

# Empennages

**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.**

## 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 :

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

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.

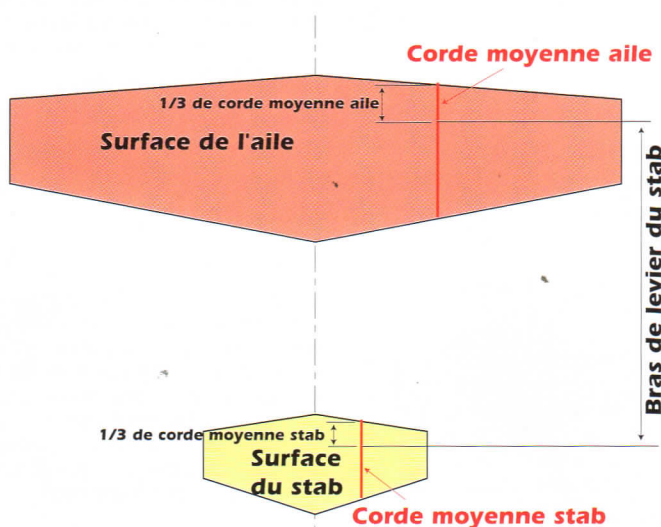
## Des valeurs sûres !

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 :

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

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



dence 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 aménagé 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

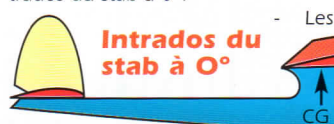
La forme du stab viendra principalement de vos choix esthétiques, mais aussi du côté pratique pour passer les commandes par exemple. Par rapport à l'aile, l'allongement sera nettement plus faible, rarement supérieur à 5.

## Vu de coté

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.

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°.



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 inci-

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 :**

Vstab entre 0,6 et 0,7.

**Multi F3A :**

Vstab proche de 1.

**Biplan :**

Vstab entre 0,5 et 0,6.

**Planeur de début, deux axes :**

Vstab de 0,55

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

Vstab de 0,5 à 0,6

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

Vstab de 0,45 à 0,5

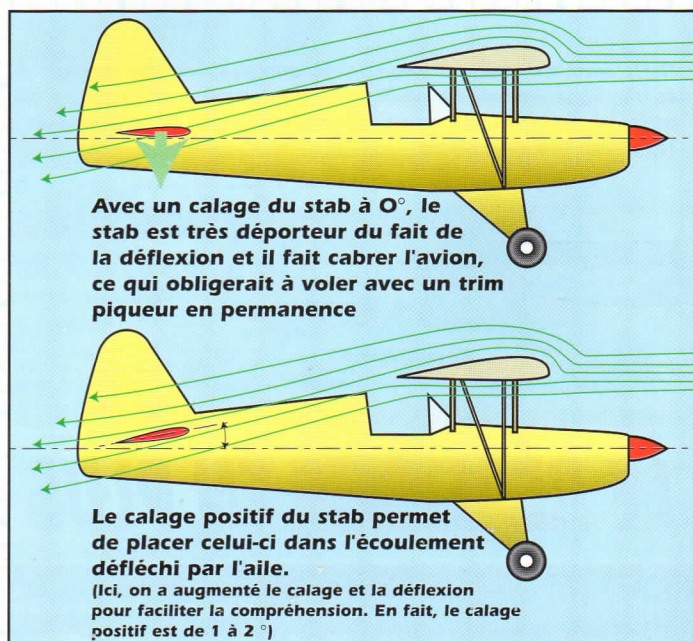
**Planeur à profil à faible courbure, pour la voltige et le vol rapide, genre HQ 1,5-10, Ritz 1-30-10 :**

Vstab 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 :

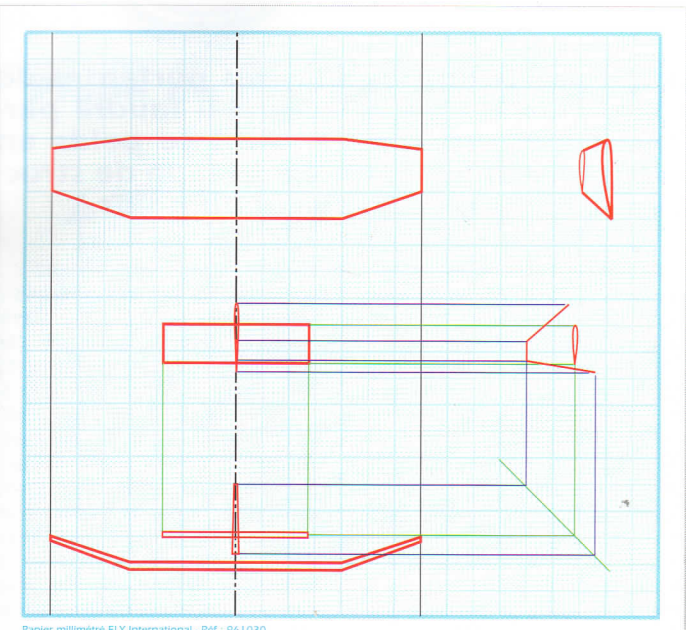
- Les planeurs à stab porteurs, qui



**Avec un calage du stab à 0°, le stab est très déporteur du fait de la déflexion et il fait cabrer l'avion, ce qui obligerait à voler avec un trim piqueur en permanence**

**Le calage positif du stab permet de placer celui-ci dans l'écoulement défléchi par l'aile. (Ici, on a augmenté le calage et la déflexion pour faciliter la compréhension. En fait, le calage positif est de 1 à 2°)**

# et gouvernes



Papier millimétré FLY International - Réf. 961030

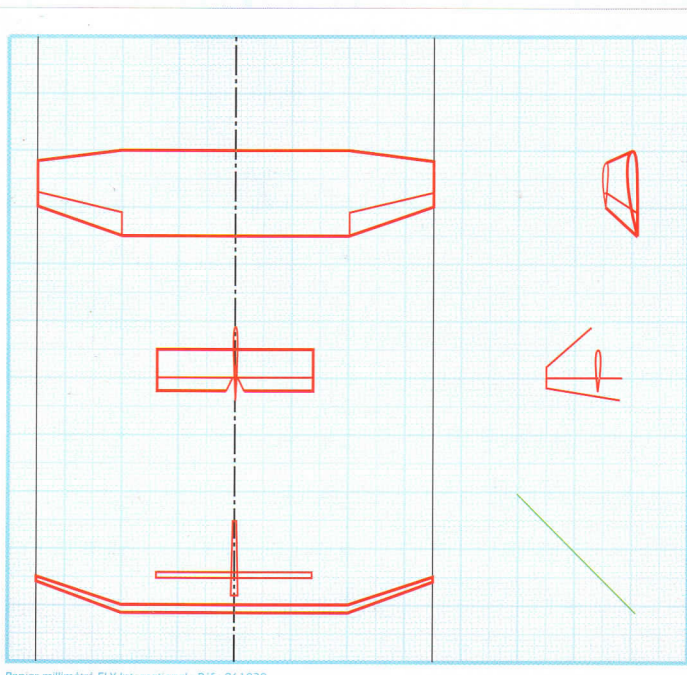
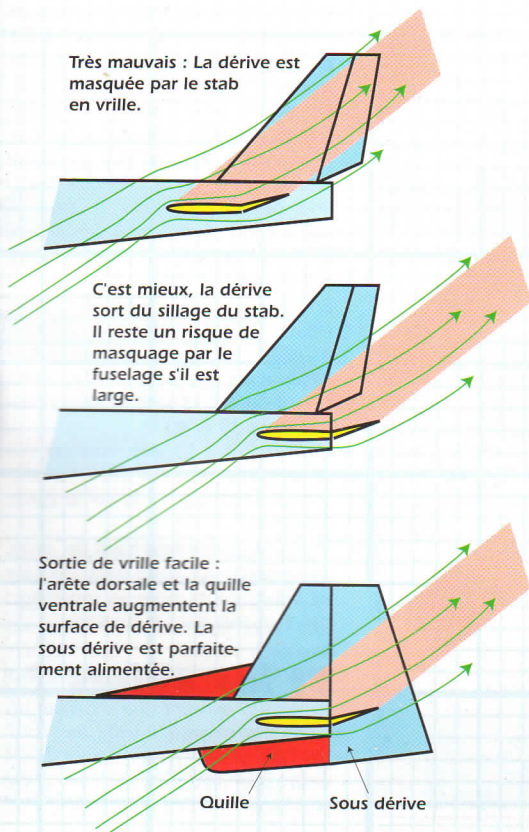
**Ci-dessus, dessin de la forme en plan et positionnement en hauteur du stab.**

## 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.



Papier millimétré FLY International - Réf. 961030

## 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.

## 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 ar 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 petits 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-contre) :

**Bon, avouez que ça commence à ressembler à un avion. Mais il manque un truc...**