

Commandes de vol primaire de l'Airbus A380

Savoir Faire

Je sais faire:

- Déterminer la loi entrée-sortie d'une chaîne cinématique simple par fermeture de chaîne géométrique



Caractéristiques de l'Airbus A380	
Longueur hors-tout	73 m
Hauteur	24,1 m
Diamètre du fuselage	7,14 m
Envergure	79,8 m
Surface alaire	845 m ²
Poussée des moteurs	310 kN × 4
Vitesse de croisière	1040 km/h (Mach 0,85)
Vitesse maximale	1090 km/h (Mach 0,89)
Masse maxi au décollage	560 t

L'Airbus A380 est un avion de ligne civil gros-porteur long-courrier quadriréacteur à double pont produit par Airbus, filiale d'EADS, construit principalement en Allemagne, Espagne, France et Royaume-Uni et assemblé à Toulouse.

Pour piloter un avion, il est nécessaire de pouvoir contrôler en permanence ses évolutions dans l'espace suivant trois directions ou axes (figure 1) :

- l'axe de lacet (vertical) ;
- l'axe de roulis (horizontal et dans la direction de la marche) ;
- l'axe de tangage (horizontal et perpendiculaire à la marche).

Pour cela, le pilote agit sur les commandes de vol de l'avion. En pratique, on distingue deux types de commandes :

- les commandes de vol primaires utilisées pendant tout le vol qui permettent de contrôler l'évolution de l'avion autour de ses axes de référence :
 - la gouverne de direction ou gouvernail pour le lacet,
 - les ailerons et les spoilers pour le roulis,
 - les gouvernes de profondeur et le plan horizontal réglable (PHR) pour le tangage.
- Les commandes de vol secondaires utilisées pendant les phases d'atterrissage et de décollage qui permettent de modifier la configuration aérodynamique de l'avion :
 - hypersustentateurs (volets et becs) pour la portance ;
 - les spoilers (ou aérofreins) pour la traînée.

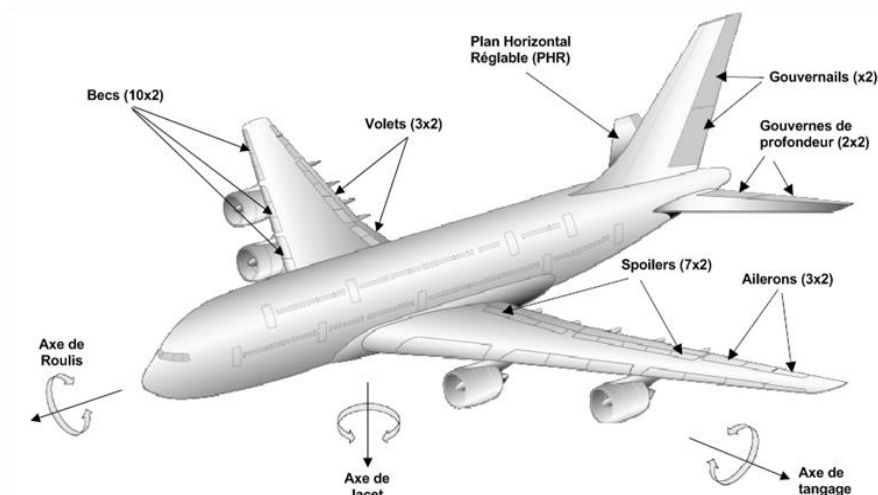


Figure 1: Les commandes de vol de l'A380

L'Airbus A 380 est équipé de quatre gouvernes de profondeur disposées symétriquement sur le plan horizontal réglable (PHR) de l'avion (voir Figure).

Chaque gouverne de profondeur est reliée au PHR par des charnières ou liaisons pivots (voir figure 3) et piloté par une unité de commande.

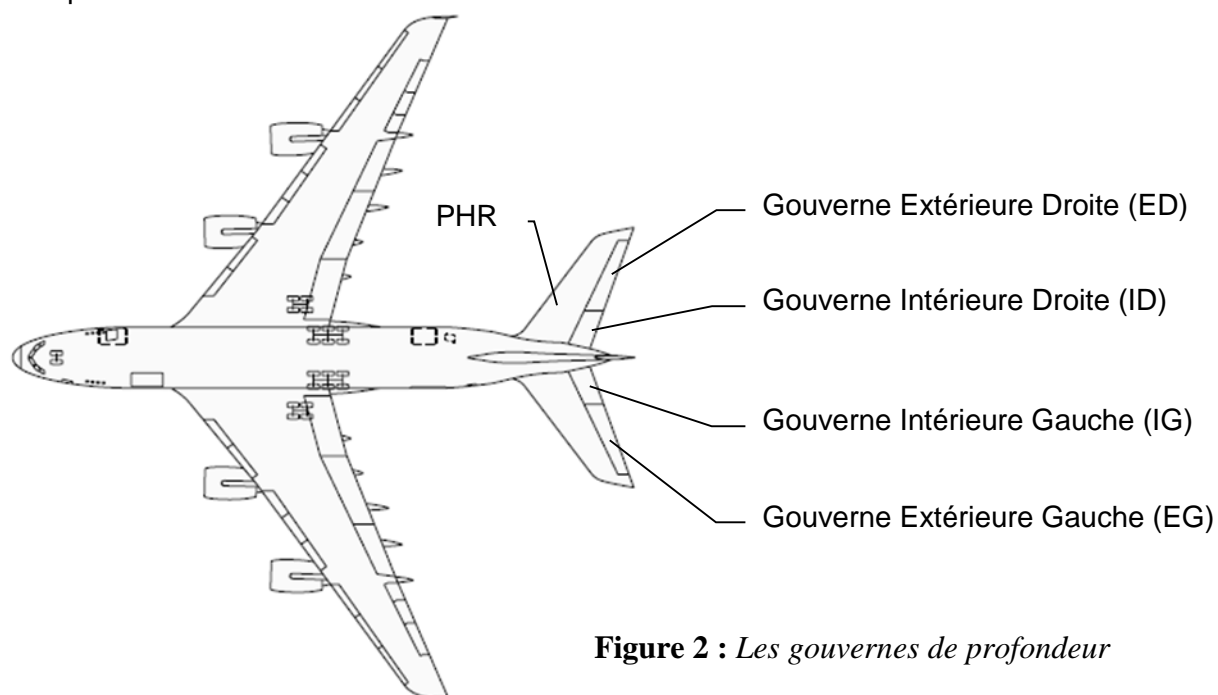


Figure 2 : Les gouvernes de profondeur

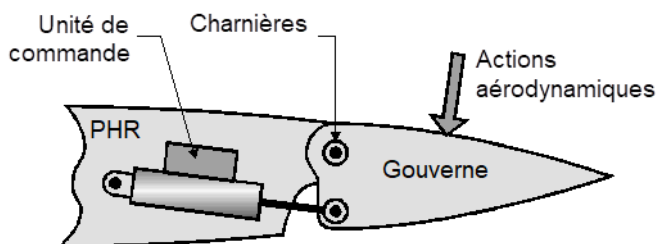
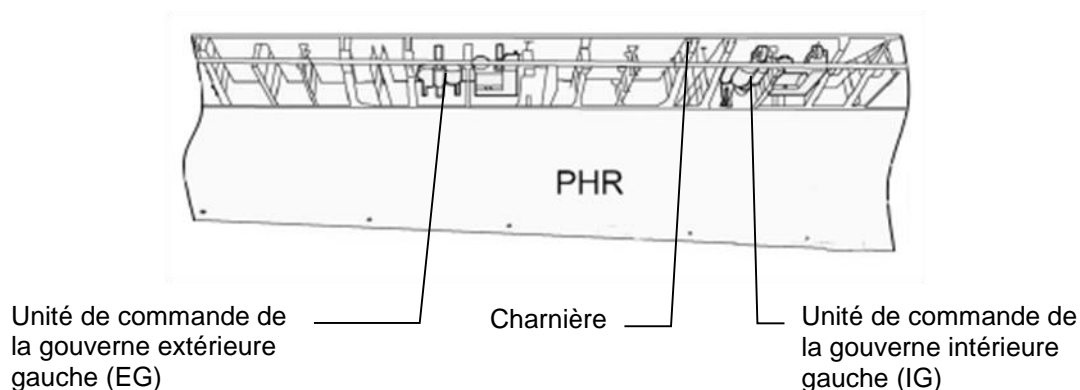
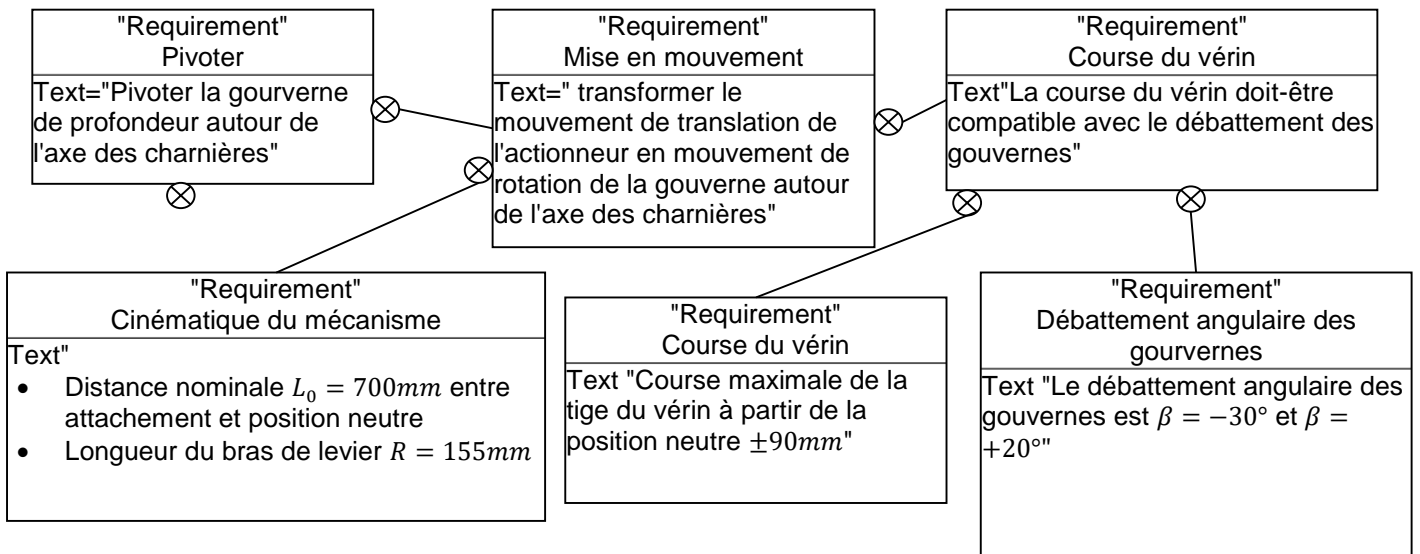


Figure 3 : Unités de commande des gouvernes gauches

Extrait du cahier des charges :

Extrait du diagramme des exigences de l'unité de commande (Req)



L'objectif de l'étude est de vérifier la compatibilité entre la course du vérin et le débattement angulaire des gouvernes.

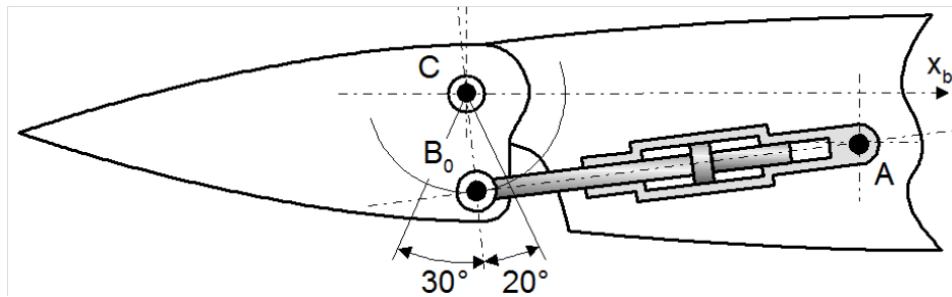
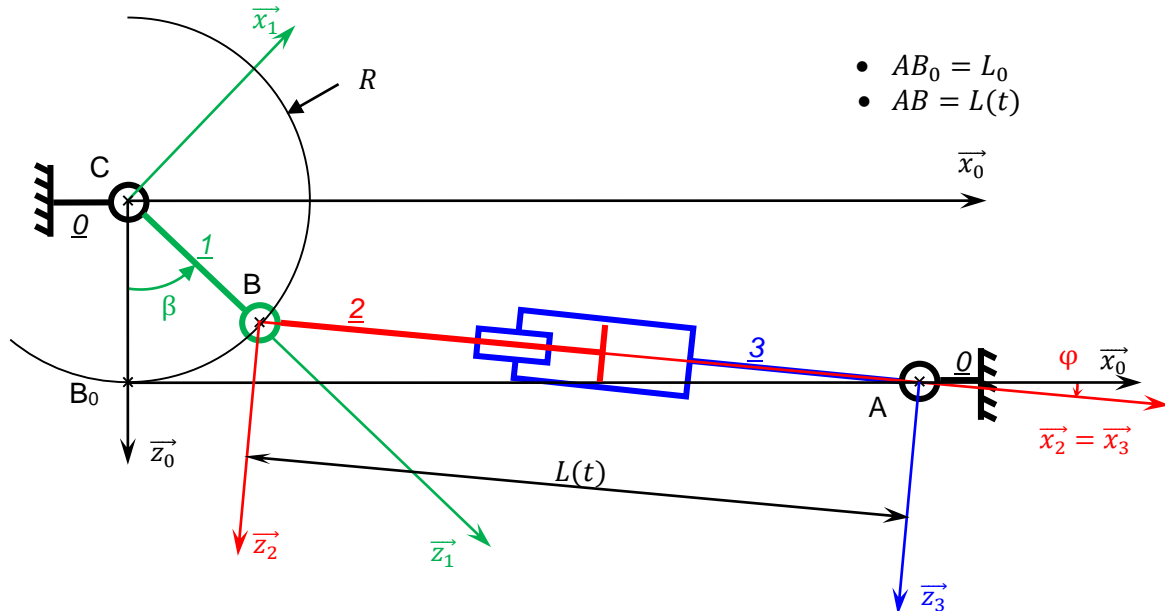


Schéma de la gouverne:



On considère que la tige du vérin rentre. On utilise les repères et notations suivants :

- $R_0(C, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$: Repère lié au PHR 0
- $R_1(C, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$: Repère lié à la gouverne 1
- $R_2(B, \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$: Repère lié à la tige du vérin 2
- $R_3(A, \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_3)$: Repère lié au corps du vérin 3

Nota: En position neutre $\beta = 0^\circ, L_0 = AB_0 = 700mm$ et $(AB_0) \perp (CB_0)$.

Le PHR a une liaison pivot d'axe (A, \vec{y}_0) avec le corps du vérin et une liaison pivot d'axe (C, \vec{y}_0) avec la gouverne.

La tige du vérin a une liaison pivot d'axe (B, \vec{y}_0) avec la gouverne et une liaison pivot glissant avec le corps du vérin. L'angle $\varphi = (\vec{x}_0, \vec{x}_3) < 0$.

Question 1 : Les angles β et φ étant dépendants, démontrer la relation suivante liant les deux paramètres:

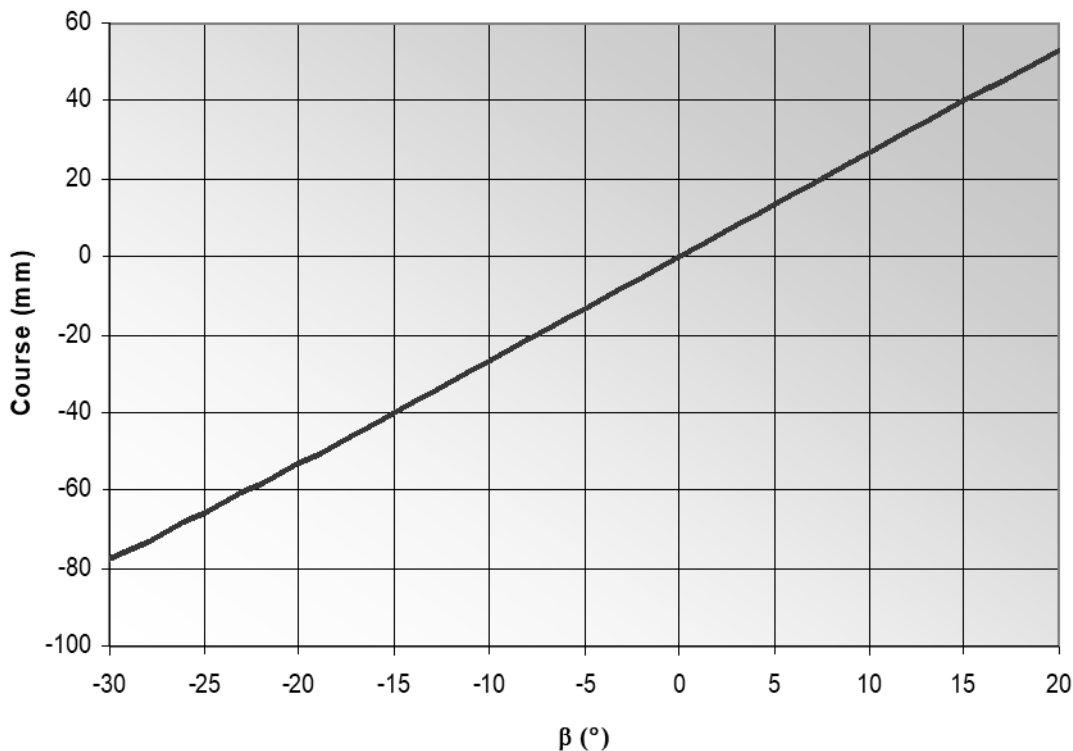
$$\tan\varphi = \frac{R(\cos\beta - 1)}{L_0 - R \cdot \sin\beta}$$

Question 2: Démontrer que la longueur $L = AB$ entre les attachements A et B du vérin pour une position β de la gouverne est donnée par l'expression:

$$L = \sqrt{2 \cdot R^2 + L_0^2 - 2R(R \cdot \cos\beta + L_0 \cdot \sin\beta)}$$

Question 3: En déduire l'expression de la course $x_2(t)$ du vérin en fonction de β et vérifier qu'elle est compatible avec les spécifications du cahier des charges pour $\beta = -30^\circ$ et $\beta = +20^\circ$.

Question 4: La figure ci-dessous représente l'évolution de la course $x_2(t)$ du vérin en fonction de β . Elle autorise l'hypothèse selon laquelle l'évolution de β en fonction de $x_2(t)$ est linéaire, c'est-à-dire de la forme $x_2(t) = K_G \cdot \beta(t)$ avec β en radians et x_2 en mètres. Déterminer K_G .



Evolution de la course x_2 du vérin en fonction de β

Question 5: Déterminer l'expression de la vitesse de déplacement de la tige du piston \vec{V}_p par rapport au corps du piston en fonction du temps.

Question 6: Déterminer l'expression du débit instantané dans le piston.