

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

---

### Résumé :

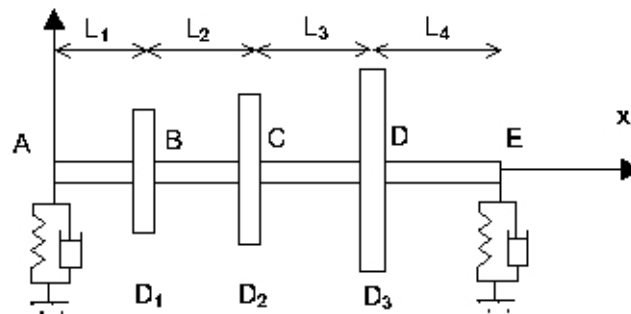
Ce problème consiste à valider l'effet de la matrice gyroscopique sur une poutre appuyée à chacune de ses extrémités, sur des appuis linéaires, sur un calcul harmonique avec un chargement du type balourd. La poutre est pleine, de section circulaire et comporte trois disques.

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.

## 1 Problème de référence



### 1.1 Géométrie

Modélisation :

	Masse ( kg )	$I_{xx}$ ( kg.m <sup>2</sup> )	$I_{yy} = I_{zz}$ ( kg.m <sup>2</sup> )
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 :

$$L_1 = AB = 0.2 \text{ m}$$

$$L_2 = BC = 0.3 \text{ m}$$

$$L_3 = CD = 0.5 \text{ m}$$

$$L_4 = DE = 0.3 \text{ m}$$

Section circulaire :

$$\text{Diamètre : } D = 0.1 \text{ m}$$

### 1.2 Propriétés de matériaux

$$E = 2.10^{11} \text{ Pa}$$

$$\nu = 0.3$$

$$\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$$

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

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

$$K_{yy} = 5.10^7 \text{ N.m}^{-1}; K_{zz} = 7.10^7 \text{ N.m}^{-1}; K_{yz} = K_{zy} = 0$$

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

## 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 résultats 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 maxima 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).

## 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  $0.05 \text{ m.kg}$ , installé sur le nœud  $C$  (disque 2).

## 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

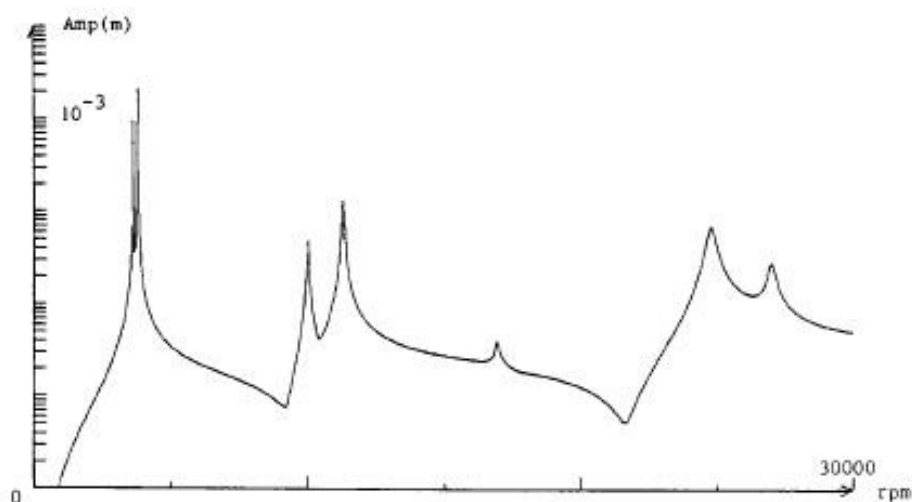
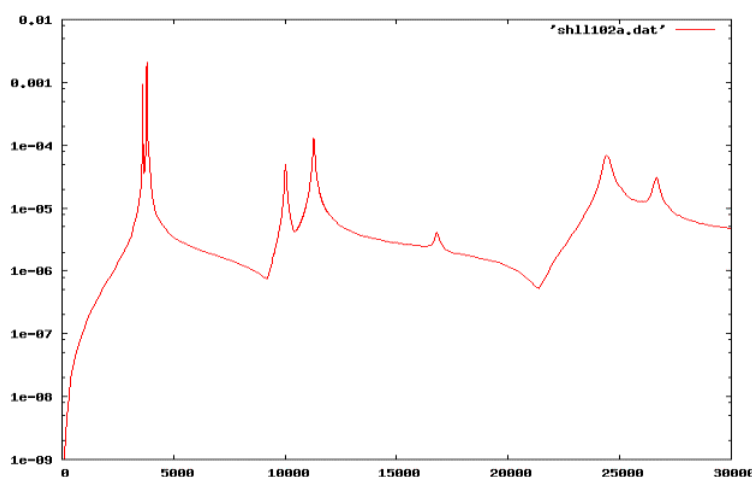


Figure 7 Mass unbalance response:  $n = 8$

## 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.