

# DESSINE TOI UN 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.**

Didier Cervera  
Jean-Louis Coussot

**M**ais 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 premier volet, 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... Nous n'entrerons pas cette fois dans la conception de la structure, ce sera pour un prochain numéro.

## 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.

### 1 - L'élément porteur : l'aile

Dessiner l'aile vue du dessus, définir son dièdre, choisir un profil et un calage. Avec un catalogue de 46 profils prêts à photocopier !

### 2 - La stabilité : les empennages

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

### 3 - 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.

### 4 - Le lien entre aile et empennages : le fuselage

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

### 5 - Pour décoller et atterrir : le train

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

### 6 - L'élément moteur

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

Page 28

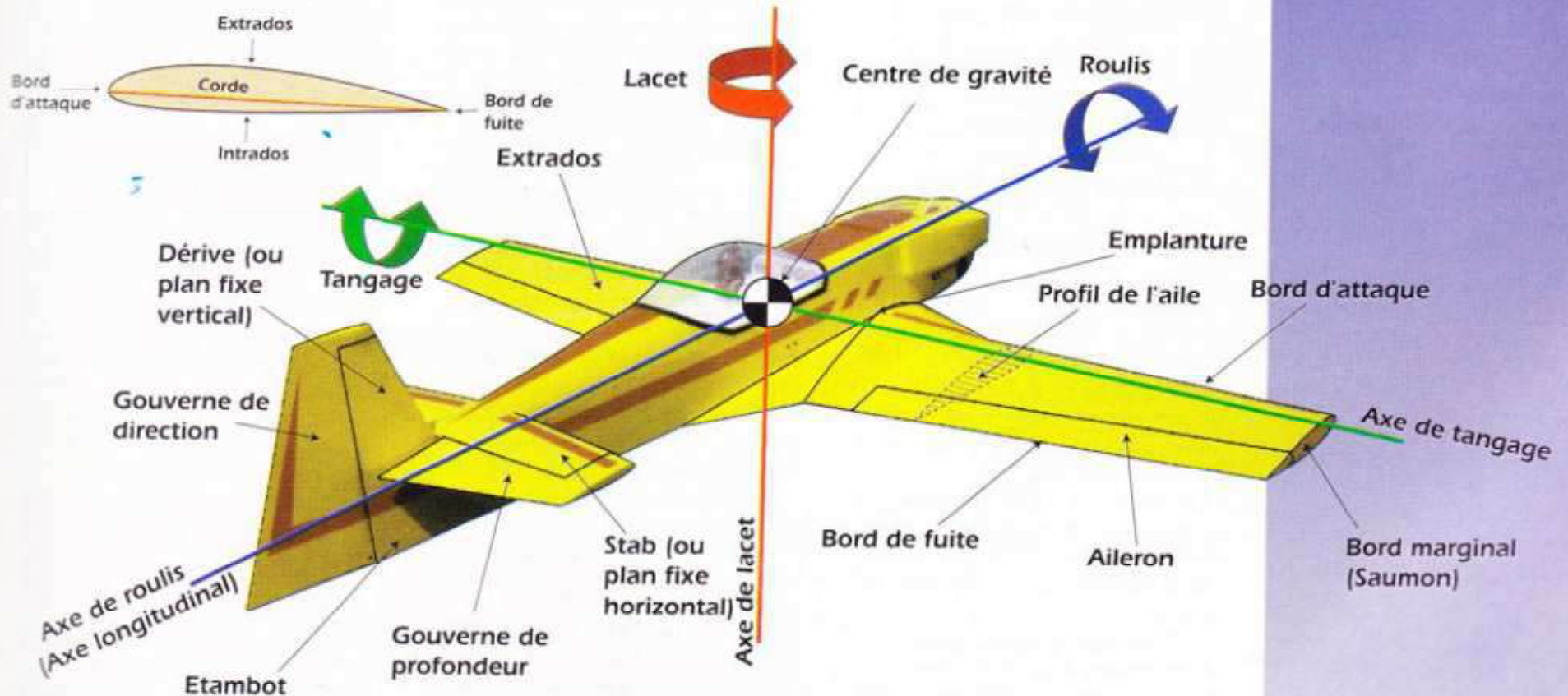
Page 36

Page 38

Page 40

Page 42

Page 44





## Dossier spécial DESSINE TOI UN AVION

Là, je ne vous apprends 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.

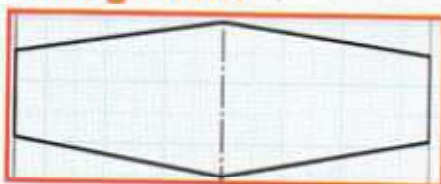
### Le point de départ

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.



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



Le Blériot possède une aile à faible allongement.



Les planeurs utilisent des voilures à grand allongement.

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 :

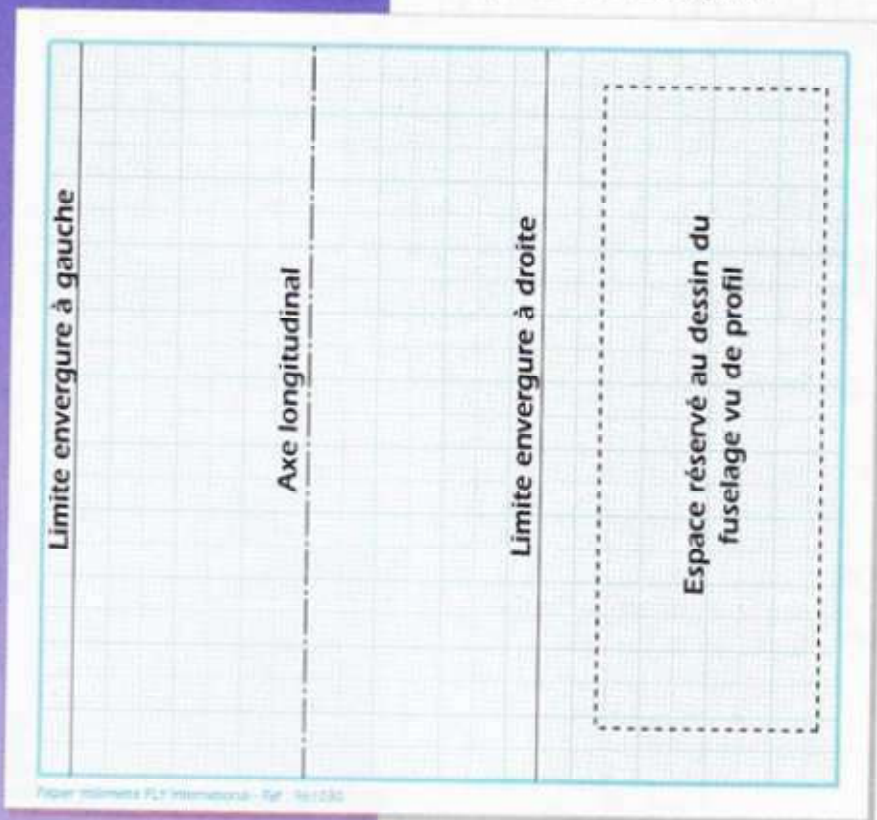
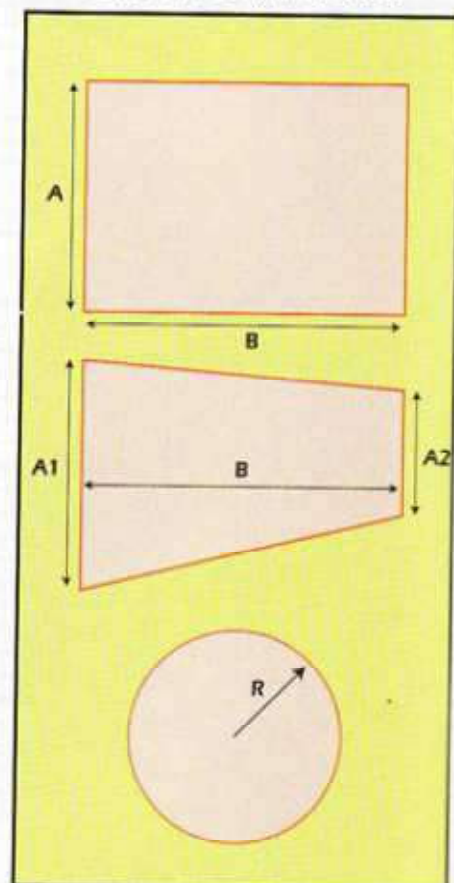
- Avion de début à aile rectangulaire : allongement compris entre 5 et 7.
- Avion de transition à ailerons : allongement entre 5 et 8.
- Avion de voltige et de sport : allongement compris entre 4 et 8.
- Multi F3A de compétition actuel : allongement entre 5 et 5,5.
- Avion-planeur type RF 4 : allongement 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 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 la surface de l'aile :

Rectangle :  $S = A \times B$

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

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



### 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 suivant une formule simple :

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

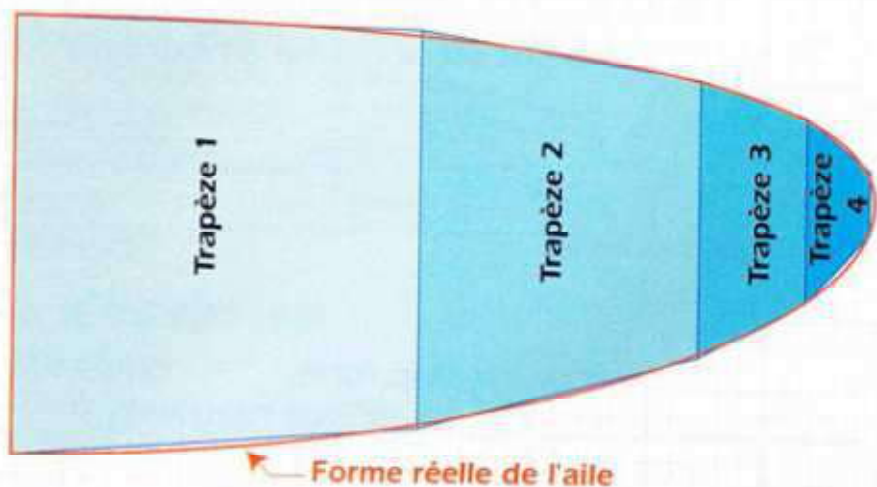
Pour une aile rectangulaire, on a une formule simplifiée :

**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



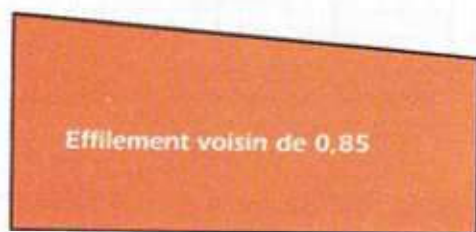


Forme réelle de l'aile

Il suffit de décomposer l'aile en éléments simples (ci-dessus) 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.

## 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.



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

## Éléments à retenir

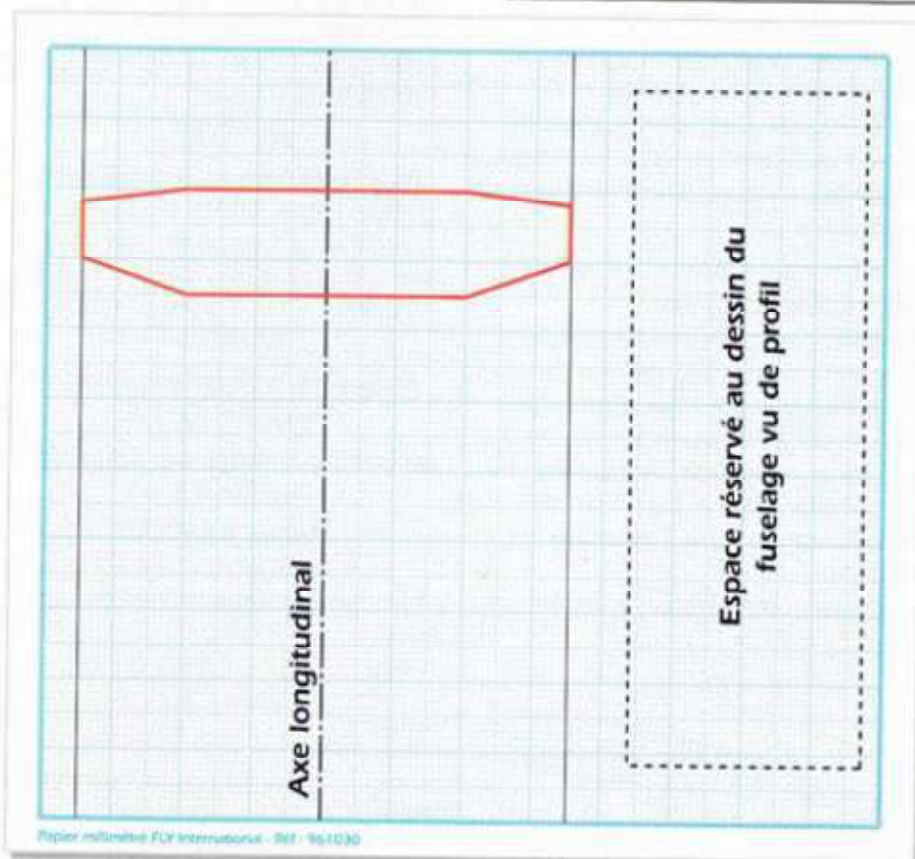
Vous avez dessiné une esquisse de votre aile et vous l'avez modifié jusqu'à ce que l'allongement et l'effilement correspondent au type de modèle que vous désirez. Forcez vos traits, et notez définitivement les valeurs de :

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

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

Corde moyenne = Surface / Envergure

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



## 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 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 position 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.



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°.

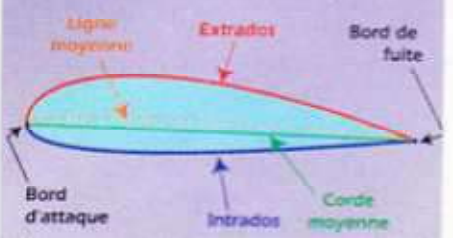
Vous avez choisi votre dièdre ? Vous pouvez dessiner une vue de face de la voilure.



## Le profil

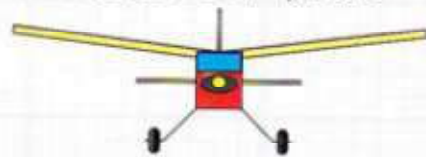
Rappelons ce qu'est le profil et ses éléments principaux :

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.

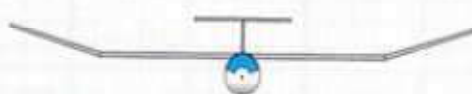


## Les valeurs courantes pour le dièdre

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°



Pour une telle aile, considérer cette corde dans le calcul de l'effilement



## Dossier spécial DESSINE TOI UN AVION

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, voltige 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...**  
Eppler 168 et 169, Naca 0012 ou 0015.

**Avions type fun fly, ou avions pour acro « 3D » :**  
Naca 0018 ou profils « perso » symétrique de 18 à 20 % d'épaisseur, à bord d'attaque très rond.

### - PLANEURS -

#### - MOTOPLANEURS -

**Planeur de début deux ou trois axes :**  
Eppler 205

**Planeur gratteur de petite taille (lancer main) et faiblement 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 modérément 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.

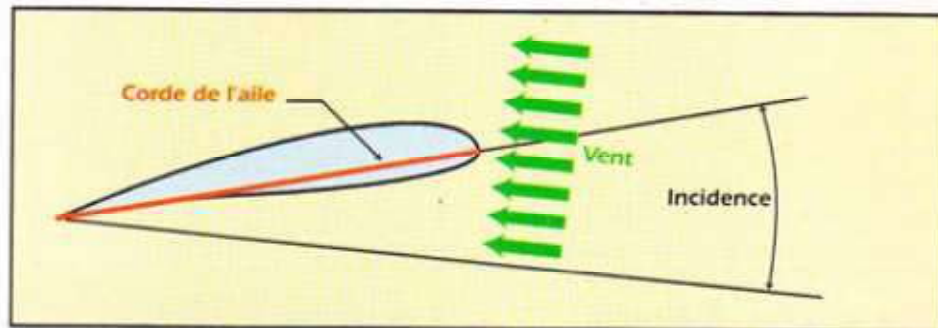
Bien entendu, ce sont des propositions qui n'ont pas la prétention d'être les seules solutions valables. Ce sont des choix que nous faisons régulièrement lors de la conception de nos modèles, destinés au loisir uniquement. La conception de modèle de compétition de haut niveau fait appel à des méthodes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

## Dessine moi un profil...

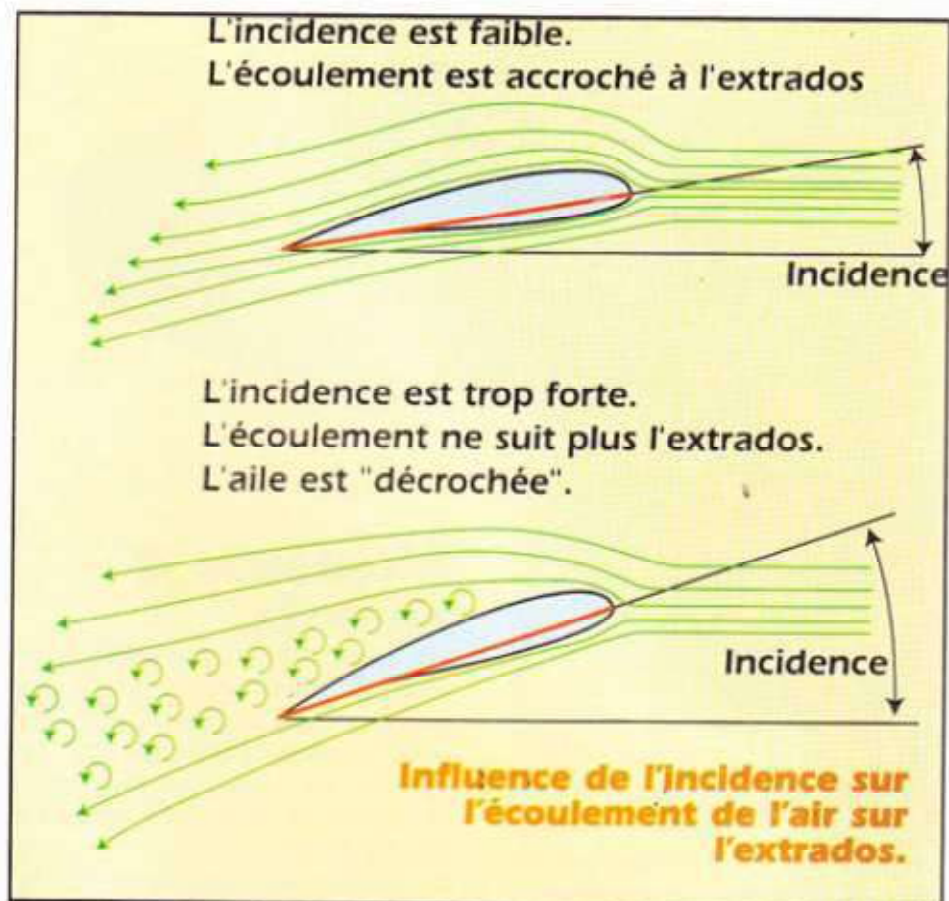
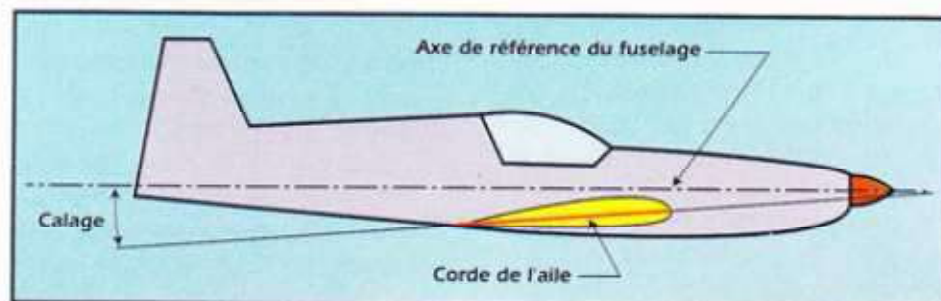
Pour vous simplifier la vie, vous trouverez à la fin de cette section sur l'aile les dessins d'un certain nombre des profils cités, dessinés à 150 mm de corde. Il sera alors facile à l'aide d'une photocopieuse d'obtenir le dessin de vos nervures en agrandissant ou en rétrécissant des tracés.

## 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 que le calage de l'aile par rapport à la référence fuselage. Nous parlerons plus loin de  $V_e$  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 désirer 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.



se, tendant à cintrer les ailes vers le bas. Par contre, sur des planeurs tels que les lancer-main, 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 (A droite) :

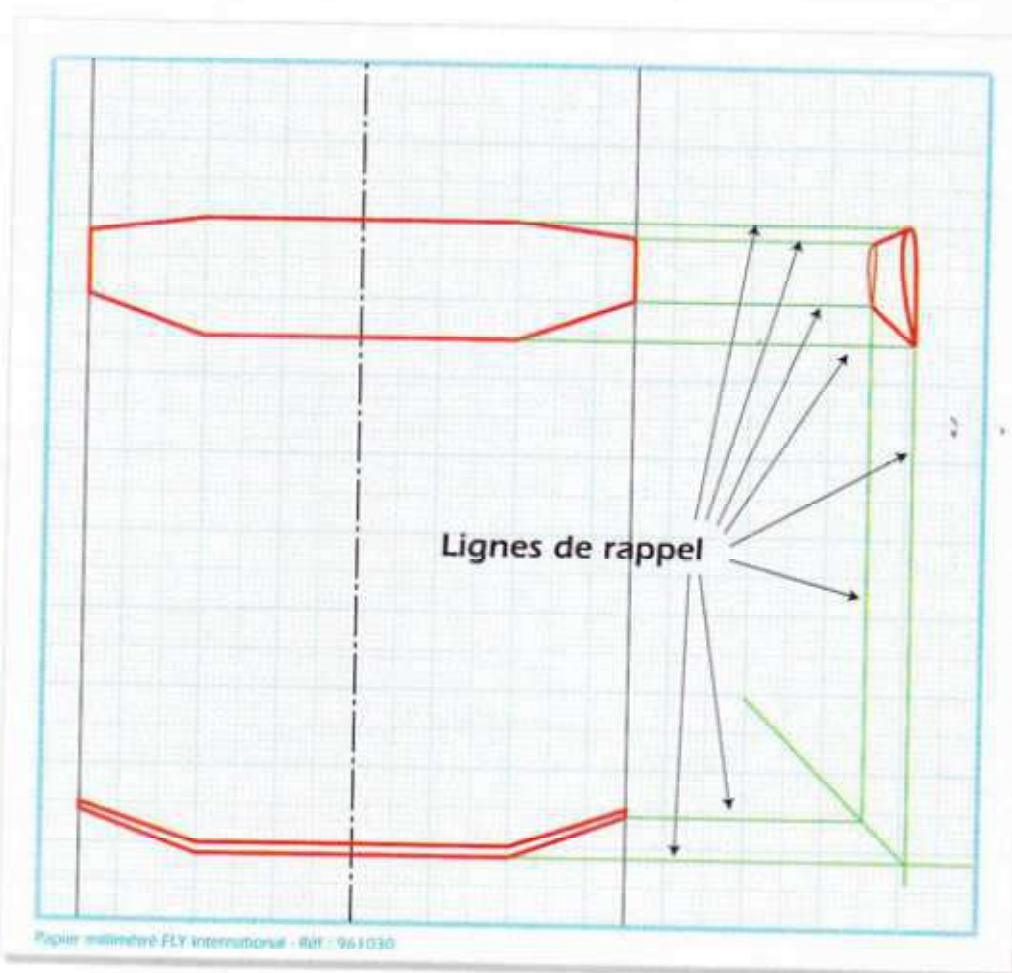
Pour assurer un dessin cohérent, utilisez des lignes de rappel entre les différentes vues.

Maintenant, votre voilure est complètement définie. L'étape suivante va consister à dessiner les empennages, puis le fuselage, et enfin le train d'atterrissage.

## 46 profils ...

D'accord, il existe beaucoup d'autres profils, mais vous allez trouver ci-dessous et dans les pages qui suivent de quoi équiper vos premières créations ! Tous les profils sont tracés à 150 mm de corde et il suffit de les passer à la photocopieuse pour les mettre à votre échelle.

Ici, le calage du saumon est plus faible que le calage de l'emplanture, le vrillage est dit "négatif".



**Le vrillage rend le décrochage plus doux.**

**Le dessin de votre aile est terminé. N'oubliez pas de noter toutes les valeurs choisies :**

- Envergure
- Cordes
- Corde moyenne
- Surface
- Allongement
- Effilement
- Profil (s) utilisé (s)
- Calage (s)

### Clark Y

Avions lents, avions de début, planeurs de début

### Naca 009

Avions rapides genre deltas, empennages

### Naca 0012

Avions rapides, empennages

### Naca 0018

Fun Fly, Avions d'acro lents ou très fortement motorisés.

### Naca 1410

Planeurs très rapides d'acro.

### Naca 2410

Planeurs de voltige



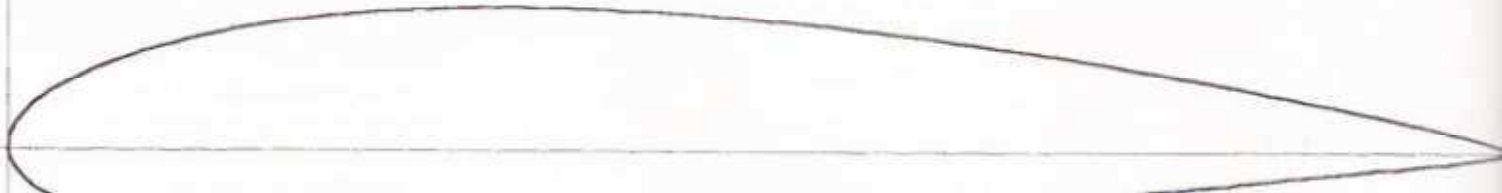
## Naca 2412

Avions de sport, planeurs de voltige



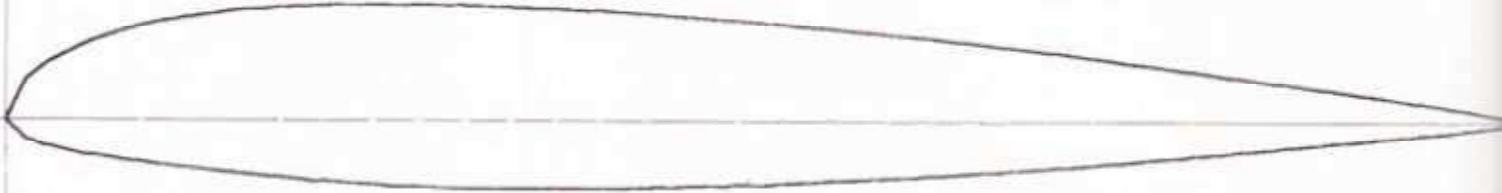
## Naca 2415

Avions de sport, maquettes



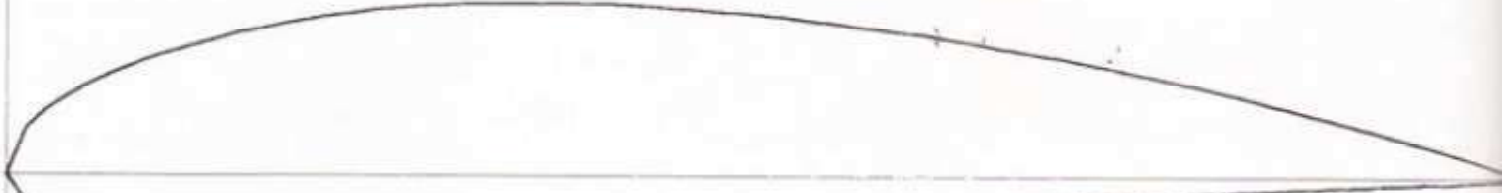
## Naca 23012

Profil à centre de poussée pratiquement fixe, mais décrochage brutal. C'est le profil du vrai Cap 10.



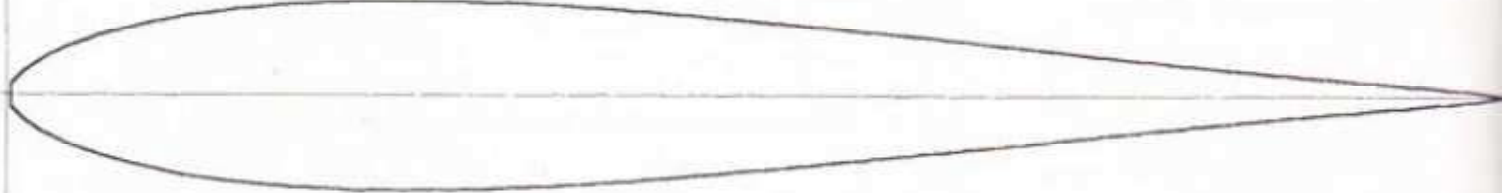
## Naca 4415

Pour avions lents, avions de début, petits gros légers. C'est le profil du vrai Pomer P 80.



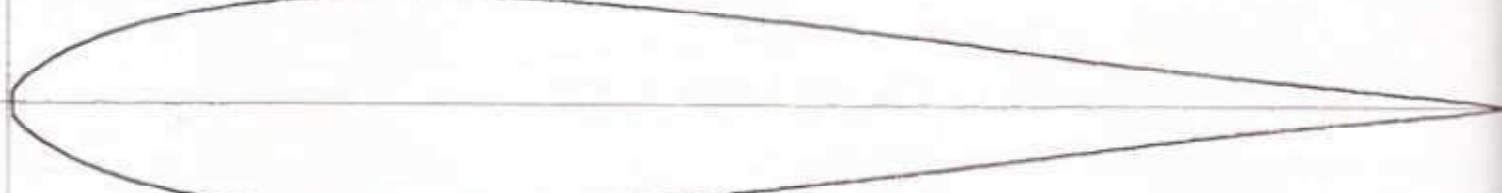
## Eppler 168

Pour avions de voltige, multiaxes



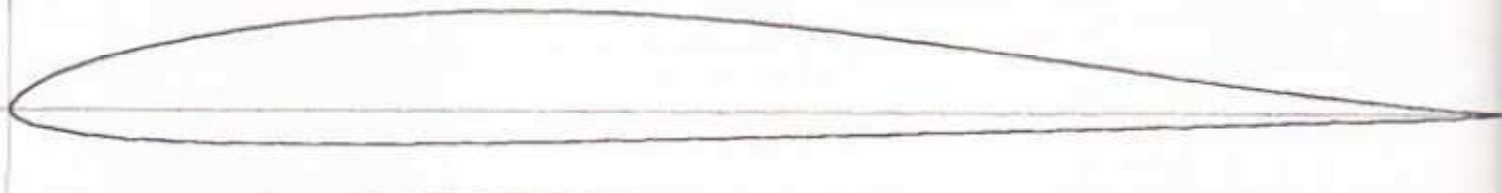
## Eppler 169

Pour avions de voltige, multiaxes



## Eppler 180

Avions très rapides, planeurs rapides ou à petit volume de stab.



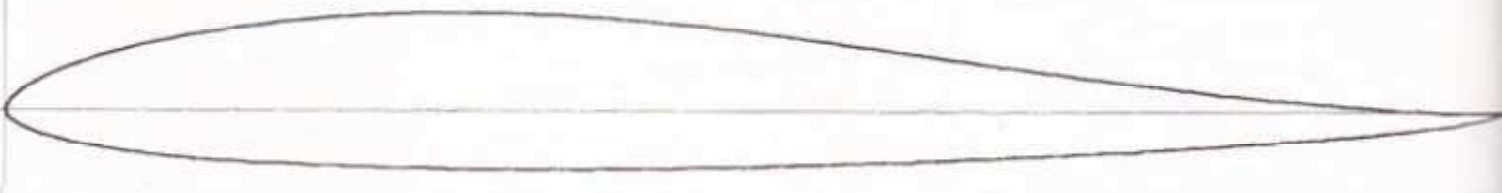
## Eppler 184

Ailes volantes droites, deltas



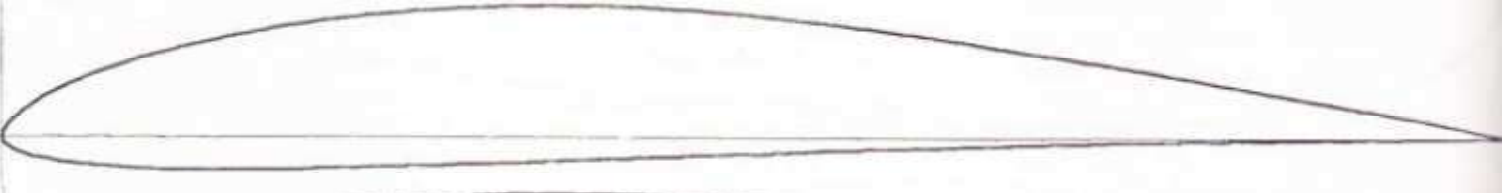
## Eppler 186

Ailes volantes droites



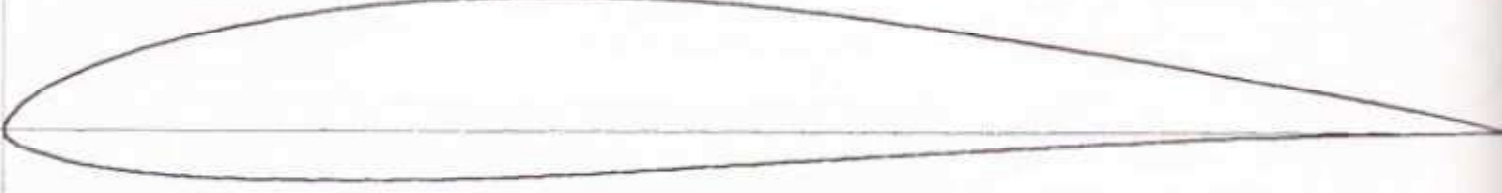
## Eppler 193

Planeurs pour thermique, planeurs de début, extrémités de grandes plumes avec E 203 et E 201 à l'emplanture.



## Eppler 201

Grands planeurs, voltige et thermique, profil intermédiaire entre E 203 et E 193.

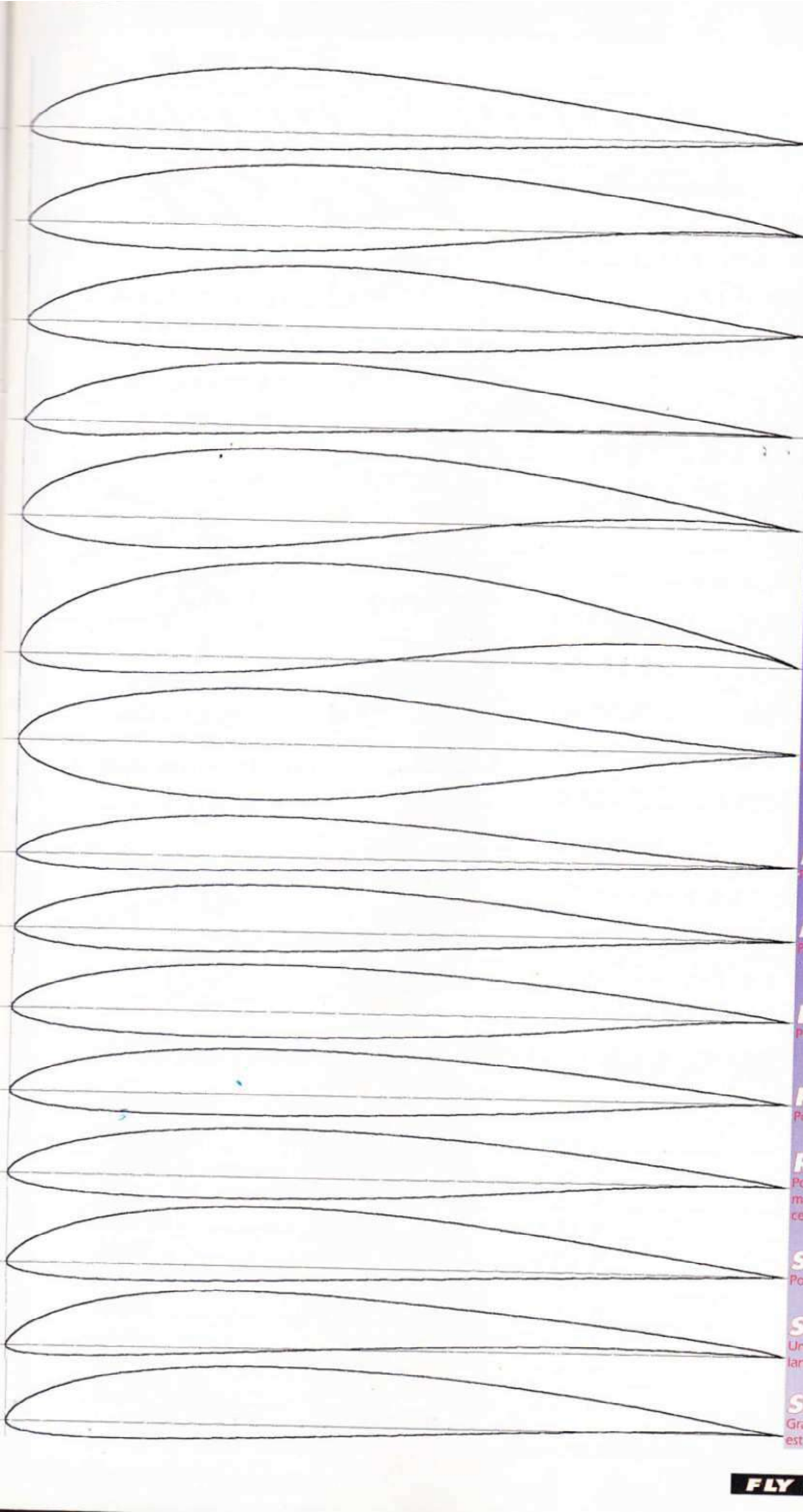


## Eppler 203

Grands planeurs, voltige et thermique, profil d'emplanture, pouvant aussi être utilisé seul. Très polyvalent.







### Eppler 205

Planeurs de début, planeurs pour thermique, profil très polyvalent, voisin de l'E 193. Facile à construire grâce à un long plat à l'extrados.

### Eppler 211

Excellent pour les mini planeurs rapides.

### Eppler 374

Planeurs de voltige, peu chargé, il est assez polyvalent.

### Eppler 387

Pour grands planeurs deux axes, très gracieux, n'aime pas les aller-retours (facet inverse).

### FX 60-126

Planeurs à voile de 2,5 m, aime être chargé, très gracieux.

### FX 63-137

Pour grands planeurs plus courts de 4 m, très gracieux, aime être chargé.

### FX L 142-K

Profil concis pour les empenages.

### MH 22

Profil pour racers.

### MH 43

Profil pour racers.

### RG 12

Pour planeurs rapides et de voltige.

### RG 14

Pour planeurs rapides et de voltige.

### RG 15

Pour planeurs rapides et de voltige, mais aussi adapté aux planeurs lancer-main.

### Selig 3021

Pour grands planeurs de F3J.

### Selig 4083

Un must en matière de planeurs lancer-main.

### Selig 7037

Grands planeurs de F3J, aminci, est adapté au lancer-main.



## HQ 1,5-10

Planeurs rapides et de voltige

## HQ 2 - 10

Planeurs rapides et de voltige polyvalent et assez gracieux à moulinement chargé

## HQ 2 - 12

Planeurs polyvalents, assez rapides

## HQ 2,5 - 10

Polyvalent, pour planeurs de 2,2 à 3,5 m, agréable à utiliser avec volets

## HQ 2,5 - 12

Idem au 2,5-10, pour l'emplanture

## HQ 3 - 10

Pour planeurs au dessus de 3 m très porteur

## HQ 3 - 12

Idem HQ 3-10, pour l'emplanture

## HQ 3,5 - 10

Pour les grandes plumes, comportement voisin du FX 60-126. Doit être assez chargé

## HQ 3,5 - 12

Pour grandes plumes, à charger au moins à 60 g/dm<sup>2</sup>

## Ritz 1-30-10

Planeurs de voltige jusqu'à 2,5 m

## Ritz 2-30-12

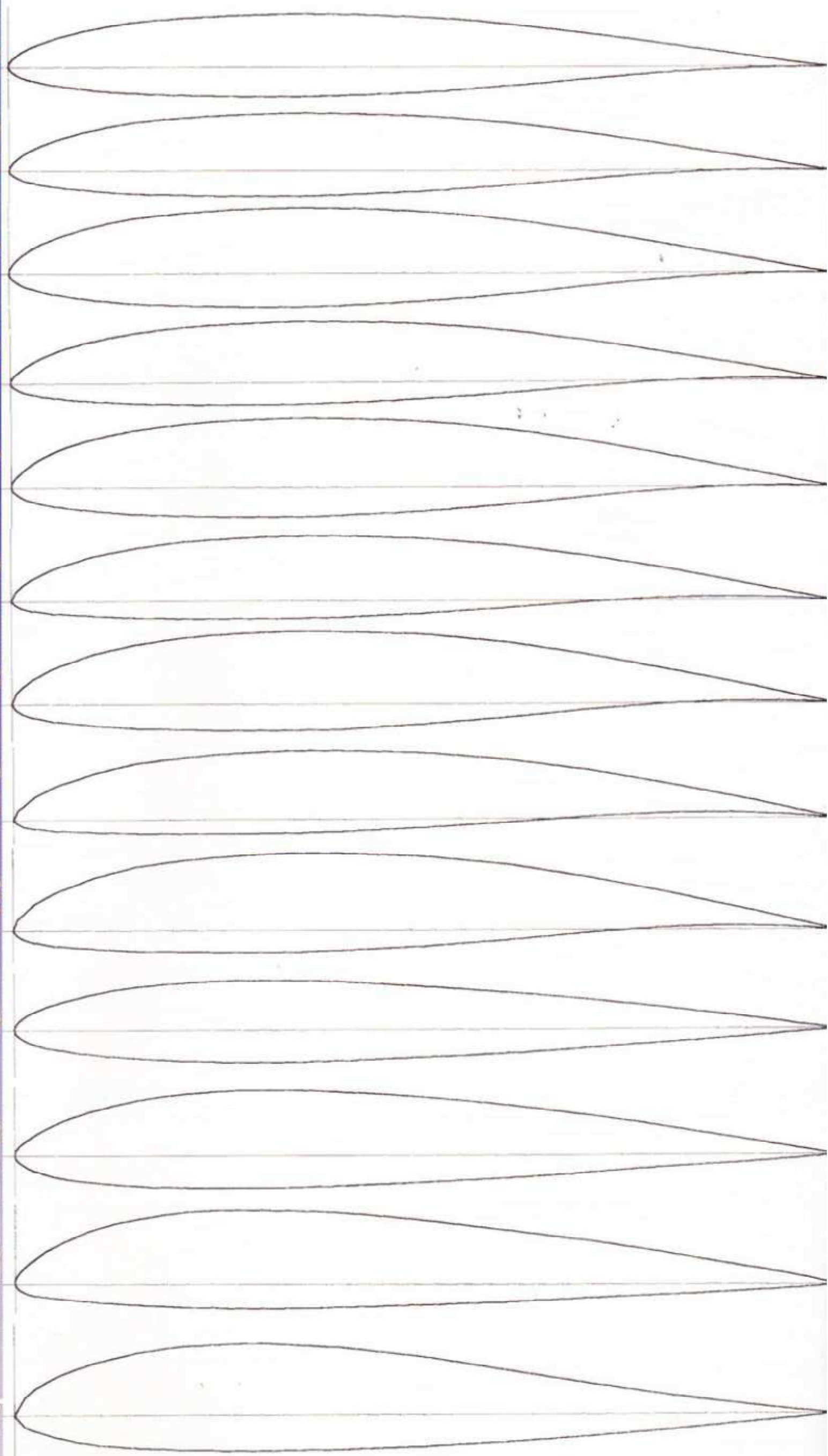
Planeurs de voltige assez grands genre Alpina

## Ritz 3-30-12

Grands planeurs, maquettes

## Horten ST

Pour ailes volantes, autostable





**Dossier spécial**  
**DESSINE TOI**  
**UN AVION**

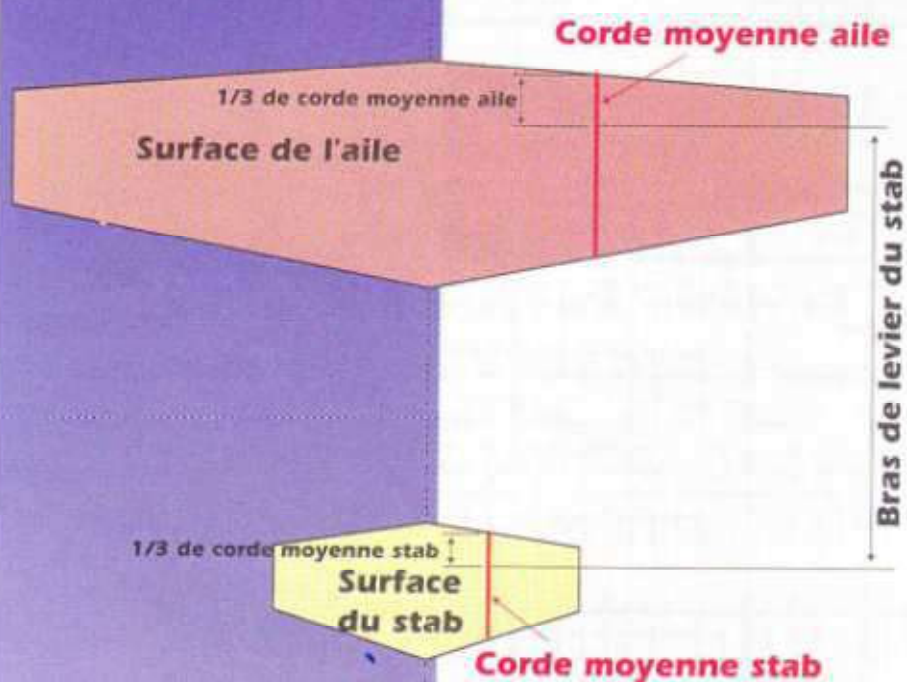
**Bon ! L'aile est dessinée, il faut que le futur avion ou planeur soit stable et vole droit. Pour cela, nous allons dimensionner et positionner les empennages. Là encore quelques recettes simples vont guider votre crayon pour dessiner ces éléments vitaux.**

# 2 - L'élément stabilisateur : les EMPENNAGES

## Le volume de stab

Voilà un terme qui revient souvent dans le langage modéliste ! Le volume de stab n'est pas à proprement parler un volume au sens propre, mais comme il dépend d'une surface et d'un bras de levier relatif, on a vite assimilé le résultat du calcul à un volume. En fait, il s'agit d'un chiffre sans unité, mais pas sans signification, loin de là. Tout d'abord, rappelons la formule simple qui permet de calculer le volume de stab. Il vous faut : la surface de l'aile, la surface du stab, le bras de levier entre l'aile et le stab, et la corde moyenne de l'aile. Ensuite, on calcule en suivant la formule en gras ci-dessous :

$$V_{stab} = \frac{\text{Surface aile} \times \text{Bras de levier}}{\text{Surface stab} \times \text{Corde moyenne aile}}$$



Vous me direz, « Je ne connais pas ma surface de stab puisque c'est elle que je cherche à déterminer. C'est exact », mais comme vous ne connaissez pas non plus le bras de levier... Solution empirique, mais qui marche, dessiner un premier stab qui soit à votre goût esthétique et calculez le volume de stab correspondant. S'il est trop faible, soit vous augmentez le bras de levier, soit vous augmentez la surface, et vous recommencez comme cela jusqu'à arriver à un résultat correct.

## Des valeurs sûres !

En fait, le volume de stab conditionne directement la stabilité et la facilité de pilotage de l'avion. Plus le

stab est grand, plus le bras de levier est grand et plus l'avion est stable en tangage.

Vous pouvez aussi retourner la formule, vous fixez un bras de levier, un volume de stab (voir ci-dessous la valeur à choisir) et calculez la surface de stab à obtenir. Dans ce cas, la formule devient :

$$\text{Surface stab} = \frac{(\text{Surface aile} \times \text{Bras de levier})}{(V_{stab} \times \text{Corde moyenne aile})}$$

On pourrait faire systématiquement trop grand, mais ce ne serait pas esthétique, et ça conduirait à des gouvernes désagréables, trop lourdes. En fonction du type de modèle et de profil utilisé sur l'aile, on connaît par expérience des valeurs « qui vont bien » et qu'il convient d'approcher pour obtenir à coup sûr un avion qui vole. Voici ces valeurs « refuges » :

**Avion de début à aile haute, avion de transition, avion de sport :**

$V_{stab}$  entre 0,6 et 0,7.

**Multi F3A :**

$V_{stab}$  proche de 1.

**Biplan :**

$V_{stab}$  entre 0,5 et 0,6.

**Planeur de début, deux axes :**

$V_{stab}$  de 0,55

**Planeur à profil très porteur genre FX 60-126, HQ 3,5-12 :**

$V_{stab}$  de 0,5 à 0,6

**Planeur polyvalent à profil genre E 205, HQ 2-10 :**

$V_{stab}$  de 0,45 à 0,5

**Planeur à profil à faible courbure, pour la voltige et le vol rapide, genre HQ 1,5-10, Ritz 1-30-10 :**

$V_{stab}$  de 0,35 à 0,45.

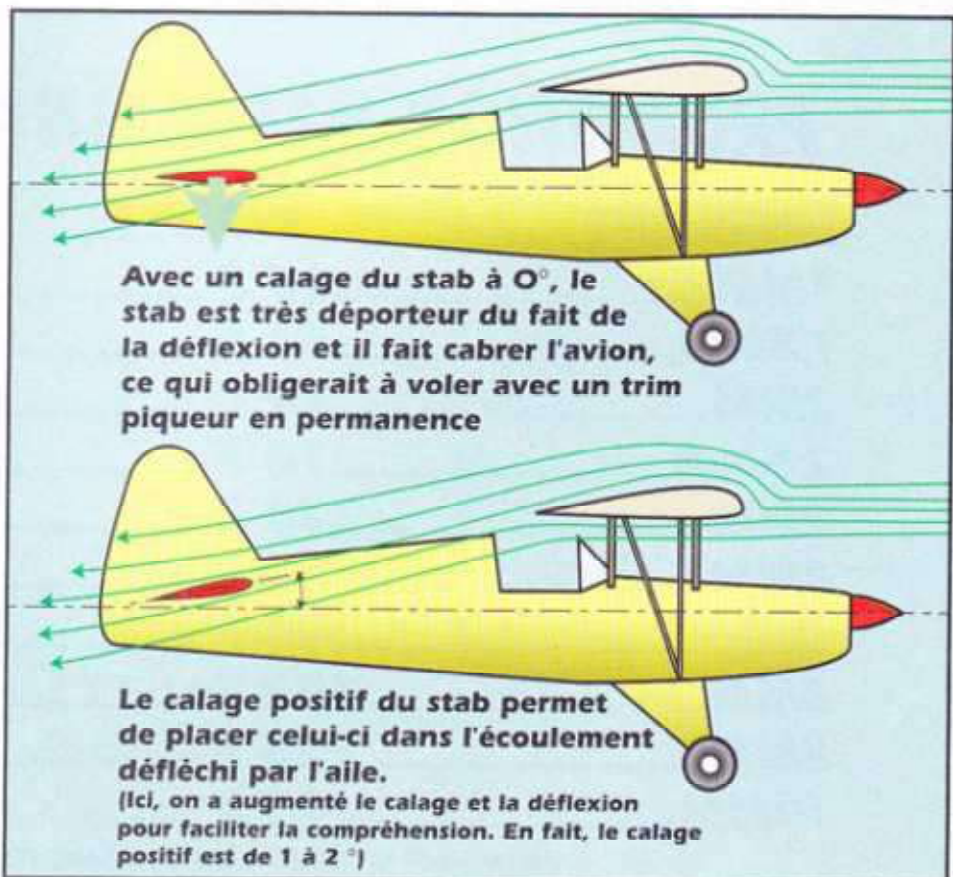
## Le calage du stab

Comme l'aile, le stab doit être calé pour voler avec une incidence correcte. En règle générale, le calage du stab est de 0°. Cependant, il existe deux exceptions :

- Les planeurs à stab porteurs, qui sont centrés très arrière et dont l'empennage horizontal possède un profil porteur, généralement plan convexe. Dans ce cas, on cale l'intrados du stab à 0°.
- Les biplans ou avions à aile placée



très haute, équipés de profils très porteurs. Avec ce type de géométrie, l'aile supérieure provoque une très forte déflexion vers le bas des filets d'air et il est indispensable de placer le stab de telle façon qu'il soit sensiblement à incidence nulle « dans » ces filets d'air. Cela conduit à donner un calage positif au stab. On a l'impression que le stab est porteur, il n'en est rien, on l'a amé-





nagé pour qu'il soit toujours neutre. Des avions comme le Piper J3 ou le Fokker Triplan sont des exemples types d'avions qui ne volent bien que si le stab est calé positif.

## La forme en plan

La forme du stab viendra principalement de vos choix esthétiques, mais aussi du côté pratique pour passer les commandes par exemple. Par rapport à l'aile, l'allongement sera nettement plus faible, rarement supérieur à 5.

## Vu de côté

Il faut aussi positionner le stab en « hauteur », par rapport à l'axe fuselage. Là, tout est possible, depuis le stab aligné sur l'aile, jusqu'au stab en T, perché en haut de la dérive. Pour la voltige, le mieux est un stab pratiquement sur l'axe fuselage, qui donne moins la sensation (pas toujours justifiée) de désaxe ou de barrique. Un stab placé très bas sur une aile basse risque d'être pris dans les turbulences de l'aile, et de toucher facilement le sol à l'arrondi.

## La dérive

Son rôle est d'assurer la stabilité de cap. Sa surface sera en général de 35 à 50 % de celle du stab. Une trop grande surface n'est pas souhaitable, car elle rend délicat la tenue d'axe par vent de travers au décollage et à l'atterrissage par effet de girouette.

Un point très important dans le dessin de la dérive est sa position et sa forme par rapport au stabilisateur. En effet, ces éléments conditionnent directement la qualité des vrilles et la faculté à en sortir. Méfiez-vous des stabs qui « masquent » la dérive.

## Profil

Les empennages peuvent utiliser un profil « planche », facile à construire. Pour une meilleure efficacité, on peut leur donner un profil, biconvexe symétrique. Le plus courant est sans doute le Naca 009 (voir pages précédentes).

Voilà, avec ces éléments, votre dessin d'avion va pouvoir devenir ceci (à droite) :

Notez bien vos surfaces d'empennages, le volume de stab obtenu, le (s) profil (s) choisi (s).

## Gouvernes

Maintenant, nous avons l'ensemble des surfaces portantes et stabilisatrices mises en place. Mais notre avion va devoir être piloté, et pour cela, il lui faut des gouvernes. Voyons quelles proportions leur donner. Il va de soi que selon la destination de la machine, les gouvernes seront plus ou moins grandes !

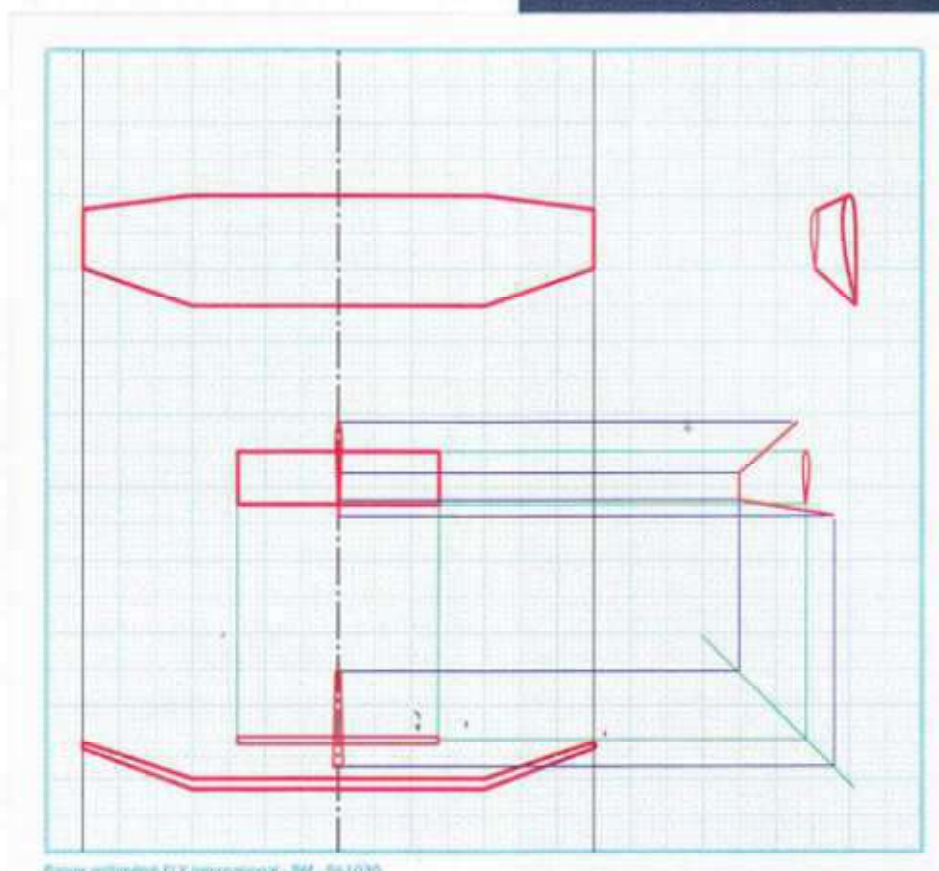
## Profondeur

Pour un avion classique, la gouverne de profondeur représentera 25 à 30 % de la surface du stab. Même chose pour un multi F3A.

Pour un avion de voltige capable de figures plus violentes, déclenchées, on aura une profondeur représentant environ 40 % de la surface totale du stab.

Pour un fun fly, la profondeur représentera 60 à 70 % de la surface totale de stab.

A noter que l'on peut avoir 100 % de surface mobile, mais avec de faibles débattements, c'est ce qu'on appelle un stab « monobloc ». Courant en planeur, il a l'avantage d'être facile à démonter. Il est plus rare en avion, car les vibrations obligent à une articulation beaucoup plus rigide qu'en planeur.



Papier millimétré FLY International - Ref : 961030

## Direction

Le volet mobile représentera environ 30 % de la surface totale pour un avion classique. Pour la voltige, comptez 50 à 60 %. Pour un fun fly ou du vol 3D, prenez carrément 80 %. On peut aussi trouver des empennages verticaux monoblocs, mais attention à la fixation ! C'est le cas du Jodel D 112 par exemple.

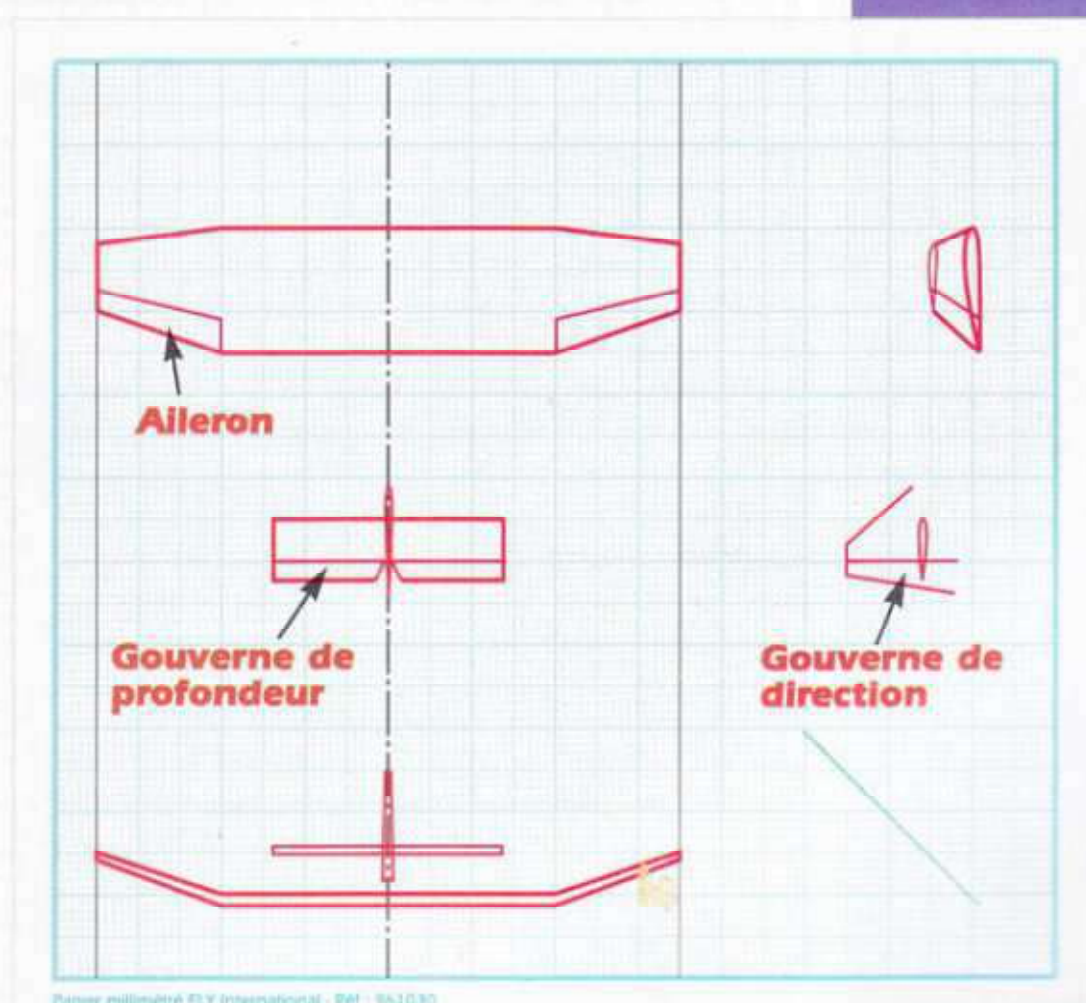
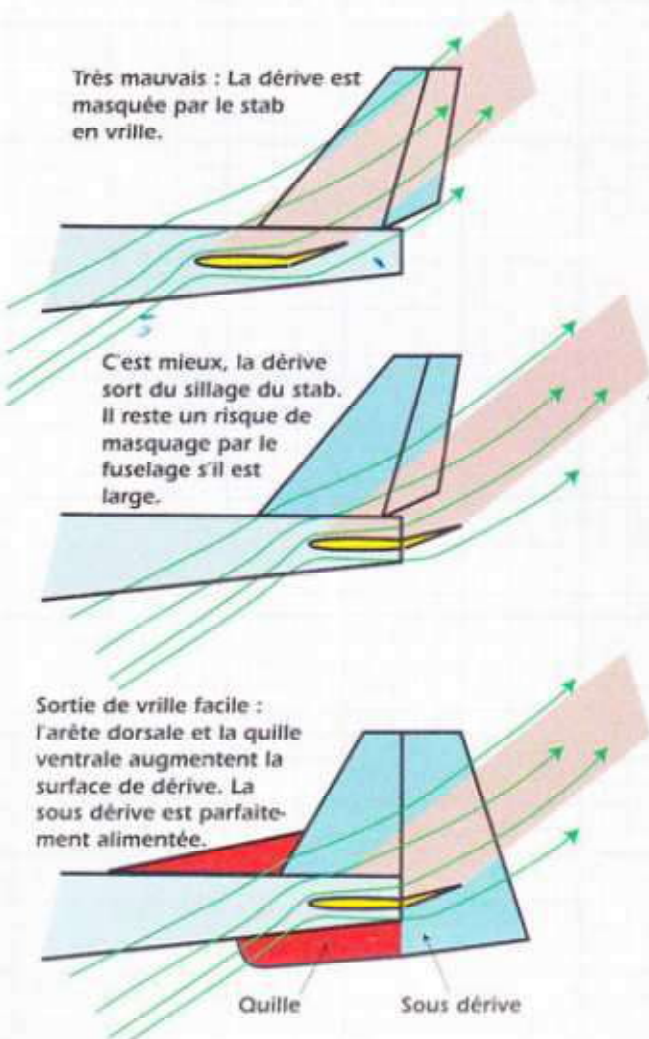
## Ailerons

Retour sur l'aile. Deux types d'ailerons se rencontrent couramment : les full-span qui courent sur toute l'envergure. Leur profondeur est de 15 à 20 % de la corde moyenne en général, et de 30 % pour un fun fly. Les full span sont en moyenne modérément efficaces et génèrent du lacet inverse, surtout sur les profils plan convexe. Par contre, ils sont

faciles à commander par un servo central et des barres de torsion. Les ailerons en bout d'aile, plus agréables à mon sens, même s'ils sont un peu plus difficiles à commander, font généralement 25 à 27 % de la corde. Pour une aile trapézoïdale, cela veut dire qu'ils sont de profondeur variable. En envergure, ils occuperont 40 à 60 % de l'envergure.

Là encore, la solution « monobloc » existe, avec les ailes entièrement mobiles. On l'appelle « incidence variable ». Elle est uniquement utilisée en planeurs, pour de petites machines, avec des profils à faible variation du centre de poussée genre Ritz 1-30-10 par exemple. Avantage : pas de traînée due à l'articulation.

Votre plan évolue et donne ceci (ci-dessous) :



Papier millimétré FLY International - Ref : 961030

Bon, avouez que ça commence à ressembler à un avion. Il manque un truc, ça doit être un fuselage...



Puisque nous avons déterminé dans les pages qui précèdent les surfaces portantes de notre projet, nous allons pouvoir faire une estimation du poids auquel il faudra parvenir pour que notre modèle vole conformément aux espérances. C'est ce poids en fonction des dimensions du modèle qui va vous guider dans les choix du type de structure à envisager. Le choix des matériaux sera également issu du calcul du poids.

# 3 - Elément de poids LA CHARGE ALAIRE

## La valeur importante : La charge alaire

C'est une grandeur facilement mesurable, puisqu'il suffit de diviser la masse exprimée en grammes par la surface de l'aile exprimée en décimètres carrés.

$$\text{Charge alaire} = \frac{\text{Masse}}{\text{Surface}}$$

La charge alaire est un élément déterminant quand à la vitesse de vol de l'avion ou du planeur. Principalement d'ailleurs dans le domaine de la vitesse minimale, et donc pour la facilité en approche. Plus la charge alaire est faible, plus la vitesse de décrochage le sera aussi.

Selon le type de modèle envisagé, il existe une plage de charges en dessous de laquelle le modèle sera soit irréalisable, soit pas assez robuste, soit encore trop léger et « papillon » (cas fréquent en planeur avec des profils très porteurs sur de grands

modèles), et au dessus de laquelle le modèle deviendra vicieux, décrochera à tout bout de champ, et devra être amené à l'atterrissage avec une vitesse très élevée.

## Choisir une charge alaire

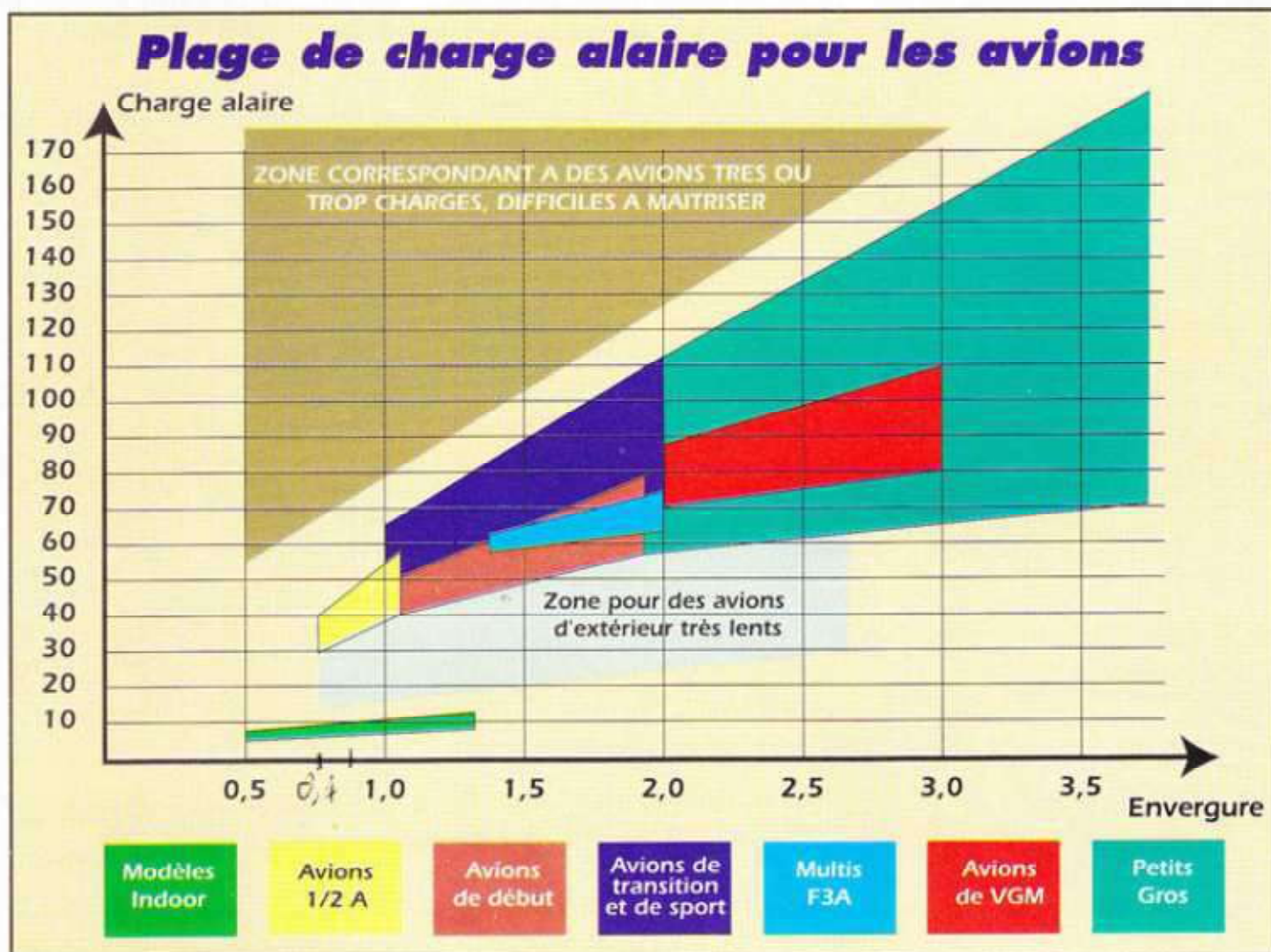
Le problème serait simple si pour une taille donnée, il y avait une charge alaire idéale. Mais le type de profil utilisé, le style d'évolutions recherchées et la taille influent sur la charge alaire optimale. Imaginez par exemple qu'un avion de tourisme grandeur de 10 mètres d'envergure peut selon les modèles être chargé entre 50 et 120 kg/m<sup>2</sup>, soit 500 à 1200 g/dm<sup>2</sup>. Les mêmes modèles réduits à une envergure de 1,5 m devront être chargés entre 50 et 80 g/dm<sup>2</sup> pour retrouver un vol se rapprochant de l'original. Pas simple ! Un planeur modèle réduit équipé d'un RG 15 devra être chargé à 15 g/dm<sup>2</sup> s'il s'agit d'un lancer-main de 1,5 m d'envergure, mais à 40 ou 45 g/dm<sup>2</sup> s'il s'agit d'un planeur de voltige de 2 mètres. S'il est

possible d'approcher par des calculs complexes la charge alaire optimale, il est bien plus facile de se référer à l'expérience acquise en consultant les caractéristiques de modèles connus qui fonctionnent bien. Nous avons réalisé les trois graphiques présentés ici pour vous faciliter la vie. Il suffit de connaître l'envergure et la destination du modèle pour trouver directement une charge alaire mini et une charge alaire maxi. A vous de construire de telle façon que le modèle soit dans cette fourchette.

## En planeur

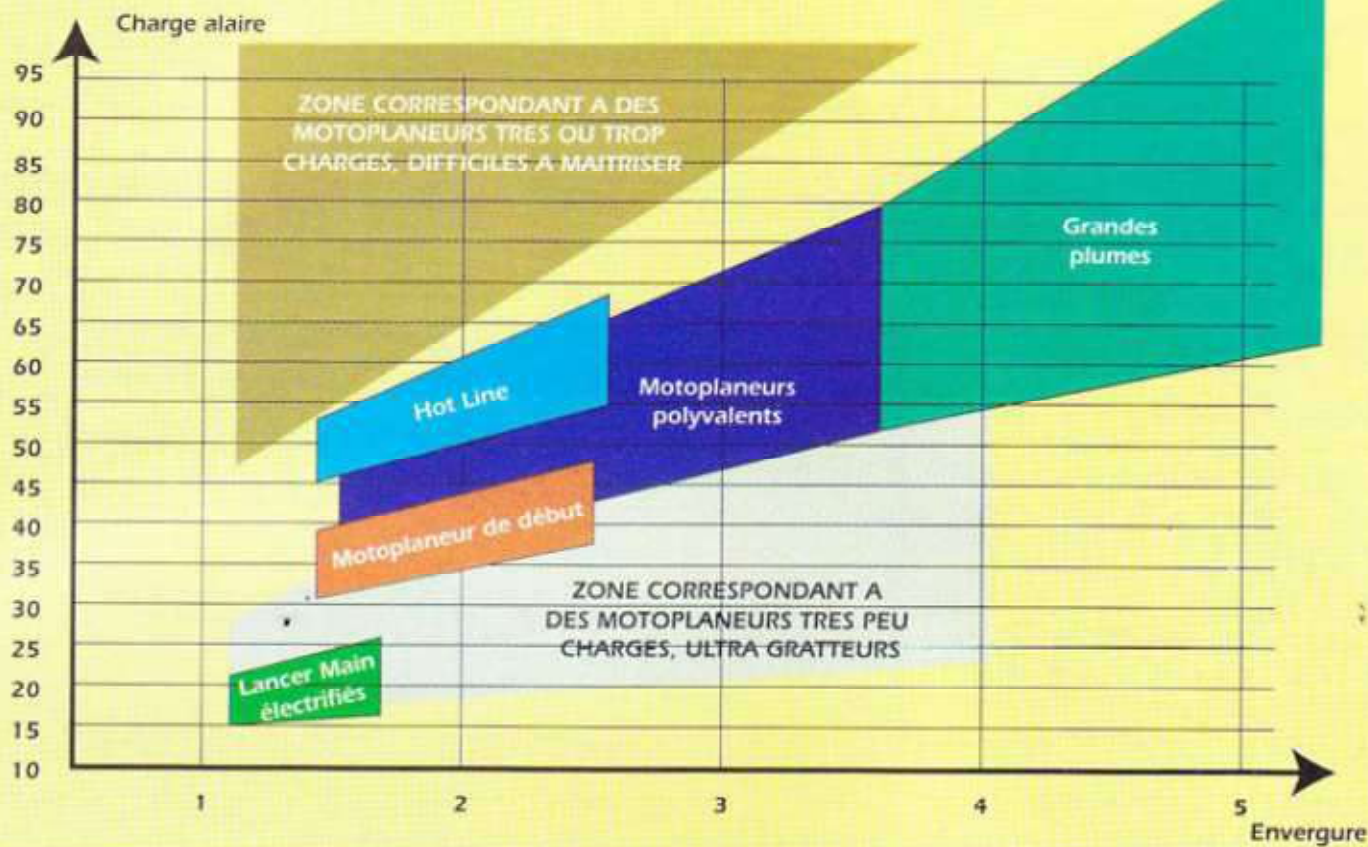
En avion, le choix de profil et leurs caractéristiques sont peu sujets à de gros écarts. En planeur, il peut en aller tout autrement et il est bon de préciser un peu les choses, principalement pour les planeurs dits « polyvalents », d'envergures comprises entre 2 et 3,5 m. On peut obtenir des résultats voisins avec différents profils, mais pas à la même charge alaire.

Les profils Ritz sont très agréables à





## Plage de charge alaire pour les moto planeurs



condition d'être chargés modérément. Par exemple, pour une planeur de 4 mètres, une charge de 45 à 55 g/dm<sup>2</sup> est parfaite. Un HQ 3,5-12 ou un FX 60-126 sont des profils très porteurs, à ligne moyenne très cambrée. Ils doivent impérativement être chargés pour avancer, ce qui ne les empêchera pas de gratter honorablement. Le même 4 mètre avec de tels profils sera à l'aise à 60-75 g/dm<sup>2</sup>. En dessous, ça vole, mais c'est un papillon qui n'avance pas et n'a pas de trajectoire. Prenons le cas d'un 2,5 m gratteur, avec un E 205, on sera parfait à 35 g/dm<sup>2</sup>, et avec un HQ 2,5-10, il

faudra monter à 45 g/dm<sup>2</sup> pour retrouver de bonnes transitions entre les pompes.

### Centrage

La charge alaire est un point, le centrage a aussi son importance. Un dossier complet sur le centrage sera édité prochainement. Mais en attendant, on peut noter que plus les profils ont une ligne moyenne galbée, plus ils supportent un centrage arrière (avec un grand volume de stab). En avion, avec des profils symétriques, le centrage est régulièrement voisin de 30 %. Avec un pro-

fil plan convexe, on recule à 33 %. Pour des maquettes dont le stab est petit, on est amené à avancer le centrage parfois jusqu'à 20 % (Racers entre autres).

En planeur, les profils type Eppler et Ritz ont un centrage voisin de 33 à 35 % à affiner en vol. Les profils très cambrés comme le FX 60-126, le HQ 3,5-10 ou 3,5-12 sont meilleurs centrés entre 35 et 40 %.

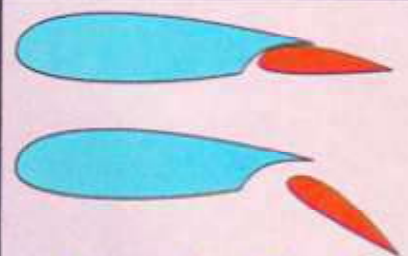
Cas particulier, les ailes volantes qui doivent être centrées très en avant, en général 15 à 17 % de la corde moyenne.

Placez approximativement le point de centrage sur votre plan, car cela

va vous guider pour la répartition des éléments dans le fuselage.

### Et les volets ?

Beaucoup pensent que si on fait un avion trop chargé, il suffit de l'équiper de volets hypersustentateurs pour que l'atterrissage devienne plus facile. Ce n'est qu'en partie vrai. Les volets peuvent apporter une portance supplémentaire non négligeable. Mais en contre partie, il va falloir alourdir encore un peu la structure pour les installer et rajouter un servo ou deux... Et puis bien souvent, une réalisation simple se contente de provoquer plus de traînée que d'ajouter de la portance. Seuls de bons volets Fowler, à fente, apportent une vraie portance supplémentaire, mais cela doit être conçu dès le départ. Exemple typique, le Wilga de JME, capable de voler à des vitesses ridiculement faibles, malgré une charge alaire dépassant les 120 g/dm<sup>2</sup> pour un modèle de 12 kg passés et de 2,8 m d'envergure.



**Les volets Fowler sont les plus efficaces pour augmenter la portance.**

### Pensez charge alaire plus que poids

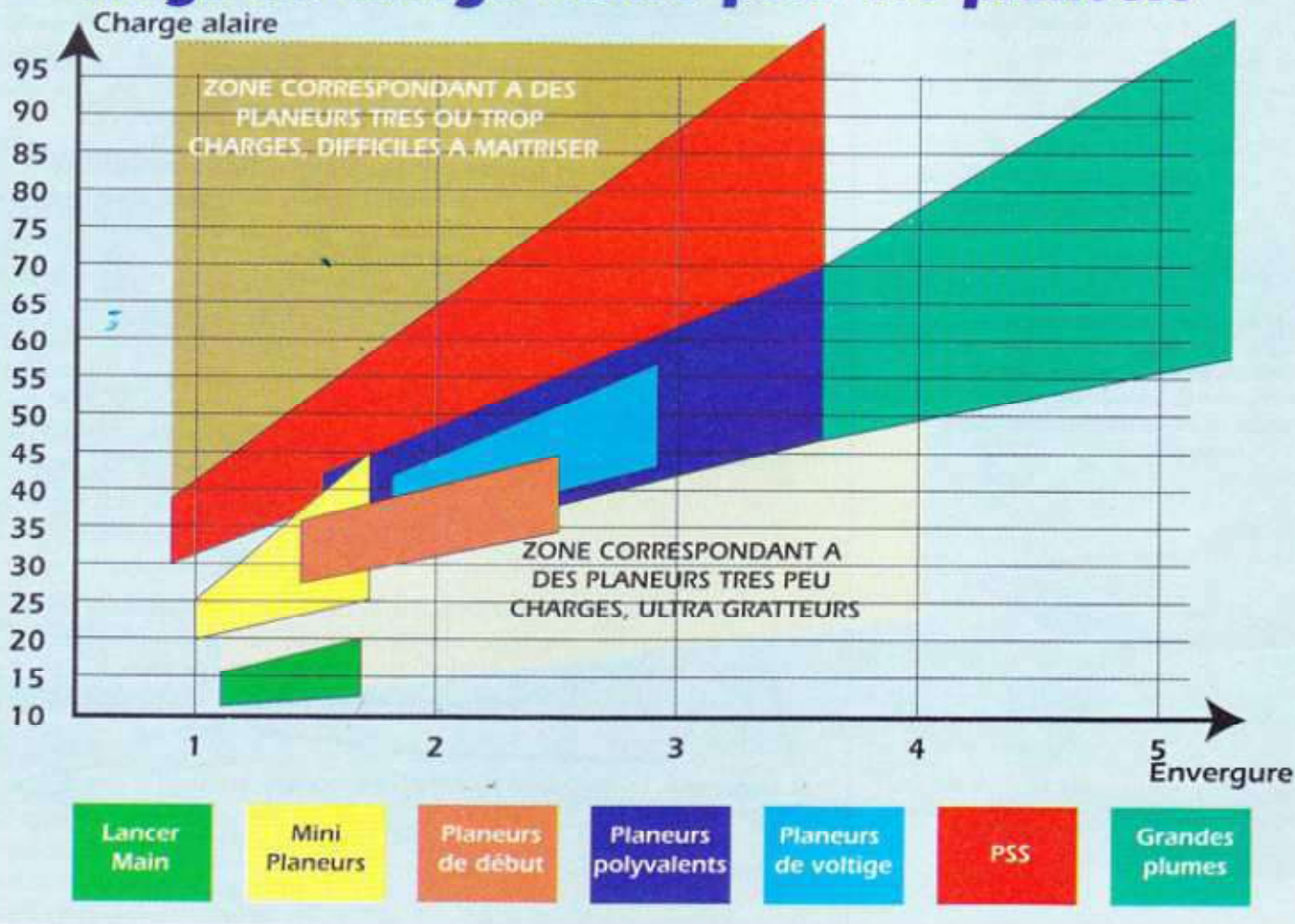
En effet, le poids d'un modèle peut parfois faire peur, mais si la surface est confortable, pas de problème. Exemple, le Spad présenté dans ce numéro : le poids de 13 kg pour un avion de 2 mètre semble énorme. Mais avec plus de 150 dm<sup>2</sup>, l'avion est chargé à seulement 81 g/dm<sup>2</sup>, ce qui pour cette taille est même faible. Résultat, un vrai planeur !

A contrario, méfiez-vous d'avions maquette, du style Rallye ou TB 10 : ceux-ci ont une aile à grand allongement et un fuselage bien dodu. Pas facile du tout de les sortir à une charge alaire raisonnable !

### La corde arrange tout

Pour un avion d'envergure donnée, plus la corde est grande et plus le modèle peut supporter une charge alaire élevée. C'est idiot puisque plus on met de la corde, plus on met de la surface, et moins forte sera la charge alaire. Mais cela montre qu'il suffit parfois de 10 à 15 % de corde pour que la charge diminue un peu et que le rendement de la voilure soit grandement amélioré. C'est la raison pour laquelle on triche si souvent les cordes sur les semi-maquettes.

## Plage de charge alaire pour les planeurs





L'aile et les empennages sont déterminés, mais il reste à les réunir. C'est le rôle du fuselage. Mais celui-ci doit faire plus : il doit recevoir la motorisation, le réservoir, l'ensemble radio. De plus, il va avoir un rôle important : celui de rendre votre création belle à regarder si possible.

Et puis, de ses proportions va dépendre le fait que le centrage soit facile ou qu'il nécessite beaucoup de lest.

# 4 - Relier le tout

## Le FUSELAGE

### La règle des tiers

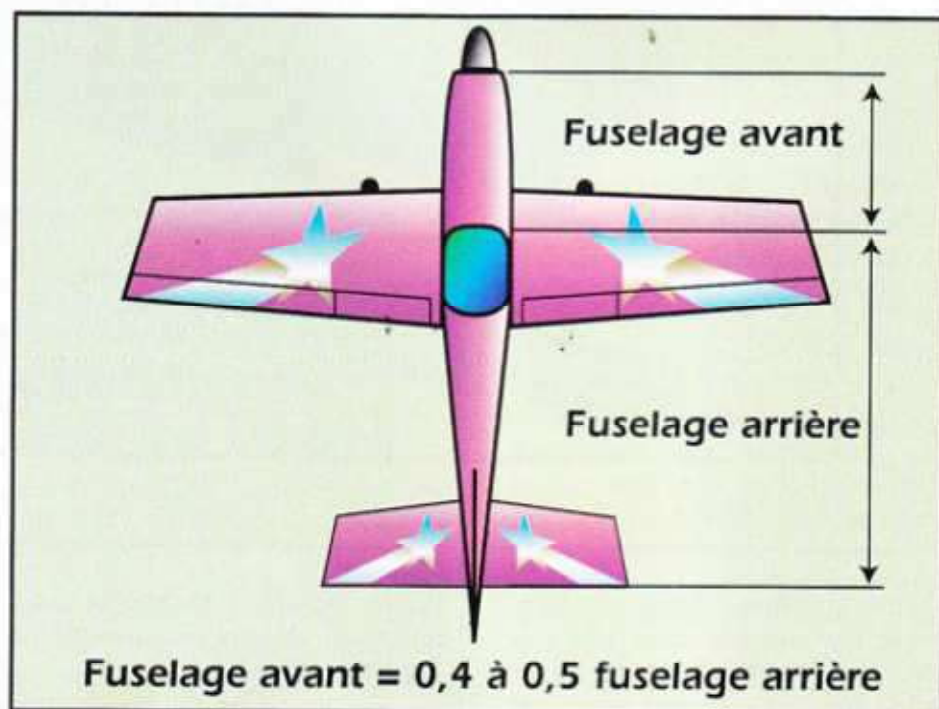
Vous le savez certainement, on parle souvent de centrage au « tiers avant de l'aile ». Et bien cette répartition de la voilure 1/3 devant le centre de gravité, 2/3 derrière, va pouvoir s'appliquer aussi au fuselage. Un tiers du fuselage sera situé devant le centre de gravité, deux tiers seront situés derrière. C'est simpliste, mais ça donne de bons résultats. Pour des avions aux belles trajectoires, on a tendance à allonger l'arrière et à construire léger. On peut aujourd'hui dire que la longueur avant est comprise entre 0,4 et 0,5 fois la longueur arrière.

Cela veut dire que si vous avez un grand bras de levier pour le stab, il va falloir aussi un long nez pour que le poids du moteur équilibre facilement le poids de l'arrière du fuselage.

Pour des modèles électriques, vous pouvez légèrement raccourcir la longueur du nez, les moteurs étant en général assez lourds.

### L'allure de vol

Comme moi, vous avez souvent entendu dire « cet avion vole queue basse », ou « queue haute » d'ailleurs. Le phénomène est la plupart du temps mis sur le compte du centrage, ce qui n'a absolument rien à voir. Nous avons élaboré notre aile et un élément important, son calage. A partir de là, notre avion doit voler avec l'aile dans la position choisie. Il suffit de dessiner l'avion autour de l'axe de référence pour lui donner un look queue haute ou queue basse selon les



goûts. En général, un modèle est plus esthétique s'il vole « queue haute ». Par contre, pour des modèles destinés à de la perfo en vitesse, le fuselage doit trainer le moins possible et être très aligné sur l'axe de référence, ce qui a tendance à donner une allure queue basse, mais c'est la rançon des performances.

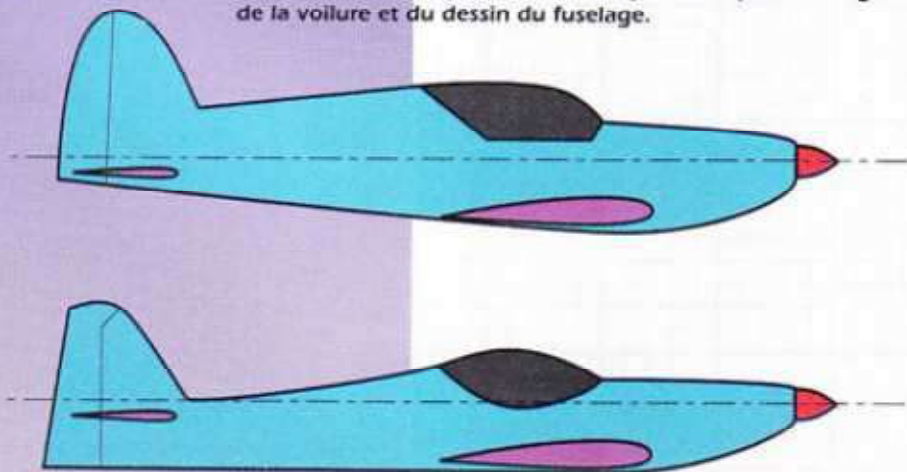
### La répartition des surfaces

La surface latérale a une grosse importance. Selon son importance

et sa répartition, elle va influencer sur les capacités à rouler droit du modèle par vent de travers, sur la facilité à se tenir en virage sans « glisser », et pour les modèles de voltige sur la capacité à tenir en vol tranche, figure délicate, qui conditionne aussi la facilité à réussir des tonneaux lents. La surface en arrière du centre de gravité est favorable à la tenue de cap et aux sorties de vrille.

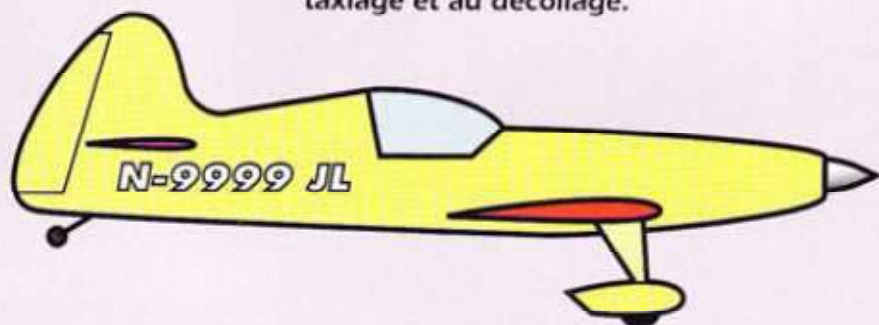
La surface en avant du centre de gravité va permettre au fuselage de se comporter comme une aile en vol tranche. Selon le point d'application de la portance en tranche, il

Ces deux avions ont exactement les mêmes ailes, mêmes empennages. Les calages et positions relatives par rapport à la ligne de référence sont identiques. Le dessin de l'avion du haut donnera une sensation de vol « queue haute ». Le dessin de l'avion du bas donnera une sensation de vol « queue basse ». Le centrage n'a rien à voir dans ce pur aspect visuel ne dépendant que du calage de la voilure et du dessin du fuselage.



### INFLUENCE DE LA REPARTITION DES SURFACES

Sur cet avion, on trouve un maximum de surface latérale à l'arrière du centre de gravité. L'avion n'aura pas un bon vol tranche et sera délicat par vent de travers au taxiage et au décollage.



Ici, la cabine avancée permet de donner beaucoup de surface en avant du centre de gravité. Le vol tranche sera facilité, le taxiage et le décollage vent de travers également.

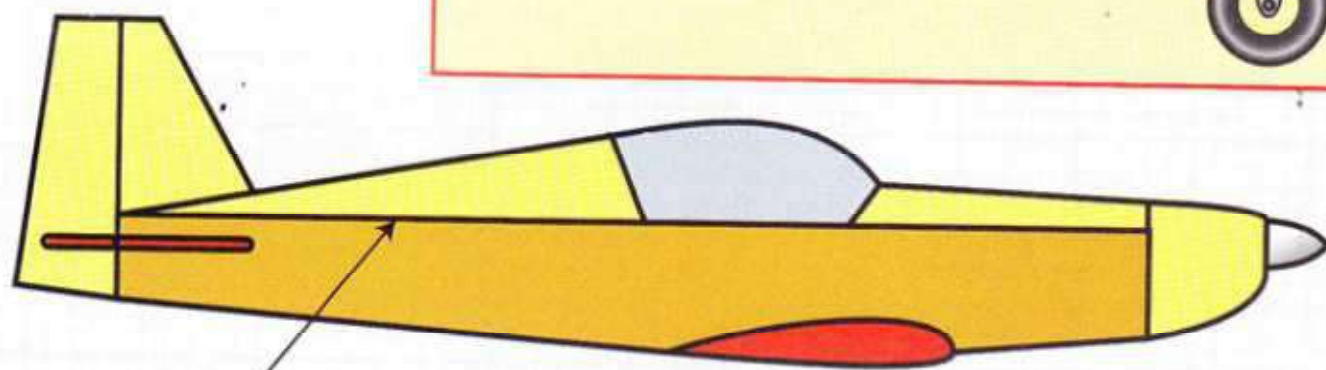
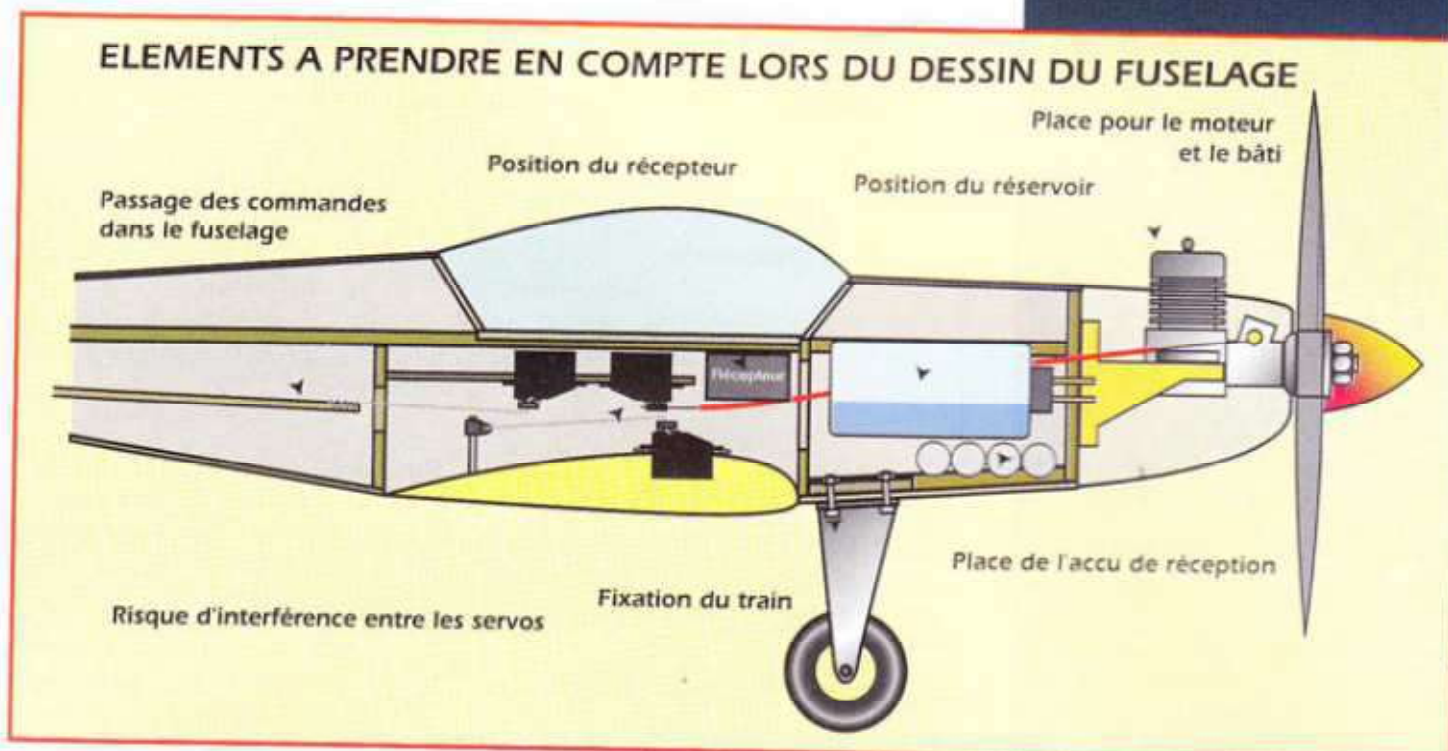




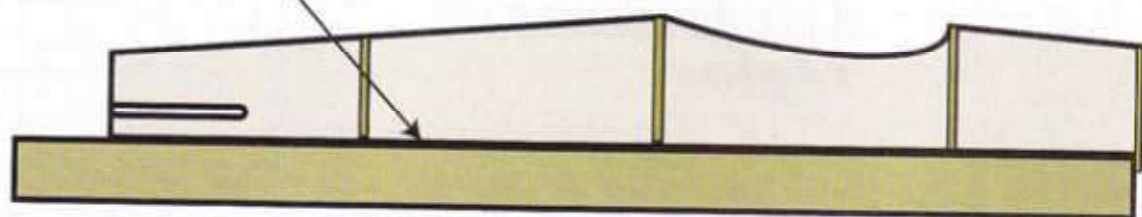
faudra plus ou moins de braquage de la dérive pour tenir la position. Selon la surface, cette portance sera ou non suffisante pour équilibrer le poids et tenir le vol horizontal en tranche, voir même permettre la boucle tranche si l'avion est suffisamment motorisé.

## Intégrer moteur et radio

Il faut lors de l'établissement du projet prévoir la place nécessaire pour loger le moteur et son bâti entre la cloison pare-feu et le plan de l'hé-



Lors de la construction, une telle ligne droite permet de construire à plat sur le chantier.



ce. Il faut aussi évaluer les dimensions du réservoir pour que celui-ci tienne entre cloison pare-feu et bord d'attaque.

Ensuite, pour la radio, pensez que le servo d'ailerons ne doit pas toucher les autres servos situés dans le fuselage.

Pensez aussi à la façon dont vous réaliserez vos commandes, afin qu'elles soient faciles à mettre en place après finition du modèle.

## Prévoir la structure

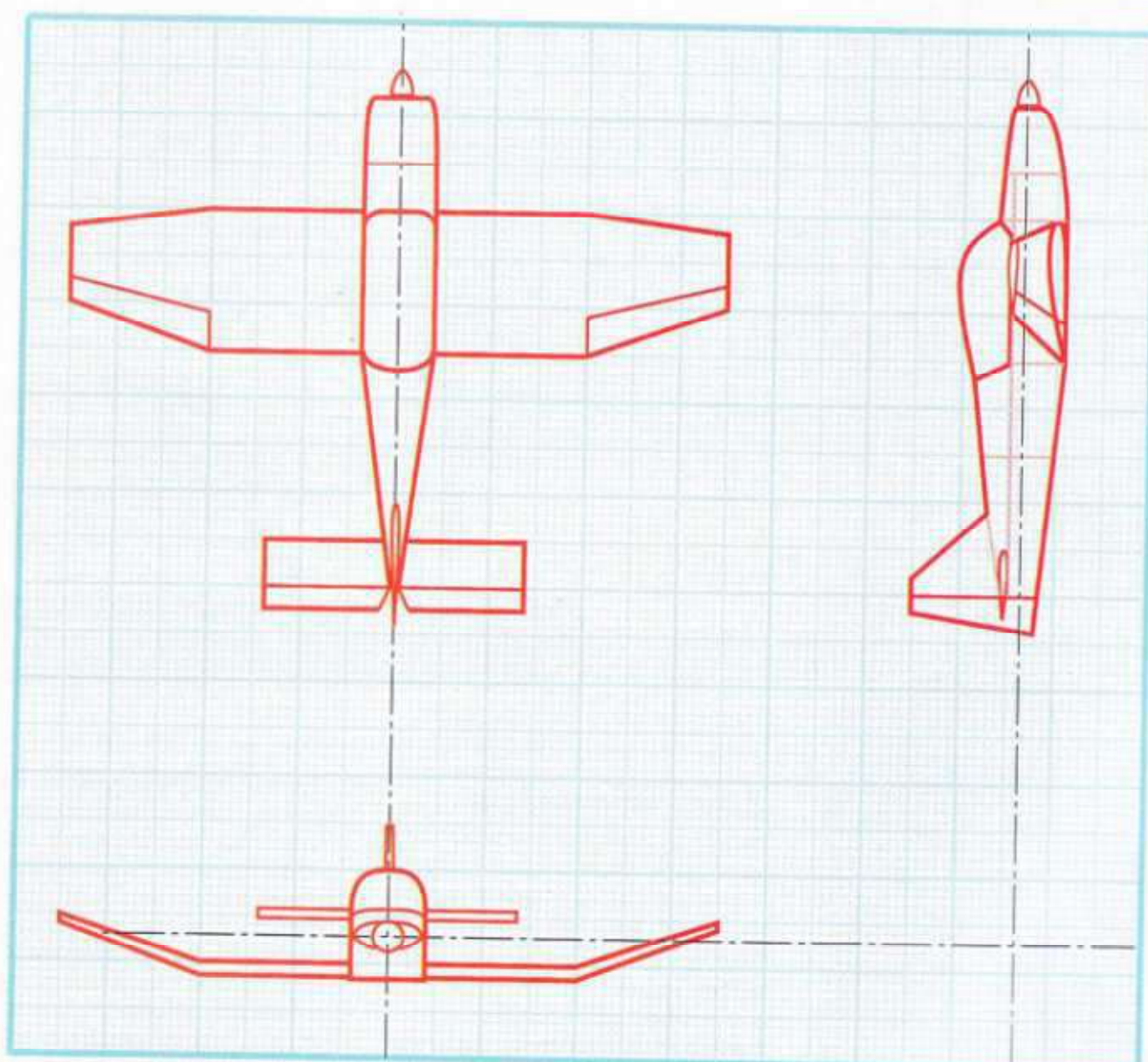
Dès le premier dessin de l'avion, pensez à la structure de l'avion et surtout à la position des couples. Tracez les en fin sur votre projet.

Une astuce bien utile : lors du dessin du fuselage de profil, essayez de définir une ligne parfaitement droite située soit sur le dessous du fuselage, soit à la limite des flancs plats et de l'habillage supérieur. Cela permet de construire facilement le fuselage sur un chantier sans risque de déformations (Voir dessin ci-dessus).

## Presque au bout !

Votre projet est maintenant bien avancé. Il reste deux éléments à définir : le train et la motorisation exacte. C'est ce que nous allons voir dans les pages qui suivent.

Voilà à quoi doit maintenant ressembler votre projet. Avouez qu'il commence à avoir de la gueule ! Bon, d'accord, notre exemple à des points communs avec un avion connu...



Papier millimétré FLY International - Réf : 961030



**Dossier spécial**  
**DESSINE TOI**  
**UN AVION**

**Un avion est par essence un appareil qui décolle du sol, et qui doit y revenir, si possible dans le même état.**

**Train tricycle**



**Train classique**



**Train monotrace**



**Train monotrace avec roue avant**



# 5 - Pour décoller et atterrir : LE TRAIN

**E**t comme il est peu probable que les fonds de fuselage résistent longtemps à des atterrissages sur le ventre, il va falloir greffer un train d'atterrissage sous le modèle. Facile ? Peut-être !

## Quel type de train ?

Il existe trois types de train principaux équipant nos modèles. A savoir les monotraces (la majorité des planeurs), les bicyclettes (Piper J3, Stampe) et les tricycles (Cessna 172, Robin, Rallye). Ces exemples sont les plus représentatifs de ce que l'on rencontre sur les terrains, mais la liste n'est pas exhaustive.

## Monotrace

Les exemples les plus courants sont bien sûr les planeurs, où une seule roue permet de décoller et de se poser. On trouve des avions équipés de ce type de train, comme le très bel Europa anglais, ou le célèbre Fournier RF4. Les avantages principaux sont : la simplicité de l'installation dans le fuselage, une faible traînée, et un coût moindre. Par contre, il faut protéger les extrémités de voilure par des patins, ou des balancines. Au chapitre du pilotage, les monotraces sont assez exigeants au décollage, puisqu'il faut tenir l'axe à la dérive, contrôler l'assiette à la profondeur, et tenir l'équilibre latéral aux ailerons. Rien d'insurmontable en fait, mais une bonne coordination des mouvements.

bien conçu décolle absolument droit (hé oui ! ) Nous verrons les pièges à éviter.

## Les tricycles

Les tricycles sont quasiment universellement employés sur les avions de début, il doit bien avoir une raison. Il s'agit ici de la facilité de guidage au sol du modèle, et d'assurer une protection des éléments moteur et hélice. Là encore, tout peut paraître simple. L'avion est bien campé sur ses trois roues, et semble vraiment stable. Pourtant, quelquefois, on observe des comportements bizarres, et la trajectoire rectiligne souhaitée se transforme en véritable Lambada. Il existe des règles faciles à mettre en œuvre, qui facilitent grandement la vie.

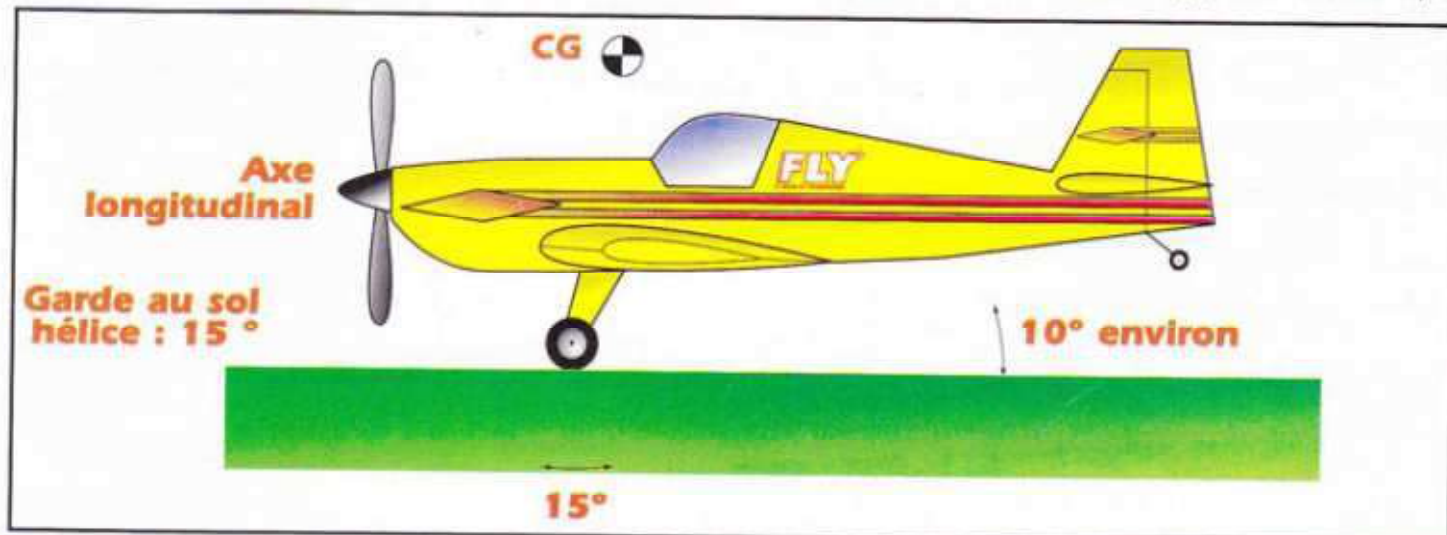
## Les grandes règles

Votre choix s'est porté sur l'une des configurations citées ci-dessus. Bon, il s'agit maintenant de voir où positionner le train principal. Un peu d'observation va déjà nous guider. Regarder ce qui existe donne de précieuses informations, mais ce qui existe n'est pas toujours très bon, alors que faire ? Nous allons donc faire une synthèse des choses qui fonctionnent bien, et voir pourquoi certaines solutions ne sont pas adaptées à une pratique aisée. J'occulte volontairement les maquettes pour qui le soucis majeur est la qualité de

est bien souvent à l'origine de crash, plus ou moins sévères. Certains préconisent par exemple d'avancer au maximum le train d'atterrissage sur un bicycle pour protéger l'hélice. Ce sont les mêmes qui cassent un nombre d'hélices incroyables. Aucun doute, ça ne marche pas. Erreur fréquente également, la parfaite géométrie des trains. Contrairement aux idées reçues, pour rouler droit, il ne faut pas que les roues tournent dans des axes parfaitement parallèles. Cela peut surprendre, mais c'est pourtant vrai. C'est ici que les angles de carrossage et de parallélisme prennent toute leur signification.

## Détaillons

Prenons un exemple défini : Avion de sport à aile basse, bicycle à roulette arrière, d'une envergure de 1,50 m. Où positionner le train ? Au départ, repérer le centre de gravité théorique et le reporter sur la ligne de référence du fuselage. Prendre un angle de 15° à partir de la verticale du point de centrage. Le point de rotation de la roue se trouve quelque part sur cette ligne. Maintenant, il faut définir la hauteur du train selon le diamètre théorique de l'hélice utilisée, en gardant une marge de passage vers l'avant ; Là encore, un angle de 15° par rapport à l'horizontale est correct. Le côté esthétique doit également être satisfaisant. Un avion trop haut sur patte est moche. Pour cela, raisonner en terme d'échelle supposée. Disons que



## Les bicyclettes

Nous abordons ici une grande majorité d'avions. Esthétiquement, il s'agit sans doute des modèles les plus élégants. Si beaucoup de modélistes hésitent à voler ou concevoir des avions bicyclettes, c'est bien souvent par peur ou par manque d'informations, voir de mauvais exemples rencontrés ça et là sur des terrains. Sachez tout de même qu'un bicycle

reproduction et où il faut souvent faire des compromis quand aux qualités de roulage. La grande règle est un positionnement adéquat du train par rapport au centre de gravité du modèle. Trop en avant, ou trop en arrière, et le décollage devient un sport abominable. Et je ne vous parle même pas de l'atterrissage. La série de rebonds est généralement proportionnelle à l'erreur de positionnement. Ce défaut de positionnement

notre avion est grosso modo au 1/6 ème. Il suffit maintenant de regarder un avion grandeur et de reporter la dimension au 6 ème. Si toutefois on désire un peu plus de garde au sol, on peut allonger les jambes de train de quelques pourcents. Ainsi positionné, le train permettra à l'avion de rouler de manière neutre, à haute vitesse, sans jamais décoller seul, il faut cependant observer que plus le train principal est bas, plus la course





du décollage est longue. Cela s'explique par la difficulté à effectuer la rotation au moment de l'ordre à cabrer. Certains avions très longs doivent avoir des trains suffisamment hauts pour pouvoir effectuer cette rotation correctement. Dans tous les cas, un angle de  $10^\circ$  par rapport à l'horizontale, entre l'appui de la roulette et le train principal est une valeur sûre. Les atterrissages seront faciles sans rebonds disgracieux, pour peu que l'arrondi soit correct. Une position plus arrière facilite la mise en équilibre du modèle, mais demande une surveillance particulière à la profondeur durant la phase d'accélération au décollage, l'appareil ayant tendance à passer sur le nez. Plus en avant, cela ne présente aucun intérêt pratique et rend le décollage vraiment délicat. Certains avions du début du siècle souffrent de ce défaut majeur, leur donnant une réputation de cochonnerie à piloter. Un écart de quelques degrés peut parfois corriger complètement un défaut de roulage. Par exemple, lors de l'essai du Légionnaire de Flair (Fly n°6), il était pratiquement impossible de décoller l'avion avec le train à sa position initiale, car trop en avant. Décision fut prise de retourner le train. Les axes de roues reculent de deux à trois centimètres, et le Légionnaire est devenu un agneau, décollant parfaitement droit, et levant le stab sans jamais décoller sans ordre à cabrer. La différence est flagrante, et pourtant le remède n'était pas a priori évident. Donc pour résumer, pour un bicyclette, et quel que soit la géométrie de l'avion : aile haute, basse, médiane etc..., retenir un angle de  $15^\circ$  en avant du centre de gravité, avec pour point de départ la ligne de référence du fuselage. Cette position est également valable sur les planeurs, où la mise en équilibre sur le train principal est un atout majeur dans un remorquage réussi.

## Train tricycle

De prime abord, le problème semble moins épineux, et pourtant, il y a là aussi des pièges rendant un avion délicat à guider correctement ou pire, l'empêchant de décoller. De

toutes façons, le train avant sera en principe au droit du couple pare feu. S'il est situé plus en arrière, le taxiage devient brutal et il est difficile d'avoir une course de décollage vraiment rectiligne. En effet, plus la distance entre le train avant et le train principal est faible, plus l'avion est vif au roulage. Au contraire, plus la distance est grande, plus il est facile de faire de belles lignes droites. Ainsi le rayon de virage d'un 747 n'est pas le même que celui d'un Rallye. Par contre, la position du train principal est primordiale pour un décollage et un atterrissage aisé.

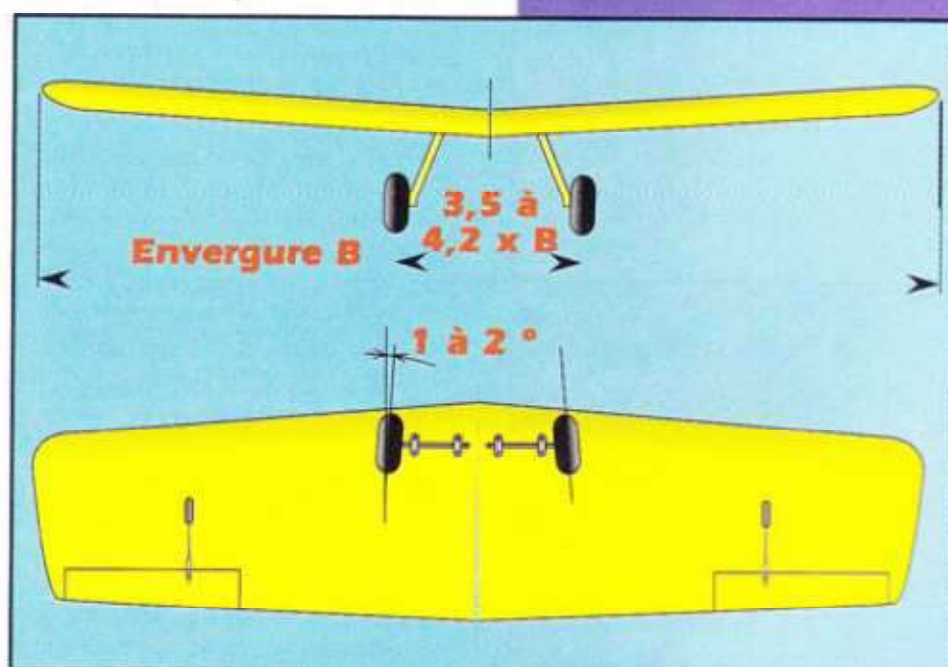
Un train trop en avant ne permet pas à l'avion de reposer naturellement sur sa roulette avant. Il s'agit plus d'équilibre que de véritable appui. Trop en arrière, la roue avant est lourde à soulever, et la rotation lors du décollage est brutale. Il m'est arrivé de voir des avions refusant de décoller tant le train était mal positionné. Si toutefois on arrive à décoller, il s'en suit généralement un décrochage brutal par excès d'incidence au moment de la rotation. Le résultat est sans appel : avion abîmé.

Pour des qualités optimum, on utilisera la même méthode que pour un avion bicyclette, en prenant cette fois un angle de  $10^\circ$  vers l'arrière. Selon la configuration du modèle, cette valeur peut varier de quelques degrés sans problème notable. Il ne faut pas sombrer dans les excès non plus et placer à  $20^\circ$ , car on retrouve les problèmes évoqués ci-dessus. En plaçant aux environs de  $10^\circ$ , on obtient une rotation douce et précise, et il est même possible de se balader sur le train principal, avec un peu de gaz, sans faire toucher la roue avant.

## Géométrie

Une fois le train principal placé, et que l'on a défini la distance séparant le principal de la roulette avant (empattement), on peut définir le rayon de virage et en déduire le débattement de la roulette pour le confort du taxiage. Un autre point important est la largeur du train principal, qui doit assurer la stabilité au sol. Selon l'esthétique désirée, on choisira un rapport (envergure/voie

du train) compris entre 3,5 et 4,2. Sur notre avion défini au chapitre précédent, d'une envergure de 1500 mm, on aura donc une largeur de train (voie) comprise entre 350 et 430 mm. La bonne moyenne se situe aux alentours de 380 mm. Ces valeurs sont bien entendue constantes, et il suffit de s'en servir selon la taille du modèle réalisé. La méthode la plus faible pour juger avant de réaliser consiste à faire des vues à l'échelle sur un papier millimétré. On a tout de suite une idée du résultat. Lorsque l'on regarde l'avion de côté, il faut également tenir compte de la hauteur des deux trains. Si le train avant est trop haut, l'avion sera délicat à arrondir sans rebonds. Il sera également difficile de décoller proprement, puisque l'aile sera déjà en incidence positive et



cherchera à voler avant que la vitesse de décollage soit atteinte. Si par contre ce train est trop bas, on aura un avion qui roulera longtemps, et qui aura une rotation brutale au moment du décollage. Par contre les atterrissages seront très faciles, puisque l'aile sera en négatif au moment où la roue avant touchera le sol, interdisant à l'avion de redécoller. Le juste milieu se trouve avec une silhouette d'avion le nez légèrement bas, mais sans excès. 1 à 2 degrés plongeant sont des valeurs correctes.

## Rouler droit

Pour rouler droit avec un bicyclette, il existe deux angles à respecter. Ces angles sont directement issus de la mécanique : le parallélisme et le carrossage. Une grande majorité des modèles se contentent d'axes parallèles, mais un pincement de 1 à 2 degrés facilite vraiment les roulages à haute vitesse. Sur un modèle existant, ou le positionnement du train est mauvais, rendant les décollages délicats, un simple pincement des roues atténuera sensiblement le problème. Si l'avion avait tendance à rebondir, cela ne changera pratiquement rien, mais on aura déjà supprimé un souci. Pour ce qui concerne le carrossage, les avis divergent et il est bien difficile de s'y retrouver. Sur des avions à train très étroit (des trains seize donc 1 non vraiment, elle est trop facile, j'ai honte !), on préférera donner un peu de carrossage, en élargissant la voie du train. Mais les exemples pris ça et là sont souvent contradictoires et la vérité est bien difficile à cerner. En fait, des essais successifs seront utiles pour valider un réglage. Côté esthétique, des roues perpendiculaires au sol sont plus jolies que des axes de roues tordus. Sur un tricycle, le problème ne se pose pas, et il vaudra mieux dans ce cas avoir des axes de roues bien parallèles, sans angle particulier. En effet, il est inutile d'inclure du pincement ou du carrossage sur un avion qui doit filer droit tout seul. Si on désire un effet de freinage, pas toujours facile à vérifier, on pourra pincer légèrement les axes du train principal, mais la course au décollage sera dans ce cas plus longue. En tout cas, il s'agit d'obtenir un avion au comportement sain, tant au décollage qu'à l'atterrissage.

## Conclusion

Les trains de nos avions sont des éléments essentiels bien souvent négligés. Ces recettes simples vous éviteront de galérer avec un modèle qui refuse de rouler droit, et qui est en danger à chaque vol. Il s'agit de bases, évolutives selon le type d'avion ou de planeur, mais les grandes lignes sont là. Ainsi vous prendrez beaucoup plus de plaisir à faire évoluer vos modèles si les décollages et atterrissages deviennent faciles.



Puisque nous avons conçu un modèle, il va bien falloir le motoriser. Comment choisir le moteur idéal pour la cellule en question. Il s'agit là d'un problème épineux. Trop ou pas assez puissant, et l'avion n'aura pas les caractéristiques souhaitées. Nous allons donc étudier les différents cas de figures qui gèrent nos vies de modélistes créateurs.

# 6 - L'élément MOTEUR

## Espionnage

La meilleure des solutions, pour qui n'est pas fixé ou sûr de son coup, c'est de regarder les caractéristiques de modèles existants. Cela permet de se faire une idée. Comme il existe une variété de kits assez impressionnante, les informations sont vraiment faciles à puiser. On peut répertorier aisément certaines classes de modèles destinés à des moteurs de cylindrées comprises entre 2,5 et 30 cc. Les recettes que nous proposons ici sont tirées de nombreuses années d'expérience, puisées ça et là au fil des créations. Comme nous pratiquons un modélisme raisonnable, nous n'aborderons pas les tendances extrêmes de certains, mais nous nous cantonnerons dans du commun, accessible à tous.

## But fixé

Quand on dessine son propre modèle, on envisage déjà quel sera son style de vol. Un biplan du début du siècle ne doit pas ressembler à une fusée, et un jet moderne ne doit pas se trainer lamentablement au ras du sol. Ici, la motorisation en fonction des critères recherchés est prépondérante sur les qualités de vol escomptées. Nous allons détailler au travers de tableaux spécifiques les plages utilisables pour un vol correct selon le type de modèle. Les deux critères retenus pour ces tableaux sont la surface de la voilure (hors stabilisateur) et la charge alaire. Les tracés s'inscrivent en fonction de la cylindrée du moteur utilisable. Il est ainsi très facile de s'y retrouver et de déduire la puissance requise à votre prochain avion.

## Motoplaneur et avion

Il faut pourtant dissocier deux types de modèles. Les motoplaneurs, utilisés en plaine dont le moteur ne sert qu'à prendre de l'altitude, et les avions proprement dits, pour qui la grille de puissance est totalement différente.

## Hélices

Au chapitre des hélices, le type de vol désiré dictera telle ou telle dimension. Nous avons établi un tableau récapitulatif des principales cylindrées et hélices conseillées. Depuis quelques temps, on utilise des hélices plus « carrées », avec beaucoup plus de pas qu'il y a seulement dix ans. Les raisons sont

simples : les moteurs sont plus puissants, et le silence de fonctionnement y gagne. Il n'est cependant pas rare de trouver des hélices à tout petit pas, pour des applications particulières.

## Cylindrées et applications

Nous allons passer en revue les cylindrées de moteur les plus utilisées, avec des types de modèles adaptés.

### Les inférieurs à 1 cc :

Ce type de motorisation conviendra parfaitement pour des motoplaneur de 1,50 m à 2 m qui ont une masse inférieurs au kilo. Pour ce qui est des avions, les vrais demi-A sont concernés. Par demi-A, j'entends des avions dont l'envergure est comprise entre 60 cm et 100 cm, et dont le poids n'excède pas 600 grammes. Pour les avions plus petits, il existe des cylindrées vraiment minuscules, de 0,1 à 0,3 cc.

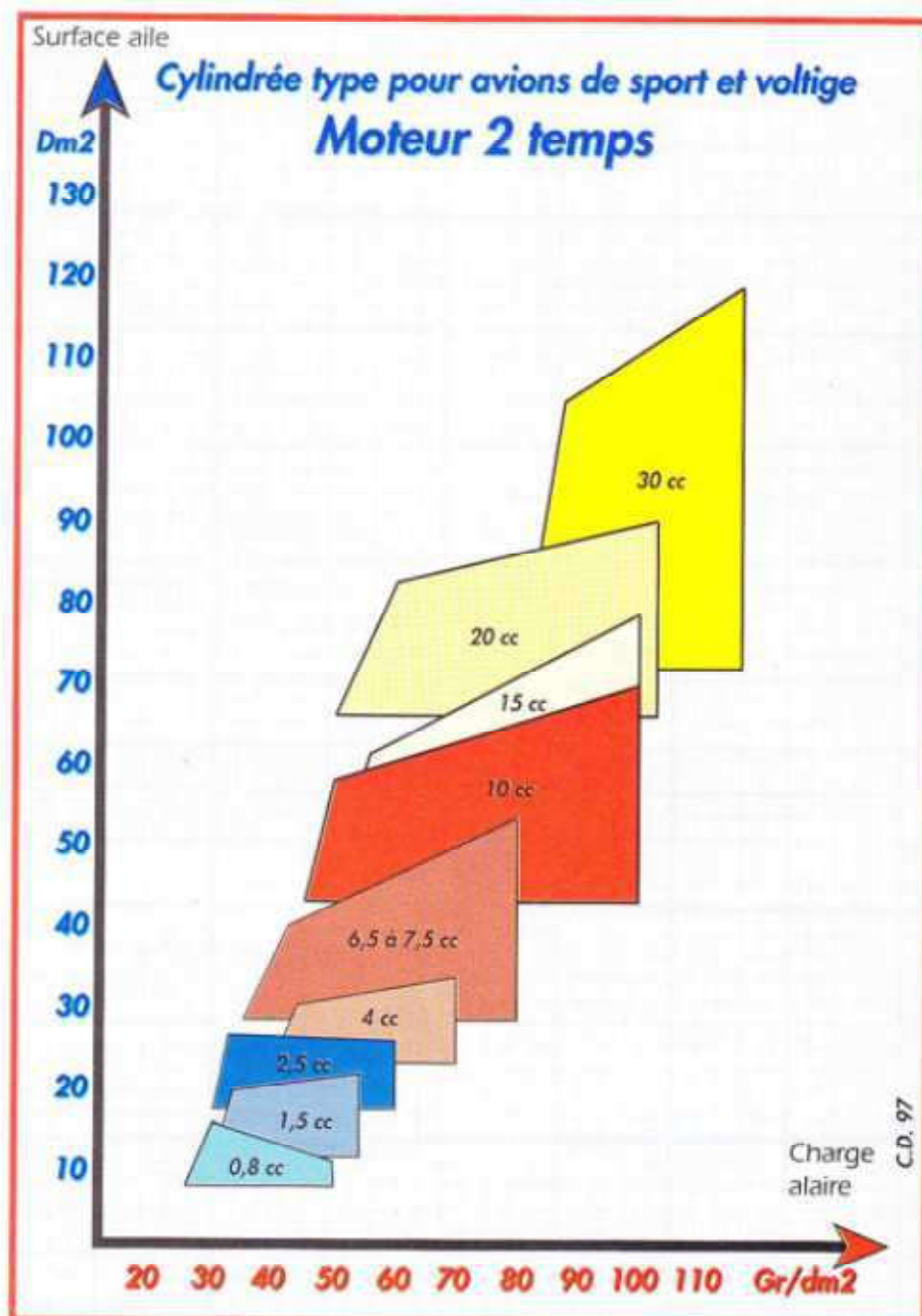
Nous entrons là dans un domaine pointu qui demande une grande expérience de la construction et du réglage de si petits modèles.

### De 1 à 2 cc :

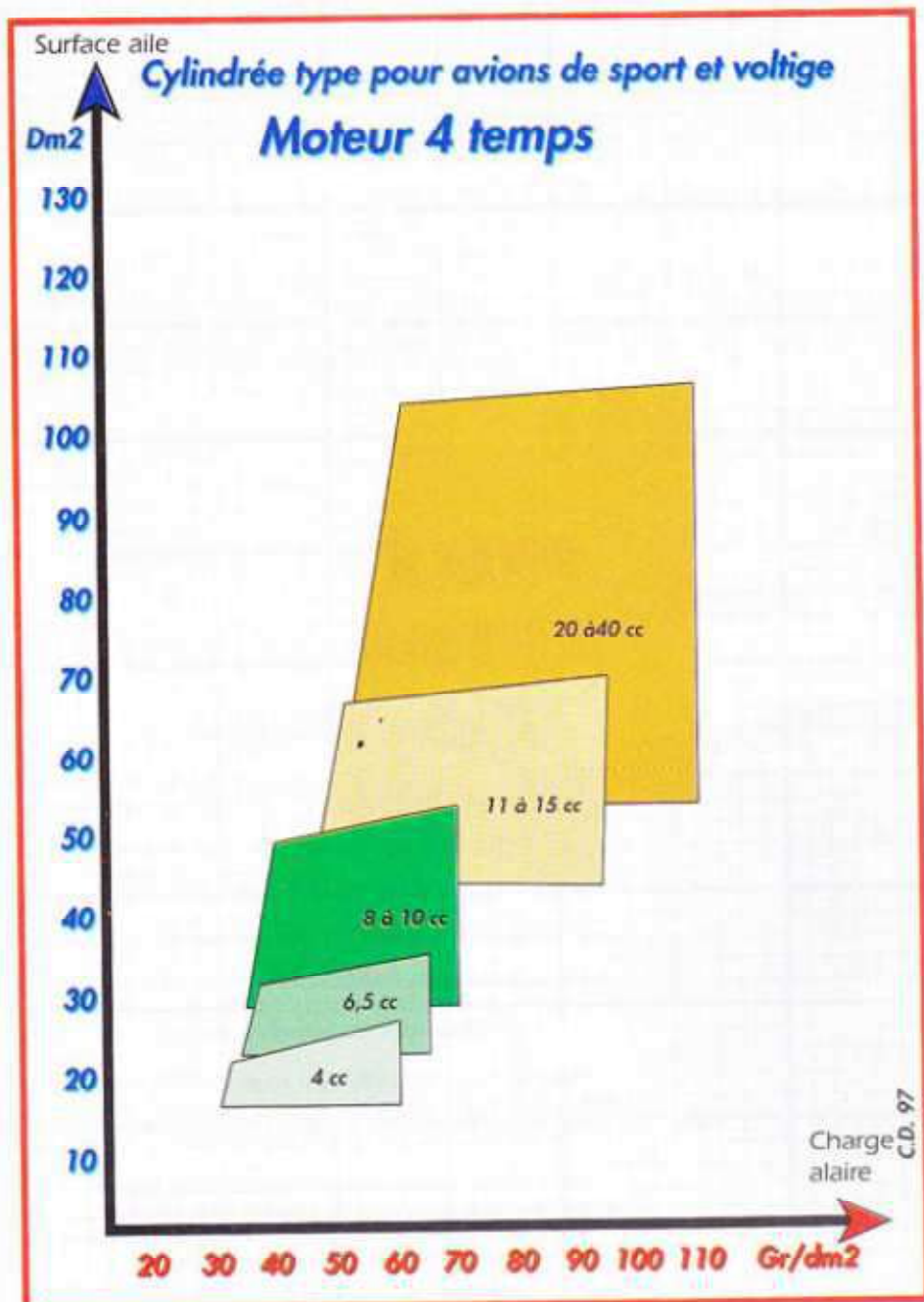
Idéal pour un planeur de 2 à trois mètres d'envergure, dont la masse est comprise 1200 et 1800 grammes. Pour les avions, les gros demi-A auront là leur motorisation adéquate. Disons que l'envergure sera de l'ordre du mètre, et que le poids sera compris entre 900 et 1200 grammes.

### De 2 à 4 cc :

On entre de plain pied dans les cylindrées les plus courantes. Le 3,5 fut pendant très longtemps le moteur le plus employé sur les avions de début. Pour cerner le sujet, un planeur de 3 mètres à 3,50 mètres et de 2000 à 2500 grammes et un avion de 1,30 à 1,5 pesant 1600 à 2200 grammes seront largement motorisés.







#### 4 cc :

Comme il s'agit de la cylindrée universellement employée sur la presque totalité de avions de début, on sait tout de suite de quoi on parle : envergure comprise entre 1,40 et 1,50, pour une masse de 2000 à 2500 grammes. beaucoup d'avions de transitions sont également adaptés à cette cylindrée, et un modèle à aile basse, de 1,30 m et de 1800 grammes sera très agréable à piloter. Le poids maximum pour un « 25 » se situe aux alentours de 2500 grammes.

#### De 4 à 6 cc :

Il s'agit d'une gamme de moteur un peu laissée en désuétude. Pourtant, on trouve dans ces cylindrées intermédiaires des petites merveilles. Les « 28 » ou « 32 » de certaines marques sont tous simplement remarquables. On les utilisera sur des cellules prévues pour des « 25 » auxquelles on demande plus de « punch ». Un « 32 » sera parfait sur un Fun Silhouette de 1,10 à 1,20 mètres et d'un poids de 1500 grammes. Il sera également très bien sur un avion de 1,50, au vol calme et d'un poids n'excédant pas 2600 grammes.

#### De 6,5 à 7,5 :

Encore une cylindrée passe partout. De plus en plus d'avions sont étudiés pour cette gamme de moteurs. En fait, ce choix est judicieux à plus d'un titre. Les avions sont grands, donc facile à visualiser, ensuite, le

prix de ces moteurs est accessible, et leur fiabilité est bien souvent exemplaire. ajoutons à cela que le moteur va pouvoir passer sur un bon paquet de modèles avant de rendre l'âme, et voilà la cylindrée idéale pour le plus grand nombre. Les possibilités sont variées. On motorisera avec bonheur un trainer ou un multi à aile basse de 1,60 m, pour un poids de 2600 à 3200 grammes. Un avion lent de 1,80 à 2 mètres aura aussi sa motorisation. Enfin, beaucoup de semi-maquettes de taille raisonnable seront adaptées à la puissance du moteur.

#### 10 cc :

La catégorie reine il y a très longtemps puisque utilisée en compétition F3A et qui était la limite maximum. Depuis quelques années, le 10 cc a été détrôné par les 20 cc en quatre temps. Cette évolution est logique puisque les règlements ont eux aussi évolués en ce sens. Néanmoins, un « 10 » est encore capable de faire voler correctement un sacré panel d'avions. Une grande partie des maquettes d'une envergure de 1,60 à deux mètres (selon le style de l'avion et son poids), les multis de génération précédente, et une foule d'avions d'entraînement jusqu'à deux mètres d'envergure, d'une masse de 3500 à 5000 grammes seront motorisés correctement avec un 10 cc.

#### Au delà de 10 cc :

Lorsque l'on conçoit un modèle,

## Quelle hélice choisir ?

### Moteur 2 temps

Cylindrée	Avions lents	Avions de sport	Avions rapides ou voltige
0,3	4,5 x 2	5 x 2	5 x 2
0,8	6 x 3	6 x 3	6 x 3
1,5	7 x 3,5	7 x 4	6 x 6
2,5	8 x 4	8 x 4	7 x 6
4,0	10 x 4	9,5 x 5	9 x 6
5,0	10 x 5	10 x 5	9 x 7
6,5	11 x 5	10,5 x 6	10 x 6
7,5	12 x 4	11 x 6	11 x 6
10	13 x 5	12 x 6	11 x 8
15	15 x 5	14 x 6	13 x 8
20	16 x 6	16 x 8	14 x 10
30	20 x 6	18 x 8	18 x 10

Ces dimensions sont données à titre indicatif et représentent les hélices les plus utilisées pour un type de moteur donné. Chaque avion demande une adaptation hélice/cellule pour des qualités de vol optimales.

### Moteur 4 temps

Cylindrée	Avions lents	Avions de sport	Avions rapides ou voltige
4,0	12 x 4	12 x 4	12 x 4
6,5	12 x 4	12 x 5	11 x 6
8,0	13 x 4	12 x 5	12 x 6
10	14 x 4	13 x 5	12 x 7
13	14 x 5	13 x 6	12 x 8
15	15 x 5	15 x 6	14 x 8
20	17 x 6	15 x 7	14 x 10

Ces dimensions sont données à titre indicatif et représentent les hélices les plus utilisées pour un type de moteur donné. Chaque avion demande une adaptation hélice/cellule pour des qualités de vol optimales.

son volume, sa masse et sa charge alaire sont des critères déterminants dans le choix du moteur. Passé 10 cc, le modéliste est déjà (en principe) un peu habitué à des conceptions ou possède une expérience telle que, un gros moteur ne l'effrayera pas. A titre indicatif, un 15 cc sera adapté à une maquette jusqu'à environ 6000 grammes, un 20 cc sera le moteur des multis modernes, et un 30 cc aura sa place sur un remorqueur de 2,30 mètres, on une maquette de voltige de deux mètres et 6500 grammes maximum.

### Quatre temps

Pour qui utilisera un quatre temps, le choix est aussi difficile qu'en deux temps. Cependant, les moteurs

quatre temps possèdent un couple à bas régime, qui permet d'utiliser des hélices de plus grande taille, pour une cylindrée égale. Disons que les 4 T. s'étalent de 4 à 50 cc, et que les plus utilisés sont les 8 à 15 cc. Un 8 cc correspond à un 6,5 cc en deux temps. on remplacera un 10 deux temps par un 15 quatre temps. Au delà, c'est une autre histoire. Enfin, les nouveaux règlements font que les cylindrées utilisées ne sont plus limitées et par conséquent, on va voir de plus en plus de modèles équipés de gros moteurs. Lorsque l'on regarde les caractéristiques des maquettes en championnat, les moteurs ont des cylindrées comprise entre 15 et 50 cc., alors qu'il y a quinze ans, on était limité à 10 cc. Les choses évoluent sans cesse et les quatre temps ont largement contribué à cet état de fait. Pour une conception personnelle, je ne saurais trop vous conseiller de fouiner dans les tableaux de caractéristiques régulièrement édités à l'occasion de compétition. Pour finir, il reste un point qui déterminera la motorisation de votre modèle, c'est votre tempérament. Si vous êtes un « speedé » vous vous tournerez vers des moteurs musclés, et vous aurez tendance à largement sur motoriser. Si par contre vous êtes plus calme, vous adapterez au mieux la puissance du moteur au style de l'avion. Sachez enfin que le pire est l'ennemi du bien, et qu'il faut parfois savoir se limiter à ses compétences.

## Anticouple et piqueur

L'axe moteur devra être décalé vers la droite de 1 à 2° de manière à contrer les effets du souffle hélicoïdal sur la dérive, qui tend à faire tourner l'avion en lacet vers la gauche.

Pour ce qui est du piqueur, en général, 1 à 1,5° suffisent. On rencontre même de plus en plus souvent des avions avec le moteur calé à 0° de piqueur.

On trouvait un très fort piqueur sur des avions à aile haute qui « montaient » fortement plein gaz, obligeant à trimer à piquer. En fait, le problème venait du calage de stab que nous avons évoqué au chapitre des empennages. Un stab calé positif sur avion à aile haute et le piqueur moteur devient pratiquement inutile.

Dans tous les cas, piqueur et anticouple ne peuvent se régler parfaitement qu'aux essais en vol, alors prévoyez la possibilité de remettre des rondelles sous le bâti ou sous le moteur pour rectifier les réglages initiaux.

## Électriques

Nous n'avons pas abordé ici les motorisations électriques, nombreuses et très variées. Un dossier spécifique à ces propulsions sera développé ultérieurement.