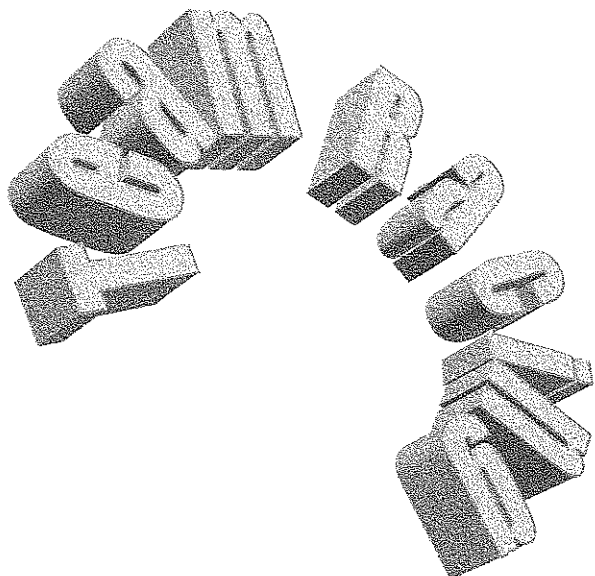


SOMMAIRE



UN PEU D'HISTOIRE.	Page 2
L'AILE.	Page 2
Palonnier.	Page 3
Guignol.	Page 4
LE FUSELAGE.	Page 4
LE CANAL DE REFROIDISSEMENT.	Page 5
LE CENTRAGE AXIAL DU MOTEUR.	Page 5
L'HÉLICE.	Page 5
Réflexions.	Page 6
Moulage.	Page 7
L'usinage de l'hélice – Contrôle des pas	Page 7
CONTROLEUR DE PAS.	Page 7
PLAN D'UN CONTROLEUR DE PAS.	Page 8
HÉLICE MONOPALE.	Page 9
Avantages - Désavantages.	Page 9
Quelques termes pour parler du pas.	Page 9
LE TRAIN D'ATERRISSAGE.	Page 10
La roue et sa position.	Page 10
LE MOTEUR.	Page 10
Rodage – La bielle – Carter.	Page 11
Frottements – Axe piston et circlips.	Page 12
LES ROULEMENTS À BILLES.	Page 12
LE CARBURANT DIESEL.	Page 13
LE VENTURI.	Page 14
LE RÉSERVOIR.	Page 14
Le système réguflo.	Page 15
Situation du réservoir.	Page 15
En résumé.	Page 16
RÉSERVOIR DE REMPLISSAGE.	Page 16
La valve de remplissage.	Page 16
LA PEINTURE.	Page 17
LE PILOTAGE.	Page 17
LE TRAVAIL DU MÉCANICIEN.	Page 18
CONCLUSIONS.	Page 19

Cet article a pour but d'aider les nouveaux amateurs à aborder de façon constructive le Team Racing. Je vais essayer de vous communiquer le mieux possible mon expérience, en vous expliquant le B. à BA. de cette catégorie attrayante. Ceci sans entrer dans des formules et théories compliquées, mais uniquement par des explications simples.

Pour les plus aguerris, il servira peut être de rappel ou encore de sujet de discussion, qui je l'espère servira à la propagation de notre passion.

Excuser les répétitions et instance sur certains points, c'est pour bien faire comprendre leur importance.



Luc et Jean DESSAUCY

UN PEU D'HISTOIRE.

Ayant connu toutes les conceptions de construction, à partir des avions de 8dm² de surface, d'abord tout en bois recouvert de papier japon, puis les 12dm² avec une coque moteur en aluminium (grande surface exposée) qui avait l'inconvénient d'être sensible à la température variant au moindre changement d'exposition au soleil.

Après, nous avons eu des bâtis en aluminium ou magnésium auxquels était fixé le moteur et le réservoir. Bâtis qui avaient l'avantage d'avoir moins de surface extérieure mais qui possédaient quand même une réserve de chaleur tampon suffisante nécessaire au démarrage de la course, du temps des moteurs à ensembles chemise acier/piston fonte. De réservoir de 10cm³ nous sommes passés à une capacité de 7cm³.

Puis est venu le temps des avions fibres en verre/polyester, remplacées rapidement par la résine époxy. Ensuite nous avons eu le Kevlar, puis la fibre de carbone tissée, suivie de l'unifilaire en carbone à haut module. Souvent toutes ces fibres étaient utilisées en composite.

Avec enfin un retour à la case départ, le nec plus ultra, les avions tous bois recouverts de fibres de verre/époxy et polyuréthane.

Si nous avons peu progressé sur la forme du modèle, par contre sur le poids, de 650 g du début il est descendu à 280 g, puis il est remonté à 350 g. L'évolution la plus significative est à attribuer à l'ensemble moteur/hélice. C'est grâce à la diminution du poids et à l'amélioration des moteurs et par conséquent l'augmentation de la vitesse, qu'il a été possible d'obtenir une portance suffisante pour permettre de voler rapidement avec des ailes volantes.

Avant par manque de vitesse et poids élevé des modèles (moins de portance), l'incidence de vol pour les ailes volantes était trop importante pour quelle puissent voler rapidement, tandis que les avions étaient mieux adaptés. Ils volaient avec moins d'incidence, car ils utilisaient tout l'allongement de l'aile pour une meilleure portance. Grâce à la légèreté des modèles actuels, nous pouvons maintenant utiliser des ailes volantes, qui ont l'avantage de la robustesse.

Chaque fois, à chaque étape, des belles théories élaborées sur la légèreté, la rigidité etc... tout cela pour obtenir des meilleures performances. Oui nous avons eu souvent droit à de belles promesses. Il faut bien se rendre compte, qu'il y a tellement de choses qui interviennent dans la conception d'un modèle, comme le choix d'un matériel qui demande une bonne technique de fabrication (qui n'est toujours pas bien réalisée), et qui n'est peut-être pas convenablement intégrée avec le reste du modèle. Par exemple : Une vibration peut-être liée

à un type de matière, à sa qualité, sa forme, son poids ou de son épaisseur, et ce à une fréquence déterminée par le régime moteur. Chaque point a-t-il été bien étudié ? Chacun, dans son type d'application propre à peut-être raison, mais pour nous, où est la vérité ?

L'AILE.

L'aile idéale doit être légère, bien droite et solide. Elle ne peut se tordre en vol, sous peine de faire perdre de la vitesse à votre modèle.

Elle aura 8 mm d'épaisseur au centre et 3mm aux bouts d'aile. Pour chaque partie de l'aile, vous choisirez le poids du balsa de qualité quart grain qui convient. Pour commencer vous prendrez du peuplier de 6 x 6 mm, il sera placé comme bord d'attaque sur l'aile extérieure. Derrière ce bord d'attaque la densité de balsa sera la plus importante de l'aile (densité 130 à 150g), de façon à résister au choc dû au rattrapage du modèle par le mécanicien

Pour les bords de fuite, vous utiliserez du balsa moyen D > 100g. Vous préserverez ces bords particulièrement fin et fragile par l'adjonction de cordons de fibre de carbone. Pour cela, vous avez deux possibilités : Placez les fibres de carbone pendant le recouvrement de l'aile par de la fibre de verre, mais personnellement je préfère les placer après l'opération de recouvrement de verre/époxy. L'épaisseur maximum de l'aile, doit être construite avec du balsa de +/- D 80g. Pour le reste, vous le prendrez le plus léger possible.

Pour bien résister à la flexion, un renfort en carbone ou Kevlar sera éventuellement placé à l'épaisseur maximum de l'aile. Le carbone est très salissant au ponçage, il noircit le balsa. Si vous placez des cordons de Kevlar, collé à la cyano, ils doivent être collés en losange sur toute l'envergure (entre la planche avant et arrière, le plus écarté au centre et allant en se rejoignant vers les extrémités de l'aile). Il sera tendu au maximum pendant le collage, pour apporter une rigidité maximale.

Vous encastrez, à l'extrémité de l'aile extérieure, un plomb de 6g. Ce poids est nécessaire pour compenser le poids des câbles et le couple de renversement du moteur. Si pour le vol ce poids ne semble pas obligatoire, par contre, il sera utile au décollage, si vous ne voulez pas que votre avion rentre à l'intérieur du cercle au moment de l'accélération au décollage et surtout s'il est placé face au vent.

Vous direz que vous utilisez déjà des densités de balsa plus lourd, que vous mettez une couche de fibre de verre supplémentaire sur l'aile extérieur etc... et que cela fait du poids, bien évidemment, mais cela ne suffit pas. Il est évident, qu'il serait illogique de mettre du bois encore plus lourd pour éviter de mettre du plomb. Le poids total de l'aile sera plus léger si vous mettez uniquement du

plomb le plus près du bord marginal extérieur, que de fabriquer l'aile extérieure plus lourde.

Vos bords marginaux seront en bois dur pour empêcher que les profils en bout d'aile de se déforment. Vous placerez un patin pour protéger le bout d'aile extérieur au moment de l'atterrissage quand elle touche le sol, pour que vous ayez suffisamment de place pour y passer vos doigts en dessous. Il dépassera du dessous de l'aile de plus de 10mm et sera découpé et façonné en forme de L, hors d'un cache rail de rideau en duralumin vendu dans le commerce. A la réception du modèle à l'atterrissage, il vous servira en plus d'arrêt de sécurité si l'aile vous glissait entre les doigts.

Le recouvrement sera effectué avec de la fibre de verre de 20 à 25g. Il en faut au moins deux couches sur la partie avant de l'aile extérieure, ceci toujours pour une meilleure résistance aux chocs et à ne pas se déformer à la pression des doigts du mécanicien.

La fibre de verre sera collée à l'aile en une seule fois avec de l'époxy diluée dans de l'alcool méthylique 2/1. Bien laisser évaporer l'alcool avant de mettre l'aile sous presse ou sous vide d'air.

Pour gagner du poids, avant le recouvrement, il est possible avec un pistolet, pour diminuer au maximum l'absorption, de projeter sur l'aile d'une fine couche (un voile) de bouche-pores cellulosique dilué, ensuite poncez très légèrement pour juste enlever l'excès de produit sans cependant revenir au bois. Le manque d'adhérence de l'époxy et une moindre résistance de l'aile (l'époxy ne pouvant plus pénétrer dans le balsa) seront les conséquences de ce gain de poids. Vous pouvez aussi choisir de mettre du bouche-pores uniquement aux endroits qui demande moins de solidité.

Un ou deux volets ? Pour moi, la meilleure solution est celle préconisée par les frères Van Uden et Metkemeijer, qui est de placés deux volets là où la partie de l'aile est la plus large et forme avec la partie centrale de l'aile, un peu plus longue que d'habitude, un profil autostable et ce le peu d'envergure ou il y a les volets. Le reste de l'aile gardant sa fonction de portance sur un maximum d'allongement. Avec seul volet extérieur, quand on veut faire monter le modèle, l'aile côté volet cherche à monter tandis que l'autre cherche à rester en vol horizontal, donc elles se contrarient. L'avantage avec un seul volet extérieur est qu'au moment du décollage, il fait mieux tendre les câbles de commande. Mais cette méthode n'augmente-t-elle pas en vol la traînée du côté extérieur, et de façon minime ne met-elle pas le fuselage de travers ?

La position de la sortie des câbles est difficile à déterminer, elle dépend de la traction que le modèle exerce sur les câbles, de la traînée en vol de ceux-ci, du moteur rentrant et de la position du

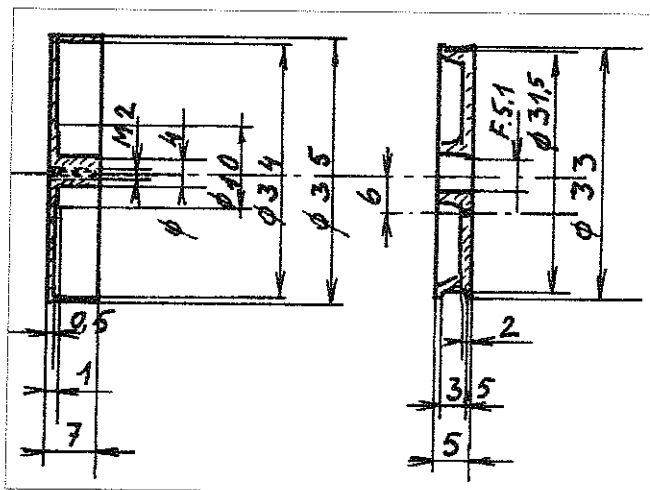
centre de gravité. De toutes façons ils doivent être situés en arrière du centre de gravité d'au moins 20mm. Les câbles à la sortie de l'aile doivent être rapprochés le plus près possible. Vous préviendrez la cassure par fatigue des câbles, en supprimant toutes les arêtes vives à leur sortie de l'aile. Faites des arrondis de 6 mm de rayon ou terminer là avec un petit ressort de 3 mm extérieur, qui évite la formation de plis dans les câbles.

Le centre de gravité se situera entre 10 à 12 mm de la corde moyenne. Il est important pour la stabilité en vol. Mais j'ai constaté cette année, qu'il était très influent sur la traction des câbles au décollage et sur la stabilité du décollage lui-même. J'avais souvent des ennuis (rabotage d'hélice) au décollage et nous avons décidé d'avancer la roue. Cela ne nous a pas apportés beaucoup d'avantage, enfin une petite amélioration quand même. Ensuite j'ai avancé le centre de gravité pour une meilleure stabilité en vol et nos problèmes du décollage ont pratiquement disparu.

Le poids total avec commande de mes ailes se situe aux alentours de 110 à 120g, ce que certains trouveront peut-être cela excessif, mais pour moi elle doit résister plusieurs années sans réparation.

Le palonnier.

Personnellement j'utilise depuis de nombreuses années un palonnier circulaire de grand diamètre en Ertacétal, suffisamment résistant et très facile à usiner. Une cloche en aluminium de décolletage, collée dans l'aile englobera et servira de fixation au palonnier. Une buselure faite avec un tube de laiton, collée au loctite, sera placée sur le moyeu de la cloche.



Les conduits des câbles, avec un trou de 1mm de diamètre, sont des gaines en plastic collées avec de l'époxy. Ce système de commande malgré son exposition aux projections de carburant, reste absolument imperméable.

Un câble de 7 brins de +5/10 mm est fixé au palonnier en passant par deux trous forés dans la gorge. Enroulé autour du palonnier, il va jusqu'aux deux boîtes de raccordements, situées en dessous de l'aile du côté intérieur. Le raccordement avec les

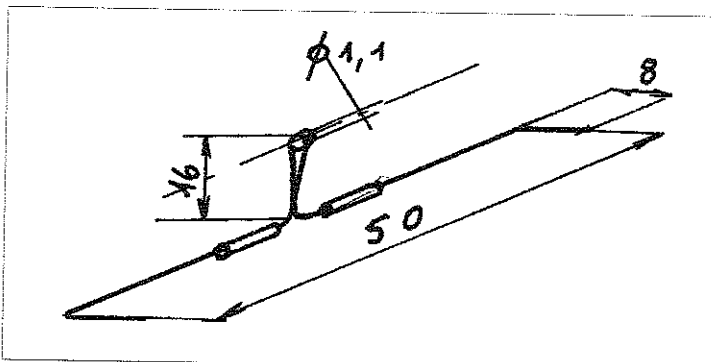
câbles de commande se fera à l'aide de petits diabolos de même type qu'en vitesse, mais d'un diamètre plus petit de l'axe de 2 mm et des flasques qui ont 4 mm de diamètres extérieurs.

Ce montage permet d'avoir la commande au-dessus de l'aile avec la tige de commande en position de traction pour faire monter les volets. Le système des palonniers traditionnels est nettement plus fragile, à cause de la fixation du palonnier et les trous de passages des câbles dans l'aile étant plus grands à cause du débattement des câbles de commande.

Ceux qui utilisent la tige de commande en dessous de l'aile, exercent une pression sur celle-ci pour monter, par conséquent elle devra être plus rigide, en plus il faudra ajouter un renvoi pour actionner le coupe-carburant.

Le guignol.

Il est réalisé avec une corde à piano de 1mm de diamètre, pliée d'une seule pièce et couissant dans deux tubes de laiton de 2mm de diamètre extérieur. C'est suffisamment rigide, léger et fiable. Vu l'épaisseur de l'aile à l'endroit où il doit se placer, il y aurait des difficultés à changer les dimensions.



Voici la formule à appliquer pour déterminer les dimensions de vos commandes par rapport à une valeur de sensibilité déterminée :

(Ecartement de la poignée / diamètre palonnier) X (mesure renvoi palonnier / hauteur du guignol) = 0.40. En chiffres : (30 / 32) X (6 / 14) = 0.40, ce rapport semble idéal, mais 0.30 sera moins sensible et conviendra mieux pour certains pilotes.

LE FUSELAGE.

Le fuselage doit être très léger et résistant pour maintenir le moteur de façon rigide et l'aider ainsi à retransmettre toute sa puissance. Quand vous regardez les différents modèles de Team actuel, vous constaterez qu'avec les normes imposées par le règlement, ils ont tous un air de famille. Si vous les regardez d'un peu plus près, vous découvrirez quelques différences notoires. Vous constaterez aussi qu'ils volent tous à des vitesses très semblables.

Quand vous concevrez votre fuselage, vous choisirez une forme aérodynamique en vous basant sur un bon profil d'aile. Mais vous devez bien

comprendre, que pour avoir un fuselage léger, il doit posséder le moins de surface possible, sans déroger aux règlements et à la logique de l'aérodynamique.

Pour diminuer la traînée du fuselage, due à une mauvaise position, à cause de la sortie de câbles mal placée et ou une traînée d'aile compensée mal calculée, vous ajouterez une bonne dérive pour mieux maintenir le modèle sur sa ligne de vole et augmenter ainsi sa vitesse.

Le fuselage moulé en fibres a l'avantage d'avoir une fabrication facile, régulière en formes, en poids et de résistance égale, mais en plus cette solution ne s'imprègne pas de carburant.

Au contraire des constructions en balsa ou le moindre coup demande une réparation immédiate sous peine d'absorption du carburant par le bois et ce de façon irrémédiable avec les conséquences que l'on connaît. L'imprégnation du bois par du carburant augmente le poids du modèle, diminue sa résistance et rend les réparations difficiles.

Enfin vous pourrez choisir une formule hybride qui réunira certains avantages, en utilisant l'avant en bois et le reste en fibres/époxy. Le bâti de bois a l'avantage de la rigidité, ne se ramollit pas à la chaleur et est plus isolant, à l'inverse des matériaux en époxy qui diminue de résistance à la chaleur.

Pour éviter l'excès le poids, cherchez les solutions de construction où il y a peu de collage, ce qui n'est pas toujours évident.

Afin de réaliser des fuselages moulés d'épaisseurs différentes et plus solides selon les endroits, la meilleure solution est l'utilisation d'un contre moule en caoutchouc silicone (matière que vous trouvez chez les marchands d'époxy).

Avec ce système vous obtiendrez l'épaisseur de fuselage souhaitée. Ceci selon les couches et l'épaisseur de fibres que vous placerez et à l'endroit désiré dans le moule.

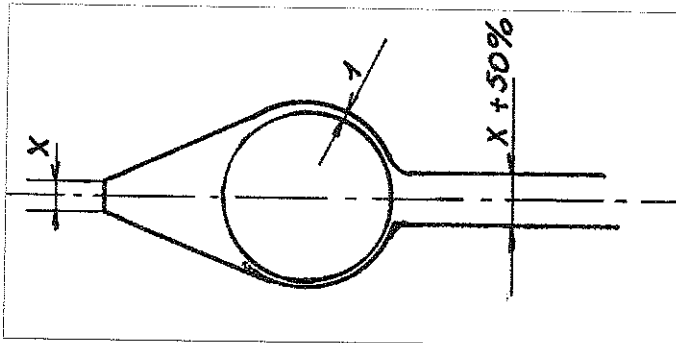
Par la pression du contre-moule, qui épouse par sa souplesse toutes les déformations, le surplus d'époxy sera expurgé.

Pendant de nombreuses années j'ai fixé mes moteurs, sans le moindre problème, avec des vis Allen six pans creux de M 2 de qualité (160 kg), que je possède encore sur certains avions, vis dont le seul inconvénient est que les pans creux cèdent parfois après moult serrages. Maintenant, j'utilise des vis M 2.5, mesure suffisante pour fixer de façon optimale les pattes du moteur au bâti.

Il est primordial que tous les inserts soient sur un même plan pour ne pas déformer le moteur (contrôlez aussi le moteur), leur diamètre sera de M 5 sur une longueur de +/- 15 mm. La matière sera de l'acier doux, qui résistera aux multiples serrages. Il est aussi primordial, que le bâti, le fuselage et l'aile fassent un ensemble homogène pour limiter au maximum les vibrations et déformations.

LE CANAL DE REFROIDISSEMENT.

Une règle absolue, le canal arrière est toujours plus grand que le canal avant. La surface avant du canal varie de 220mm² à 150mm², mais personnellement j'utilise personnellement moins de 150mm². Le canal arrière sera plus grand de +/- 50%, ses dimensions dépendent évidemment de la qualité du canal et de la dépression en arrière du canal arrière.



L'espace entre le canal contournant le cylindre et les ailettes sera d'1 mm. Le bord de l'échappement moteur, sera situé le plus près possible du canal. Ceci pour réduire au maximum les fuites des gaz échappement vers l'intérieur du canal, qui pourraient faire chauffer anormalement le moteur.

La pose d'un écran à la sortie de l'échappement ne doit pas modifier le réglage du moteur.

Pour palier à la différence de température entre l'avant et l'arrière du cylindre, il est souhaitable qu'à partir de l'entrée du canal vers les ailettes du cylindre, qu'il aille en s'évasant complètement pour réduire le refroidissement avant du moteur.

Quand on a un canal normal et que le moteur chauffe en fin de vol, essayez de déterminer si ce problème vient du canal, en refermant une partie de l'entrée avant avec du papier collant. Ensuite décompresser et tester, dans bien des cas cela permet en général d'obtenir un vol plus régulier.

LE CENTRAGE AXIAL DU MOTEUR.

Doit-on placer le moteur dans l'axe de vol ou rentrant vers l'intérieur du cercle ? Personnellement, je doute du raisonnement, qui affirme que vous gagnez de la vitesse avec un moteur dont la position est rentrante !

Vous devez savoir que l'énergie donnée par le moteur et utilisée pour faire rentrer légèrement l'avion à l'intérieur, à faire un cercle plus petit pour aller plus vite ! A comme seul effet réel, de réduire légèrement la tension des câbles pendant le vol, mais malheureusement aussi pendant le décollage.

Vous devez utiliser toute la force motrice exclusivement vers l'avant, car l'énergie exercée vers l'intérieur du cercle, est perdue. Cependant on peu admettre qu'une position légèrement rentrante

du moteur peut se justifier pour autant que l'axe moteur reste tangent au cercle de vol. Observez les avions F2A, aucun modéliste ne met de moteur rentrant, ce qui confirme le raisonnement précédent.

Le moteur n'aura aucune incidence par rapport à l'aile. En plus il est souhaitable que l'axe moteur soit à proximité de l'axe de l'aile ceci surtout pour la facilité du décollage (pas plus surélevé de 5 mm de l'aile).

En effet si le moteur est situé trop haut, par rapport à l'aile il aura une tendance à faire piquer l'avion et de plus en plus fort que cette distance sera grande.

J'utilise la base de fixation du moteur (bati) comme repère pour l'assemblage de mon modèle. Pour cela je fabrique un faux moteur dont le cylindre a le même diamètre que le canal de refroidissement, cette pièce est fixée sur une base de montage, qui me sert de repère pour tous les alignements et le collage de l'aile au fuselage.

L'HÉLICE.

Si l'aile est l'élément sustentateur, l'hélice est l'élément propulseur. Une bonne hélice aujourd'hui ne sera pas nécessairement toujours la meilleure, car cela dépendra de l'usure du moteur (rodage), de la carburation (température, altitude, diamètre du venturi), bien entendu de la cellule et j'irai jusqu'à dire aussi le pilote.

Comme l'avion et le moteur l'hélice est primordiale, c'est elle qui transmet la puissance du moteur et qui propulse l'avion vers l'avant, mal adaptée, elle ne communiquera pas toute la puissance.

Une grande partie de la performance dépendra de la prise en considération de ce fait, et bien entendu de son application.

Trop d'aéromodélistes n'attachent pas assez d'importance aux avantages de posséder des hélices équilibrées statiquement et dynamiquement ou encore ne savent pas bien comment s'y prendre. Notez que je suis toujours en train de chercher à réaliser l'équilibrage dynamique d'une hélice monopale, par contre pour la bipale cela n'est pas vraiment nécessaire.

Pour l'équilibrage statique que tous bon modéliste pratique, vous trouverez dans le commerce des équilibreurs magnétiques Top Flite, qui conviennent parfaitement. Ce système a l'avantage de se positionner n'importe comment.

L'usure prématurée d'un moteur peut provenir d'une hélice mal équilibrée statiquement, ou encore dynamiquement comme les monopales, ou d'un moteur qui force à cause d'une hélice trop forte ainsi qu'un sursrégime dû à une hélice trop faible n'apportant aucun gain de vitesse et qui de plus augmente la consommation de carburant.

Pour trouver le diamètre et le pas idéal d'une hélice. Vous chercherez les améliorations de façon empirique, en pratiquant essai par essai.

La meilleure est celle qui fait tourner le moteur le plus vite sans en diminuer l'autonomie de votre avion. Vous serez étonnés, quand vous l'aurez trouvé, votre avion aura une bonne vitesse, le moteur s'accordera et tournera plus régulièrement. Il sera aussi bien moins capricieux.

Il est évident que ce ne sera pas simple de découvrir cette hélice parfaite, car à chaque amélioration probante autre que celle de l'hélice, il faudra parfois la modifier pour l'adapter à la nouvelle situation.

Un moteur qui a une excellente compression demande en général une hélice à grand pas et à tourner plus lentement en puissance, par contre plus il s'usera, moins il demandera de pas pour à tourner plus vite.

En plus de la vitesse de rotation, le rendement de l'hélice varie selon les facteurs principaux suivants :

- Son **diamètre** est déterminé par la vitesse périphérique du bord marginale de l'hélice qui se situe dans une fourchette de 700 à 800 Kilomètres/Heure(en vitesse plus de 900 K/H). N'oubliez pas que la portance augmente au carré de la vitesse.
- Son **pas** dépendra de la surface, du profil, de la rigidité et de sa finition. Plus on va vers le pied de la pale, plus le pas est faible, car là le travail de la pale devient de moins en moins efficace. Près du moyeu vous avez intérêt à rapprocher le pas de l'avance réelle de l'hélice. Il est évident que l'air ne se propulse pas uniquement vers l'arrière mais aussi vers l'extérieur, car derrière l'hélice l'air est plus comprimé provoque cette expansion. Certains modélistes diminuent le pas des pales aux extrémités marginales pour éviter les tourbillons.
- Le **profil** à utiliser est différent selon l'usage de l'hélice ou plutôt de sa vitesse de rotation. Vous choisirez de préférence un profil plat. Facile à exécuter et qui donne de bon rendement. A mon avis le profil creux utilisé par certains concurrents est à éviter aux vitesses de rotation élevée de nos moteurs de team racing, je ne l'utiliserai même pas en acrobatie, je le laisserai aux amateurs de Wakefield ou de modèle d'intérieur. Plus vous vous rapprocherez du moyeu de l'hélice, votre choix se portera sur un profil biconvexe asymétrique (moins porteur) de plus en plus épais, pour plus de résistance. L'exactitude des profils est très importante.
- La **surface** est déterminée entre autre par la largeur de la pale, plus celle-ci est large plus elle a de portance et moins elle demande de pas, inversement plus elle est étroite plus elle demande de pas. Pour retrouver un certain régime moteur, il n'est pas indiqué de réduire exagérément en largeur les extrémités des

pales, puisque le rendement de l'hélice se développe vers la partie extrême de la pale.

- Sa **rigidité** dépendra de bien de facteurs dont la qualité de la résine utilisée, des bonnes proportions de mélange et de température, ensuite l'épaisseur à mi-pale se situera aux environs de 1,5 mm et pour le bord marginal ne pas descendre en dessous de 0,4 mm. Il serait néfaste d'affiner exagérément en largeur les extrémités des pales puisque le rendement de l'hélice se développe dans la partie extrême de la pale, car elle doit être suffisamment solide pour ne pas se déformer et apporter à l'extrême des vibrations.
- Pour sa **finition** nous utiliserons du vernis polyuréthane, qui la renforcera et la protégera du carburant et de l'humidité. Attention, après chaque vernissage reconstruire le profil, le pas et l'équilibrage. Deux couches de vernis sont en général suffisantes, en vernissant une pale plus que l'autre vous pouvez déséquilibrer l'hélice ou encore vous en servir pour l'équilibrer.
- Son **équilibrage** a déjà été discuté dans un paragraphe précédent.
- Son **poids** est sans importance, lourde, elle aura un meilleur volant, mais votre avion muni de cette hélice sera plus lourd. De toute façon comme nous utilisons tous à peu près des hélices de même dimension les poids varieront de +/- 1 g.

Réflexions :

Pour réaliser une hélice, nous prendrons au départ la forme de base d'une autre hélice à pale large, car ainsi au cours des essais nous aurons la possibilité de la rétrécir.

Une hélice forte exige moins de compression ou plus exactement, parce qu'elle fait plus forcer le moteur et par conséquent chauffer, elle demande une plus grande chambre d'explosion, par conséquent avec une hélice faible le moteur force moins et il devient plus froid, parce qu'il exige plus de chaleur, donc plus de compression.

On pourrait se demander quand les conditions climatiques changent, s'il ne serait pas préférable pour un meilleur rendement de changer d'hélice plutôt que de compression ?

Avec certaines hélices faciles, un avion peut aller très vite, mais si nous allons à l'extrême nous pourrions avoir comme résultat un vol irrégulier (trop froid au début et trop chaud à la fin), si en refermant le canal de refroidissement vous n'obtenez aucune modification de comportement en vol, c'est que l'hélice est vraiment trop faible.

Je pense aussi, que si le moteur n'est pas assez chargé, il a difficile de chauffer rapidement.

Le Moulage :

Je ne vais pas traiter ici du moule d'hélice, mais de quelques détails importants pour la fabrication d'hélices.

Pour fabriquer vos hélices vous utiliserez de la fibre de carbone unifilaire de qualité aviation avec un complément de fibre de verre tissée pour renforcer la pale en largeur. Poser les bandes de fibres verre/carbone sur un morceau de verre, ensuite l'enduire l'époxy à l'aide d'une lame de rasoir et raclez celle-ci au maximum. Puis retournez votre verre pour contrôler si l'imprégnation de la fibre de carbone est complète.

Vous imprégnerez les fibres complètement, mais avec un minimum d'époxy, car c'est les fibres qui apportent le plus de résistance à l'hélice. Évitez pendant le remplissage du moule de laisser des bulles d'air entre les couches de fibres, car vous n'êtes jamais certain qu'elles s'évacueront au placement du contre-moule.

Pour remplir le moyeu et limiter la quantité l'époxy afin d'être compacte en fibre, placez au fur et à mesure du remplissage du moule, au centre de l'hélice 3 ou 4 rondelles de fibre de verre découpées dans des plaques de circuit imprimé avec en supplément un maximum de déchets, pour qu'il ne s'écrase pas avec la chaleur en le serrant sur le moteur.

Attention, utilisez des fibres bien séchées, car une légère humidité diminuera la résistance de l'hélice. Si vous placez du Kevlar, ne le placez en surface pour éviter des ennuis à la finition, car il ne se ponce pas bien. Situé au cœur de la pale, il ne sert à rien pour renforcer l'hélice.

L'Usinage de l'hélice :

Le carbone étant très dur et si pour façonner vos hélices, vous utilisez des limes traditionnelles, elles s'useront très rapidement. Vous trouverez dans le commerce spécialisé des petites limes diamantées qui dureront indéfiniment si elles sont encrassées vous pouvez les tremper dans de l'alcool méthylique qui dissout l'époxy. Si vous avez la possibilité, placez les dans un bain à ultrasons pour faciliter le nettoyage.

Certains ajustent l'hélice en grattent avec des lames de cutter, cela marche assez bien mais il faut les remplacer régulièrement. Ce procédé est idéal pour gratter un endroit bien précis. Elles ont par contre l'inconvénient de faire un travail moins uniforme si l'on n'y prête pas attention.

Pour ajuster vos hélices procédez en deux étapes :
1^{er} Un dégrossissage pour libérer les contraintes éventuelles. 2^{ème} quelque temps après, faites

l'ajustement des pas et du profil définitif (attention la polymérisation doit être évidemment complète).

Contrôle des pas :

Il est important que l'hélice soit contrôlée avec minutie, dans les conditions de serrage identique à celle que vous trouvera sur le moteur, pour cela vous utiliserez un contrôleur de pas étalonné le mieux possible. Attention les mesures varient légèrement d'un appareil à un autre, si vous copiez une hélice faite le toujours avec votre appareil.

LE CONTROLEUR DE PAS.

Je pense que les dessins ci-après seront assez explicite pour fabriquer un contrôleur de pas. Voici cependant quelques conseils qui vous permettront de le réaliser au mieux :

- La pièce cylindrique qui sert à positionner l'hélice sera réalisée en aluminium de décolletage, mais une autre matière stable fera l'affaire, elle sera usinée en une seule fois afin que celle-ci soit absolument concentrique.

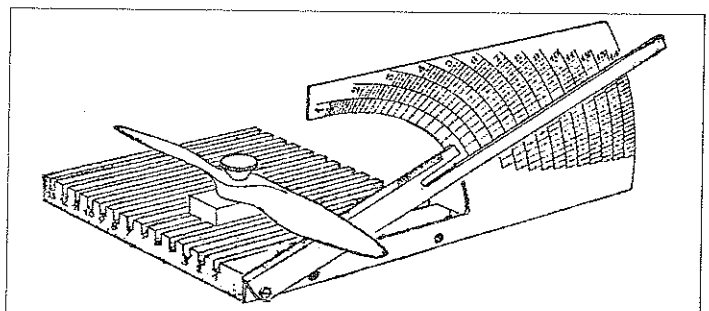
- La base rainurée peut être réalisée en aluminium, fibre Bakélite, en Ertalon ou en Ertacétal. Si vous ne faites que du team ou de la vitesse, il ne sera pas nécessaire de réaliser une base de plus de 8 rainures.

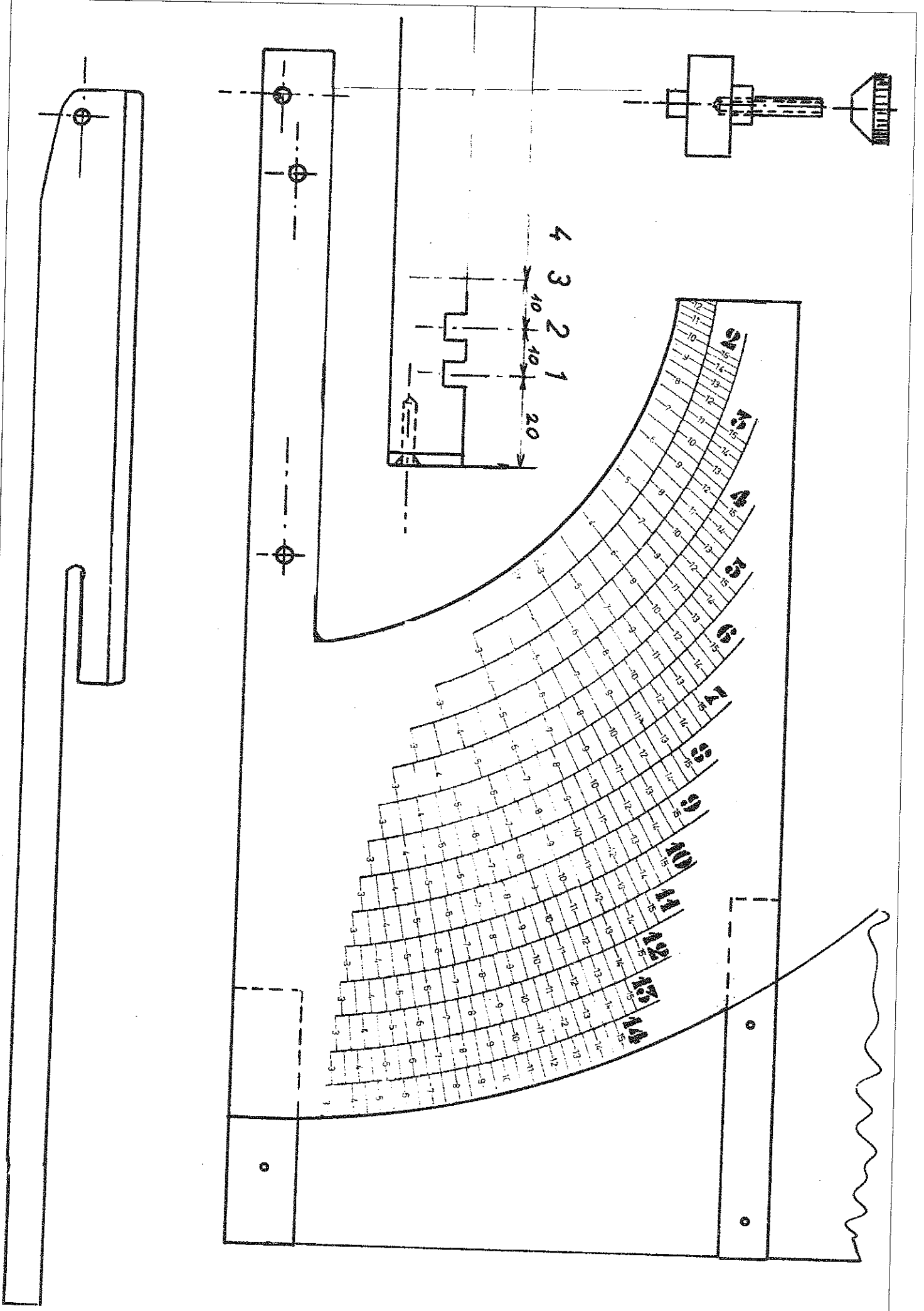
- Les indications de pas, peuvent être collées sur une plaque de fibre de verre/époxy (Circuit imprimé) de deux ou trois mm d'épaisseur.

- Les indications seront prolongées par un morceau de PVC ou de Plexiglas, qui pourra être éventuellement amovible, il servira d'aide mémoire ou sera graver les repaires des pas sur un seul arc de cercle. Ajoutant ainsi plus précision pour placer l'indicateur (curseur) à la position désirée et facilitant le travail pour la réalisation plus égale d'hélices de même modèle à réaliser.

Cela vous fera gagner du temps en vous évitant de devoir chaque fois rechercher vos pas sur les échelles des pas.

- Le curseur sera découpé dans une tôle en Duralumin de 2.5 à 3 mm d'épaisseur. Il sera fixé par une vis Parker et maintenu en position par une rondelle élastique. Il sera biseauté sur toute la partie qui sera en contact avec l'hélice.





HÉLICE MONOPALE.

Il y a quelques années, nous voyons apparaître l'usage de la monopale. Si je me rappelle bien les premières utilisations se firent dans la catégorie Wakefield. Si l'usage est devenu courant, sinon obligatoire dans la catégorie Vitesse F2A (moins de risque d'accrocher la pale), elle a été d'une utilisation moindre en Team-racing ou maintenant elle n'est plus beaucoup utilisée.

Celle-ci a été pratiquement abandonnée, parce que bon nombre d'utilisateurs ont fait l'expérience malheureuse d'un roulement arrière dont les billes ont éclaté sans qu'il soit possible de déceler le moindre signe précurseur. La raison est un défaut d'équilibrage dynamique. En effet, par l'effort à la traction concentrée sur une seule pale (qui a une tendance pendant un moment à compenser un peu la flexion du vilebrequin due à l'explosion) et du fait du contrepois mal placé, qui à cause de cette mauvaise position, a malheureusement l'effet désastreux d'augmenter la pression sur les deux roulements et dépasser ainsi leur résistance, le roulement arrière étant le plus sollicité.

La monopale donne sans aucune contestation des avantages de rendement supérieur aux hélices multipales. Sa meilleure efficacité est due à la diminution de défauts aérodynamiques, quoi qu'en team le contrepois étant extérieur au cône de l'hélice, il apporte quelques perturbations.

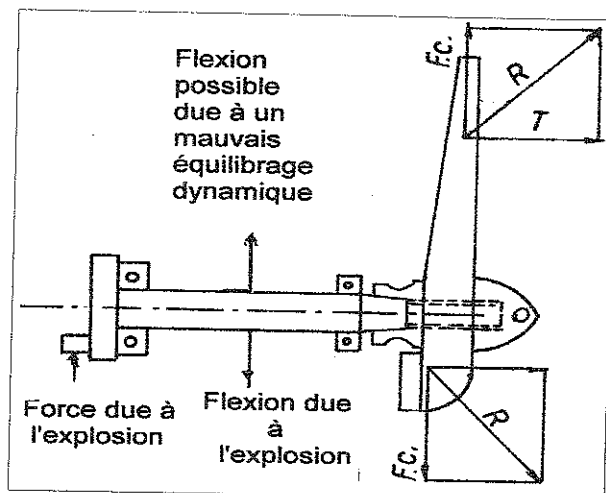
Les défauts parasites de la jonction entre le moyeu et la partie extérieure de la pale, sont réduites de moitié, puisqu'il n'y a plus qu'une pale au lieu de deux. De ce fait, elle a également l'avantage de travailler dans moins de turbulences qu'une bipale.

Le fait d'avoir une pale plus large et d'un diamètre plus grand, augmente son rendement, la preuve en est, que la monopale a une surface inférieure à la surface d'une bipale correspondante ou a un pas moindre.

Du fait de ses dimensions elle subit moins de déformations et est plus rigide.

La difficulté majeure est l'équilibrage dynamique. En effet, si une hélice bipale, en fonctionnement, exerce vers l'avant une traction égale et équilibrée entre les deux pales. Dans le cas de la monopale la traction se situe d'un seul côté de l'axe de rotation, ce qui amène un déséquilibre dynamique qui doit être compensé par une masse placée à l'opposé et en arrière de la pale

Il est difficile de déterminer avec exactitude la position de la masse (voir, figure ci-après). Si la position de cette masse était bien déterminée, il serait peut être utile de réétudier la question. Mais vu son encombrement et son poids, je doute qu'elle soit encore utilisée.



Avantages :

- 1 Suppression d'une partie des défauts aérodynamiques (1/2).
- 2 Solidité et meilleure rigidité de la pale.
- 3 N'a pas, comme la bipale de différence entre les deux pales.
- 4 Meilleur volant dû au poids de l'ensemble pale/contre poids.
- 5 Pas d'accrochage de la pale à l'atterrissage ou au rattrapage ceci dû à la position de son unique pale.
- 6 Ne tape pas sur le doigt au démarrage, du fait qu'il n'y a qu'une pale, donc plus de temps pour retirer le doigt.
- 7 On tape toujours sur la bonne pale.
- 8 La vitesse idéale en bout de pale est plus facilement atteinte.
- 9 Une meilleure accélération de l'avion au décollage.

Désavantages :

- 1 Difficultés de réalisation (contre poids bien placé).
- 2 Encombrement (train d'atterrissage plus haut).
- 3 Poids plus important.
- 4 Usure et casse très importante des roulements.
- 5 Le moindre contact avec le sol occasionnera un déséquilibre, qui peut être dangereux pour la vie de l'avion.
- 6 Une fois terminée l'hélice ne peut être retouchée sans rééquilibrage de l'ensemble pale contre/poids.

Quelques termes pour parler du pas :

Pas théorique :

Ou encore pas géométrique, c'est l'avance sur un tour parcourue par une hélice comme si elle se vissait dans un corps solide. Généralement le pas dont on parle est le pas théorique situé au $\frac{3}{4}$ du rayon vers le bord marginal.

Recul ou glissement :

L'avance réelle est inférieure au pas théorique parce que l'air est un fluide, donc compressible. Nous dirons qu'il y a glissement ou recul qui équivaut dans notre cas à $\pm 20\%$ moindre que le pas théorique.