# SSLV160 - Poutre bi-appuyée soumise à une force nodale sur sa fibre neutre

**Résumé :**

Ce test permet de valider le raccord entre modèles 1D et 3D, dans le cadre Arlequin (3D_POU_ARLEQUIN) [1].

Il s'agit d'un modèle de poutre élancée sur deux appuis, soumise à une force nodale.

Les résultats des calculs sont comparés avec ceux obtenus par Code_aster avec un modèle de référence 1D et un modèle mixte 1D-3D raccordé avec l'option 3D_POU. Les résultats coïncident parfaitement avec les solutions de référence.



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

# 1 Problème de référence

L'objectif de ce cas test est de valider le raccord Arlequin Poutre-3D dans Code_Aster.

On compare les résultats obtenus avec ceux issus de deux modélisations dans Code_Aster :
- mono-modélisation de référence 1D
- modélisation mixte de référence 1D-3D avec raccord 3D_POU

## 1.1 Géométrie

On considère une structure mince élancée de longueur 0,25 m selon l'axe X et de section circulaire. Elle est appuyée sur ses deux extrémités situées respectivement aux positions -0,1 m (appui 1) et 0,15 m (appui 2). Le rayon de la section est égal à 0,005 m.

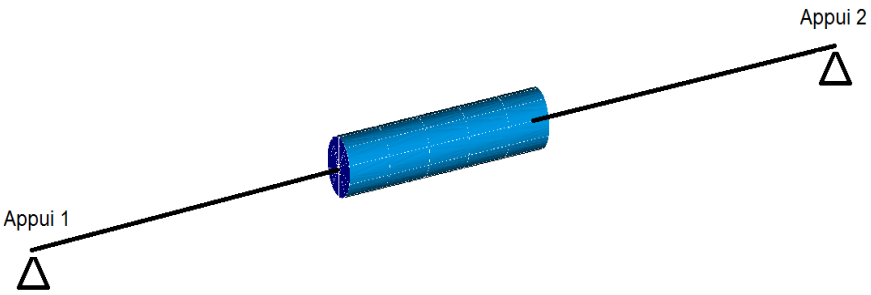



**Image 1.1-1: Géométrie du rotor**

## 1.2 Propriétés de matériaux

La poutre bi-appuyée a une masse volumique de $\rho = 7\,800\, kg/m^3$ .
Le module de Young est $E = 2.10^{11}\, N\, m^{-2}$ et le coefficient de Poisson est $\nu = 0{,}3$ .

## 1.3 Conditions aux limites et chargements

La poutre repose sur deux appuis infiniment rigides :
- DX = DY = DZ = 0 au niveau de l'appui 1
- DX = DY = DZ = 0 au niveau de l'appui 2

Aussi, le mouvement de corps rigide de rotation selon l'axe de la poutre est bloqué (DRX = 0) sur toute la structure.



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

# 2 Solution de référence

La solution de référence est issue d'un calcul 1D effectué avec Code_Aster (cf. modélisation C).

[1] A. Ghanem, « Contribution à la modélisation avancée des machines tournantes en dynamique transitoire dans le cadre Arlequin », thèse de l'INSA de Lyon.



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

# 3 Modélisation A

## 3.1 Caractéristiques de la modélisation

La structure bi-appuyée de longueur 0,25 m, s'étendant entre X = -0,1 m et X = 0,15 m, est raccordée en volume dans la zone de recouvrement, qui s'étend entre les positions 0,0 m et 0,05 m, à un modèle 3D par l'option 3D_POU_ARLEQUIN du mot-clé LIAISON_ELEM de l'opérateur AFFE_CHAR_MECA.

Elle est modélisée par des éléments de poutre de Timoshenko (POU_D_T) et des éléments volumiques linéaires (PENTA6 et HEXA8).

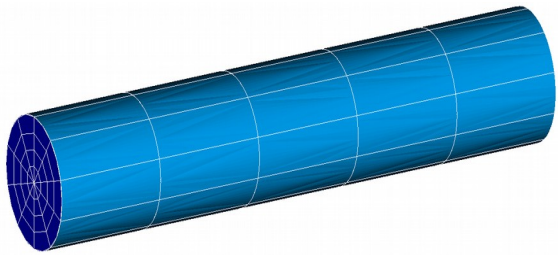


**Image 3.1-1: Maillage du modèle volumique 3D**

DYNA_LINE_TRAN calcule la réponse dynamique de la structure pendant 3 s, due à une force nodale d'une valeur égale à 100 N sur le nœud du maillage 3D situé à X = 0,02 m.

## 3.2 Caractéristiques du maillage

| | |
|---|---|
| Nombre de mailles HEXA8 | 150 |
| Nombre de mailles PENTA6 | 50 |
| Nombre de mailles POU_D_T | 20 |

**Tableau 3.2-1**

## 3.3 Grandeurs testées et résultats

Le tableaux ci-dessous donnent les valeurs numériques testées dans ce cas-test. Il s'agit des déplacements minimal et maximal en Z d'un nœud du maillage 3D situé à X = 0,04 m.

| Identification | Instants des maximas | Type de référence | Valeur de référence | Tolérance |
|---|---|---|---|---|
| Déplacement minimal en Z | 2,205 s | 'AUTRE_ASTER' | -0.00033054 | 7,00% |
| Déplacement maximal en Z | 2,700 s | 'AUTRE_ASTER' | +0.00033065 | 7,00% |

**Tableau 3.3-1: Récapitulatif des résultats testés**

Les réponses des modèles 1D et mixte 1D-3D de la structure sont représentées sur le graphe ci-dessous.



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

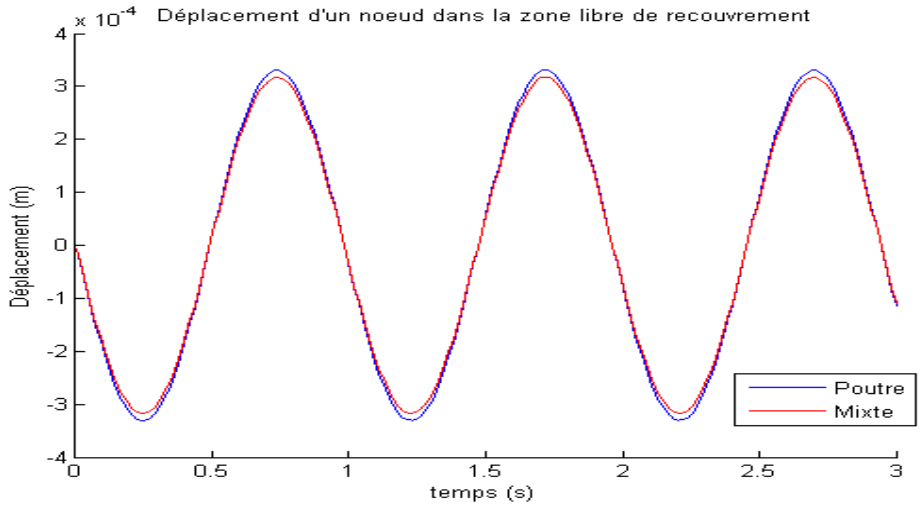



**Image 3.3-2: Réponses des modèles 1D et mixte 1D-3D**



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

# 4 Modélisation B

## 4.1 Caractéristiques de la modélisation

La structure bi-appuyée de longueur 0,25 m, s'étendant entre Z = -0,1 m et Z = 0,15 m, est raccordée en volume dans la zone de recouvrement, qui s'étend entre les positions 0,0 m et 0,05 m, à un modèle 3D par l'option 3D_POU_ARLEQUIN du mot-clé LIAISON_ELEM de l'opérateur AFFE_CHAR_MECA.

Elle est modélisée par des éléments de poutre de Timoshenko (POU_D_T) et des éléments volumiques linéaires (PENTA6 et HEXA8).

DYNA_LINE_TRAN calcule la réponse dynamique de la structure pendant 3 s, due à une force nodale d'une valeur égale à 100 N sur le nœud du maillage 3D situé à X = 0,02 m.

## 4.2 Caractéristiques du maillage

| | |
|---|---|
| Nombre de mailles HEXA8 | 150 |
| Nombre de mailles PENTA6 | 50 |
| Nombre de mailles POU_D_T | 20 |

**Tableau 4.2-1**

## 4.3 Grandeurs testées et résultats

Le tableaux ci-dessous donnent les valeurs numériques testées dans ce cas-test. Il s'agit des déplacements minimal et maximal en Z d'un nœud du maillage 3D situé à X = 0,04 m.

| Identification | Instants des maximas | Type de référence | Valeur de référence | Tolérance |
|---|---|---|---|---|
| Déplacement minimal en Z | 2,205 s | 'AUTRE_ASTER' | -0.00033054 | 7,00% |
| Déplacement maximal en Z | 2,700 s | 'AUTRE_ASTER' | +0.00033065 | 7,00% |

**Tableau 4.3-1: Récapitulatif des résultats testés**



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

# 5 Modélisation C

## 5.1 Caractéristiques de la modélisation

La structure est entièrement modélisée par des éléments de poutre de Timoshenko (POU_D_T) . Elle est appuyée au niveau de ses deux extrémités.

DYNA_NON_LINE calcule la réponse dynamique pendant 3 s, due à une force nodale d'une valeur égale à 100 N sur le nœud du maillage 3D situé à X = 0,02 m.

## 5.2 Caractéristiques du maillage

| | |
|---|---|
| Nombre de mailles POU_D_T | 25 |

**Tableau 5.2-1**

## 5.3 Grandeurs testées et résultats

Le tableaux ci-dessous donnent les valeurs numériques testées dans ce cas-test. Il s'agit des déplacements minimal et maximal en Z d'un nœud du maillage 3D situé à X = 0,04 m.

| Identification | Instants des maximas | Type de référence | Valeur de référence | Tolérance |
|---|---|---|---|---|
| Déplacement minimal en Z | 2,2115 s | 'NON_REGRESSION' | -0.00033055 | 7,00% |
| Déplacement maximal en Z | 2,7065 s | 'NON_REGRESSION' | +0.00033065 | 7,00% |

**Tableau 5.3-1: Récapitulatif des résultats testés**



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

# 6 Synthèse des résultats

Le cas-test met en œuvre dans Code_Aster le raccord volumique 1D-3D dans le cadre Arlequin sur la base d'une structure élancée bi-appuyée. Les résultats du modèle mixte résultant sont comparés par rapport aux résultats obtenus avec un modèle de référence équivalent 1D et un modèle mixte 1D-3D raccordé avec l'option 3D_POU du mot-clé LIAISON_ELEM de l'opérateur AFFE_CHAR_MECA de Code_Aster.



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