

Je dessine mon AVION

Vous êtes toujours nombreux à avoir envie après quelques modèles issus du commerce, de posséder "votre" avion, celui que l'on ne verra pas en double sur le terrain, celui qui aura le look idéal à votre goût.

Mais dessiner un modèle perso, cela suppose de l'expérience ! Ou bien de profiter de l'expérience de ceux qui en ont déjà réalisé un certain nombre. C'est ce que nous vous proposons ici en vous donnant nos « recettes de cuisine », qui n'ont pas la prétention d'avoir un support mathématique poussé, mais simplement de donner des avions et planeurs sympas qui volent bien. Dans ce dossier, nous allons vous donner les bases pour concevoir la forme de votre modèle, le choix éventuel de la motorisation, le choix du profil d'aile... Pour la structure, il y a trop de possibilités pour les traiter en quelques pages. Peut-être sera-ce le sujet d'un prochain hors série...

Vocabulaire de base

Pour commencer, voici ci-dessous un lexique illustré pour définir quelques termes qui vont revenir tout au long de ce dossier spécial.

L'élément porteur : l'aile

Dessiner l'aile vue du dessus, définir son dièdre, choisir un profil et un calage. Avec un catalogue de profils prêts à photocopier !

Catalogue de profils

46 profils pour vos premières conceptions.

La corde moyenne

Méthode de calcul d'un des éléments principaux de la conception et du réglage d'un modèle

La stabilité : les empennages

Déterminer un bras de levier, une surface pour l'empennage horizontal, pour la dérive.

Un élément de poids : la charge alaire

La charge alaire détermine très directement la vitesse minimale de l'avion. Adaptez là à votre niveau de pilotage.

Le lien entre aile et empennages : le fuselage

Il doit loger moteur, radio, accessoires, mais il participe aussi aux qualités de vol.

Pour décoller et atterrir : le train

Quel type de train choisir ? Où placer les roues ? Que faire pour rouler droit ?

Les moteurs thermiques

Quelle cylindrée choisir, quelle hélice, quelle capacité de réservoir utiliser ?

Les moteurs électriques

Aujourd'hui, on peut aisément motoriser un modèle avec un moteur électrique. Les bases.

Page 80

Page 84

Page 88

Page 90

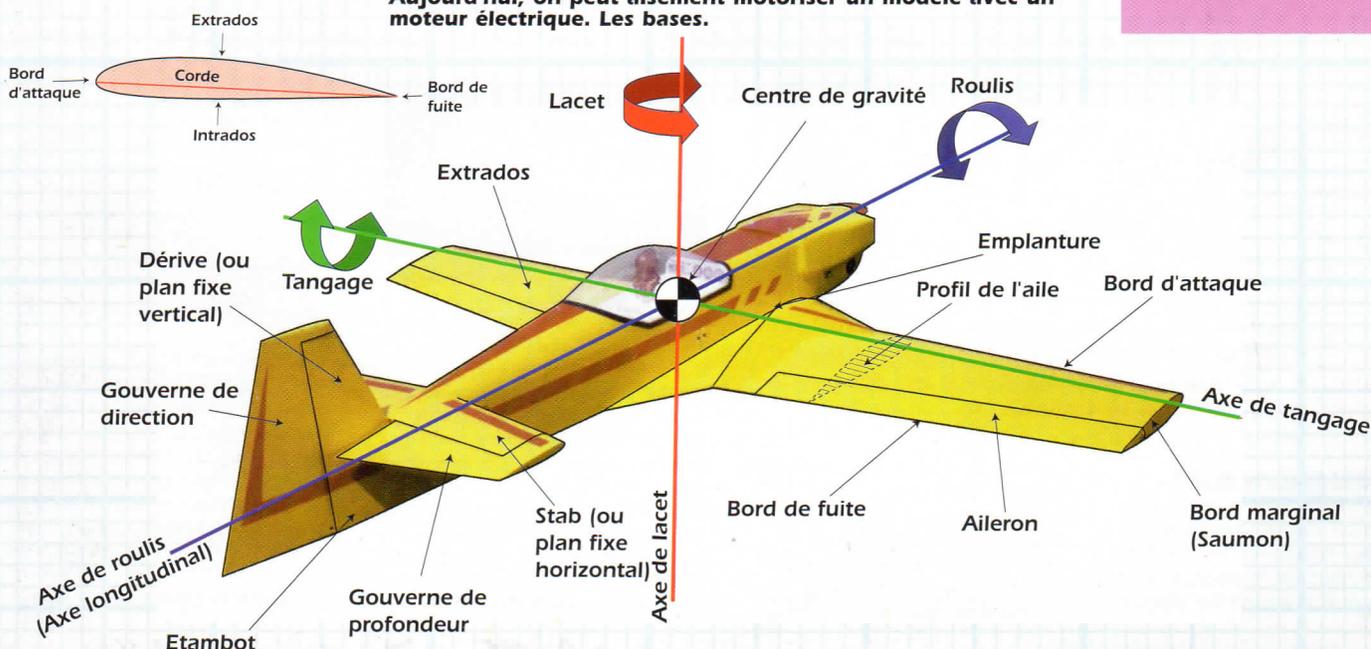
Page 92

Page 94

Page 96

Page 98

Page 100



L'élément port

Là, je ne vous apprend rien ! C'est l'aile qui permet à l'avion ou au planeur de tenir en l'air. Il est donc évident que le premier élément à concevoir pour un modèle perso est la voilure.

Le point de départ

Vous voulez dessiner votre modèle perso, il va falloir vous créer un « cahier des charges ». L'élément le plus facilement palpable est l'envergure du modèle. La taille de l'atelier, ou celle du coffre de la voiture peuvent être des éléments déterminants. Bref, prenez une feuille de papier millimétré, ou tout au moins à carreaux 5 x 5 mm sur laquelle vous allez dessiner votre projet, et une autre feuille sur laquelle vous noterez au fur et à mesure un certain nombre de valeurs importantes. Commencez par écrire l'envergure choisie.

Sur votre feuille de dessin, tracez un axe qui sera celui du fuselage vu du dessus, et deux lignes fines qui correspondent à l'envergure.

vant une formule simple :

Allongement = (Envergure x envergure) / Surface de l'aile

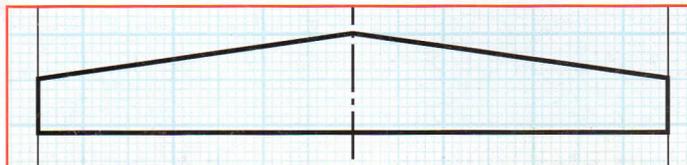
Pour une aile rectangulaire, on a une formule simplifiée :

Allongement = Envergure / corde de l'aile

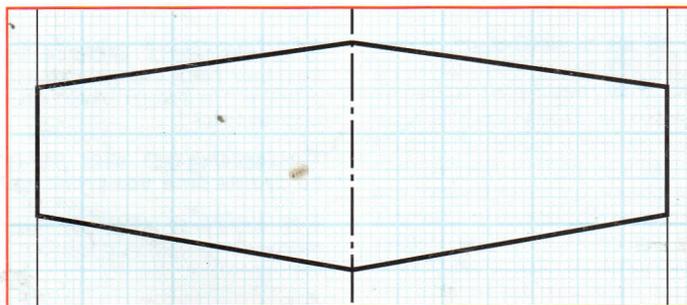
Cette valeur peut varier entre 3 et 8 pour un avion et 8 à 30 pour un planeur.

Plus l'allongement est grand, plus l'aile pourra être performante en matière de plané, mais moins elle sera manœuvrante pour des tonneaux par exemple. Un très faible allongement donne un rendement aérodynamique médiocre, mais un avion très compact et facile à rendre robuste. Il faut bien sûr trouver le bon compromis. Voici quelques valeurs types :

Avion de début à aile rectangulaire : allongement compris entre 5 et 7.



Ci-dessus, aile à allongement moyen. Dessous, aile à faible allongement



Les planeurs utilisent des voilures à grand allongement.



Les avions de voltige 3D ont des ailes à faible allongement.

entre 12 et 18

Planeur semi-maquette d'un plastique moderne : allongement entre 15 et 20

Planeur maquette d'un plastique moderne : allongement entre 20 et 30.

Planeur lancer-main : allongement entre 8 et 12

Planeur F3J : allongement entre 15 et 20

Dessinez une aile à votre goût et calculez sa surface. Vous pourrez ensuite calculer l'allongement et vérifier s'il est bien dans la plage correspondant au type de modèle que vous projetez. Si vous avez trop d'allongement, augmentez la surface, c'est à dire les cordes. Si vous avez un allongement trop faible, diminuez la surface.

Voici quelques rappels pour calculer

ment entre 12 et 15

Racer : allongement entre 4 et 8.

Biplan : il faut considérer l'allongement de chaque aile. Compris entre 4 et 6.

Planeur de début deux axes : allongement entre 10 et 12

Planeur de voltige : allongement entre 10 et 12

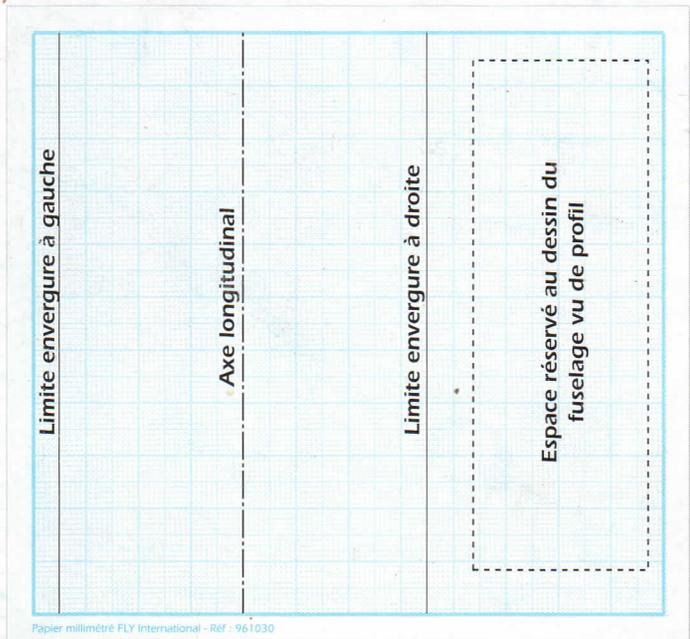
Planeur gratteur lent : allongement

Avion de transition à ailerons : allongement entre 5 et 8.

Avion de voltige et de sport : allongement compris entre 4 et 8.

Multi F3A de compétition actuel : allongement entre 5 et 5,5.

Avion-planeur type RF 4 : allonge-



Pour commencer à dessiner votre projet, utilisez une feuille de papier quadrillé 5 x 5 ou du papier millimétré, qui facilite le travail.

Allongement

A partir d'une même envergure, votre aile va pouvoir se présenter de différentes façons, et un élément très important est le rapport entre l'envergure et la surface de l'aile sui-

ateur : l'AILE

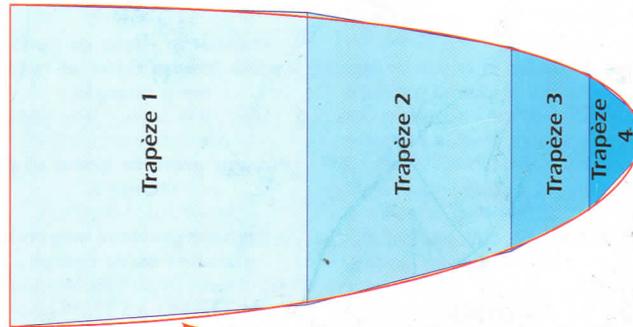
la surface de l'aile :

Rectangle : $S = A \times B$

Trapèze : $S = (A1 + A2) \times B / 2$

Cercle : $S = 3,14 \times R \times R$

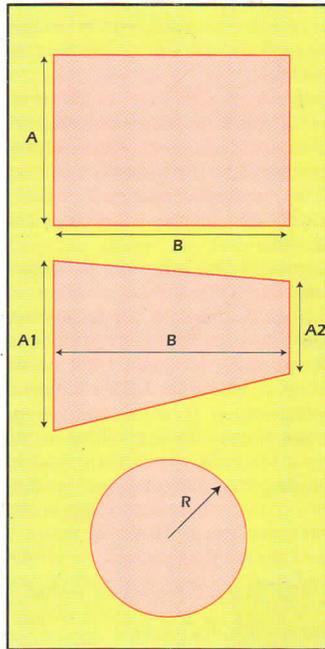
Il suffit de décomposer l'aile en éléments simples (ci-contre) pour calculer sa surface. Pour une aile présentant des courbes, on peut faire un calcul approché en assimilant l'aile à une succession de trapèzes.



Forme réelle de l'aile

tion où on l'a mais si on relâche les manches). On peut rencontrer des avions à dièdre négatif (les ailes « pendent »), sur des jets à aile en forte flèche. La stabilité en roulis est alors souvent faible, voire négative, c'est à dire que l'avion est instable en roulis. La flèche est stabilisante et un bon compromis entre flèche et dièdre négatif parviennent à rendre l'avion neutre.

Le dièdre donne une auto-stabilité en roulis



Avion de voltige et de sport : effilement de 0,5 à 1

Avion multi F3A actuel : effilement de 0,5 à 0,6

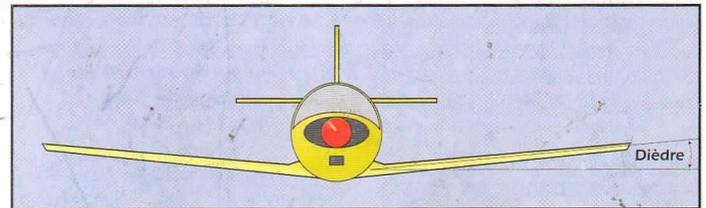
Avion biplan : effilement de 0,8 à 1

Planeur de début : effilement de 0,7 à 1

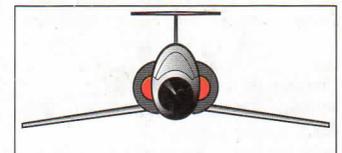
Planeur de voltige : effilement de 0,35 à 0,5

Planeur gratteur : effilement de 0,6 à 0,8

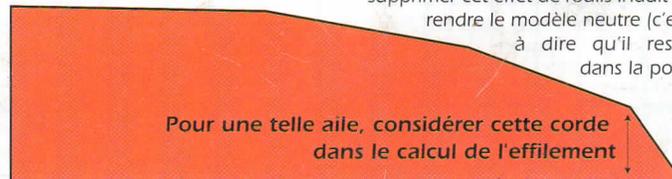
Un cas particulier en planeur ou en avion : les ailes aux saumons inspirés des ailes « Dornier » qui se terminent par un triangle, donc par une corde nulle ou presque. Considérez pour l'effilement la corde de départ de ce triangle.



horizontales naturellement. Il favorise le roulis induit, c'est à dire la tendance à s'incliner tout seul quand on donne un ordre à la direction. C'est pour cela que les modèles deux axes ont tous un fort dièdre. A contrario, les avions de voltige ont un dièdre très faible, voir nul, afin de supprimer cet effet de roulis induit et rendre le modèle neutre (c'est à dire qu'il reste dans la posi-

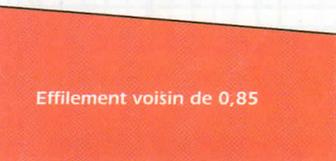


Voici un dièdre négatif.

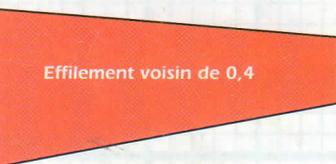


Effilement

L'effilement est le rapport entre la corde au saumon et la corde à l'emplanture. Une aile rectangulaire a un effilement de 1. Plus l'effilement est faible, plus le modèle aura facilement un fort taux de roulis. Mais un effilement très faible donne de très faibles cordes au saumon et les profils d'ailes n'aiment pas les faibles cordes ! Là encore, tout est affaire de compromis.



Effilement voisin de 0,85



Effilement voisin de 0,4

Voici quelques valeurs à retenir
Avion de début : effilement de 1
Avion de transition : effilement de 0,75 à 1

Éléments à retenir

Vous avez dessiné une esquisse de votre aile et vous l'avez modifié jusqu'à ce que l'allongement et l'effilement correspondent au type de modèle que vous désirez. Forcez vos traits, et notez définitivement les valeurs de :

La surface (S), l'envergure (B), la corde à l'emplanture (C1), la corde au saumon (C2), l'allongement (Al), l'effilement (Ef).

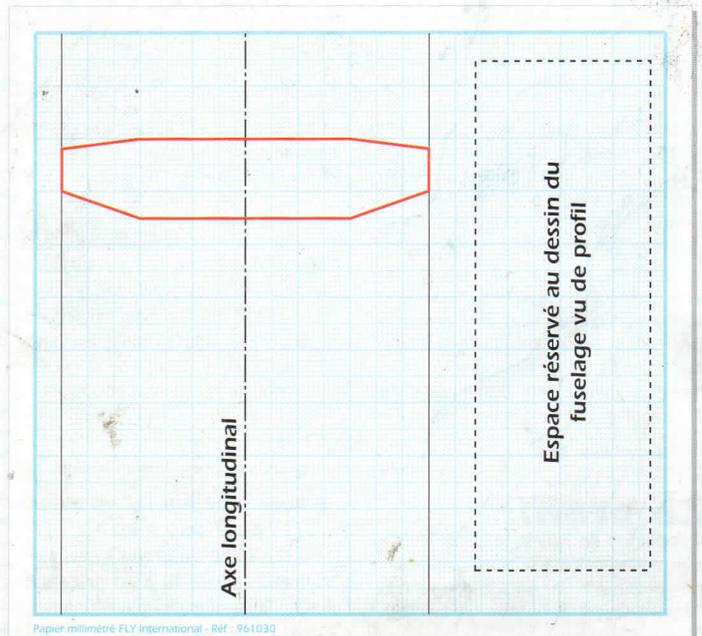
Calculez aussi la valeur de la corde moyenne (Cm) :

$$\text{Corde moyenne} = \frac{\text{Surface}}{\text{Envergure}}$$

Maintenant, votre plan doit ressembler à ceci : (ci-contre à droite)

Vue de face

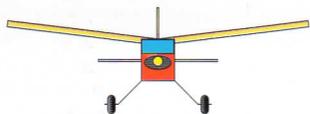
Votre aile vue de face peut être plate ou présenter une forme en « V » par exemple. C'est ce que l'on appelle le dièdre. Le dièdre a un effet stabilisant et tend à remettre l'avion ailes



Papier millimétré FLY International - Réf : 961030

Les valeurs courantes pour le dièdre

Avion ou planeur deux axes à dièdre simple : 6 à 7 ° par aile.



Planeur avec plan central plat et dièdres en bouts : 15 à 20 °



Planeur à double dièdre : 1er tronçon : 2 à 3 °, deuxième tronçon : 10 à 15 °



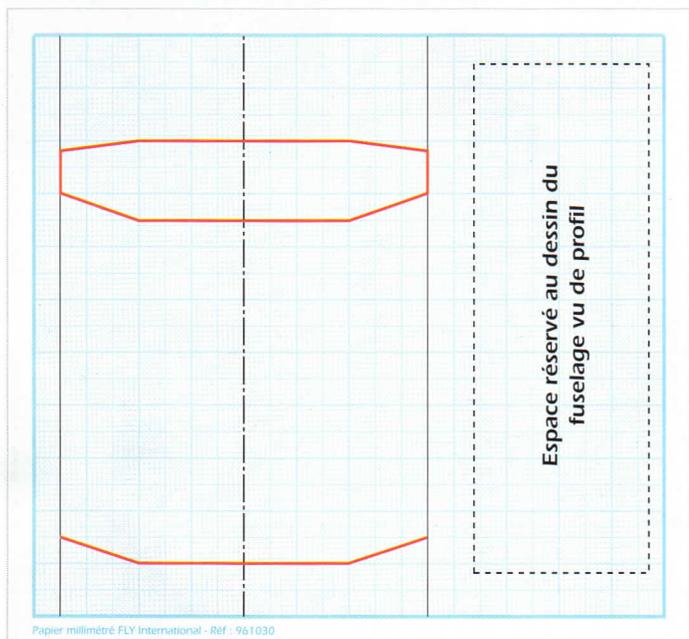
Avion de sport, planeur trois axes : 2 à 3 °



Avion de voltige : 0° à 2°, ou extradados des ailes à plat.



Planeur de voltige : 1 à 2°
 Planeur 3 axes de loisir ou pour gratter à dièdre simple : 3°
 Planeur 3 axes de loisir ou pour gratter à double dièdre : 2° puis 5 à 8 °.
 Vous avez choisi votre dièdre ? Vous pouvez dessiner une vue de face de la voilure (Ci-dessous).



Le profil

Rappelons ce qu'est le profil et ses éléments principaux :
 Le profil est la courbe que l'on obtient en coupant l'aile par un plan

parallèle à l'axe longitudinal de l'avion. Sur le profil, on distingue le bord d'attaque qui est le point le plus en avant, le bord de fuite qui est le point le plus en arrière, l'extrados qui est toute la partie supérieure, l'intrados qui est la partie inférieure. La corde du profil est la droite qui joint le bord d'attaque et le bord de fuite. La ligne moyenne est une courbe située à mi-épaisseur du profil, c'est à dire en permanence à mi-distance entre l'extrados et l'intrados.

La vue de dessus et la vue de face ont conditionné le look de votre aile, mais il reste à définir un élément vital pour le comportement du modèle, c'est le choix d'un profil adapté à l'utilisation. Là encore, nous allons vous éviter de faire trop de maths et vous donner ce que seraient nos choix pour chaque type de modèle.

- AVIONS -

Avion de début deux axes :

Naca 4415, Clark Y.

Avion de début trois axes :

Naca 2415

Avion de transition, voltigé de base :

Naca 2412, Naca 2415, Naca 2312.

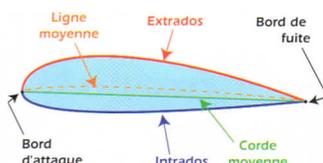
Attention, le Naca 23012 n'a rien à voir avec le 2312 et si certains apprécient son centre de poussée presque fixe, il présente un décrochage brutal sans signe avant-coureur. Seule une faible charge alaire peut le rendre sain, à éviter si possible.

Avion de voltige F3A :

Eppler 168 et 169.

Avions de voltige maquette style Extra, Cap 232...

Eppler 168 et 169, Naca 0012 ou 0015.



- PLANEURS - - MOTOPLANEURS -

Planeur de début deux ou trois axes :

Eppler 205

Planeur gratteur de petite taille (lancer main) et faibleement chargés :

Selig 7037 aminci, Selig 4083, Eppler 205 aminci, RG 15.

Planeur gratteur grand et peu chargé :

Eppler 205, Selig 7037.

Planeur gratteur moyen à grand et assez chargé :

Wortmann FX 60-126, Wortmann FX 61-137, HQ 3,5-12, HQ 3,5-10, HQ 2,5-12, HQ 2,5-10.

Planeurs polyvalents modéréement chargés :

Ritz 3, Ritz 2, HQ 2-10, HQ 2-12.

Planeurs polyvalents assez chargés :

HQ 2,5-12 et HQ 2,5-10.

Planeurs rapides ou voltigeurs :

Ritz 1-30-10, Naca 2410, Naca 1410, RG 12, RG 14, RG 15.

Planeurs aile volante droite :

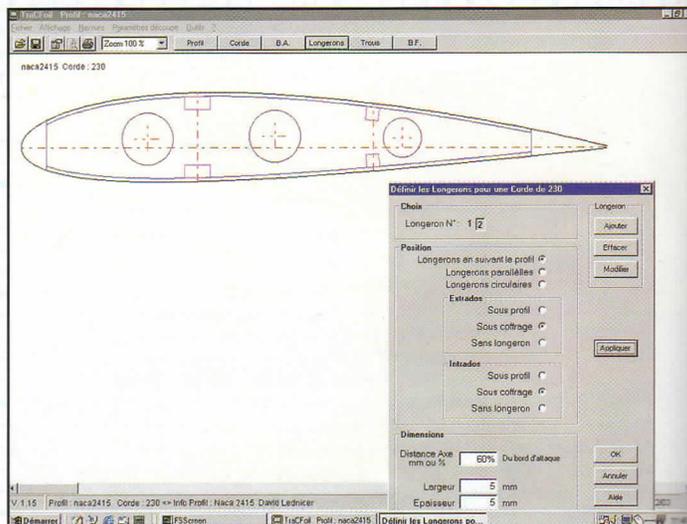
Eppler 184, Eppler 186.

Planeurs aile volante en flèche :

Evolution de l'Eppler 174 à l'Eppler 184 (174, 176, 178, 180, 182, 184) avec vrillage négatif progressif de 4 à 5 °. Il est possible de faire une aile volante en flèche en utilisant uniquement l'Eppler 186, avec 2,5 ° de vrillage négatif.

Bien entendu, ce sont des propositions qui n'ont pas la prétention d'être les seules solutions valables. Ce sont des choix que nous faisons régulièrement lors de la conception de nos modèles, destinés au loisir uniquement. La conception de modèle de compétition de haut niveau fait appel à des méthodes de

Tracfoil est un des logiciels qui permettent de tracer les profils, mais aussi la structure.



calcul plus rigoureuses qui sortent du cadre de cet article qui doit vous permettre de concevoir vos tout premiers modèles perso. Ensuite, vous forgerez votre propre expérience et vous élaborerez des modèles plus affûtés. Mais c'est une autre histoire !

Dessiner les profils...

Vous pouvez trouver dans divers ouvrages, mais aussi sur Internet, les tableaux de coordonnées des profils choisis. Ces coordonnées sont généralement données en pourcentages de corde. Une colonne du tableau donne les cotes en X, une autre donne les Y de l'extrados, une troisième les Y de l'intrados. Il est possible qu'il n'y ait qu'une colonne "Y", dans ce cas, on part de l'arrière (X=100) en revenant vers l'avant par la courbe d'extrados, puis on retourne vers l'arrière par la courbe d'intrados.

Si la cote maximale sur les "X" est de 100, il faut multiplier les cotes "Y" par la corde de votre aile, et diviser le résultat par 100.

Si la cote maximale sur les X est de 1, il suffit de multiplier votre corde par la valeur en Y.

Ensuite, il faut tracer sur un papier millimétré cet ensemble de points et à l'aide d'un pistolet de dessinateur, relier tous ces points. Méthode fastidieuse qui a longtemps hélas été la seule. Si vous n'avez pas de moyen informatique à votre disposition, nous allons vous simplifier la vie pour 46 profils : vous trouverez à la fin de cette section sur l'aile les dessins d'un certain nombre des profils cités, dessinés à 150 mm de corde. Il sera alors facile à l'aide d'une photocopieuse d'obtenir le dessin de vos nervures en agrandissant ou en rétrécissant des tracés.

L'ordinateur au secours des modélistes

Aujourd'hui, nous sommes de plus en plus nombreux à disposer d'un ordinateur de type "PC". Il existe de nombreux logiciels qui permettent de tracer automatiquement, non seulement des profils, mais aussi la

Avions type fun fly, ou avions pour acro « 3D » :

Naca 0018 ou profils « perso » symétriques de 18 à 20 % d'épaisseur, à bord d'attaque très rond. (Pour la voltige artistique, 15%)

structure interne de l'aile (longerons, bords d'attques, bords de fuite, cofrages... Je citerais TracFoil conçu par le français Jean-Claude Etienne qui donne d'excellents résultats, est d'une simplicité d'utilisation remarquable et qui est proposé en shareware pour une somme tellement modique qu'il faudrait être fou pour s'en priver ! Vous le trouverez à l'adresse suivante :

<http://www.jean-claude.etienne.com/tracfoil/>

Le calage

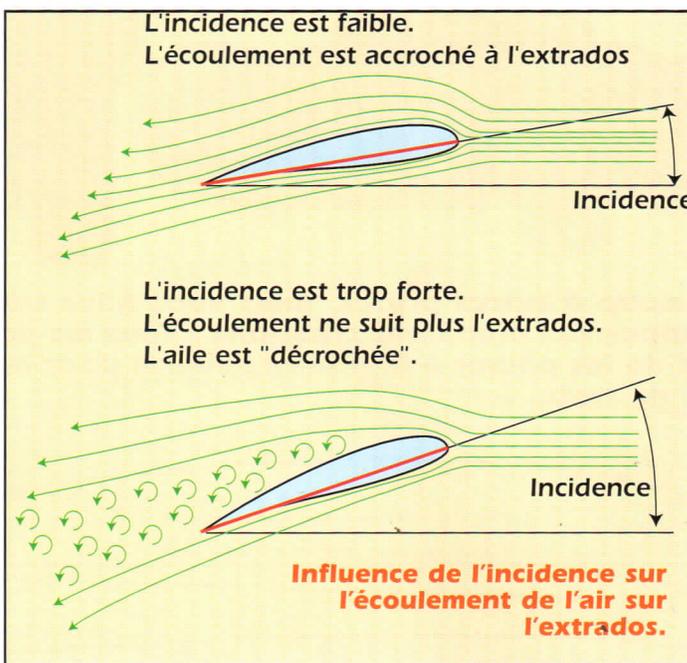
Un profil, c'est bien, mais s'il conditionne en partie le vol, encore faut-il qu'il se présente aux filets d'air avec un angle d'incidence correct. Rappelons ce qu'est l'incidence : C'est l'angle entre la corde de référence du profil et la trajectoire de l'avion.

En gros, plus on augmente l'incidence, plus l'aile porte, mais avec une limite où les filets d'air ne parviennent plus à suivre l'extrados et se décrochent. C'est le décrochage et la portance diminue brutalement, tandis que la traînée augmente de la même façon.

L'aile va devoir être montée sur l'avion avec un calage tel que l'incidence en vol de croisière soit suffisante pour que la portance équilibre le poids de l'avion. Maintenant, tout dépend de ce que l'on attend de la croisière : est-ce un vol lent ou est-ce un vol rapide ? Il est certain qu'un racer ne sera pas calé comme une maquette d'avion de 1914 ! Là encore, quelques valeurs typiques des modèles courants :

- AVIONS -

- Avion de début à profil plat genre Naca 4415 ou Clark Y :**
Calage de 2° environ. Une astuce avec ce type d'aile, caler le plat de l'intrados à 0°, ça marche à tous les coups !
- Avion de transition 3 axes :**
Calage de 1 à 1,5°
- Avion de voltige ou de sport :**
Calage de 0 à 0,5°
- Avion de F3A :**
Calage de 0,2 à 0,5°
- Avion de vitesse :**
Calage voisin de 0°



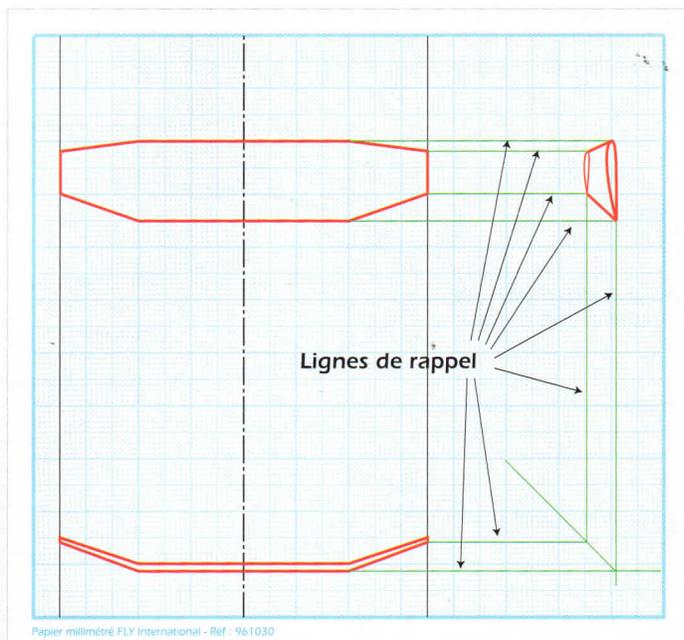
- Avion conçu pour le vol très lent :**
Calage de 2 à 3°
- Biplan lent à profil dissymétrique ou plat :**
Aile supérieure : 2°, aile inférieure : 1,5°
- Biplan de voltige plus rapide à profil symétrique :**
Aile supérieure : 0,5°, aile inférieure : 0°

- PLANEURS - - MOTOPLANEURS -

- Planeur de début à profil plat genre E 205 :**
Calage de 2°
- Planeur de transition 3 axes :**
Calage de 1,5 à 2°
- Planeur de voltige :**
Calage de 1°
- Planeur destiné à des épreuves de vitesse (F3b, F3i) :**
Calage entre 0,5 et 1°
- Planeur uniquement destiné au vol thermique :**
Calage de 1 à 2°
- Planeur polyvalent un peu chargé :**
Calage de 1,5 à 2°

Important : ces valeurs ne sont

Votre projet avance ! Utilisez des lignes de rappel pour que vos vues concordent.



que le calage de l'aile par rapport à la référence fuselage. Nous parlerons plus loin de V₀ longitudinal.

Vrillage

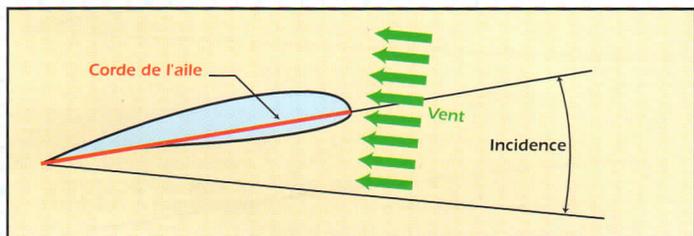
Le vrillage est une différence de calage entre l'emplanture et le saumon de l'aile. Le vrillage est positif si le calage au saumon est supérieur à celui à l'emplanture. Il est négatif si le calage est plus faible au saumon qu'à l'emplanture.

On peut parfois choisir un vrillage négatif pour s'assurer que les extrémités d'aile décrocheront plus tard que le centre, ce qui rend le vol à basse vitesse plus sûr. Ceci est particulièrement valable pour des ailes à effilement important, à condition que l'avion ou le planeur ne soit pas destiné à la voltige (en vol dos, l'effet serait inverse). Attention, en planeur, un vrillage important peut conduire sur une aile à grand allongement, à des efforts élevés lors de prises de vitesse, tendant à cintrer les ailes vers le bas. Par contre, sur des planeurs tels que les lancermain, le vrillage peut donner un vol ultra lent très sûr.

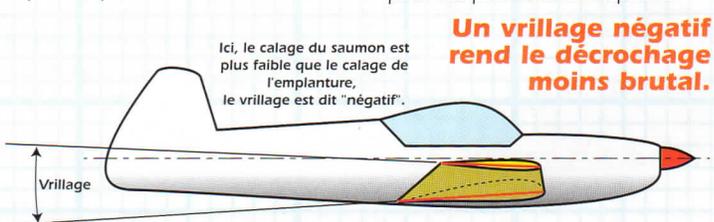
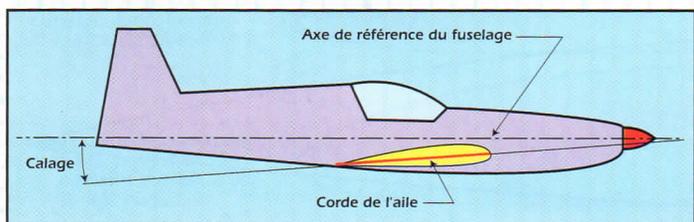
Le vrillage négatif peut aller de 0 à 5°, mais ne l'employez que si c'est vraiment justifié.

Le dessin se précise

Vous avez choisi un ou des profils, donc vous connaissez l'épaisseur de votre aile. Vous avez choisi son ou ses calages. Vous allez pouvoir mettre tout ça sur votre plan. La feuille de papier millimétré va commencer à ressembler à ceci :



Deux angles à bien comprendre : l'incidence et le calage. Ce n'est pas la même chose !



Un vrillage négatif rend le décrochage moins brutal.