

Le nez et les hélices des avions à moteur élastique

René Jossien

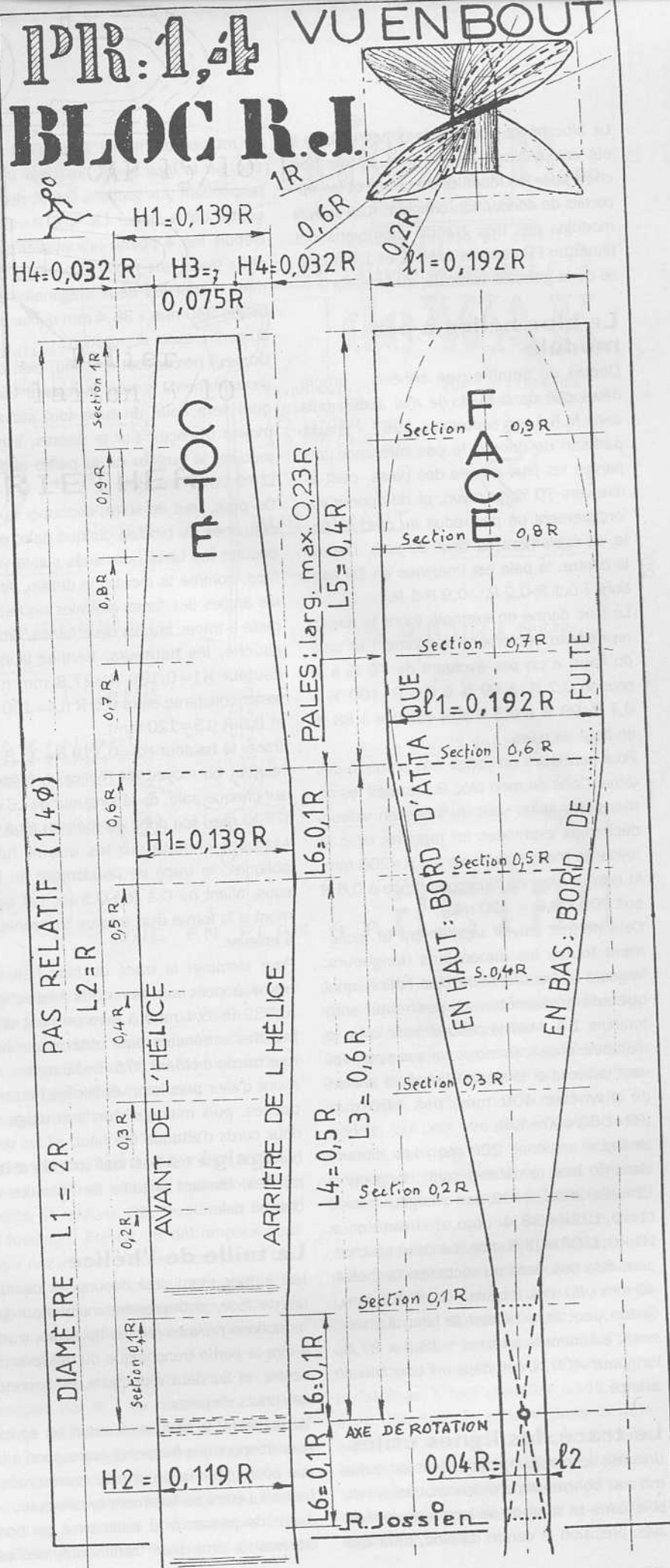
Dans la construction d'un avion à moteur élastique – avion "caoutchouc", comme l'on disait avant – les éléments les plus difficiles à réaliser sont le nez et l'hélice.

Cette crainte vient surtout du fait que beaucoup de modélistes ont débuté par la construction de planeurs. Pour ma part, l'avion me paraît être le plus attirant pour un jeune – garçon ou fille – qui voit son modèle quitter ses mains et voler seul, l'hélice libérée faisant son action de propulseur.

Nous allons donc étudier la réalisation de nez d'avions "caoutchouc" et la fabrication d'hélices, celles-ci pouvant être une hélice bipale (avec ou sans roue-libre) ou une hélice à pales repliables, et parfois monopale repliable.

Le bloc hélice de pas relatif 1,4

On appelle ainsi la forme donnée à un bloc de balsa dont les dimensions extérieures servent de repères permettant de tailler aisément une hélice bipale. Ce bloc doit donc être tracé et débité avec soin afin que les arêtes principales – celles devant donner le correct vrillage des intrados des pales – suivent les calculs ayant abouti aux données de l'hélice : son diamètre et le respect du pas relatif choisi ($PR = \text{Pas}/\text{diamètre}$).



Le bloc hélice, donné dans cet article, a été calculé avec un PR de 1,4, très bon choix pour les modèles de début et les appareils de conception ordinaire. Les supers modèles des très grands champions ont plutôt un PR compris entre 1 et 1,2 à cause de la grimpée verticale, au "moteur".

Le bloc hélice à pas modulé

Depuis de nombreuses années – article développé dans M.M. de mai 1953, puis dans M.R.A. en septembre 1967 – je suis partisan de donner le pas référence aux parties les plus actives des pales, c'est-à-dire vers 70 % du rayon, et de donner volontairement un pas réduit au pied de pale, et également au bout de pale. Depuis le centre, la pale est imaginée en 10 sections : 0,1 R-0,2 R... 0,9 R-1 R.

Le bloc donné en exemple (dont le dessin représente seulement la moitié : la pale du haut) a un pas évoluant de 76 % à la section 0,2 R, à 99 % à 0,6 R, 100 % à 0,7 R, 99 % à 0,8 R puis diminue à 88 % en bout de pales.

Pour permettre un usage très pratique des dimensions de mon bloc R.J. toutes les dimensions utiles sont données en valeurs décimales exprimées en rapports avec le rayon de l'hélice (exemple : si $R=200$ mm, la largeur maxi du bloc commence à 0,6 R soit $200 \times 0,6 = 120$ mm).

Cela permet d'avoir rapidement et facilement toutes les dimensions (longueurs, largeurs et hauteurs) du bloc hélice, quel que soit le diamètre. Le pas relatif sera toujours 1,4. Mais le pas réel varie avec le diamètre choisi. Prenons un exemple. On veut tailler une hélice de Wakefield ancien de diamètre 400 mm, pas 560 mm ($PR=560/400=1,4$).

Le rayon est donc 200 mm. Les dimensions du bloc (à débiter) sont : longueur : $L1=2R=200 \times 2=400$ mm ; largeur mini : $l1=0,192R=38,4$ mm ; hauteur : $H1=0,139R=27,8$ mm. Le débit d'achat peut être pris dans du rectangle de balsa 40 mm x 30 mm, longueur (mini) 400 mm. Si l'on peut faire débiter le bloc aux mesures extérieures exactes : 38,4 x 27,8, longueur 400, c'est déjà un bon travail avancé.

Le tracé des lignes utiles

Une fois le parallélépipède droit de balsa mis aux bonnes dimensions exactes, fil du bois dans le sens de la longueur, repérer avec précision le centre du bloc, futur axe

de rotation de l'hélice. Depuis cet axe, tracer, sur la face avant, les deux traits correspondant aux sections 0,6 R, distants du centre de la valeur $L3=0,6 R=120$ mm. Depuis les 4 points (aboutissements des deux traits aux faces espacées de 38,4 mm) mener les deux diagonales du rectangle 240 mm x 38,4 mm qui se coupent au centre exact de rotation.

On peut percer tout de suite, bien perpendiculairement, le trou du centre (dans lequel sera collé un tube alu, servant de moyeu d'hélice). Sur le dessus, il reste à préciser la largeur de la partie centrale : $l2=0,004 R=8$ mm.

On peut, tout de suite, découper la forme ébauchée du bloc de chaque pale, en respectant les tracés dessinés sur la vue de face, comme le montre le dessin. Arrondir les angles des faces latérales nouvelles. Il reste à tracer, sur les deux flancs, droite et gauche, les hauteurs. Vérifiez la bonne hauteur $H1=0,139 R=27,8$ mm qui va rester constante entre 0,5 R ($L4=100$ mm) et 0,6 R ($L3=120$ mm).

Tracer la hauteur $H2=0,119 R=23,8$ mm, hauteur du moyeu de l'hélice, à respecter sur chaque pale, de la longueur de $L6=0,1 R=20$ mm, soit donc 40 mm, au total.

Marquer ensuite sur les quatre flancs obliques, le tracé de l'évidement du dessous, allant de 0,1 R à 0,5 R ; cet évidement a la forme d'un trapèze tronconique ; à enlever.

Pour terminer le tracé du bloc hélice, il reste à préciser les deux réductions ($0,032 R=6,4$ mm) à faire en haut et en bas des extrémités pour obtenir une hauteur tracée à $H3=0,075 R=15$ mm.

Avant d'aller plus loin, vérifier les hauteurs tracées, puis marquer d'un trait rouge les deux bords d'attaque (en haut) et les deux bords de fuite (en bas) qui sont les arêtes repères, limitant la taille de l'intrados de chaque pale.

La taille de l'hélice

Les formes étant déjà découpées comme la vue face, entreprendre maintenant les réductions prévues sur les hauteurs, c'est-à-dire la partie tronconique du dessous du centre, et les deux réductions, en hauteur, des bouts de pales.

Vu de profil, le bloc ainsi réduit en épaisseur (respect des hauteurs) correspond à la vue côté (pour la seule pale représentée, l'autre lui étant parfaitement symétrique).

Avant de passer à la taille avec un bon couteau à lame bien tranchante, vérifier

bien que les arêtes à garder, comme repères, sont conformes pour les deux pales (faire un demi-tour, et l'autre pale doit être de même dessin). Vérifier aussi que, lorsque l'hélice tourne bien en venant vers vous. Attention, avant d'attaquer la vraie taille des pales ; des erreurs ont été commises, parfois ! Tailler d'abord les intrados des pales en suivant les tracés des arêtes marquées. Agir prudemment pour ne pas être entraîné, par le fil du bois, à dépasser les limites à respecter.

Contrôler la bonne évolution du vrillage de l'intrados qui passe de la verticale (90°) très près du moyeu, à un angle d'attaque de $21^\circ 35'$ en bout de pale. Pour le moment, garder un intrados plat, à chaque section imaginée (0,2R-0,3R...0,9R-1R). Arrivé à ce stade, les pales ont pour largeur maxi la longueur de la diagonale de chaque section.

Ebaucher maintenant les deux extrados, en approchant, à + 2 mm, ce que sera plus tard, les vraies épaisseurs des pales, avec bouts un peu "rectangulaires" (comme le dessin suggéré) ou arrondis plus marqués. Donner alors la forme des pales. Ensuite, terminer au papier de verre fin, le léger creux des intrados. Prévoir un petit arrondi aux bords d'attaque et finir les extrados en donnant une section, genre profil creux fin dont l'épaisseur doit être de 4 mm à 0,2 R, 3 mm à 0,3 R et amincie jusqu'à 1,5 mm en bouts.

Finition de l'hélice

Si ce n'est pas encore fait, percer le trou central au diamètre extérieur du tube alu qui sera le moyeu de l'hélice, celle-ci devant tourner librement sur l'axe en cap du nez de l'hélice. Axe $\varnothing 2$ mm pour les "Wakefield", $\varnothing 1,5$ pour les "Coupe d'hiver" et éventuellement $\varnothing 1,2$ pour les plus petits modèles.

Après avoir rayé ou griffé l'extérieur du tube alu (afin de faciliter l'adhérence de la colle), le coller à la cellulose ou l'époxy. Arrondir l'avant de la partie centrale de l'hélice et garder une plage plane sur l'arrière du moyeu. Puis amorcer le profil, genre Clark Y, sur le début de l'évolution hélicoïdale, le léger creux commençant après le rayon 0,2 R (voir dessin de l'hélice, vue en bout de pale du bas avec les angles d'attaque des sections 0,2 R-0,6 R et 1 R).

Quand les épaisseurs de pale sont correctes, bien poncer la totalité de l'hélice après avoir contrôlé le parfait équilibrage, y compris le doigt d'entraînement, parfois

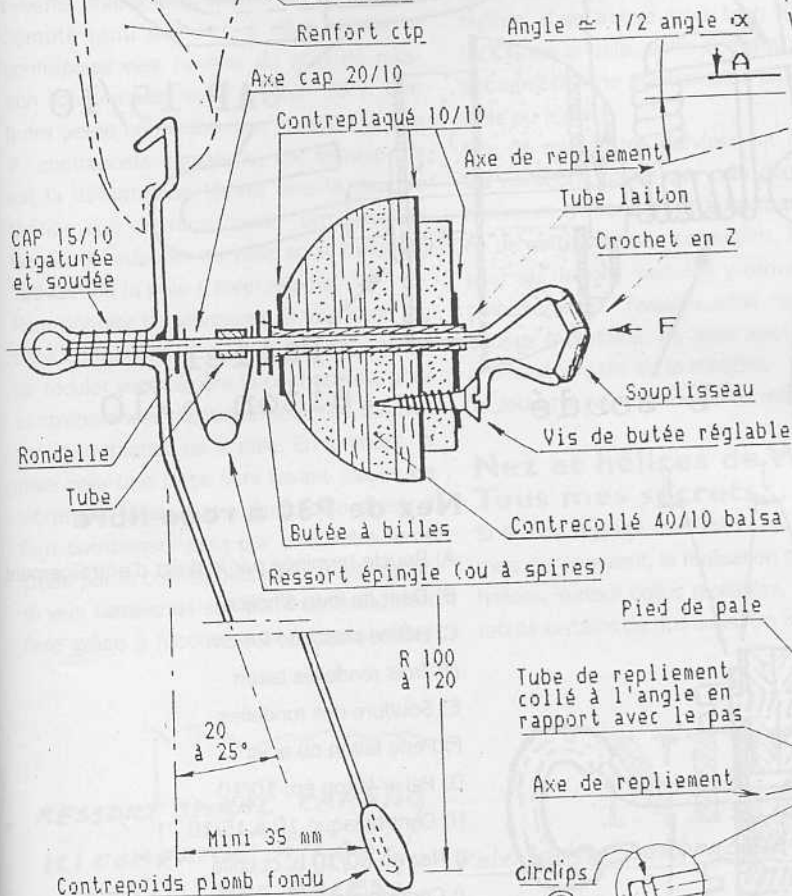
NEZ ET

...HÉLICE...

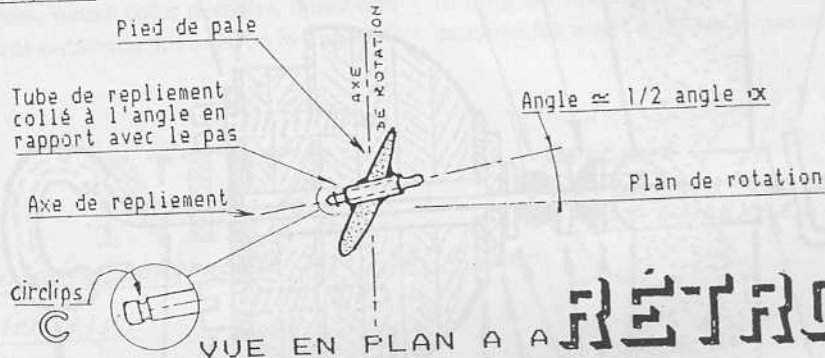
PRÉCISION

Dans le dessin et dans le texte l'angle α est l'angle d'attaque de la pale à 0,7 R

de WAK



VUE DE PROFIL



VUE EN PLAN A A

RÉTRO

nécessaire, pour les hélices à mise en roue libre.

Passer une couche de bouche-pores (enduit + talc) sur toutes les surfaces. Bien laisser sécher. Poncer ensuite le plus finement possible. Vérifier l'équilibre. Passer une ou deux couches d'enduit nitrocellulosique. Poncer au papier "carrossier". Peindre, si l'on veut.

Conseil : si le balsa semble tendre ou si la partie centrale semble fragile (ou coup de canif maladroit !) ne pas hésiter à entoiler à la soie de pongée cette partie, ou ajouter deux joues de ctp 5/10 sur une faible longueur, environ 30 mm pour notre hélice.

Et le nez d'hélice ?

C'est plus facile. Et le choix du nez dépend de l'hélice prévue. Je vous offre un choix de nez pour hélice à roue-libre : système à doigt d'entraînement (Figure 1 : projet J.W.), système à doigt entraîné (Figure 3 : projet R.J.), système à dent sur hélice (projet P30-RJ, Figure 2).

Mais ce peut être une hélice monopale repliable, voir le nez R.J. à crochet en Z. Regardez bien, lisez tout et avec attention. Tout est expliqué dans les nombreux dessins que j'ai soignés pour vous. Bonne construction !

Construction et réglage

Construire le nez en balsa contrecollé à fils croisés et renforts ctp, ajuster sur l'avant du fuselage. Prévoir un détrompeur pour éviter nez inversé. Percer avec soin le trou recevant le palier (prévoir si possible les angles piqueur et virage). Coller le tube laiton, encoché pour meilleure adhérence, à la colle époxy.

Former l'axe d'hélice en 20/10 en commençant par le Z (si nécessaire, détremper la CAP à cet endroit). Terminer la boucle et le doigt de butée. Couper l'axe à la longueur du dessin si l'axe est soudé sérieusement, sinon faire l'anneau de remontage sur cet axe après avoir placé tous les éléments utiles. Réaliser le support de

pale en CAP 15/10, la distance de l'axe de repliement dépend de la largeur du fuselage à 0,7 R de la pale repliée.

Souder ce support après avoir enfilé la butée à billes, le ressort épingle et le bout de tube (ou ressort à spires, non comprimé) et la rondelle (qui peut être soudée aussi). Avant soudure, avoir pris soin de régler la bonne longueur de l'axe et de limer deux plats en bout au droit du support de pale (sécurité supplémentaire, couder le bout de l'axe avant ligature en fil de cuivre) et soudure soignée (ou brasure, pensez aux efforts futurs). Le plus difficile dans la réalisation d'une hélice à pale repliable (mono ou bipale) est de respecter le pas convenu et d'obtenir un correct repliement de la pale contre le fuselage, il faut chercher après essais avec une épingle piquée dans la pale, quels sont les angles corrects à donner au support de pale. Ces angles (voir dessin) sont généralement très proches de la moitié de l'angle de calage de la pale à 70 % de son Rayon (a).

Projet de Wantzenriether

Figure 1

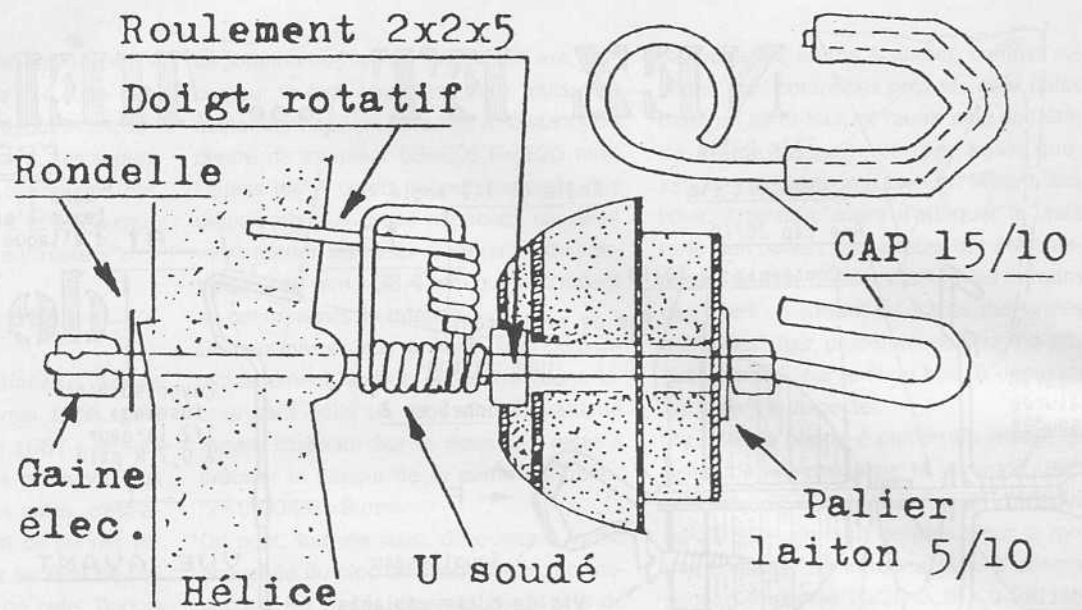
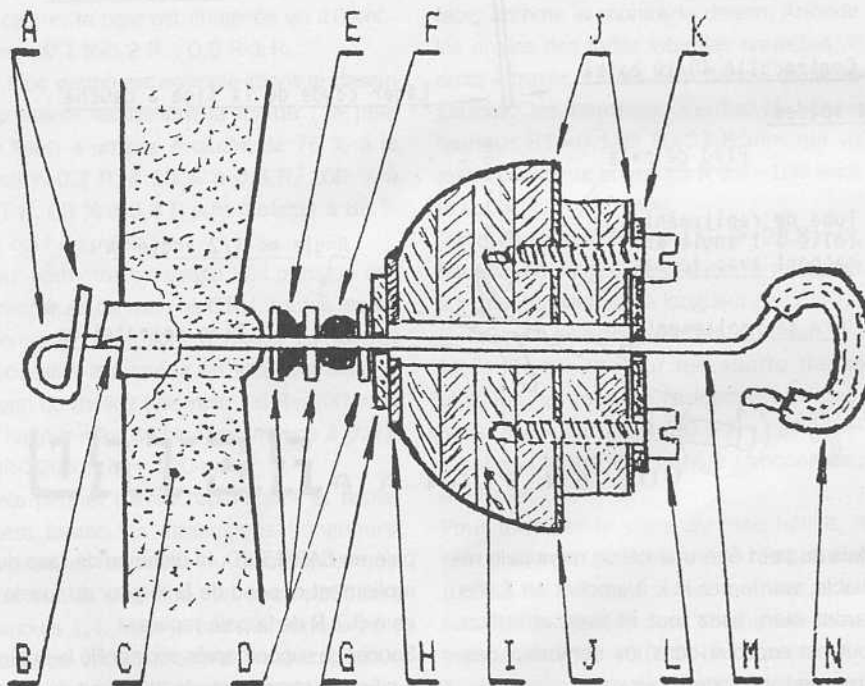


Figure 2



Nez de P30 à roue libre

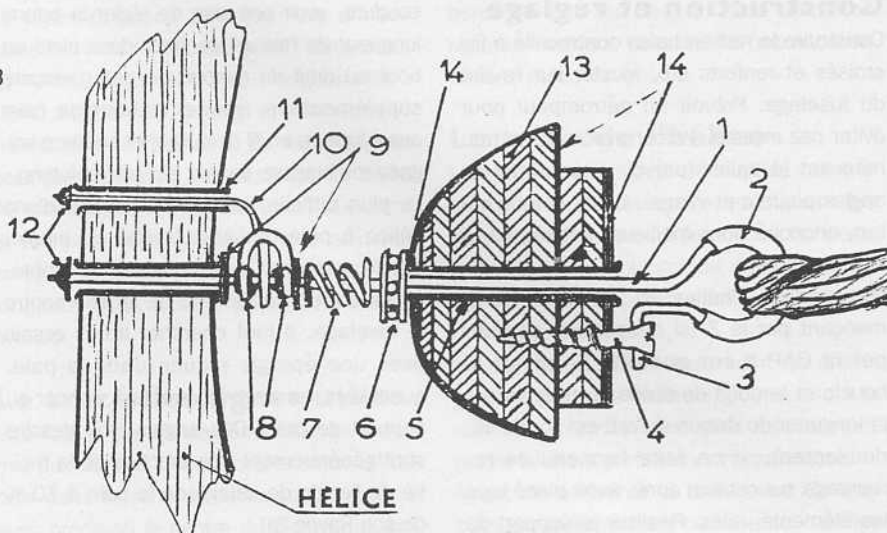
- A) Boucle terminée par le doigt d'entraînement
- B) Dent de loup d'hélice
- C) Hélice plastique 24 cm
- D) Trois rondelles laiton
- E) Soudure des rondelles
- F) Perle laiton ou acier
- G) Palier laiton ép. 10/10
- H) Contreplaqué 10 à 15/10
- I) Nez en 30/10 b. ct collé
- J) Contreplaqué 8 à 10/10
- K) Palier laiton ép. 10/10
- L) Vis de réglage des angles piqueur et virage
- M) Corde à piano Ø 15/10
- N) Gaine protection électr.

Projet de René Jossien

Roue libre pour hélice de Wakefield

- 1) Axe en corde à piano de 2 mm
- 2) Souplisseau ou tube en plastique pour former gaine de protection.
- 3) Doigt d'arrêt en fin de déroulement
- 4) Vis de blocage du doigt
- 5) Tube laiton de 21/10 intérieur pour former le palier
- 6) Butée à billes
- 7) Ressort à boudin
- 8) Cavalier en corde à piano de 15/10 soudé sur l'axe.
- 9) Rondelles laiton
- 10) Doigt d'entraînement en corde à piano de 10/12, se dégageant du cavalier en pleine course et libérant l'hélice.
- 11) Tube alu.
- 12) Point de soudure sur rondelles.
- 13) Balsa contrecollé
- 14) Contreplaqué de 10/10

Figure 3



Equilibrage

Le poids du contrepoids doit équilibrer statiquement (au repos) le poids de la pale ouverte (mieux vaut même un peu plus), compte tenu que l'on a déjà coudé le contrepoids vers l'arrière du plan de rotation (commencer avec environ 25°). Une autre petite correction que je fais à la tige du contrepoids (jamais lu, me semble-t-il) est la déformation légère vers la gauche (hélice vue de face) pour "rattraper" la flexion du support de pale sous l'effet du "travail" de la pale à plein régime.

Pour annuler les vibrations, il faut donc les deux corrections, 1 - Celle très importante de reculer vers l'arrière le contrepoids, pour contrebalancer cinétiquement (en mouvement) la traction de la pale. En tournant, la pale crée une force vers l'avant (cause de vibrations lorsqu'il y a une seule pale). Il faut compenser cela par une autre force créée par le contrepoids lorsqu'il est déporté vers l'arrière de son point d'attache avec l'axe grâce à l'action de la force centrifuge

tendant à ramener le contrepoids dans le plan de rotation de son "pied" sur l'axe.

2 - Par le léger dépôt du contrepoids (en arrière du sens de rotation) afin qu'à plein régime, il se trouve alors bien à l'opposé du CG de la pale, celle-ci ayant, en fonctionnement, une position plus en recul que celle au repos.

Peu de modélistes parviennent à annuler les vibrations parce que cela demande un minimum d'attention et aussi par ignorance de cette seconde correction. A force de plier au hasard, certains y arrivent "miraculeusement". J'espère avoir rappelé des choses à certains, en avoir appris d'autres à des néophytes en la matière.

Toujours heureux de vous avoir rendu service.

Nez et hélices de Wakes Tous mes secrets...

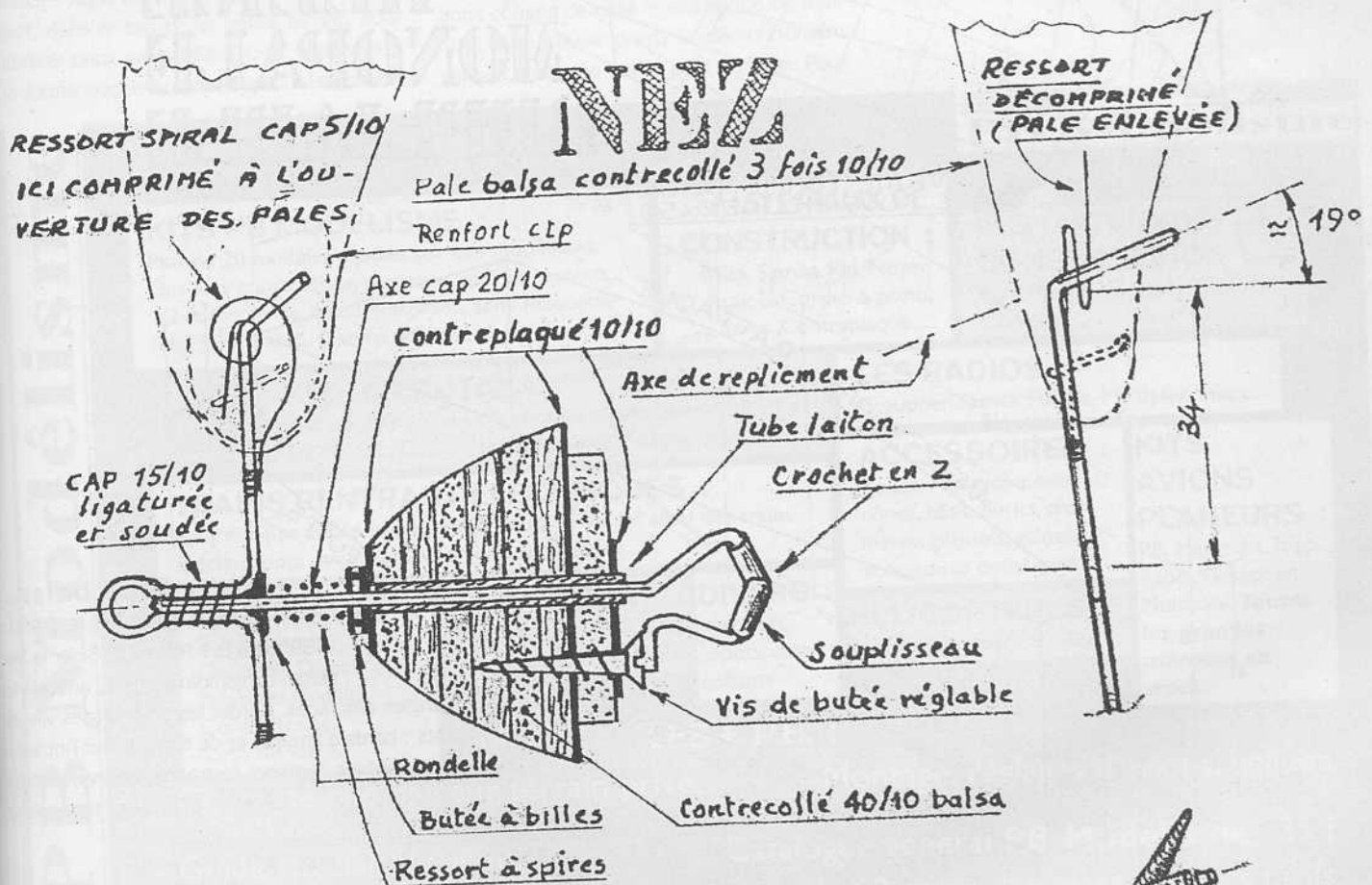
Si le bon réglage d'un avion est important, mais on y parvient, la réalisation correcte des hélices, surtout celles repliables, a peut-être rebuté certains de nos amis. On va y pallier.

Avoir un beau nez

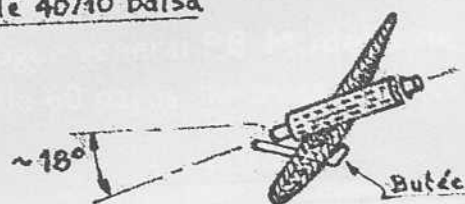
Les paragraphes suivants donnent les dessins très détaillés utiles à la confection du nez et à la réalisation de pales repliables. Le bloc-moule, en bois dur de préférence, doit être parfaitement lisse pour ne pas marquer l'intrados des pales moulées et permettre leur détachement sans problème (interposer éventuellement une pellicule de film protège-tout, vendu en rouleau). Ces deux blocs sont calculés pour donner un pas plus faible au pied et au bout de pale, théorie personnelle décrite en 1953 dans Modèle Magazine, en 1967 dans le MRA, et en 1977 dans les n° 10 et 11 de Vol Libre. Méthode répandue aujourd'hui chez les champions.

Lire avec attention le texte autour des dessins avant de commencer la confection, vous y trouverez le maximum de précisions pour bien réussir le nez et les pales.

Pour le bon repliement de la (ou des) pale le long du fuselage, bien lire ce qui concerne les angles à donner à l'axe de re-



PAS HÉLICE
α 38° maxi à R 154



Bloc bois dur, pour mouler les pales hélices Ø 440 à 510 pas 1,8 a 39°20 : en balsa dur, le bloc demande à être sérieusement renforcé par un apprêt colle + talc, enduit 4 couches sur toutes les faces pour résister à la tension des élastiques enroulés lors du collage des feuilles balsa.

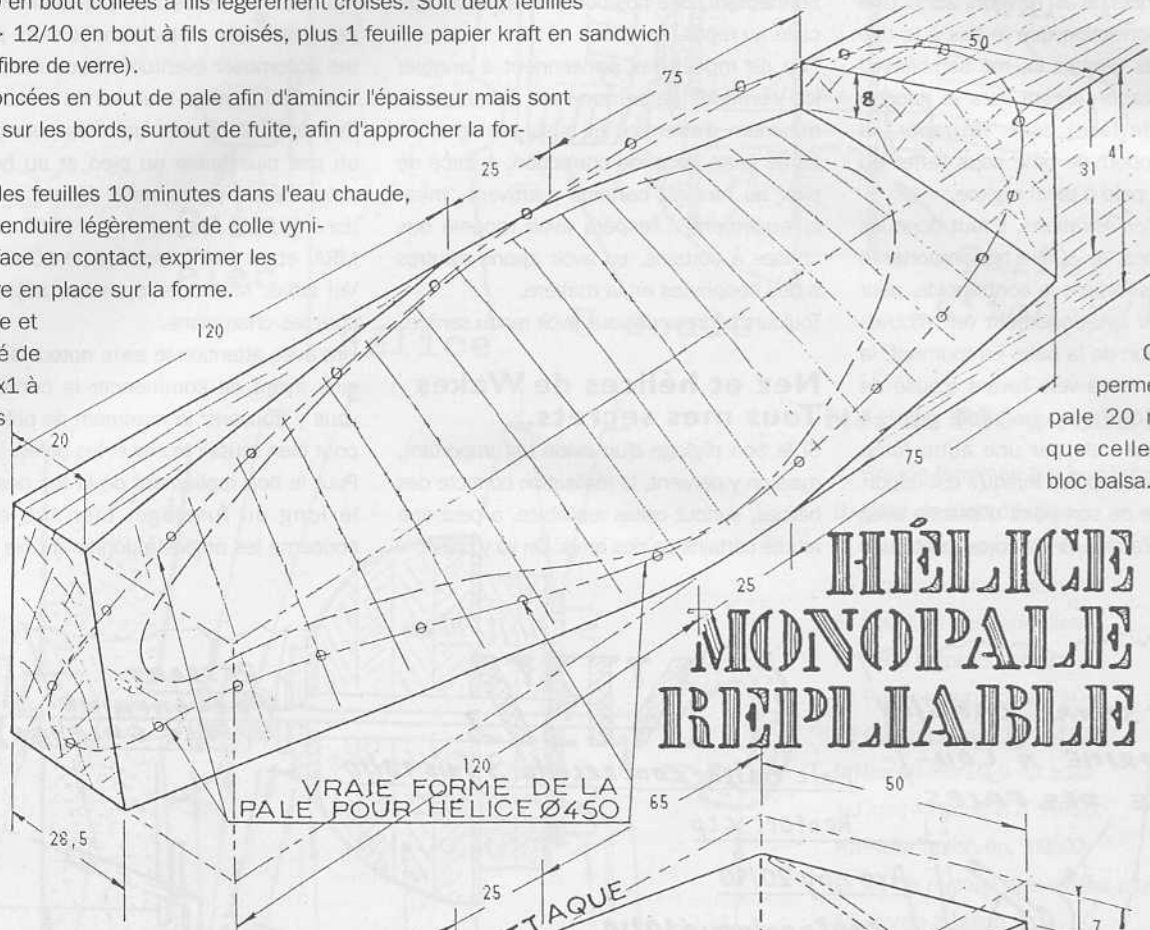
Attention

Cette vue déforme le contour : ici, exemple de forme de pale en place ; soit trois feuilles balsa 12/10 > 8/10 en bout collées à fils légèrement croisés. Soit deux feuilles balsa 18/10 > 12/10 en bout à fils croisés, plus 1 feuille papier kraft en sandwich (ou pongé ou fibre de verre).

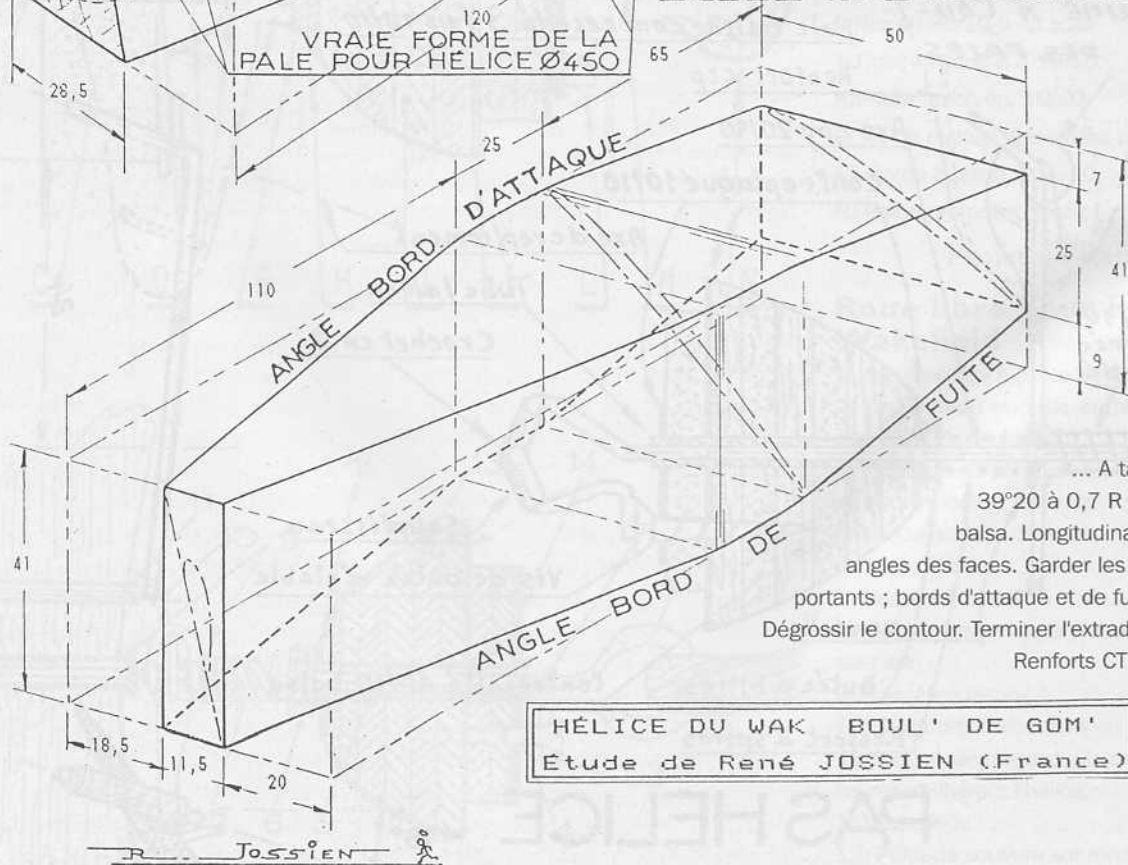
Ces feuilles poncées en bout de pale afin d'amincir l'épaisseur mais sont aussi réduites sur les bords, surtout de fuite, afin d'approcher la forme du profil.

Faire tremper les feuilles 10 minutes dans l'eau chaude, essuyer l'eau, enduire légèrement de colle vinylique chaque face en contact, exprimer les excès et mettre en place sur la forme.

Entourer moule et ensemble collé de caoutchouc 6x1 à spires jointives sans serrer.



Ce bloc-moule permet de mouler une pale 20 mm plus longue que celle taillée dans le bloc balsa.



Bloc balsa...

... A tailler hélice Ø 450 a 39°20 à 0,7 R P. 810. Scier le bloc balsa. Longitudinalement, arrondir les angles des faces. Garder les deux angles vifs importants ; bords d'attaque et de fuite. Tailler l'intrados. Dégrossir le contour. Terminer l'extrados. Poncer, enduire. Renforts CTR. Coller tube, vernir.

HÉLICE DU WAK BOUL' DE GOM'
Étude de René JOSSIEN (France)

plissement du support de pale. Du soin apporté à ces angles découle le respect du pas choisi et du parfait effacement de la pale dans la phase du vol plané. La position radiale de cet axe varie avec la largeur du fuselage, le pas choisi et la partie la plus large de la pale, souvent située à 70 % de son rayon.

Les pales taillées

La taille d'une pale (ou d'une hélice entière non repliable) dans un bloc balsa (à choisir assez tendre) commence par l'intrados. Cet intrados est légèrement creux, de la section 0,3 R jusqu'à l'extrémité, le creux maxi étant situé à environ 65 % du rayon avec un maxi de 3 % (soit environ 2 mm au plus large de la pale). Une fois l'intrados presque terminé, c'est-à-dire taillé, légèrement creusé et poncé assez bien, ébaucher l'extrados en laissant une surépaisseur de 2 à 3 mm. A ce stade, tailler le contour de la forme de la pale en respectant un tracé discret sur l'intrados ou le collage léger provisoire d'une forme en papier, dans le cas d'une hélice bipale, pour obtenir deux pales identiques. Penser que la forme tracée ou posée sur l'intrados est

inverse du dessin définitif de la pale finie, vue de face (eh oui ! elle serait drôle, si non).

Quand le contour des pales est terminé, finir de tailler l'extrados en surveillant au mieux le respect des épaisseurs. On peut compter 8 mm au moyeu pour une bipale non repliable, puis réduire pour avoir environ une épaisseur de 3 mm à partir de 40 % du rayon et terminer à une épaisseur de 1,5 mm à 90 %. La forme générale des sections se rapproche d'un profil mince et peu creux, comme celles dessinées sur le bloc hélice du Wakefield "Boul" de Gom.

Finition de l'hélice

Poncer la pale avec du papier de verre de plus en plus fin. Coller les renforts CTP 5/10 sur les pales repliables (voir le renfort d'intrados sur le dessin du nez) et un plus court sur l'extrados. Une épaisseur totale de 3,5 à 4 mm au niveau du tube de repliement est bonne. Percer soigneusement le trou destiné au tube de repliement (voir plus haut) et coller sérieusement par de bons congés de colle (cellulosique ou araldite) après avoir prévu le décrochement servant de butée sur le pied de pale. Pour

obtenir un fini parfait des pales, les enduire de bouche-pores (ou apprêt sirupeux composé de talc et d'enduit nitro). Poncer ensuite au fin papier "carrossier". Passer deux couches d'enduit nitrocellulosique, poncez chacune également. On peut finir par une couche de peinture cellulosique, également "glacée" à la pâte à polir. Le luxe !

Et maintenant, vous qui hésitez à construire un Wakefield à cause de la difficulté de l'hélice, qu'attendez-vous pour vous y mettre ? Ainsi nous serons plus nombreux à refaire voler les anciens modèles de notre jeunesse...

Et si vous butez sur un détail, relisez...

René Jossien, 24 rue des vignes
44250 Briare

PB Modélisme

112 rue du Mont D'Arène - BP 1435 - 51066 Reims cedex

KITS PB MODELISME :

Plus de 20 modèles étudiés par des modélistes.
Des Kits construction classique avec accessoires :
1/2 A, Avions de début, transition, semi-maquette
(Plaf, PB4, Bizuth, Optima, Broussard, Jodel, etc).

KITS MARUTAKA :

Plus de 40 modèles d'avions semi-maquette de 0,90 m à 2,50 m ! (Corsair, Spitfire, Zéro, Mustang, B-25, etc.)

TRAINS RENTRANT ELECTRIQUES :

Pour équiper avions et planeurs jusqu'à 15 kg (et aussi des trains spéciaux pour avions type Corsair ou Lightning...)

ENTOILAGES :

Solar, Solartex,
Oracover, Diacov ...
Peintures, Enduits,
Colles, Résine,
Tissu de verre.

MOTEURS : DIVERS :

Super tigre OS, K & B,
3W, Titan, Cox, MP-JET.

Verrières,
capots, auto-collants.

LES + P.B. :

- Cours de pilotage sur terrain privé,
- Guide spécial débutant,

- Montage, réglages d'avions, hélicos,

- Catalogue général **PB Modélisme** : 35 F
Plus de 60 pages illustrées avec les tarifs.

Horaires d'ouverture du mardi au samedi de 9 h à 12 h et de 14 h à 19 h
Vente par correspondance et à notre magasin de Reims
Envoi dans toute la France, DOM-TOM et étranger (détaxe)

PB Modélisme

Tél : 03 26 47 74 40 Fax : 03 26 40 98 58

MATERIAUX DE CONSTRUCTION :

Balsa, Samba, Pin, Noyer,
Acajou, Cordes à piano,
Tubes, Contreplaqué ...

LES MATERIAUX DE CONSTRUCTION :

Bois, Résine, Epoxy, Tissus,
Carbone.

LES RADIOS :

Graupner, Sanwa, Futaba, Multiplex, Hitec.

ACCESSOIRES :

Roues, réservoirs, hélices,
cônes, bâtis, durits, charnières, guignols, gaines, accessoires petits gros.

HELICOPTERES :

Hirobo, Graupner, Schlüter.

KITS

AVIONS

PLANEURS :

PB, Marutaka, Topp,
Rabel, Graupner,
Multiplex. Toutes
les grandes
marques en
stock.

Tél : 03 26 47 74 40 Fax : 03 26 40 98 58

PB Modélisme