SDNL139 - Bascule non intrusive 1D-3D d'une poutre bi-appuyée

Résumé :

Ce test permet de valider la bascule non intrusive entre modèles 1D et 3D, développée dans [1].

Il s'agit d'un modèle mixte 1D-3D d'une poutre élancée sur deux appuis, soumise à un chargement statique.

Les résultats des calculs sont comparés avec ceux obtenus par Code_Aster avec un mono-modèle de référence 3D. Les résultats coïncident parfaitement avec la solution 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 la bascule non intrusive d'un modèle de poutre à un modèle mixte Poutre-3D dans *Code_Aster*.

On compare les résultats obtenus avec ceux issus d'une modélisation 3D complet dans *Code_Aster*.

1.1 Géométrie

On considère une structure mince élancée de longueur $0,25\,m$ selon l'axe Z 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 $0,005\,m$.

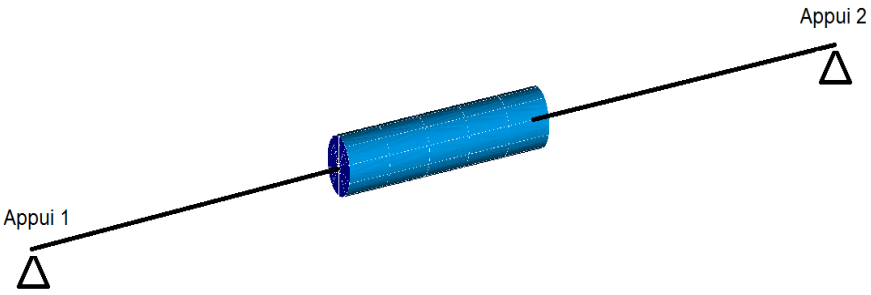


Image 1.1-1: Géométrie du rotor

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 ($DRZ=0$) sur toute la structure.

2 Solution de référence

La solution de référence est un calcul 3D complet effectué avec *Code_Aster* (cf. modélisation B).

[1] M.Tannous, Développement et évaluation d'approches de modélisation numérique couplées 1D et 3D du contact rotor-stator, Thèse de l'École Centrale Nantes .

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 $Z=-0{,}1\,m$ et $Z=0{,}15\,m$, est raccordée aux niveaux des nœuds aux positions $0{,}0\,m$ et $0{,}05\,m$ à un modèle 3D par l'option 3D_POU du mot-clé LIAISON_ELEM de AFFE_CHAR_MECA.

Elle est modélisée par des éléments de poutre de Timoshenko (POU_D_T) et des éléments volumiques quadratiques (PENTA15 et HEXA20).

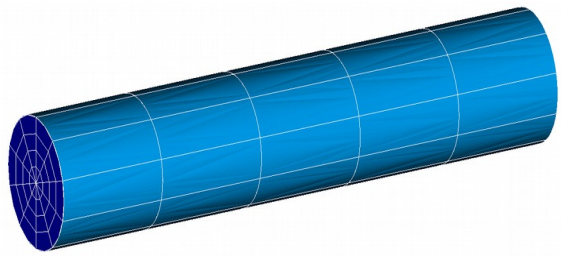


Image 3.1-1: Maillage du modèle volumique 3D

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 $Z=0{,}02\,m$. La bascule du modèle 1D au modèle mixte 1D-3D se fait à l'instant $Tb=2\,s$.

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de mailles HEXA20	150
Nombre de mailles PENTA15	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 X d'un nœud du maillage 3D situé à $Z=0{,}04\,m$.

Identification	Instant du maxima	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Déplacement minimal en X	2,2115 s	'AUTRE_ASTER'	-0.0003266	7,00%
Déplacement maximal en X	2,7065 s	'AUTRE_ASTER'	+0.0003264	7,00%

Tableau 3.3-1: Récapitulatif des résultats testés

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

La structure est entièrement modélisée par des éléments volumiques quadratiques (PENTA15 et HEXA20). Elle est appuyée au niveau de ses deux extrémités.

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 $Z=0,02\,m$.

4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de mailles HEXA20	750
Nombre de mailles PENTA15	250

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 X d'un nœud du maillage 3D situé à $Z=0,04\,m$.

Identification	Instant du maxima	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Déplacement minimal en X	2,2115 s	'AUTRE_ASTER'	-0.0003266	7,00%
Déplacement maximal en X	2,7065 s	'AUTRE_ASTER'	+0.0003264	7,00%

Tableau 4.3-1: Récapitulatif des résultats testés

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

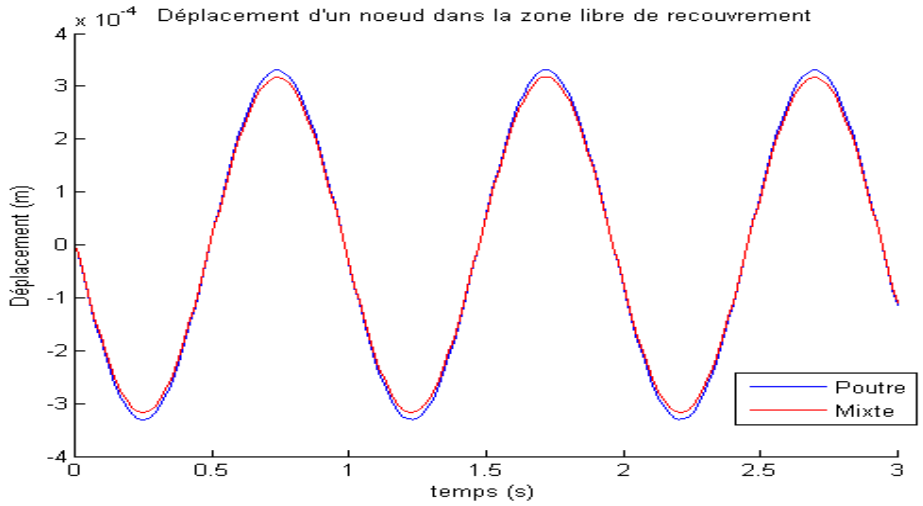


Image 4.3-2: Réponses des modèles 1D et mixte 1D-3D

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

5 Synthèse des résultats

Le cas-test met en œuvre dans *Code_Aster* une bascule non intrusive en dynamique d'un modèle 1D de poutre à un modèle mixte 1D-3D sur la base d'une structure bi-appuyée. Les résultats du modèle mixte résultant sont comparés par rapport aux résultats obtenus avec le modèle équivalent 3D complet dans *Code_Aster*.

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