

**Manuel de Validation****Fascicule V3.04 : Statique linéaire des structures volumiques****Document : V3.04.105**

# SSLV105 - Raidissement centrifuge d'une poutre en rotation

---

**Résumé :**

Test de Mécanique des structures en analyse statique linéaire.

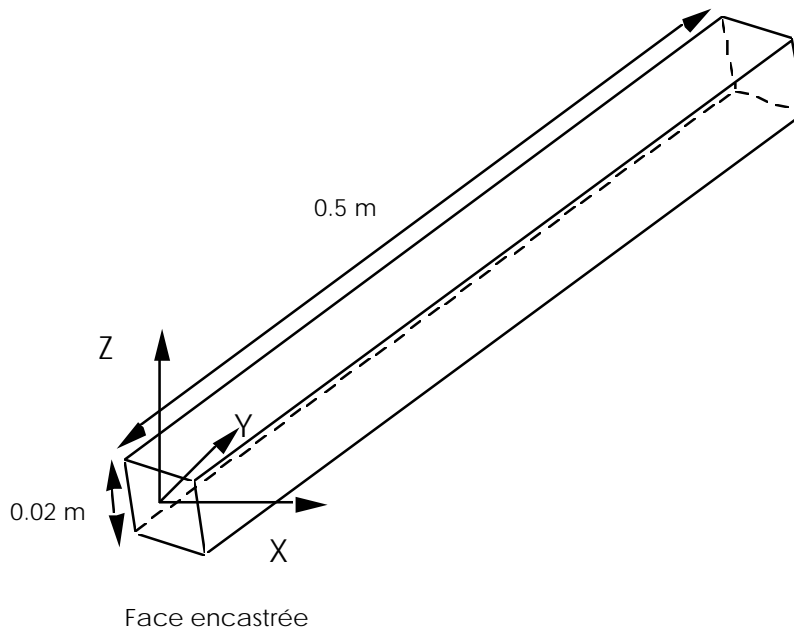
La géométrie est celle d'une poutre élancée soumise à une rotation autour d'une de ses extrémités. Une seule modélisation : éléments 3D (HEXA20). On teste ici les forces d'inertie de rotation (comme le test SSLV104) avec prise en compte du raidissement centrifuge.

La solution de référence (analytique) prend en compte le terme de rigidité supplémentaire dû à la rotation. Les résultats sont identiques à la solution de référence.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie

La structure est composée d'une poutre élancée orientée portée dans l'espace par l'axe de vecteur directeur (1, 1, 1).



Section carrée d'aire :  $4.0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

Longueur de la poutre : 0.5 m

### 1.2 Propriétés de matériaux

$E = 2. \cdot 10^{11} \text{ Pa}$

$\nu = 0$

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

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

Poutre encastree libre en rotation autour d'un axe perpendiculaire à sa plus grande dimension et passant par le centre de la face encastree.

Coordonnées du vecteur rotation : (1, 0, -1).

Vitesse de rotation :  $\omega = 3000 \text{ rd/s}$ .

La valeur importante de la vitesse de rotation n'a rien de physique.

## 2 Solution de référence

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

En repère local de la poutre : l'équation relative au déplacement  $U_x$  (sans négliger l'allongement) est :

$$\frac{\partial^2 U_x}{\partial x^2} + \frac{\rho}{E} \omega^2 (x + U_x) = 0$$

Avec les conditions aux limites  $U_x(0) = 0$

$$\frac{\partial U_x}{\partial x}(L) = \sigma_{xx}(L) = 0$$

On pose :  $\alpha = \sqrt{\frac{\rho \omega^2}{E}}$

En intégrant l'équation différentielle précédente on obtient, dans le repère de la poutre :

$$U_x(x) = \frac{\sin(\alpha x)}{\alpha \cos(\alpha L)} - x \quad U_y = U_z = 0$$

Le déplacement de tout points de la poutre s'écrit donc dans le repère global :

$$\begin{aligned} U_x(X, Y, Z) &= \frac{1}{\sqrt{3}} \left[ \frac{\sin(\alpha r)}{\alpha \cos(\alpha L)} - r \right] \\ U_y(X, Y, Z) &= \frac{1}{\sqrt{3}} \left[ \frac{\sin(\alpha r)}{\alpha \cos(\alpha L)} - r \right] \\ U_z(X, Y, Z) &= \frac{1}{\sqrt{3}} \left[ \frac{\sin(\alpha r)}{\alpha \cos(\alpha L)} - r \right] \\ \text{avec } r &= \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2} \end{aligned}$$

### 2.2 Résultats de référence

Valeurs des trois déplacements au centre de la section la plus éloignée de l'axe de rotation.

### 2.3 Incertitude sur la solution

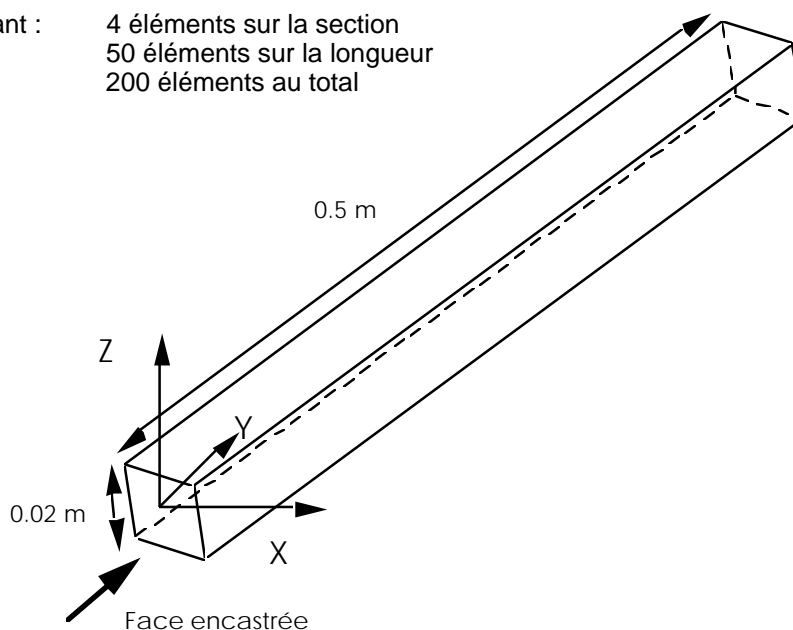
Sans objet (solution analytique).

## 3 Modélisation A

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

#### Eléments 3D (HEXA20)

Maillage réglé comportant :  
 4 éléments sur la section  
 50 éléments sur la longueur  
 200 éléments au total



### 3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 1521

Nombre de mailles et types : 200 HEXA20

### 3.3 Fonctionnalités testées

Commandes		Clés
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO ROTATION	[U4.25.01]
CALC_MATR_ELEM	RIGI_ROTA	[U4.41.01]

## 4 Résultats de la modélisation A

### 4.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
DX en L	$8.75 \cdot 10^{-3}$	$8.75 \cdot 10^{-3}$	0
DY en L	$8.75 \cdot 10^{-3}$	$8.75 \cdot 10^{-3}$	0
DZ en L	$8.75 \cdot 10^{-3}$	$8.75 \cdot 10^{-3}$	0

### 4.2 Paramètres d'exécution

Version : 3.5.27

Machine : CRAY C90

Encombrement mémoire : 8 MW      Temps CPU User : 7 secondes

## 5 Synthèse des résultats

---

Fonctionnement correct de l'option `RIGI_ROTA`. Noter l'augmentation du déplacement axial par rapport au cas sans raidissement (SSLV104 [V3.04.104]).