

H102

Exercices MécaVol 17/22 Mars 2012

Exercice n° 1 : Etude d'une montée rectiligne à Mach constant (10 points)

Les caractéristiques de l'avion sont les suivantes :

- Surface de référence 100 m^2 ; Longueur de la corde de référence $\bar{K} = 2,7 \text{ m}$
- Poussée maxi $F(Z) = 100\,000 - 8 * Z$ (F en N et Z en m)
- Polaire équilibrée : $C_x = 0,022 + 0,047 * C_z^2$;
- $C_z = 5,13 \alpha + 0,05$ (avec α en radians) ;
- $C_m = -0,02 - 0,66 \times \alpha - 0,8 \times \delta m - 3,5 \frac{q\bar{K}}{V}$

Le cas de vol en montée (ailes horizontales, sans vent ni dérapage) est le suivant :

- Au début de la montée : $m = 35 \text{ tonnes}$ et $V = 475 \text{ Kt}$ $1 \text{ Kt} = 1,852 \text{ km.h}^{-1}$
- Pente de montée (constante) : 2 degrés ;
- Consommation horaire constante : 2,7 tonnes / H
- Altitude de début : $Z_1 = 3\,000 \text{ m}$
- Masse volumique de l'air $\rho = 1,225 * (20000 - Z) / (20000 + Z) \text{ kg x m}^{-3}$, avec Z en m
- Vitesse du son $a = 20,1 \sqrt{288 - 6,5 \cdot 10^{-3} \cdot Z}$ (avec a en m.s^{-1} et Z en m)

a) calculer l'incidence de l'avion juste avant le début de la montée et au début de la montée.

b) quel est le braquage de la gouverne de profondeur δm avant le début de la montée, l'avion étant stabilisé en tangage.

c) la rotation s'effectuant en 0,5 s, quel est le braquage nécessaire de la gouverne de profondeur δm pour conserver le moment de tangage nul pendant cette rotation.

d) calculer l'altitude maxi possible en conservant cette pente (en considérant la masse constante), compte tenu de la pente de montée et de la poussée maxi disponible). (Cette altitude s'obtient à la finesse maximale et à la vitesse de décrochage)

e) calculer le temps mis pour effectuer la montée à ce plafond et la masse consommée.

f) en tenant compte du résultat de e), recalculer le plafond.

Ⓐ Avant le début de la montée :

$$F_z = \frac{1}{2} \rho S V^2 C_z \quad \text{Vel en palier} \quad F_z = mg$$

$$C_z = \frac{2mg}{\rho S V^2} = \frac{2 \times 35000 \times 9,81}{1,225 \times \frac{17000}{28000} \times 100 \times (244)^2} = \frac{686700}{528000}$$

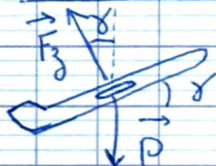
$$\text{car } V = 475 \text{ kts} = 475 \times \frac{1852}{3600} = 244 \text{ m.s}^{-1}$$

$$\Rightarrow C_z = 0,1274$$

$$\text{Or } C_z = 5,13\alpha + 0,05 \Leftrightarrow \alpha = \frac{0,127 - 0,05}{5,13} = 0,01509 \text{ rad}$$

$$\Rightarrow \alpha = 0,015 \times \frac{180}{\pi} = 0,864^\circ$$

Au début de la montée :



$$\cos \alpha = \frac{P}{F_z} = \frac{mg}{F_z} \Leftrightarrow F_z = \frac{mg}{\cos \alpha}$$

$$\text{d'où } mg = \frac{1}{2} \rho S V^2 C_z \cos \alpha$$

$$C_z = \frac{2mg}{\rho S V^2 \cos \alpha} = \frac{2 \times 35000 \times 9,81}{0,905 \times 100 \times 244^2 \times \cos(2^\circ)} = 0,1275$$

$$\alpha = 0,01511 \text{ rad} = 0,866^\circ$$

Ⓑ Stabilité en tangage $\Rightarrow C_m = 0$ et $q = 0$

$$\text{d'où } 0 = -0,02 - 0,66\alpha - 0,8 \delta_m$$

$$\Leftrightarrow \delta_m = \frac{0,02 + 0,66 \times 0,864}{-0,8} = -0,7378^\circ$$

© Rotation de 2° en 0,5 s $\Rightarrow \omega = 4 \text{ } ^\circ \text{ s}^{-1}$

$$0 = -0,02 - 0,66 \times 0,866 - 0,8 \delta_m - 3,5 \frac{4 \times 2,7}{244}$$

$$\Rightarrow \delta_m = \frac{0,02 + 0,66 \times 0,866 + 3,5 \times \frac{4 \times 2,7}{244}}{-0,8}$$

$$\delta_m = -0,933$$