# 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.

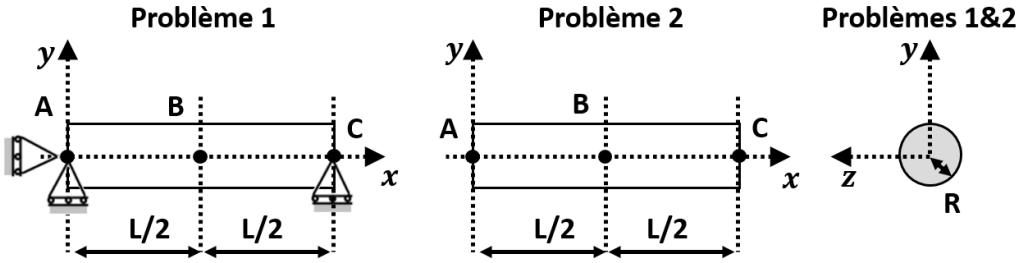


Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 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)