n'est pas retombé au prix du "Mabushi 540", on peut dire qu'à puissance égale, un ensemble brushless moteur plus contrôleur est aujourd'hui moins coûteux que son équivalent, s'il existe, à balais.

Les avantages du brushless

Avant tout, le rapport poids puissance du moteur ! On a pratiquement divisé par 2,5 à 3 le poids du moteur pour une puissance donnée !

Corollairement, l'encombrement a aussi beaucoup diminué, et du fait du couple élevé des moteurs à cage tournante, on se passe le plus souvent de réducteur en avion ou planeur (en hélico, on ne peut s'en dispenser).

Les contrôleurs brushless ont également fait de gros progrès, sont de moins en moins encombrants, et offrent de plus en plus de réglages pour adapter au besoin la fonctionnement d'un même moteur : frein plus ou moins puissant, démarrage plus ou moins doux, réglages pour adapter le contrôleur aux caractéristiques électrique et magnétiques du moteur (le timing), et un point qui va nous intéresser au plus au point en hélicoptère, la possibilité de plus en plus répandue de disposer d'un régulateur de régime. Pour un hélicoptère thermique, une régulation de régime impose une électronique dédiée entre le récepteur et le servo de gaz, avec un capteur optique ou magnétique sur l'axe rotor... Avec un contrôleur brushless, rien à ajouter ! Puisqu'il doit de toute façon mesurer le régime du moteur pour le piloter, il suffit d'une peu plus d'électronique pour que le pilote puisse donner une "consigne" de vitesse au lieu d'une consigne de puissance... Ainsi, avec un contrôleur disposant de l'option "régulateur de régime", la mise au point de la courbe de gaz devient très simple... On peut varier le pas tant qu'on veut, le contrôleur se débrouille pour garder un régime constant au rotor !

Et puis, un dernier argument en faveur du brushless : plus de balais, plus de collecteur et donc... plus d'usure ! Les moteurs brushless ne vont perdre des performances que si les aimants se dégradent et c'est là que des différences de qualité peuvent jouer entre les marques et les gammes de prix. De toutes façons, la durée de vie d'un brushless n'a rien à voir avec celle d'un "brushed"... Pour vous donner une idée, il y a 5 ans, j'ai fait mes débuts sur Eco 8. Des moteurs à balais, j'en ai consommé au départ au point que certains ne dépassent pas la dizaine de vols. J'avais finalement trouvé un moteur qui tiennent plus le coup, mais d'un rapport poids puissance peu favorable. J'ai par la suite installé un brushless français, inline, l'Helios 34. Mon premier Eco 8 a réalisé plus de 400 vols avec ce moteur... Et lorsqu'il a été question il y a quelques semaines de tester l'Eco 8 Royal pour ce numéro... c'est ce même moteur qui 5 ans plus tard a été changé de cellule et tourne comme au premier jour ! Comme on dit : Y'a pas photo ! Je lui ai juste greffé un contrôleur plus récent pour bénéficier la laprotection Lipo et du régulateur de régime...

S'y retrouver dans la multitude...

Là... C'est autre chose ! Comme je l'ai écrit plus haut, c'est une véritable explosion de moteurs brushless à cage tournante, une déferlante même qui a envahi le marché. Chaque distributeur

vous dit que ses moteurs sont supérieurs aux autres, mais quand il s'agit de trouver une information pratique à décrypter pour choisir un moteur... C'est une autre affaire ! Alors, on va faire dans la recette de cuisine !

Première chose, quelle taille de moteur ? Car en fait, des moteurs brushless à cage tournante de taille similaire offrent des puissances assez voisines, à tension égale... Là, la solution consiste à lire avant tout la doc de votre hélico. Un ou plusieurs moteurs sont préconisés, et si vous ne choisissez pas ceux-là, au moins, vous pourrez connaître leur taille : diamètre et longueur...

Ensuite, à vous les catalogues de moteurs (oui, il y a des centaines de références...) pour chercher ceux qui ont des dimensions très voisines. Pour une taille donnée, et une tension donnée (liée au nombre d'éléments de l'ac-cu de propulsion), ce qui va vous guider, c'est le KV du moteur... C'est quoi, ça ?

Kv

Il s'agit du régime moteur par volt. Exemple : un moteur qui a un Kv de 1000 va tendre à tourner à 1000 t/mn sous 1 Volt, à 2000 t/mn nous 2V, à 5000 t/mn sous 5 V, à 10000 t/mn sous 10 V, etc...

Un moteur à Kv élevé offre un haut régime, mais peu de couple, et un moteur à faible Kv donne beaucoup de couple et un régime faible...

Les brushless "inline" sont en moyenne des moteurs à haut Kv, les "cages tournantes" sont en moyenne des moteurs à plus faible Kv (dans les deux cas, on trouve des exceptions...).

Donc ?

Donc, si nous avons trouvé une gamme de moteurs dont les dimensions et la tension d'utilisation sont dans les clous pour notre hélico et qu'il faut maintenant choisir "lequel" à le bon Kv... Comment on s'y prend ? Partons du régime rotor à obtenir. Entre le rotor et le moteur, il y a une couronne et un pignon. La division du nombre de dents de la couronne par le nombre de dents du pignon donne la réduction. Le régime rotor multiplié par la réduction donne le régime à obtenir au moteur.

Multipliez le Kv du moteur par le nombre de volts du pack prévu... Vous avez le régime maximal que peut prendre votre moteur. Si la valeur est un peu supérieure au régime à obtenir, vous êtes dans les clous (on ne tournera jamais au régime théorique, les frottements et la puissance absorbée par le rotor et l'anticouple vont en faire perdre une peu...). Si ce n'est pas bon, passez au moteur suivant au niveau Kv !

Une méthode simple

Si vraiment vous ne savez pas quelle taille de moteur choisir, voici encore une recette de cuisine qui peut vous être utile.

La puissance minimale moyenne du moteur pour tenir un hélico en vol



Voici le type de tableau auquel il faut se frotter pour choisir un moteur... Ici, nous avons juste un diamètre de moteur chez Hacker.. Qui propose une des docs les plus détaillées du marché ! On y trouve en particulier une info précieuse : le poids d'hélicoptère (Hubschrauber) que le moteur peut emmener.

Motor	A30-S	A30-M	A30-L	A30-XL
Einzel Vorhänger-Gaule	1,76ccm / 10-size	1,76 - 2,5ccm / 10-15-size	2,5 - 3,5ccm / 15-21-size	3,5 - 5,3ccm / 21-32-size
Leistungsbereich	max. 250W (15sec.)	max. 350W (15sec.)	max. 500W (15sec.)	max. 650W (15sec.)
E-Segler	bis 1,4kg up to 3,1 pounds	bis 2,0kg up to 4,4 pounds	bis 2,6kg up to 5,8 pounds	bis 3,2kg up to 7,1 pounds
Sport- und Scale	bis zu 1,0kg up to 2,2 pounds	bis 1,5kg up to 3,3 pounds	bis 2,0kg up to 4,4 pounds	bis 2,5kg up to 5,5 pounds
Kunstflug und 3D	bis zu 0,75kg up to 1,65 pounds	bis 1,0kg up to 2,2 pounds	bis 1,4kg up to 3,1 pounds	bis 1,8kg up to 4,0 pounds
Hubschrauber	bis zu 0,75kg up to 1,65 pounds	bis 1,0kg up to 2,2 pounds	bis 1,4kg up to 3,1 pounds	bis 1,8kg up to 4,0 pounds
Windungszahl	22	28	12	16
Empf. Prop-Größe	7x5 9x5	8x5 10x5	8x5 10x5	9x5 12x6,5
Zellenzahl	2,3 LiPo	2,3 LiPo	3,1 LiPo	3,1 LiPo
zulässiger Dauerstrom [A]	16A	15A	25A	22A
kurzzeitiger Strom (15Sec) [A]	28A	25A	35A	33A
Leerlaufstrom (Io) gek.Außt [A]	1,4A	1,1A	2,2A	1,6A
Innenwiderstand (Ri) [Ohm]	0,041	0,068	0,022	0,038
RPM/Volt (Kv)	1440	1140	1370	1060
Rückwandbefestigung komplett	✓	✓	✓	✓
Prop-Adapter	✓	✓	✓	✓
Befestigungsschrauben	✓	✓	✓	✓
Wellendurchm. D2	4,0 mm(0,157")	5,0mm(0,197")	5,0mm(0,197")	5,0mm(0,197")
Wellenlänge frei L2			17mm / 0,67"	
Gewicht	70g / 2,5oz	104g / 3,7oz	143g / 5,1oz	177g / 6,3oz
Aussendurchm. D1			37,2 mm (1,46")	
Länge L1	30,85mm / 1,21"	36,85mm / 1,45"	42,85mm / 1,69"	48,85mm / 1,92"
Drehzahl max.			18 000	
Lagerung			3 Kugellager / 3 Ballbearings	
Typ			14-Poliger Auslenktrifer	
Drehzahlsteller	30Amp Brushless	40 Amp Brushless	40 Amp Brushless	40-70 Amp Brushless
empf. Timing			20° - 25°	
Schaltfrequenz			8 - 16 kHz	

tourne autour de 150 Watts par kilo. Quand je dis minimum, c'est que l'on décolle, mais tout juste.

On est confortable pour débiter avec 200 à 250 Watts par kilo.

Il faut dans les 350 watts par kilo pour envisager sereinement voltige et 3D. Pour choisir le moteur, prenez le courant maxi continu qu'il supporte, multipliez par la tension de l'accu et appliquez un coefficient de 0,75 parce qu'il n'est pas question de toujours être à la consommation maxi. Ça vous donnera la puissance "moyenne", il ne reste plus qu'à la comparer avec la puissance moyenne théorique nécessaire.

Exemple : j'ai un moteur qui consomme 45 A max en continu, avec un pack Lipo 5 éléments. Ma puissance moyenne utile sera de $45 \times 3,7 \times 5 \times 0,75 = 624,3$ Watts. Il peut faire voler un hélico d'entraînement de $624/200 = 3,1$ kg à 200 Watts du kilo, $624/250 = 2,5$ kg à 250 Watts du kilo ou 1,8 kg à 350 Watts du kilo.

Maintenant, on cherche si le pignon qui donnera la bonne réduction existe au catalogue du fabricant de l'hélico. Un exemple : Je veux 1500 t/mn au rotor, ma couronne possède 200 dents. J'ai un moteur brushless à cage tournante de Kv 1500, et un pack Lipo 3 éléments, soit 11,1 Volts. On va dire que sous charge, le pack délivre 10 volts (en plus, c'est plus facile à calculer...). $10 \times 1500 =$ le moteur peut tourner à 15000 t/mn. Pour tomber à 1500 t/mn, je dois avoir une réduction de... 10. Donc, mon pignon devra faire $200/10 = 20$ dents.

Mettons qu'au lieu de mon brushless à cage tournante, j'ai choisi un brushless inline de Kv = 3000... $10 \times 3000 =$

30000 t/mn au moteur, 1500 t/mn au rotor, réduction = $30000/1500 = 20$.
Mon pignon moteur sera un $200/20 = 10$ dents.

Voilà, c'est une méthode simpliste, mais ça se vérifie assez bien dans la pratique. Idéal serait que les fabricants de moteurs brushless indiquent tous (certains le font) la masse d'hélicoptère que leur moteur peut soulever avec tel nombre d'éléments... C'est une indication tellement pratique ! Le choix du Kv ou du pignon serait alors un jeu d'enfant ! Nous en sommes hélas bien loin.

Variateurs et contrôleurs

Revenons sur l'élément qui nous permet de contrôler le moteur. Pour les moteurs à balais, nous l'appelons variateur, et pour les brushless, contrôleur. On distingue immédiatement un variateur d'un contrôleur : les fils côté moteur sont au nombre de deux pour

Deux sorties vers le moteur : c'est un variateur pour moteur à balais.



Le contrôleur pour moteur brushless se repère immédiatement : il a trois sorties vers le moteur. Notez sur ce modèle les micro-switch de réglage.



L'aspect varie peu entre les contrôleurs brushless. Il faut plonger dans la doc pour déceler les différences de possibilités.

un variateur et de trois pour un contrôleur.

L'inversion de sens de fonctionnement d'un moteur à balais se fait en inversant les deux fils qui vont du variateur au moteur. Pour les moteurs brushless, il suffit d'inverser au hasard deux des trois fils.

Contrôleurs et variateurs peuvent être plus ou moins sophistiqués.

Le dispositif annexe le plus courant sur les variateurs et contrôleurs est le BEC (Batterie Eliminator Circuit) : Ceci permet d'alimenter le récepteur et les servos depuis l'accu de propulsion, d'où un gain de place et de poids. Attention, la puissance disponible par ce dispositif est limitée, et lire attentivement la notice peut éviter bien des misères... Par exemple, il est courant qu'un dispositif BEC ne puisse alimenter que 3 servos maxi...

En hélicoptère électrique, si l'on doit animer des servos puissants et en prime envisager la voltige, il sera préférable de disposer d'une alimentation séparée. Par contre, tous les petits hélicoptères électriques birotors ou RTF de 60 cm de diamètre rotor environ ont la radio alimentée par le BEC.

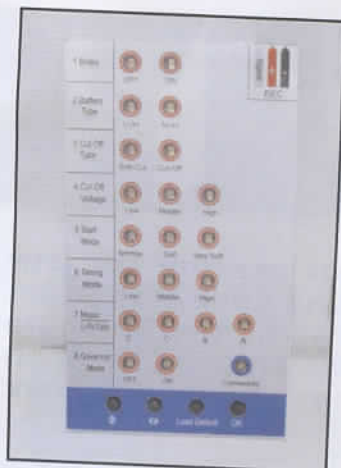
Il existe des variateurs ou contrôleurs sans BEC, souvent baptisés "Opto". Sinon, il est tout à fait possible de supprimer la fonction BEC : il suffit de déposer la pinoche du fil rouge (+) de la prise qui va du variateur/contrôleur sur le récepteur. On peut alors sans risque brancher un accu de réception classique.

Fonctions évoluées

On va trouver des fonctions plus ou moins évoluées suivant la gamme de prix des variateurs et contrôleurs. Le frein est une option utile en plané pour arrêter l'hélice. En hélico, il faudrait impérativement le désactiver. Le mode de démarrage, s'il est réglable, sera choisi sur "soft" en hélico : ça permet d'avoir un démarrage doux qui évite un trop fort appel de courant et un gros à-coup au moment de mettre en mouvement l'ensemble des deux rotors.

Très important si vous utilisez des accus Lipo, la protection de sous tension : le accus Lipo se détériorent sans appel s'ils sont exagérément déchargés. Les variateurs et contrôleurs moderne intègrent un mode Lipo qui réduit ou coupe le moteur si la tension descend à la valeur limite basse. Sur modèle évolué, on peut même choisir la valeur du seuil. Un débutant choisira une limite élevée (sécurité avant tout), alors que le compétiteur qui a besoin de "tout ce que l'accu peut donner" choisira parfois la limite basse au risque de devoir remplacer plus vite ses packs d'accus.

Une protection assez semblable évite en cas d'utilisation du BEC, de se retrouver sans radio : on a généralement le choix entre une coupure brutale du moteur ou une diminution progressive de la puissance. Bien évidemment, en hélico, on évitera la coupure franche !



Un des meilleurs moyens de programmer un contrôleur : la carte de programmation.

Le "TIMING" est un paramètre qui permet d'adapter le contrôleur au moteur brushless, suivant le nombre de pôles de celui-ci. Reportez vous à la notice du moteur pour faire le choix.

Option plus rare, l'inversion de sens de rotation du moteur, pas indispensable vu la facilité à inverser deux fils...

L'option "Régulateur de régime", également appelée "Governor", sera un plus bien agréable pour l'hélicoptère qui facilite le réglage de la courbe de gaz. Cependant, il est impératif d'avoir assimilé les bases du fonctionnement de l'hélico pour ne pas faire de bêtise avec le régulateur, et pour un débutant, commencer par un mode normal est préférable.

Réglage des contrôleurs

Suivant les marques et les modèles, la sélection des paramètres d'un variateur ou d'un contrôleur peut se faire de diverses manières :

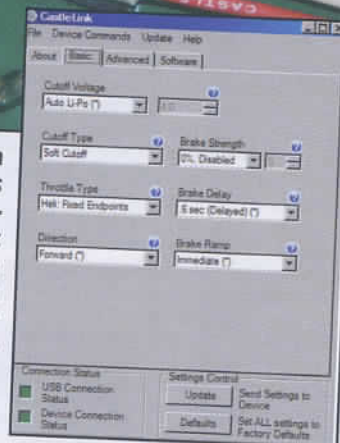
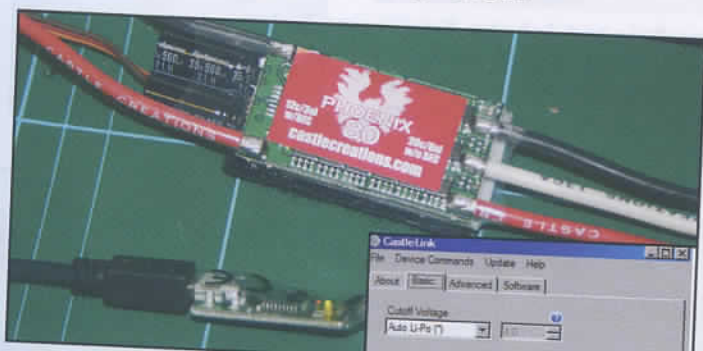
- Par des micro-switch directement sur le variateur ou contrôleur. C'est pratique et généralement limpide à utiliser.
- Par des cavaliers sur le contrôleur : sur les modèles simples, quand le nombre de paramètres est réduit, cette solution est également très facile à utiliser.

- Par des séquences de positions du manche de gaz, avec des sons émis par le moteur. Cette méthode permet de ne pas avoir de matériel complémentaire à acquérir. Par contre, elle demande souvent une lecture attentive et des plus approfondies de la notice, de pouvoir procéder dans le plus grand calme, sans être dérangé ou distrait et en général, de s'écrire une "check list" des actions et des nombres de bips à écouter. Bref, c'est économique, mais pas toujours facile ni agréable à faire...

Et ce d'autant plus que le contrôleur est performant et donc truffé de possibilités. Le risque de fausse manipulation est réel. C'est pourtant la méthode... la plus répandue.

- Par une carte de programmation : une carte dédiée à une gamme de contrôleurs, à acheter séparément en général, parfois fournie avec le moteur, permet de visualiser grâce à des LEDs les différents paramètres. On doit en général connecter le contrôleur à un accu de réception et à un accu de propulsion. Ensuite, une touche permet de passer de ligne en ligne, une autre de modifier le réglage, et une troisième de charger les réglages sélectionnés dans la mémoire du contrôleur. On trouve aussi souvent une touche permettant de remettre le contrôleur à ses réglages d'usine. Même si elle représente un petit surcoût, ce type de carte de programmation est d'un emploi vraiment limpide et je recommande quand un contrôleur peut bénéficier de ce type de programmation, d'utiliser ce matériel. La parfaite lisibilité des options choisies est sans comparaison avec l'écoute des séries de bips de la solution précédente.

- La programmation peut aussi sur certains contrôleurs se faire grâce à un ordinateur. Il faut en général acheter une interface à brancher sur le contrôleur et sur l'ordinateur, par un port série ou USB suivant les modèles, et installer un logiciel spécifique sur l'ordinateur. Ce type de programmation permet souvent d'aller très loin dans les paramètres, et est très appréciée des modélistes "affûtés". Par contre, trop de possibilités peut dérouter le débutant. De plus, il faut posséder un ordinateur de type PC et le plus souvent, disposer d'une connexion internet pour télécharger le logiciel.



Avec un ordinateur, la programmation des contrôleurs est grandement facilitée, et permet même d'aller très loin dans le paramétrage. On peut aussi mettre à jour le logiciel interne (ce qu'on appelle upgrader).

TEL. 01 47 06 24 72



Du Mercredi au Samedi : 10h-13h / 14h30-18h30

RN 303, 173 Ave du Général de Gaulle, 94500 Champigny s/ Marne

MARQUES DISTRIBUEES :
T2M
THUNDER TIGER
HIROBO
E-SKY
MIKADO

SPECIALISTE
DES REGLAGES ET DES
PRESTATIONS SUR
MESURE POUR VOTRE
HELICO

Clic sur

AYEZ LE NOUVEAU REFLEXE !

www.ma-quetteduplaisir.fr

VOTRE SITE FAVORI...

PAIEMENT EN X FOIS

REAL FLIGHT PRO 3.5D

Simulateur Sim-Transmitter

REAL FLIGHT
H/C FLIGHT SIMULATOR

PREMIER PRIX

HELICO THERMIQUE

HELICO 50 TITANIUM
+ MOTEUR TT50



NIVEAU AMATEUR

HELICO
HIROBO SHUTTLE 2+
PACK COMPLET,
PRÊT À VOLER

NIVEAU DEBUTANT



HELICO 90 SE 3D

NIVEAU CONFIRME



HELICO ELECTRIQUE

MINI TITAN E 325 3D
Complet - Moteur+variateur
+gyro +4 servos HS65
+radio 2,4 GHZ Futaba



NIVEAU CONFIRME

TINY 700 CP



FUTABA
6 EXP
2,4 GHZ



NIVEAU AMATEUR/DEBUTANT

TINY 3D



FUTABA
FF9



HELICO BIROTOR

APACHE
LED



HM5.5
T2M



BIROTOR LAMA
V3 LUXE
ANODISE
ROUGE



LAMA 4



LE PLUS IMPORTANT STOCK DE
PIECES DETACHEES HELICOS

Facilité de paiement, SAV + conseil - Avion - Hélico

TRANSMISSION ET REDUCTION

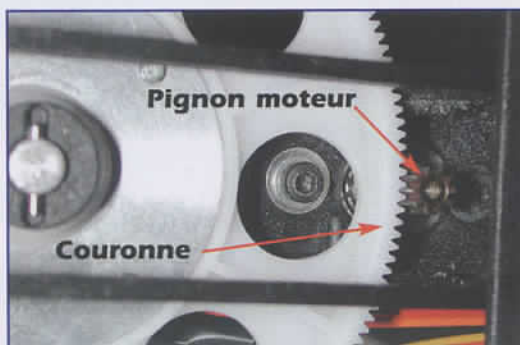
Entre le moteur, le rotor et l'anticouple, un élément important vient abaisser le régime de rotation, c'est la transmission. Plusieurs technologies peuvent être employées pour parvenir à ce résultat, avec des résultats différents.

Pignons

Une démultiplication par engrenages est assez simple à réaliser. Elle présente le gros avantage de posséder un excellent rendement, c'est à dire que l'on perd très peu de puissance avec ce système. L'inconvénient est que les réductions à engrenages sont souvent bruyantes.

On peut disposer d'un étage de réduction unique, mais dans ce cas, le pignon moteur est très petit, et la couronne qui sera solidaire du mât sera de très grand diamètre. Comme la place n'est pas illimitée, cela impose aussi une denture plutôt fine, ce que l'on appelle le "module" d'un engrenage, avec pour conséquence une certaine fragilité, une usure rapide si la couronne est en plastique.

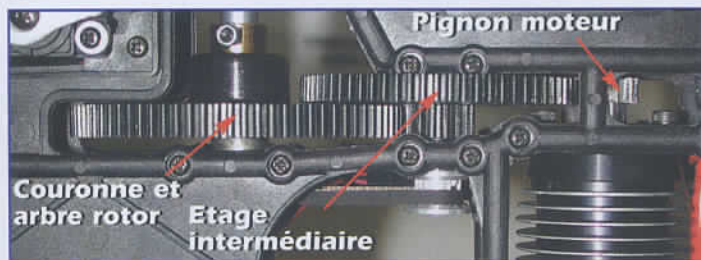
Pour rendre la pignonerie plus robuste, il faut augmenter le "module" de la denture, mais alors, le diamètre de la couronne devient impossible à loger dans des dimensions acceptables. On passe alors à une réduction à deux étages. La perte de rendement due au second étage sera due avant tout aux frottements de l'axe des pignons intermédiaires, mais avec un montage sur roulements, cela reste très acceptable ! Un conseil avec les pignonerie plastiques : utilisez une graisse au téflon pour diminuer les frottements. Le gain est sensible sur le rendement, mais on diminue également le bruit de la pignonerie.



Une réduction à pignons mono-étage oblige à utiliser une denture fine, plus fragile. Notez la taille minuscule du pignon moteur et le gigantisme de la couronne.



Le graissage au téflon limite usure et bruit.



Un exemple de réduction à deux étages, solution moins utile depuis les brushless.

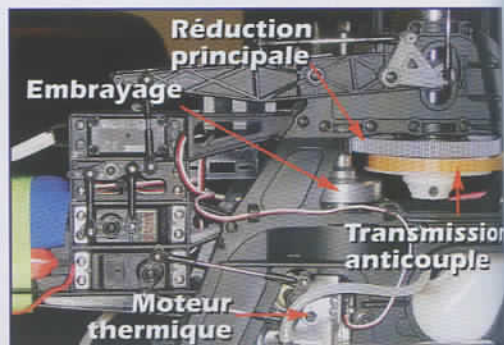
Quand on doit régler l'écartement de pignons, une technique simple est à connaître : on place une bandelette de papier entre les deux pignons, et on les rapproche en serrant légèrement le papier. On bloque les vis des éléments attachés à ces pignons. En faisant tourner les pignons, on doit pouvoir ressortir la bandelette, et celle-ci doit être nettement pliée en accordéon (ci-contre).



Courroie

Il existe plusieurs types de courroies : les courroies lisses sont à proscrire totalement, car elles nécessitent une très forte tension pour ne pas glisser et cela consomme beaucoup trop de puissance. Les courroies crantées sont bien plus efficaces et ce sont elles que l'on

pour entrainer les rotors anti-couple : une courroie longue et fine courbée dans le tube de queue. C'est un système particulièrement fiable qui demande simplement un contrôle périodique de la tension. Il faut se référer à la notice de chaque hélicoptère qui précise quel endroit on doit "tester" la tension en appuyant avec le doigt.



Ici, on voit la réduction sur un hélicoptère thermique (un Raptor 50 Titanium) et la courroie de transmission de l'anticouple.

trouve sur hélicoptères modèles réduits. Une tension modérée suffit et on ne risque pas de glissement. Le rendement est toutefois inférieur à celui des pignons. Par contre, c'est un dispositif nettement moins bruyant ! Les courroies doivent de plus être "armées", c'est à dire que des fibres de verre ou de kevlar sont incluses dans la courroie, pour limiter son élasticité et la rendre résistante dans la durée.

On peut utiliser des courroies pour la réduction entre le moteur et l'arbre rotor, mais plus encore que pour les pignons, on ne peut avoir une trop grande différence de diamètre entre la poulie émettrice et la réceptrice. C'est pourquoi il faut en général deux étages de réduction pour arriver au bon résultat.

Les courroies sont également utilisées

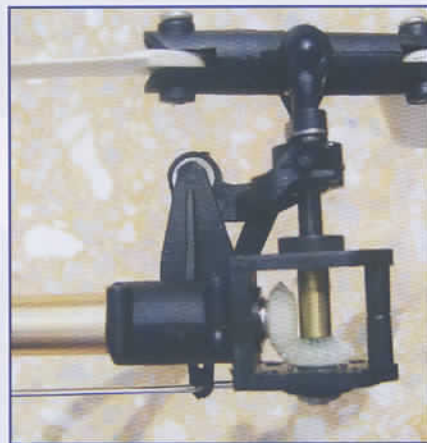
Barre de torsion

Uniquement employée pour entrainer les rotors anticouple, la technique de la barre de torsion utilise une corde piano (ou une tige carbone pour les indoors) qui est entraînée en rotation par la boîte de réduction, et qui grâce à des pignons coniques, entraîne à son tour le rotor arrière. Elle suppose un guidage de cette tige en de nombreux points pour éviter le flambage et les vibrations. Elle présente l'avantage de permettre un réglage facile de la longueur de la poutre arrière, et de ne pas demander de réglage de tension. C'est un atout pour les maquettes où l'on est tributaire d'un fuselage à longueur fixée !

Réductions combinées

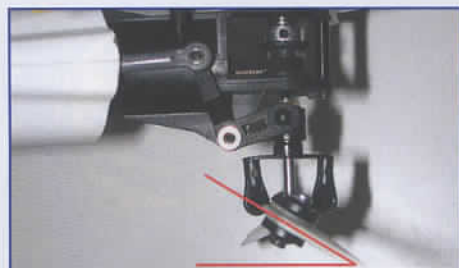
On rencontre souvent des réductions faisant appel à un double étage, l'un étant à pignons, l'autre à courroie. Cette solution mixte limite le bruit, et le rendement est intermédiaire entre les deux solutions.

Une transmission anticouple par barre de torsion. A gauche, réglage d'écartement de pignon typique.



LE ROTOR ANTICOUPLÉ

Nous l'avons vu au début de ce numéro, le rotor anticouple est l'élément qui permet d'une part d'empêcher l'hélico de tourner sur lui-même sous l'effet du couple de renversement du rotor, et il permet également, en modulant sa poussée, d'orienter à loisir le modèle. Voyons ça plus en détail !



Sur ces trois clichés, on voit le fonctionnement du pas variable de l'anticouple. La commande qui arrive du servo actionne un palonnier, lequel entraîne une bague solidaire d'une fourchette de commande qui à son tour modifie le calage des porte-pales. A gauche, on est au pas maxi, au centre, au pas correspondant au stationnaire, et à droite, au pas mini qui est un pas inversé (la reverse sur un avion).

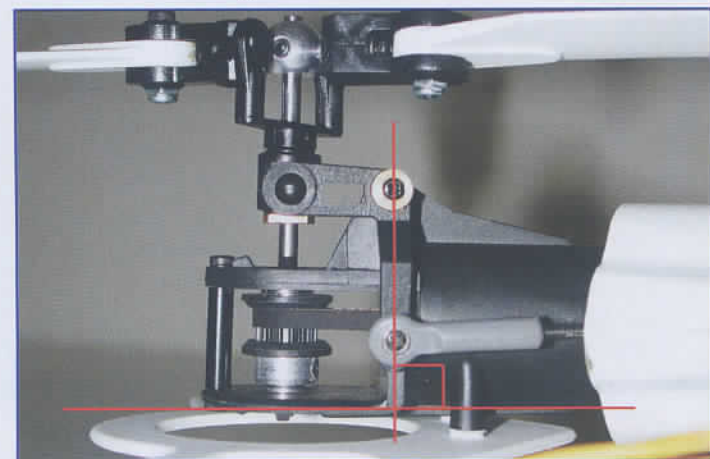
Une hélice à pas variable

La grande majorité des anti-couples sont basés sur le principe d'une hélice à pas variable. Seuls quelques indoors (Pixel, Piccolo) utilisent un rotor à pas fixe, entraîné par un moteur indépendant dont on fait varier la vitesse de rotation. Pour les autres, c'est le moteur de l'hélico qui, par une transmission adaptée, transmet le mouvement de rotation au rotor arrière. L'hélice est en plus simple réalisée comme le rotor principal. Mais ici, pas de pas cyclique, juste un pas collectif. Les pales sont montées articulées sur des portes-pales, comme le rotor principal et s'alignent automatiquement grâce à la force centrifuge. Les deux porte-pales comprennent chacun un bras de commande, et ceux-ci sont actionnés simulta-

nément par une fourchette entraînée par un palonnier commandé par le servo d'anticouple.

Lors des réglages initiaux, avant le premier vol, on place le manche de gaz/pas au milieu, ce qui correspond en principe au pas de stationnaire. On règle le alors palonnier parfaitement perpendiculaire à l'axe du tube de queue, ce qui donne une valeur de pas non nulle, et très proche de la valeur nécessaire à contre le couple en stationnaire justement. C'est lors des premiers sauts de puce que l'on affinera ce réglage du neutre, au trim ou à la chape. On peut voir sur les photos les positions typiques de l'anticouple : maxi d'un côté, neutre et maxi de l'autre. On note que le pas peut s'inverser, ce qui permet des rotations rapides dans le sens où le couple entraîne déjà naturellement l'hélico !

Lors du montage en atelier, le palonnier doit être installé parfaitement perpendiculaire à l'axe du tube de queue (sauf indication différente) quand le servo est au neutre, ceci pour être déjà proche de la bonne compensation en stationnaire.



Multitude d'ordres !

Le rotor anticouple est initialement piloté "à la main" par le pilote. En grandeur, il faut même dire "au pied", puisque ce sont les palonniers qui commandent l'anticouple. Sur nos radio, c'est un des manches en latéral qui actionne cette commande. Mais un hélicoptère est une bête pleine d'effets indésirables et si, en grandeur, le pilote doit tout corriger lui-même, nous disposons en modèle réduit de quelques aides précieuses.

Chaque fois que l'on modifie le pas collectif du rotor principal, on modifie le couple à contre. Aussi un mixage est-il prévu sur nos modèles pour contre ces variations. Ce mixage peut être obtenu mécaniquement (Eco 8 en version radio 4 voies), ou électroniquement par une fonction de l'émetteur, solution la plus fréquente. Ainsi, quand on augmente le pas collectif au-dessus du pas de stationnaire, le couple augmente et il faut donc augmenter le pas de l'anticouple. A l'inverse, quand on abaisse le pas collectif sous le pas de stationnaire et jusqu'à un pas nul, le couple diminue et il faut donc diminuer le pas de l'anticouple qui va tendre vers 0°, mais le couple n'étant jamais nul, même à pas nul, il restera un soupçon de pas à l'anticouple. Notez que si l'on passe en pas collectif négatif important (en 3D par exemple), le couple réaugmente et il faudrait alors faire réaugmenter le pas de l'anticouple. C'est dans ce genre de cas qu'une radio programmable évoluée commence à être agréable !

Les notices de montage donnent des valeurs approximatives du mixage Pas Collectif->Anticouple, qui servent de base aux réglages initiaux, mais on ne peut trouver un réglage vraiment correct que par des essais en vol.

De plus, les variations de couple sont très rapides et le pilote a beaucoup de

mal à réagir aussi rapidement et avec précision. C'est pourquoi depuis longtemps, on utilise un gyroscope pour assister le pilote dans le contrôle de l'anticouple. Le gyroscope détecte très rapidement les débuts de rotation et agit sur le servo d'anti-couple pour

contrer ce début de rotation. Sur les derniers modèles dits à verrouillage de cap, le gyro peut même ramener avec précision l'hélico au cap qu'il avait avant le début de rotation (non demandée par le pilote). Ainsi, l'anticouple est à la fois piloté par le gyro, par le mixage Pas->Anticouple et de façon transparente pour lui, par le pilote...

Précision

La qualité de la tenue de cap d'un hélico est fonction de tous les éléments qui assurent la commande de l'anticouple. C'est sur cette fonction que le servo le plus rapide et le plus précis est nécessaire, et si vous devez mettre un peu plus d'argent dans un des servos, c'est à celui d'anticouple que vous l'affecterez.

Variantes

La grande majorité des modèles réduits possèdent un anticouple bipale. Pour reproduire fidèlement des maquettes d'hélicos réels, on trouve cependant des anticouples tripales, et même de multipales type fenestron. Enfin, pour les amateurs d'originalité, il existe aussi le système NOTAR (NO-TAIL-ROTOR), que Vario a réussi à adapter pour ses maquettes de Hugues. Ici, plus de rotor mais de l'air pulsé sous pression modérée...

Rotor tripale sur un Tigre de Vario.

