

VOLETS : Calcul du moment de charnière

1) **But** : Dans la conception du système de commandes des volets, il est nécessaire de définir, avec une certaine approximation, l'effort subi par les volets, donc par la chaîne de commande, lors du passage aux pleins volets, notamment lors des phases d'approche, avant l'atterrissage.

Nous prendrons l'exemple du Robin DR400, dont la sortie des volets s'effectue manuellement. Il existe assez peu de formules permettant cette détermination. La plus connue est celle de A. Toussaint dans son ouvrage " L'aviation actuelle ".

2) **Expression du moment autour de la charnière du volet** : La formule proposée par Mr Toussaint est de la forme :

$$M_c = \frac{\rho V_e^2}{2g} C_{mc} \cdot S_{em} \cdot l_{em}$$

Dans laquelle :

M_c : Moment de charnière en m.kg

C_{mc} : Coefficient unitaire de moment de charnière (sans dimension)

ρ : Poids spécifique de l'air = 1,225 kg/m³

V_e : Vitesse de l'air au droit du volet en m/s

g : 9,81 m/s²

S_{em} : Surface du volet mobile en m².

l_{em} : Corde moyenne du volet mobile en m.

pour le coefficient C_{mc} , Mr Toussaint propose :

$$C_{mc} = n i_e + p b$$

avec $n = 0,25 A_e \sqrt{s}$

$p = 0,25 A_e - 0,04(1 - s)$

i_e : incidence de l'aile; nous prendrons 3°

b : angle de braquage de volet

et encore :

$$l = \frac{(\text{Envergure du volet})^2}{S_e}$$

S_e : Surface totale de la partie correspondant au volet en m²(Voir figure n° 1)

$$A_e = \frac{0,095 l}{l + 1,73} \quad \text{et} \quad s = \frac{S_{em}}{S_e}$$

Remarque : Nous allons effectuer le calcul pour un seul volet (d'un seul côté de l'aile); le moment sera ensuite multiplié par 2.

Nous prendrons comme vitesse de calcul V_e , qui est la vitesse limite volets sortis à 170km/h soit 47,2 m/s pour le DR 400

$$V_{fe} = 47,2 \text{ m/s}$$

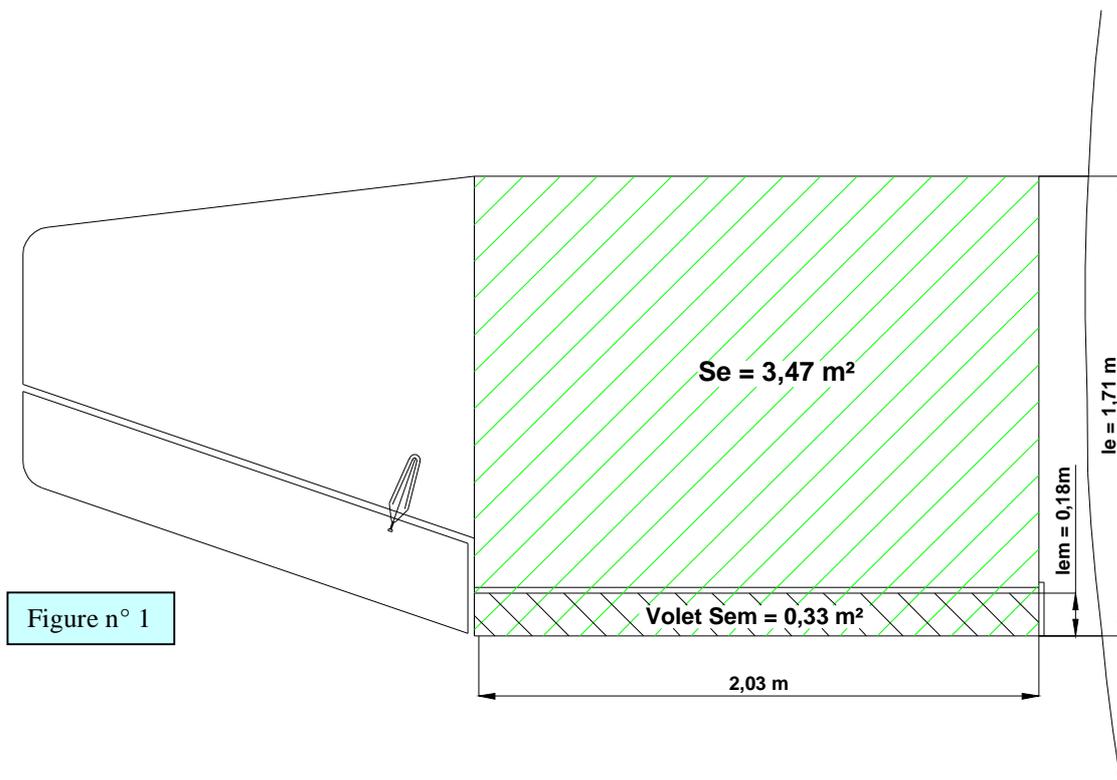


Figure n° 1

3) **Calculs** : Dans le cas du DR400, nous pouvons calculer :

$$s = \frac{S_{em}}{S_e} = \frac{0,33}{3,47} = 0,095 \quad \mathbf{s = 0,095}$$

$$l = \frac{(2,03)^2}{3,47} = 1,19 \quad \mathbf{l = 1,19}$$

$$A_e = \frac{0,095 l}{l + 1,73} = \frac{0,11}{2,92} = 0,038 \quad \mathbf{A_e = 0,038}$$

D'où les valeurs de n et p :

$$n = 0,25 A_e \sqrt{s} = 0,25 \cdot 0,038 \cdot \sqrt{0,095} = 0,003 \quad \mathbf{n = 0,003}$$

$$p = 0,25 A_e - 0,004 (1 - s) = 0,0095 - 0,0036 = 0,0059 \quad \mathbf{p = 0,0059}$$

Calcul de C_{mc} :

$$C_{mc} = ni_e + pb \quad \text{avec : } i_e = 3^\circ$$

b = angle de braquage du volet (2^{ième} cran = 60°)

$$C_{mc} = 0,003 \times 3 + 0,0059 \times 60$$

$$C_{mc} = 0,009 + 0,354 = 0,36$$

$$\mathbf{C_{mc} = 0,36}$$

D'où la valeur de M_c :

$$M_c = \frac{1,225 \cdot 47,2^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 0,36 \cdot 0,33 \cdot 0,18 = 2,97 \quad \mathbf{M_c = 3 \text{ m. kg}}$$

Ce moment s'exerce sur un seul volet, donc pour les 2 volets, on aura un moment de 6 m.kg

4) **Description de la chaîne de commande des volets** : Dans le DR400, la manœuvre s'effectue avec un levier qui ressemble à un frein à main de voiture, et qui permet de sortir soit 1, soit 2 crans de volets, c'est-à-dire soit 15° soit 60° de braquage de volets.

Ce levier agit, grâce à une biellette sur une double barre de torsion, qui, elle-même, commande les 2 volets, par l'intermédiaire de 2 tiges réglables. (figure n° 2)

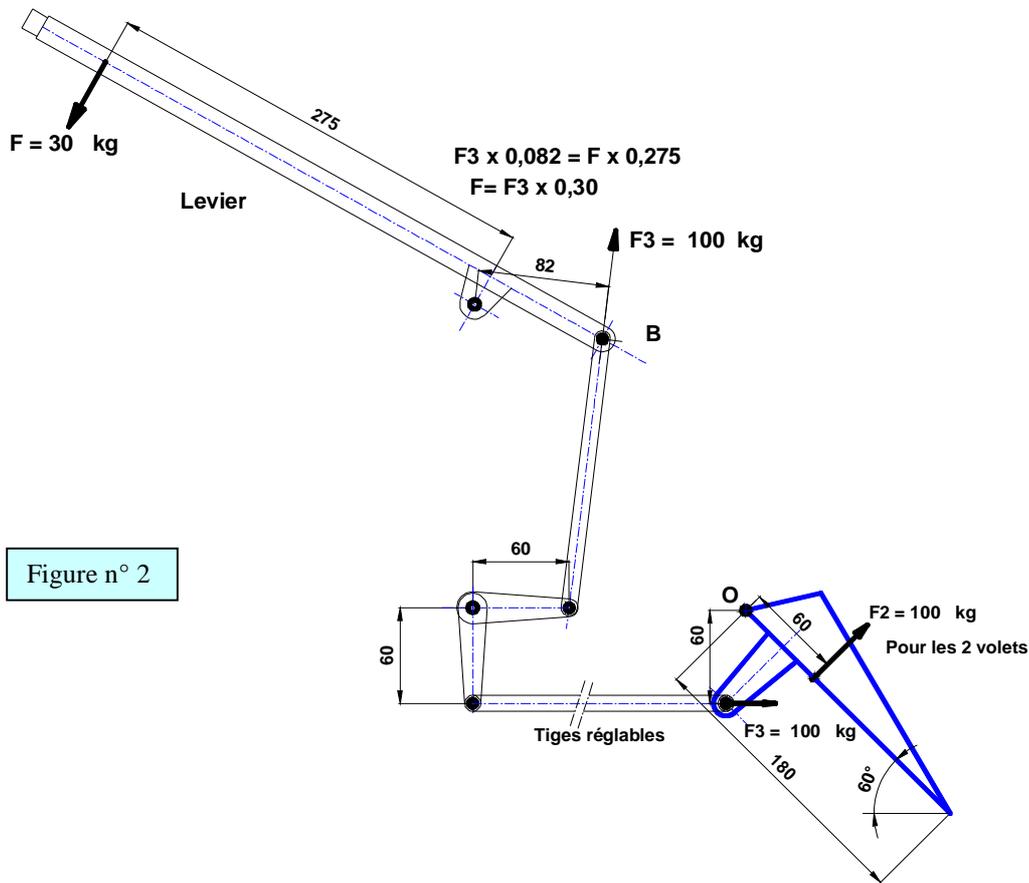


Figure n° 2

Le volet lui-même a une section en forme de triangle dont le grand côté est de 180 mm (corde l_{em}) et la charnière en O.

En supposant que la force F_2 qui crée le moment de charnière s'exerce au 1/3 de la corde soit à 60 mm de la charnière du volet, cette force sera de :

$$F_2 = \frac{6 \text{ m.kg}}{0,06 \text{ m}} = 100 \text{ kg (pour les 2 volets)}$$

Cet effort F_2 sera transmis intégralement sous la forme F_3 par les guignols des volets (même longueur de 60mm pour les guignols) vers les tiges réglables sous l'aile de l'avion.

Les guignols des barres de torsion ayant également les mêmes longueurs de 60 mm, nous retrouverons l'effort F_3 de 100kg à l'extrémité B du levier .

Le rapport des bras de levier étant de 0,3, on devra exercer sur le levier un effort de :

$100 \text{ kg} \times 0,3 = 30 \text{ kg}$, en bout de course, lorsque le volet sera braqué à fond; et cela pour la vitesse max de sortie des volets.

- Remarques** : 1) La pertinence des formules étant toute relative (formules " expérimentales "), il y a lieu de prévoir une tolérance de 15 à 20%. L'ordre de grandeur est toutefois suffisant pour effectuer un pré-calcul de dimensionnement (définition des moteurs électriques par exemple)
 2) Dans le cas du braquage des volets au 1^{er} cran (15°) l'effort est réduit à 8kg (au lieu de 30 kg).
 3) La formule de Toussaint s'applique également aux autres gouvernes.

