Etude du Plan Horizontal Réglable (PHR) de l'AIRBUS A340

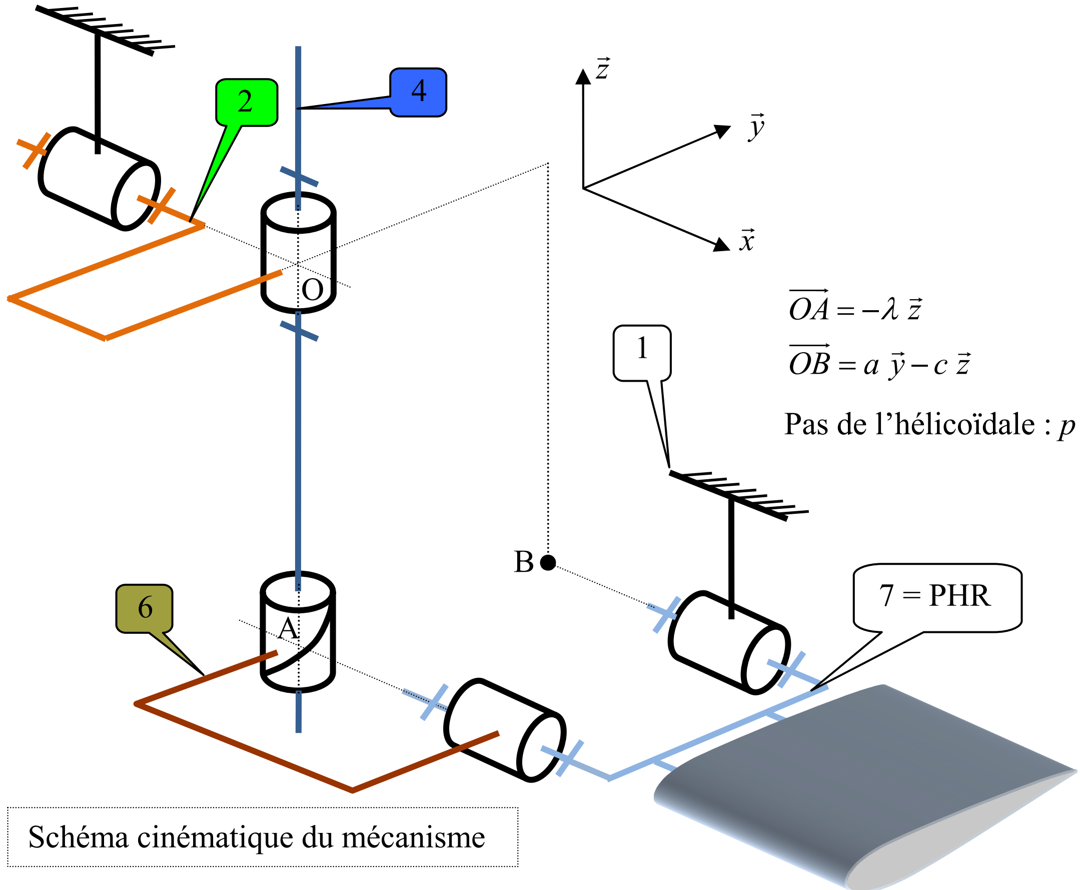
Le sujet proposé concerne la commande en position du Plan Horizontal Réglable (PHR) de l'Airbus A340.Le PHR, ou Plan Horizontal Réglable, peut être assimilé à une mini aile située à l'extrémité arrière du fuselage de l'avion. L'intérêt de ce dispositif est par exemple de réduire la poussée des réacteurs et donc d'économiser du carburant, ce qui est possible par un réglage du PHR approprié à une vitesse de vol stationnaire.

On adoptera les notations suivantes : Torseur cinématique : $\{V(1/2)\} = \underset{?}{\begin{Bmatrix} \omega_{x12} & v_{x12} \\ \omega_{y12} & v_{y12} \\ \omega_{z12} & v_{z12} \end{Bmatrix}}_{(\vec{x},\vec{y},\vec{z})}$,

Torseurs d'actions mécaniques: $\{T_{2\to1}\} = \underset{?}{\begin{Bmatrix} X_{21} & L_{21} \\ Y_{21} & M_{21} \\ Z_{21} & N_{21} \end{Bmatrix}}_{(\vec{x},\vec{y},\vec{z})}$

MECANISMES/hyperstatisme : Airbus A340

TD8 : Enoncé



$\overrightarrow{OA} = -\lambda\,\vec{z}$

$\overrightarrow{OB} = a\,\vec{y} - c\,\vec{z}$

Pas de l'hélicoïdale : p

Schéma cinématique du mécanisme

Question 1 : Tracer le graphe des liaisons du mécanisme

Question 2 : A partir d'une étude cinématique (écrire le système d'équations cinématiques), déterminer le rang du système d'équations cinématiques et en déduire les mobilités de ce mécanisme.

Question 3 : En déduire le degré d'hyperstatisme

Question 4 : Déterminer les inconnues hyperstatiques.

Question 5 : A partir des résultats de la question précédente, proposer des modifications de liaisons afin de réduire rendre le mécanisme isostatique. On proposera deux solutions, dont celle changeant deux pivots par deux sphériques à doigt.

Question 6 : A partir de la solution technique effectivement employée sur l'airbus A340 représentées ci-dessous (schéma cinématique et perspectives), déterminer la liaison équivalente entre 1et 4 ainsi qu'entre 5 et 7. Cette solution vous parait elle isostatique ?

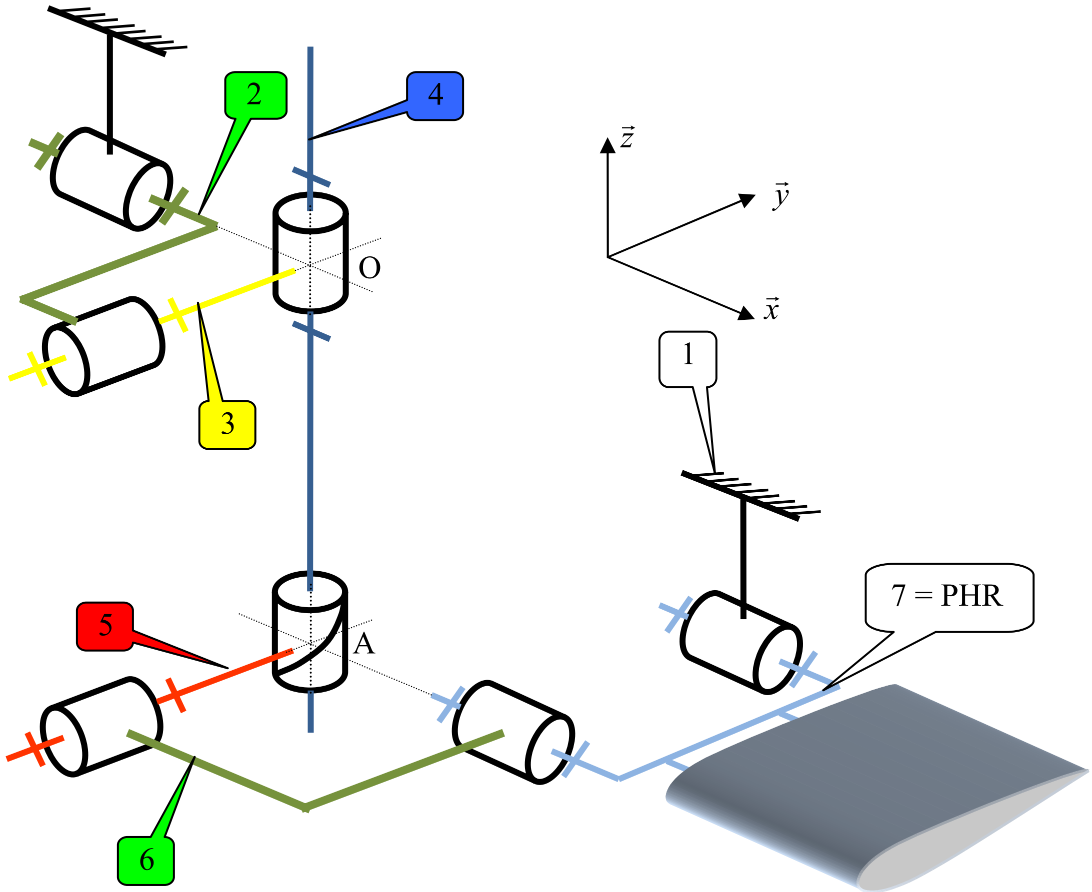
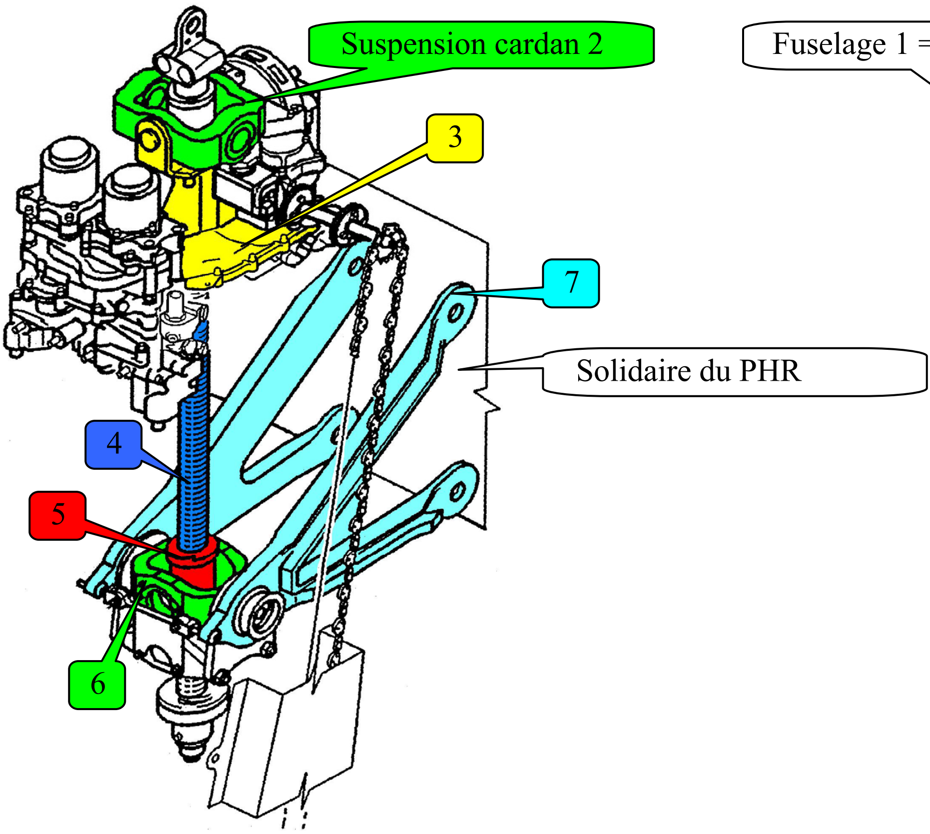
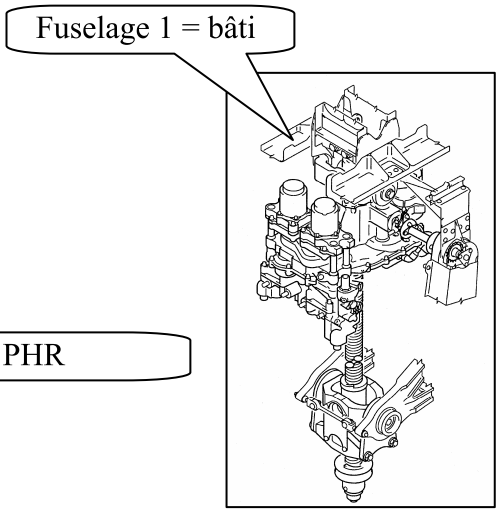


Schéma cinématique de la solution technique employée sur l'airbus A340

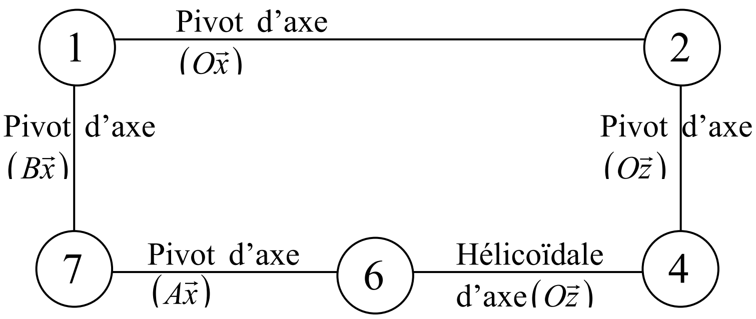
Perspectives de la solution technique employée sur l'airbus A340


Suspension cardan 2
3
7
Solidaire du PHR
4
5
6


Fuselage 1 = bâti

Etude du Plan Horizontal Réglable (PHR) de l'AIRBUS A340 CORRECTION

Question 1 : Tracer le graphe des liaisons du mécanisme



Question 2 : A partir d'une étude cinématique (écrire le système d'équations cinématiques), déterminer le rang du système d'équations cinématiques et en déduire les mobilités de ce mécanisme.

Le graphe des liaisons présente un seul cycle, donc on ne peut écrire qu'une seule fermeture cinématique :

$$\{V(1/2)\}+\{V(2/4)\}+\{V(4/6)\}+\{V(6/7)\}+\{V(7/1)\}=\begin{Bmatrix}\vec{0}\\ \vec{0}\end{Bmatrix}$$

Ce qui donne avant changement des torseurs sur le même point :

$${}_O\begin{Bmatrix}\omega_{x12} & 0\\ 0 & 0\\ 0 & 0\end{Bmatrix}+{}_O\begin{Bmatrix}0 & 0\\ 0 & 0\\ \omega_{z24} & 0\end{Bmatrix}+{}_O\begin{Bmatrix}0 & 0\\ 0 & 0\\ \omega_{z46} & \dfrac{p\omega_{z46}}{2\pi}\end{Bmatrix}+{}_A\begin{Bmatrix}\omega_{x67} & 0\\ 0 & 0\\ 0 & 0\end{Bmatrix}+{}_B\begin{Bmatrix}\omega_{x71} & 0\\ 0 & 0\\ 0 & 0\end{Bmatrix}={}_O\begin{Bmatrix}0 & 0\\ 0 & 0\\ 0 & 0\end{Bmatrix}$$

Soit en ramenant tous les torseurs au même point O :

- $\vec{V}(O,6/7)=\vec{V}(A,6/7)+\overrightarrow{OA}\wedge\vec{\Omega}(6/7)=\vec{0}+(-\lambda\,\vec{z})\wedge\omega_{x67}\vec{x}=-\lambda\omega_{x67}\,\vec{y}$
- $\vec{V}(O,7/1)=\vec{V}(B,7/1)+\overrightarrow{OB}\wedge\vec{\Omega}(7/1)=\vec{0}+(a\,\vec{y}-c\,\vec{z})\wedge\omega_{x71}\vec{x}=-a\omega_{x71}\,\vec{z}-c\omega_{x71}\,\vec{y}$

D'où :

$${}_O\begin{Bmatrix}\omega_{x12} & 0\\ 0 & 0\\ 0 & 0\end{Bmatrix}+{}_O\begin{Bmatrix}0 & 0\\ 0 & 0\\ \omega_{z24} & 0\end{Bmatrix}+{}_O\begin{Bmatrix}0 & 0\\ 0 & 0\\ \omega_{z46} & \dfrac{p\omega_{z46}}{2\pi}\end{Bmatrix}+{}_O\begin{Bmatrix}\omega_{x67} & 0\\ 0 & -\lambda\omega_{x67}\\ 0 & 0\end{Bmatrix}+{}_O\begin{Bmatrix}\omega_{x71} & 0\\ 0 & -c\omega_{x71}\\ 0 & -a\omega_{x71}\end{Bmatrix}={}_O\begin{Bmatrix}0 & 0\\ 0 & 0\\ 0 & 0\end{Bmatrix}$$