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.

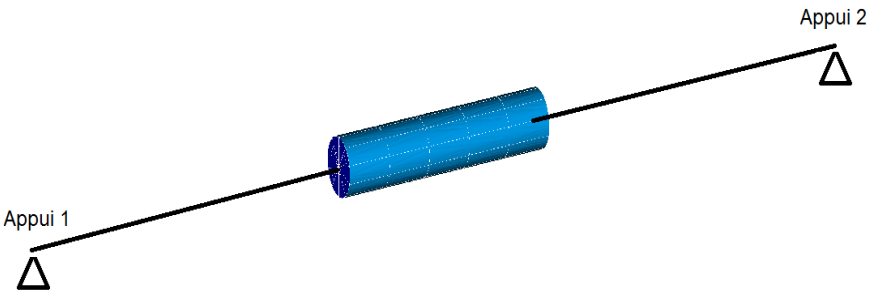


Image 1.1-1: Géométrie du rotor

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).

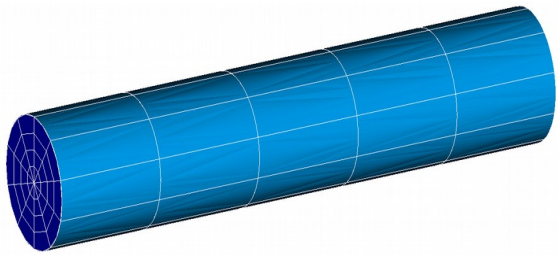


Image 3.1-1: Maillage du modèle volumique 3D

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)

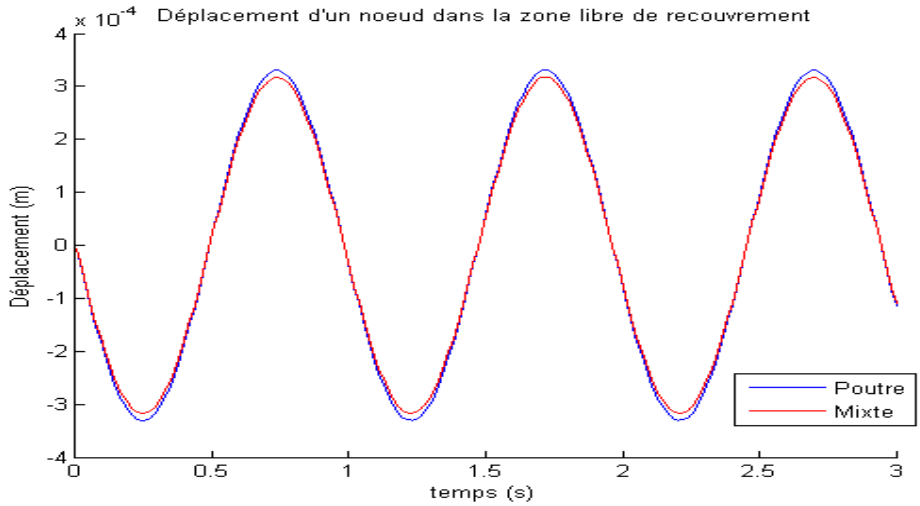


Image 3.3-2: Réponses des modèles 1D et mixte 1D-3D

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)