SDLL158 – Validation des paramètres modaux de poutre

Résumé :

Le problème consiste à valider les paramètres modaux calculés sur une base modale de type mode_meca issue d'un concept de type mode_gene, en comparaison avec un calcul direct. Pour ceci, les modes propres d'une poutre sont calculés par un calcul direct, et par une base de Ritz orthogonalisée en utilisant un concept de type mode_gene.

La base de Ritz est calculée avec la méthode de Craig-Bampton : Les modes propres sont calculés avec des blocages supplémentaires, puis la base modale est enrichie avec les relèvements statiques permettant de libérer ces blocages. Cette base modale est ensuite orthogonalisée par un calcul des modes généralisés pour faire apparaître les modes propres calculés sans ces blocages. Deux problèmes sont présents, avec et sans modes de corps rigides.

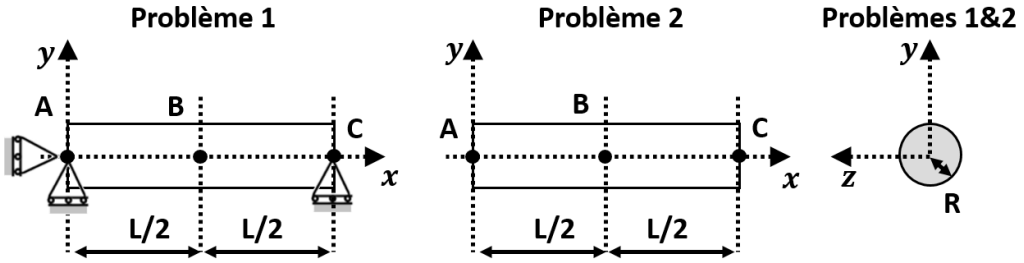
Ce cas test permet de valider les fréquences, masses effectives, et facteurs de participations issus d'une base de Ritz orthogonalisée par l'intermédiaire des modes généralisés.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

Deux problèmes sont considérés (1 et 2), correspond a nt respectivement aux modélisations A et B. Il s'agit de calculer les modes propres d'une poutre appuyée-appuyée (problème 1) et libre-libre (problème 2), avec une modélisation plane.



Pour le problème 2 la poutre est identique au problème 1 mais sans les appuis aux points A et C.

Dimensions de la poutre droite rectangulaire :

diamètre : $R=0.05\,m$
longueur : $L=6.\,m$

Coordonnées des points (m) **:**

	A	B	C
x	0.	3.	6.
y et z	0.	0.	0.

1.2 Propriétés de matériaux

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

$\nu=0.3$

$\rho=7800.\,kg/m^3$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Problème 1 :	Point A $DX=DY=0.$	Point C $DY=0.$
Problème 2 :	Point A	Point C

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

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

Pour les deux problèmes, la solution de référence est celle obtenue par un calcul direct des modes propres. On considère ainsi que les modes propres calculés par Code_Aster avec un calcul direct font l'objet d'une validation par le cas test SDLL01 et correspondent à la solution analytique. Les masses effectives et facteurs de participation issus de cette base modale sont également utilisés en référence pour la validation.

Les deux problèmes sont modélisés avec des éléments de poutre droite de Euler : POU_D_E

Problème 1 :

Découpage :	poutre AC : 20 mailles SEG2
Conditions limites :	
en tous les nœuds	DDL_IMPO=(TOUT="OUI", DZ=0.0, DRX=0.0, DRY=0.0,)
en A :	(GROUP_NO="A", DX=0.0,DY=0.0)
en C :	(GROUP_NO="C", DY=0.0,)

Problème 2 :

Découpage :	poutre AC : 20 mailles SEG2
Conditions limites :	
en tous les nœuds	DDL_IMPO=(TOUT="OUI", DZ=0.0, DRX=0.0, DRY=0.0,)

2.2 Résultats de référence

Fréquences, masses effectives et facteurs de participation des 5 premiers modes propres obtenus avec un calcul direct.

Pour les deux problèmes on vérifie que les grandeurs de référence sont bien identiques à celles obtenues sur une base modale de type mode_meca issue d'un concept de type mode_gene.

Pour le problème 2, on vérifie également que pour les trois modes de corps rigides :
- la somme des masse effectives correspond à la masse de la poutre,
- la somme des masse effectives unitaires est égale à 1.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

On modélise le problème 1 avec des éléments de poutre droite de Euler : POU_D_E

Problème 1 :

Maillage: poutre AC : 20 SEG2, 21 nœuds

Conditions limites :

en tous les nœuds
en A :
en B :
en C :

```
DDL_IMPO=(TOUT="OUI", DZ=0.0, DRX=0.0, DRY=0.0,)
         (GROUP_NO="A", DX=0.0,DY=0.0)
         (GROUP_NO="B", DY=0.0,)
         (GROUP_NO="C", DY=0.0,)
```

3.2 Remarques

Les modes propres sont calculés avec un blocage au point B suivant la direction Y. Un mode statique est également calculé avec un déplacement imposé au point B composante DY . La base de Ritz est composée des modes dynamiques et du mode statique. Elle est orthogonalisée avec un calcul de modes généralisés puis restituée en concept de type mode_meca.
La base modale est filtrée pour conserver les 5 premiers modes.

3.3 Grandeurs testées et résultats

Fréquences (Hz) :

Mode propre	Référence calcul direct	*Aster*	tolérance
1	5.6600453	5.6600471	0.1 %
2	22.6403247	22.6403247	0.1 %
3	50.9421205	50.9433790	0.1 %
4	90.5703803	90.5703803	0.1 %
5	141.5378176	141.5651110	0.1 %

Masses effectives et facteurs de participation :

Pour les masses effectives et facteurs de participation, on base les tests sur la somme des valeurs pour les 5 premiers modes.

Paramètre	Référence calcul direct	*Aster*	tolérance
Somme des masses effectives pour les 5 premiers modes	342.9564379	342.9564379	0.1 %
Masse effective du premier mode	297.9380528	297.9380553	0.1 %
Somme des masses effectives unitaires pour les 5 premiers modes	0.9330542	0.9330463	0.1 %
Somme des valeurs absolues des facteurs de participation pour les 5 premiers modes	26.4666220	26.4660056	0.1 %
Valeur absolue du facteur de participation du premier mode	17.2608821	17.2608822	0.1 %

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

On modélise le problème 2 avec des éléments de poutre droite de Euler : POU_D_E

Problème 2 :

Maillage : poutre AC : 20 SEG2, 21 noeuds

Conditions limites :

en tous les nœuds
en A :
en B :
en C :

```
DDL_IMPO=(TOUT="OUI", DZ=0.0, DRX=0.0, DRY=0.0,)
         (GROUP_NO="A", DX=0.0,DY=0.0)
         (GROUP_NO="B", DY=0.0,)
         (GROUP_NO="C", DY=0.0,)
```

4.2 Remarques

Les modes propres sont calculés avec un blocage suivant les directions X et Y pour le point A et suivant la direction Y pour les points B et C. Les quatre modes statiques correspondant à ces blocages sont ajoutés, avec des déplacements imposés. La base de Ritz est composée des modes dynamiques et des modes statiques. Elle est orthogonalisée avec un calcul de modes généralisés puis restituée en concept de type mode_meca.
La base modale est filtrée pour conserver les 5 premiers modes, puis pour conserver les 3 modes de corps rigides.

4.3 Grandeurs testées et résultats

Fréquence (Hz)

Mode propre	Référence calcul direct	*Aster*	tolérance
4	12.8307098	12.8307326	0.1 %
5	35.3688446	35.3693819	0.1 %

Les trois premiers modes étant des modes de corps rigide, avec une fréquence théoriquement nulle, la fréquence calculée n'est pas testée.

Masses effectives et facteurs de participation pour les 5 premiers modes :

Paramètre	Référence calcul direct	*Aster*	tolérance
Somme des masses effectives pour les 5 premiers modes	367.5663404	367.5663404	0.1 %
Somme des masses effectives unitaires pour les 5 premiers modes	1.	1.	0.1 %

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

Masses effectives et facteurs de participation pour les 3 premiers modes :

Les trois premiers modes étant des modes de corps rigides, on vérifie que la somme des masses effectives unitaires soit égale à 1, et que la somme des masses effectives soit égale à la masse de la poutre. Il n'est cependant pas possible de comparer les modes un à un.

Paramètre	Référence analytique	*Aster*	tolérance
Somme des masses effectives pour les 3 premiers modes	367.5663404	367.5663404	0.1 %
Somme des masses effectives unitaires pour les 3 premiers modes	1.	0.999999999999	0.1 %

Facteurs de participation :

Seuls les facteurs de participation des trois premiers modes sont non nuls et étant donné que ce sont des modes de corps rigides, ils ne peuvent pas être comparés avec le calcul direct.

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

5 Synthèse des résultats

Le problème est correctement traité avec une base de Ritz orthogonalisée via des modes généralisés. Les fréquences, masses effectives, masses effective unitaires, et facteurs de participation sont correctement calculés après orthogonalisation et correspondent au calcul direct.

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