Corrigé

Etude d'hyperstatisme : **Mât-Réacteur A 320 ;**

Figure 3

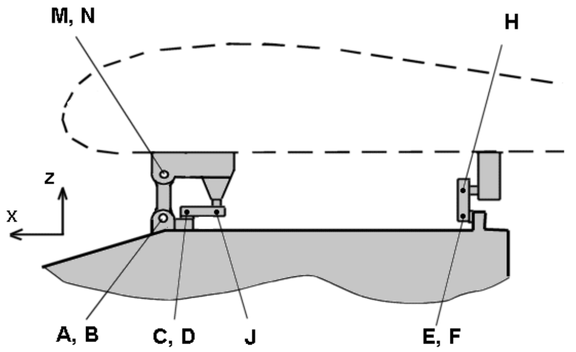
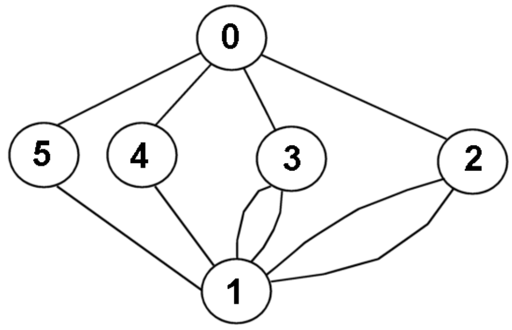
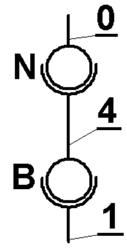


Figure 4 Graphe de structure



1- liaison équivalente entre (1) et (0) réalisée par la biellette (4) :

Figure 5



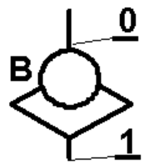
C'est un ensemble de solides reliés par des liaisons en série (figure 5) ; utilisons la démarche des torseurs cinématiques :

$$\{V_{1/0}\}_B = \{V_{1/4}\}_B + \{V_{4/0}\}_B$$

$$= \begin{Bmatrix} \omega_{x1/4} & 0 \\ \omega_{y1/4} & 0 \\ \omega_{z1/4} & 0 \end{Bmatrix}_B + \begin{Bmatrix} \omega_{x4/0} & -a\omega_{y4/0} \\ \omega_{y4/0} & a\omega_{x4/0} \\ \omega_{z4/0} & 0 \end{Bmatrix}_B = \begin{Bmatrix} \omega_{x1/4}+\omega_{x4/0} & -a\omega_{y4/0} \\ \omega_{y1/4}+\omega_{y4/0} & a\omega_{x4/0} \\ \omega_{z1/4}+\omega_{z4/0} & 0 \end{Bmatrix}_B$$

qui est le torseur d'une liaison « sphère-plan » (ou ponctuelle) de centre B et de normale Z (figure 6).

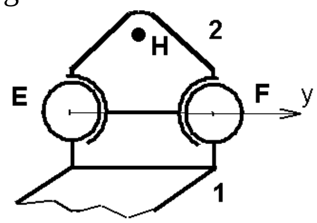
Figure 6



Par une démarche identique, on montre que la liaison équivalente réalisée par la biellette (5) entre (1) et (0) est une liaison « sphère-plan » de centre A et de normale Z.

2- liaison équivalente réalisée entre (1) et (0) par le triangle (2) :

Figure 7



2-1 montrons tout d'abord que l'ensemble des deux liaisons en E et F forme une liaison pivot de (2) par rapport à (1) (voir la figure 7) :
C'est un assemblage de deux liaisons en parallèle ; utilisons les torseurs statiques ; le torseur statique de la liaison équivalente est égal à la somme des torseurs statiques transmis par chacune des liaisons :

$$\{F_{2/1(équ)}\}_E = \{F_{2/1(E)}\}_E + \{F_{2/1(F)}\}_E$$

$$= \begin{Bmatrix} X_E & 0 \\ Y_E & 0 \\ Z_E & 0 \end{Bmatrix}_E + \begin{Bmatrix} X_F & e.Z_F \\ Y_F & 0 \\ Z_F & -e.X_F \end{Bmatrix}_E = \begin{Bmatrix} X_E+X_F & e.Z_F \\ Y_E+Y_F & 0 \\ Z_E+Z_F & -e.X_F \end{Bmatrix}_E$$

qui est le torseur statique d'une liaison pivot d'axe (E, $\vec{y}$).

Le nombre d'inconnues statiques Ns = 3+3 = 6
Le nombre d'inconnues de la liaison équivalente est de 5 = le rang du système statique.

Les liaisons sont en parallèle, $\Rightarrow$ h = 6 – 5 = 1.

Ce guidage modélisé par deux liaisons sphériques est **hyperstatique d'ordre 1**.
Condition géométrique à réaliser :
La distance entre les centre des sphères qui doit être le même sur les solides 1 et 2.

2-2 Déterminons la liaison équivalente entre (0) et (1) réalisée par le triangle (2).
Les liaisons sphérique (0)/(2) et pivot (2)/(1) et sont des liaisons associées en série ; utilisons la démarche des torseurs cinématiques :

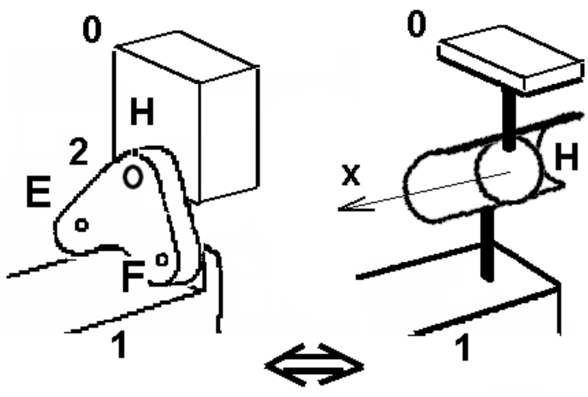
$$\{V_{1/0}\}_H = \{V_{1/2}\}_H + \{V_{2/0}\}_H$$

$$= \begin{Bmatrix} 0 & h\omega_{y1/2} \\ \omega_{y1/2} & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_H + \begin{Bmatrix} \omega_{x2/0} & 0 \\ \omega_{y2/0} & 0 \\ \omega_{z2/0} & 0 \end{Bmatrix}_H$$

$$= \begin{Bmatrix} \omega_{x2/0} & h\omega_{y1/2} \\ \omega_{y1/2} + \omega_{y2/0} & 0 \\ \omega_{z2/0} & 0 \end{Bmatrix}_H$$

Ce qui est le torseur d'une liaison « sphère-cylindre » d'axe x et de centre H (figure 8).

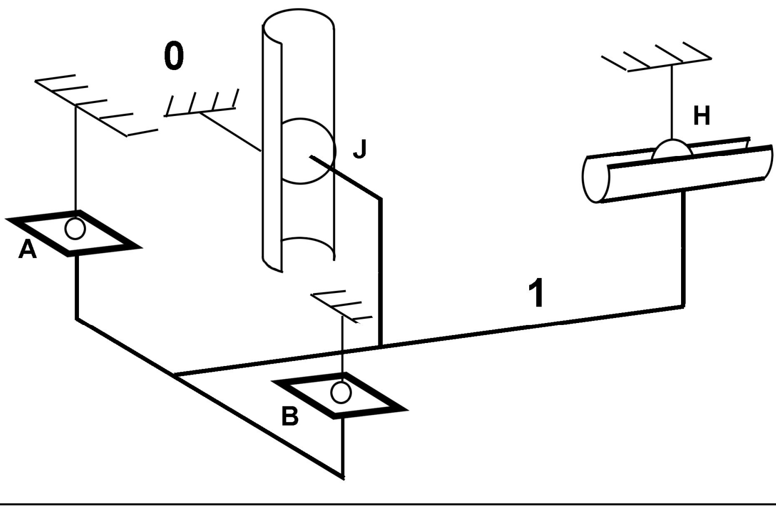
Figure 8



On montre de la même manière que la liaison équivalente entre (1) et (0) réalisée par le triangle (3) est une liaison « sphère-cylindre » d'axe z et de centre J.

3- Schéma architectural de l'assemblage du mât (1) sur l'aile (0) :
avec les liaisons déterminées précédemment, on obtient le schéma de la figure 9 :

Figure 9



4- Déterminons le degré d'hyperstatisme de l'assemblage (1)/(0) ;

h = Ns – 6 + mc = (1 + 1 + 2 + 2) – 6 + 0 = 0

Le système est isostatique ; cela permet aux différentes pièces (mat-réacteur, aile …) de se dilater sous l'effet des variations de températures, sans provoquer de contraintes qui seraient préjudiciables à la résistance de cet assemblage.