

## DETERMINATION CALAGE PLAN FIXE

- 1 ) **Introduction** : Cette notice a pour but de calculer l'angle de calage du plan fixe ( stabilisateur) par rapport à l'axe du fuselage. Rappelons d'abord quelques notions essentielles d'angles considérés dans ce calcul. En se reportant à la figure n° 1 , on trouve successivement :
- L'angle de calage **b** de l'aile par rapport au fuselage.
  - L'angle d'incidence **a** de l'aile par rapport au vent relatif
  - L'angle de déflexion par l'aile **e** du courant d'air qui va venir frapper l'empennage.
  - L'angle de calage **d** du plan fixe par rapport au fuselage ( ce que l'on cherche à obtenir )

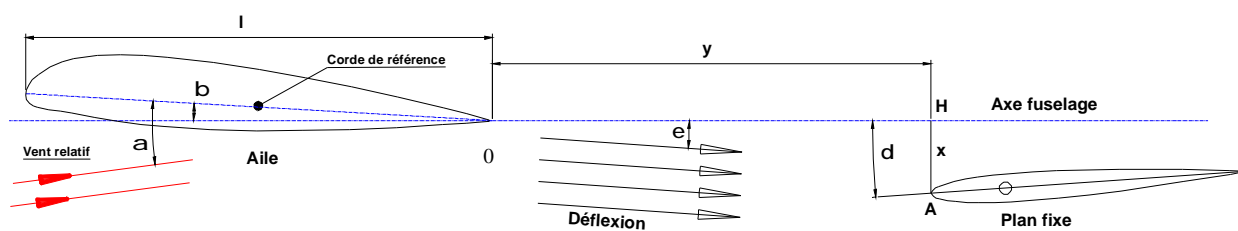


Figure n°1

- 2 ) **Détermination du calage Aile-Fuselage ( b )** : Cet angle est établi pour qu' à une incidence de vol de l'aile **a** ( en croisière ), le fuselage présente le minimum de trainée, son axe longitudinal sera dans le vent relatif. Ceci aura lieu pour l'incidence de finesse max, que l'on relève sur la polaire du profil de l'aile ( figure n°2 ).

On trace pour cela la tangente à la polaire à partir de l'origine, pour obtenir l'angle de meilleure finesse qui est pour les profils courants de l'ordre de 4°.

Cet angle est immuable par construction de l'avion.

- 3 ) **Détermination de l'angle de déflexion ( e )** : La déflexion est produite par la cambrure globale de l'aile qui dévie les filets d'air vers l'arrière et vers le bas d'un angle dont la valeur est donnée par la formule de Toussaint :

avec  $l$  = allongement de l'aile

$$e = \frac{C_z}{l} \left( 43 - 3,25 \frac{x}{l} - 0,45 \frac{y}{l} \right)$$

$l$  = Corde de l'aile

$x$  = distance OH ( figure n° 1 )

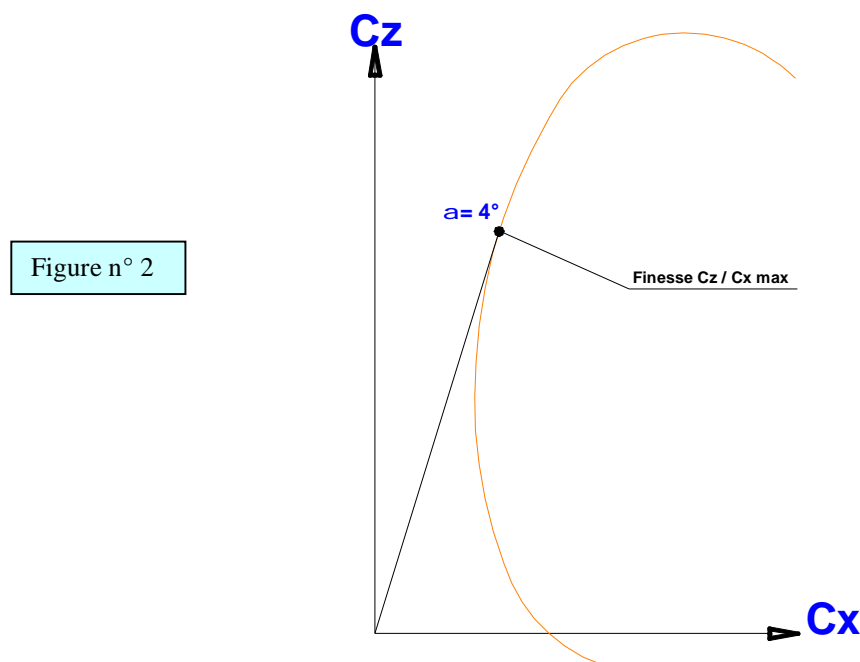
$y$  = distance AH

Une autre formule simplifiée donne :

$$e = 36,5 \cdot \frac{C_z}{l}$$

Dans le cas de l'Orion le profil présente un  $C_z$  de 0,5 pour une incidence de  $4^\circ$ ; l'allongement de l'aile est de 6,6, on obtient alors une valeur de l'angle de déflexion  $e$  de 2,8

$$e = 2,8^\circ$$



**4 ) Détermination de l'angle  $d$  :** Pour calculer l'angle  $d$ , nous allons d'abord calculer l'effort  $F_e$  à appliquer sur l'empennage en vol de croisière, pour compenser le moment piqueur créé par la combinaison du poids  $P$  et la portance  $W$  autour du centre de gravité de l'avion..

En général, les points d'application des 2 forces sont distincts. Les 2 forces sont parallèles de même intensité ( car le vol est horizontal ) et de directions opposées.( voir figure n° 3 )

On fera le calcul dans le cas déterminant d'un centrage limite avant ( le plus contraignant ), en prenant comme exemple l'Orion G 801.

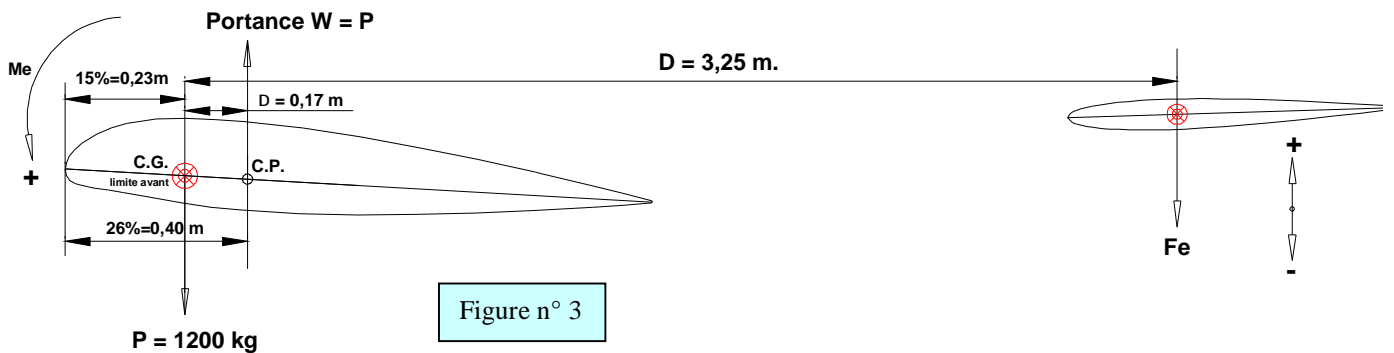
Les paramètres à prendre en compte sont :

- Le poids max de l'avion ( pleine charge ) :  $P = 1200$  kg.
- La distance  $D$  entre le centre de gravité de l'avion et le centre de poussée de l'empennage  $D = 3,25$  m.
- Le centrage limite avant de 15% avec une corde de 1,52 m. soit 0,23 m.
- La position du centre de poussée, voisine de 26% de la corde soit 0,40 m.

Ces distances sont prises à partir du bord d'attaque de l'aile.

En considérant la figure n° 3, on détermine la distance  $D$  entre les 2 forces  $P$  et  $W$  :

$$D = 0,40 - 0,23 = 0,17 \text{ m.}$$



Le couple Poids / Portance étant contre-balançé par le moment F. D, on peut écrire :

$$F_e \cdot D = W \cdot D \quad \text{D'où } F_e = \frac{D \cdot W}{D} \quad \text{avec } W = 1200 \text{ kg et } D = 3,25 \text{ m. et } D = 0,17 \text{ m.}$$

Soit  $F_e = 62,8 \text{ kg}$

On devra donc caler l'empennage horizontal ( plan fixe ) en négatif, pour obtenir une déportance ( vers le bas )

**Calcul de Fe** : On peut calculer l'incidence ( calage ) à donner au plan fixe pour qu'en vol de croisière horizontal, on obtienne  $F_e = - 63 \text{ kg}$

On peut poser :  $F_e = \frac{1}{2} \rho V^2 S_e C_{ze}$  avec  $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$  et  $V = 220 \text{ km/h} = 61 \text{ m/s}$   
 Dans le cas de l'Orion on a  $S_e =$  surface de l'empennage =  $3,18 \text{ m}^2$

On tire :  $C_{ze} = \frac{2 \cdot 63}{1,225 \cdot 61^2 \cdot 3,18} = 9 \cdot 10^{-3}$

Dans ces conditions la portance est nulle, et l'angle correspondants relevé sur la polaire du profil biconvexe symétrique ( ici NACA 0009 ) est de  $0^\circ$  ( voire légèrement négatif )

La corde du profil sera donc parallèle au vent relatif , qui en l'occurrence correspond à la déflexion soit  $e = 2,8^\circ$ .

On prendra donc  $d = + 3^\circ$  comme angle de calage du plan fixe.

En réalité, on part souvent d'un calage à  $0^\circ$  ( dans l'axe du fuselage ) et aux premiers essais en vol, on repère la position du compensateur de profondeur ( tab ), pour que le vol de croisière soit horizontal stabilisé.

Revenu ensuite au sol, on remet le tab en position croisière et l'on vérifie que le volet de compensateur est dans le prolongement de la gouverne de profondeur. Sinon on corrige le calage du plan fixe en proportion, jusqu'à obtenir un parfait alignement du volet de tab en croisière.

Ce point est important car si le volet de compensateur est braqué en croisière , cela signifie que la gouverne l'est aussi ce qui créé une traînée inutile.



[michel.suire2@wanadoo.fr](mailto:michel.suire2@wanadoo.fr)