# SHLL102 – Réponse harmonique d'une poutre avec 3 disques, soumise à l'effet gyroscopique.

**Résumé :**

Ce problème consiste à valider l'effet de la matrice gyroscopique sur une poutre appuyée à chacune de ses extrémités, sur des appuis linéaires, sur un calcul harmonique avec un chargement du type balourd. La poutre est pleine, de section circulaire et comporte trois disques.

Pour ce cas test, le chargement du type balourd est installé sur le disque 2. La comparaison porte sur la valeur des pics de résonance des déplacements du disque 2.

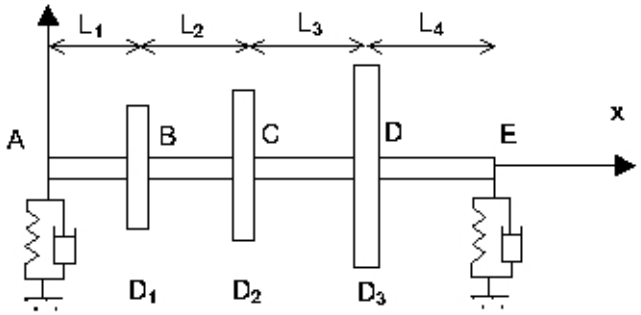
Ce problème permet donc de tester l'effet de la matrice gyroscopique qui a été développé pour une poutre droite. L'effet gyroscopique conduit à modifier les fréquences de résonance et les amplitudes déplacements.

Les résultats obtenus sont en bon accord avec ceux donnés en référence. Les références sont basées sur la théorie des poutres de Timoshenko.



Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 1 Problème de référence




## 1.1 Géométrie

**Modélisation :**

| | Masse ( $kg$ ) | $I_{xx}$ ( $kg.m^2$ ) | $I_{yy}=I_{zz}$ ( $kg.m^2$ ) |
|---|---|---|---|
| Disque $D_1$ | 14.580130 | 0.1232021 | 0.6463858 |
| Disque $D_2$ | 45.945793 | 0.97634809 | 0.4977460 |
| Disque $D_3$ | 55.134951 | 1.1716177 | 0.6023493 |

**Tableau 1.1-1 : Caractéristiques des disques**

**Longueur de la poutre :**

$$L_1=AB=0.2\,m$$
$$L_2=BC=0.3\,m$$
$$L_3=CD=0.5\,m$$
$$L_4=DE=0.3\,m$$

**Section circulaire :**

Diamètre : $D=0.1\,m$

## 1.2 Propriétés de matériaux

$$E=2.10^{11}\,Pa$$
$$\nu=0.3$$
$$\rho=7\,800\,kg/m^3$$

## 1.3 Conditions aux limites et chargements

Appuis élastiques avec amortissement visqueux en $A$ et en $E$

$$K_{yy}=5.10^7\,N.m^{-1}\;;\; K_{zz}=7.10^7\,N.m^{-1}\;;\; K_{yz}=K_{zy}=0$$
$$C_{yy}=5.10^2\,N/(m.s^{-1})\;;\; C_{zz}=7.10^2\,N/(m.s^{-1})\;;\; C_{yz}=C_{zy}=0$$



Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 2 Solution de référence

## 2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

La solution de référence est celle présentée dans l'ouvrage de Michel LALANNE et Guy FERRARIS.

Les résusltats numériques ont été obtenus par un code éléments finis, dans des éléments poutre de type Timoshenko. La modélisation est réalisée avec 14 nœuds (13 éléments poutres).

## 2.2 Résultats de référence

Avec un chargement de type balourd, valeurs des 7 maximas d'amplitude pour le point $C$ (disque 2), pour une vitesse de rotation variant de $0$ à $30000\,tr/min$.

## 2.3 Incertitude sur la solution

Inférieure à 1%.

## 2.4 Références bibliographiques

1. Michel LALANNE and Guy FERRARIS, Rotordynamics, Prediction in Engineering, JOHN WILEY AND SONS (1990).



Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 3 Modélisation A

## 3.1 Caractéristiques de la modélisation

**Modélisation** : 13 Éléments équi-répartis de poutre POU_D_T dans la direction $x$

## 3.2 Caractéristiques du maillage

Maillage : Nombre de nœuds : 14
Nombre de mailles et types : 13 SEG2

## 3.3 Chargement

Balourd de valeur $0.05\,m.kg$ , installé sur le nœud $C$ (disque 2).

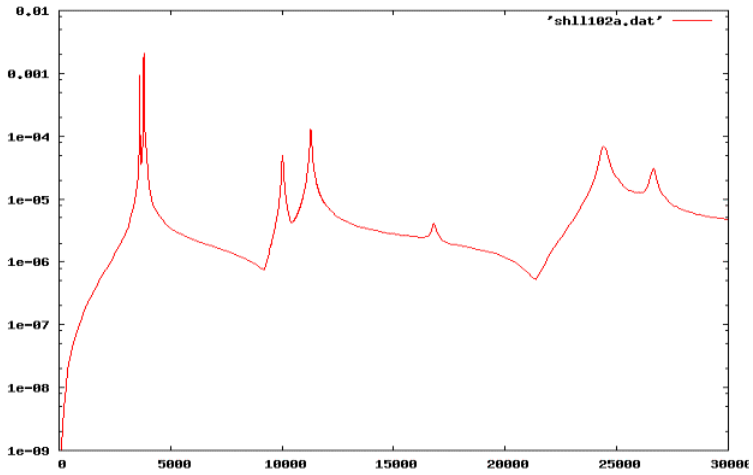


Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 4 Résultats

| Fréquence en $Hz$ | Excentricité de référence ( $m$ ) | Excentricité Aster ( $m$ ) | % Différence |
|---|---|---|---|
| 60,34 | 9.38E-04 | 9.3763E-04 | 0.039 |
| 63,3 | 2.1E-03 | 2.0960E-03 | 0.190 |
| 166,97 | 4.99E-05 | 4.9921E-05 | 0.042 |
| 188,02 | 1.3E-04 | 1.3025E-04 | 0.195 |
| 279,78 | 4.21E-06 | 4.2042E-06 | 0.138 |
| 406,97 | 6.84E-05 | 6.8300E-05 | 0.146 |
| 443,52 | 3.11E-05 | 3.0666E-05 | 1,41 |

**Tableau 4-1 : Excentricités en fonction des fréquences**



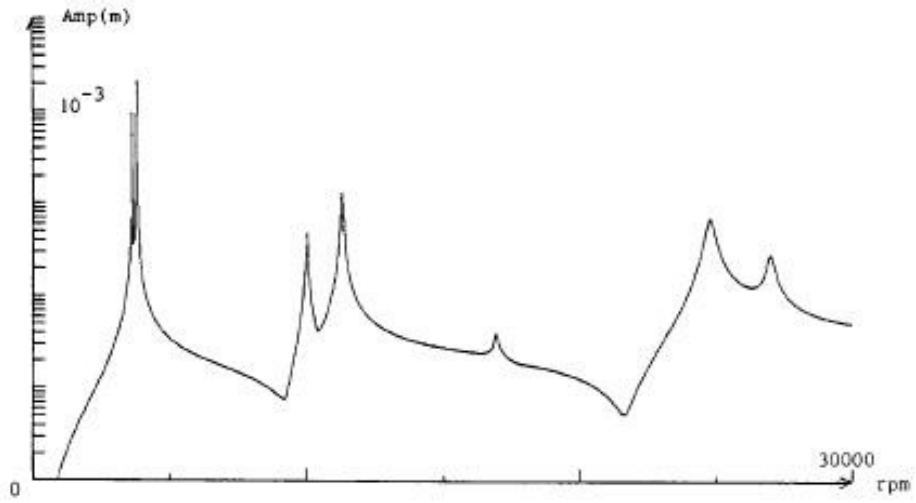




Figure 7 Mass unbalance response: $n = 8$



Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 5 Synthèse des résultats

On constate que les calculs de *Code_Aster* reproduisent fidèlement ceux de la référence. On constate une bonne implantation de l'effet gyroscopique pour l'élément de poutre, dans le cas de calcul harmonique.



Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)