SDLL147 – Simple poutre verticale montée sur un ressort soumise à un séisme

Résumé :

Ce test contribue à la validation de l'opérateur d'analyse sismique spectrale COMB_SISM_MODAL de *Code_Aster*. Il s'agit d'un cas-test de non régression, relatif à la méthode de Gupta, qui considère une contribution à la fois dynamique et quasi-statique des modes propres dans une bande fréquentielle à définir au préalable.

La structure considérée est une simple poutre verticale montée sur un ressort. Les valeurs testées sont les déplacements, accélérations absolues et réactions nodales en 4 nœuds.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

Il s'agit d'une poutre de 40 mètres de haut, dont la partie inférieure (entre les altitudes 0 et 10 mètres) est composée d'un matériau raide tandis que la partie supérieure (au-dessus de la cote 10 mètres) est plus souple ; l'ensemble est muni d'un ressort à l'extrémité inférieure (Tableau 1.1-1).

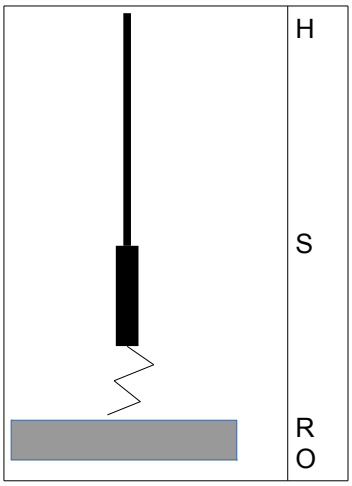


Tableau 1.1-1 : Modèle simplifié

Coordonnées des points :

Noeuds	X (m)	Y (m)	Z (m)
O	0.	0.	-1.
R	0.	0.	0.
S	0.	0.	10.
H	0.	0.	40.

Tableau 1.1-2 : Coordonnées des noeuds

Caractéristiques des sections :

	Rayon extérieur R_{ext} (m)	Epaisseur E_p (m)	GROUP_MA
radier	10.	1.	RADIER
bâti	10.	1.	BATI

Tableau 1.1-3 : Caractéristiques des sections

1.2 Propriétés des matériaux

	Coefficient de Poisson	Module d'Young $(N.m^{-2})$)	Masse volumique $(kg.m^{-3})$	GROUP_MA

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

radier	0.2	3.5 E+10	2.5 E+03	RADIER
bâti	0.2	3.5 E+08	2.5 E+03	BATI

Tableau 1.2-1

	Raideur en x $(N.kg^{-1})$	Raideur en y $(N.kg^{-1})$	Raideur en z $(N.kg^{-1})$	Masse (kg)	GROUP_MA
sol	1. E+13	1. E+13	1. E+13	0.	SOL

Tableau 1.2-2 : Propriétés des matériaux

1.3 Conditions aux limites et chargements

Conditions aux limites :
Nœud O : $DX=DZ=0$
Nœud R : $DRY=0$
Tous les nœuds : $DY=DRX=DRZ=0$

Chargements sismiques mono-appui, identiques dans les 3 directions :
Amortissement réduit pris en compte : 0.07

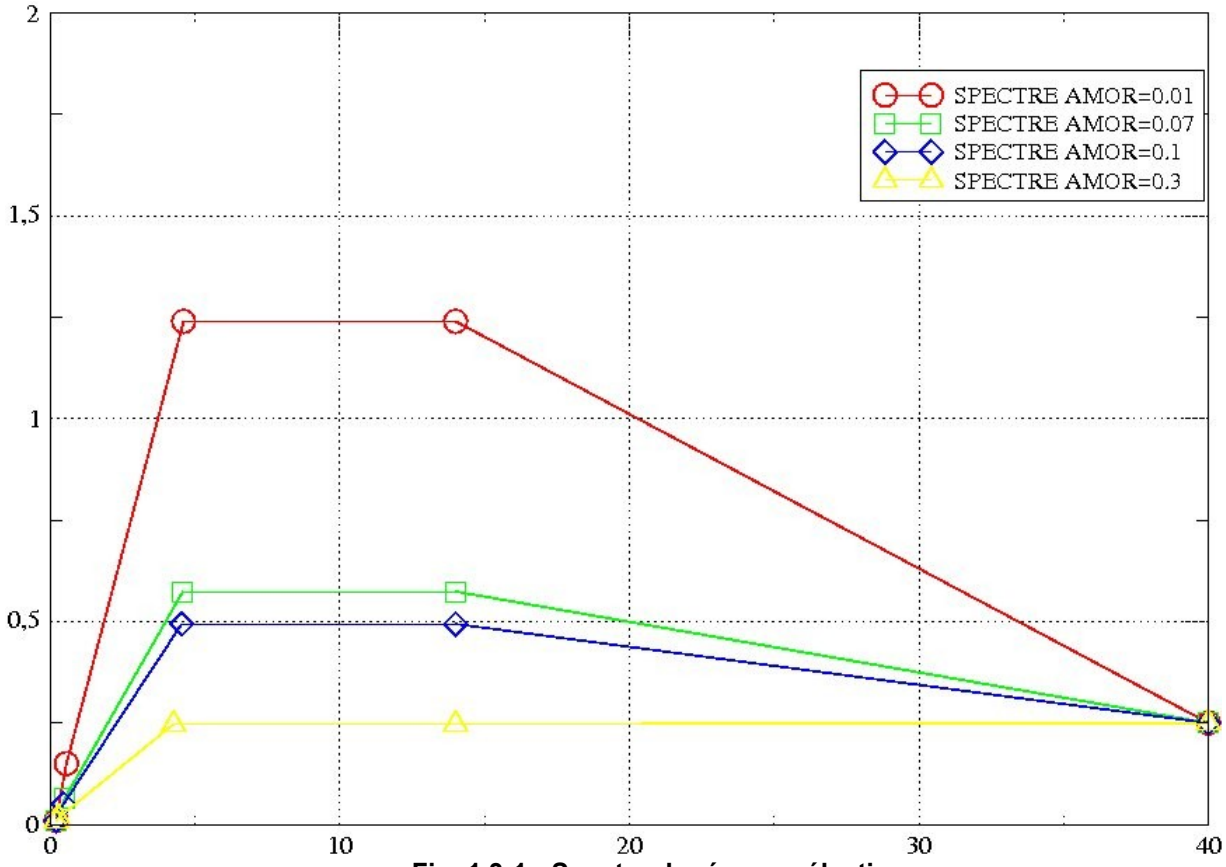


Fig. 1.3-1 : Spectre de réponse élastique

abscisse : fréquence (Hz) / ordonnée : accélération (g)

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

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

Sans objet ; cas-test de non régression

2.2 Grandeurs et résultats de référence

Déplacements, accélérations absolues et réactions nodales aux points O, R, S et H.

2.3 Incertitudes sur la solution

Sans objet.

2.4 Référence bibliographique

Néant.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation est en poutres POU_D_E, plus un élément de raideur discret DIS_T, sans masse.

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 82
Nombre de mailles et types : 81 SEG2.

3.3 Grandeurs testées et résultats

3.3.1 Fréquences propres

Mode	Valeur de référence (Hz)
1	1.5491943226358
2	3.107551438801
3	9.3245300415725
4	9.5870612490701
5	15.547112609525
6	21.778952588689
7	26.36518615935
8	28.023559687023
9	34.284194672867
10	40.56369329853
11	46.864148730311
12	50.060463212131
13	53.18629486166
14	59.528203850076

Tableau 3.3.1-1 : Fréquences propres

3.3.2 Analyse spectrale mono-appui

Méthode de calcul

Base modale comportant les 14 modes précédents ($<60\ Hz$)
Amortissement réduit de 0.07 pour tous les modes
Prise en compte de la contribution statique des modes propres négligés
Combinaison des réponses modales dynamiques suivant la méthode Gupta (fréquence_1 : $14.6\ Hz$, fréquence_2 : $40\ Hz$) COMB_MODE=_F(TYPE='GUPTA')
Combinaison quadratique des réponses directionnelles

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

```
COMB_DIRECTION=_F(TYPE='QUAD')
```

Tableau 3.3.2-1 : Méthode de calcul

Déplacements : DEPL (m)

Nœud	composante	Référence (m)
H	DX	3.2396432663129E-03
	DY	0.0E+00
	DZ	1.3091056936155E-03
	DRX	0.0E+00
	DRY	1.4915675244137E-04
	DRZ	0.0E+00
R	DX	9.4449003235868E-08
	DY	0.0E+00
	DZ	1.5182762043245E-07
	DRX	0.0E+00
	DRY	0.0E+00
	DRZ	0.0E+00
S	DX	9.056974877545E-06
	DY	0.0E+00
	DZ	7.2126964195151E-06
	DRX	0.0E+00
	DRY	1.6632972701712E-06
	DRZ	0.0E+00
O	DX	0.0E+00
	DY	0.0E+00
	DZ	0.0E+00

Tableau 3.3.2-2 : déplacements

Accélérations absolues : ACCE_ABSOLU ($N.m^{-2}$)

Nœud	composante	Référence ($N.m^{-2}$)
H	DX	0.61824985176146
	DY	0.25000000000000
	DZ	0.56926959473828
	DRX	0.0E+00
	DRY	0.0936304357433140
	DRZ	0.0E+00
	DX	0.24879675464209

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

R	DY	0.25000000000000
	DZ	0.24941080125292
	DRX	0.0E+00
	DRY	0.0E+00
	DRZ	0.0E+00
S	DX	0.20128061437786
	DY	0.25000000000000
	DZ	0.22473145378803
	DRX	0.0E+00
	DRY	0.011827974442827
	DRZ	0.0E+00
O	DX	0.25000000000000
	DY	0.25000000000000
	DZ	0.25000000000000

Tableau 3.3.2-3 : accélérations absolues

Réactions nodales : **REAC_NODA** (N)

Nœud	composante	Référence (N)
H	DX	3.32338062257E-04
	DY	9326.6031903447
	DZ	9.6944351594654E-08
	DRX	7.7721693252872E+02
	DRY	8.6738098496576E-05
	DRZ	0.0E+00
R	DX	6.0472578414485E-05
	DY	9.3266031903447E+03
	DZ	2.6406108097108E-08
	DRX	7.7721693252872E+02
	DRY	1.9606618500589E+07
	DRZ	0.0E+00
S	DX	2.8288137175073E-03
	DY	1.8653206380689E+04
	DZ	7.390788273137E-07
	DRX	0.0E+00
	DRY	0.0E+00
	DRZ	0.0E+00
O	DX	9.4449003235868E+05
	DY	0.0E+00
	DZ	1.5182762043245E+06

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

Tableau 3.3.2-4 : Réactions nodales

4 Synthèse des résultats

Ce cas-test de non régression permet de valider la méthode de Gupta de recombinaison des réponses modales en analyse sismique spectrale. Les valeurs testées sont les déplacements, accélérations absolues et réactions nodales en 4 nœuds de la poutre montée sur un ressort considérée.

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