

ZZZZ330 – Validation du calcul de l'énergie potentielle pour les éléments de poutres

Résumé :

L'objectif de ce test est de valider le calcul de l'énergie potentielle pour les éléments poutres suivants : `POU_D_EM`, `POU_D_TG` et `POU_D_TGM`.

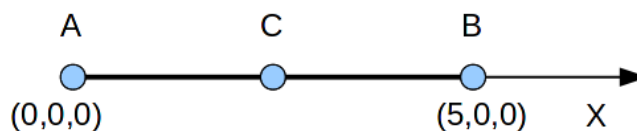
Le calcul de l'énergie potentielle est fait après un calcul statique et un calcul modal.

Remarque :

| La validation est déjà faite par ailleurs pour les éléments `POU_D_E` et `POU_D_T`.

1 Description

1.1 Géométrie



Le modèle est une poutre de longueur 5 m orientée selon l'axe X . Cette poutre est constituée de 2 mailles SEG2. La section de la poutre est rectangulaire $HY=0,1\text{ m}$, $HZ=0,2\text{ m}$.

1.2 Propriétés des matériaux

Les propriétés du matériaux sont répertoriées dans le tableau suivant.

Matériau	Béton
Module d'Young	$2 \times 10^{10} \text{ Pa}$
Coefficient de Poisson	0.25
Masse volumique	9167.0 kg/m^3

1.3 Conditions aux limites et changement

Le nœud A est encastré et le nœud B est soumis à une force nodale selon Z de $1\text{E}+4 \text{ N}$.

2 Solution de références

2.1 Méthode de calcul

Dans le cas statique linéaire :

$$E_{pot} = W^{ext} = \frac{1}{2} \sum_{i \in N} D_i F_i^{ext} \text{ où } N \text{ est l'ensemble des nœuds du modèle.}$$

Pour un petit modèle il est donc aisé de calculer l'énergie potentielle à partir des déplacements.

Dans le cas du calcul modal :

Si Φ est un mode propre du problème, de fréquence propre $f = \frac{\omega}{2\pi}$, avec K matrice de rigidité de M matrice de masse alors $(K - \omega^2 M)\Phi = 0$, d'où $\Phi^T (K - \omega^2 M)\Phi = 0$.

Si on norme les modes par rapport à la matrice de masse M alors on a $\Phi^T K \Phi = \omega^2 = (2\pi f)^2$.

Or $E_{pot} = \frac{1}{2} \Phi^T K \Phi$. Il suffit donc de vérifier que $E_{pot} = 2(\pi f)^2$.

2.2 Grandeurs et résultats de référence

2.3 Incertitudes sur la solution

Aucune.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation POU_D_EM .

3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage contient 2 éléments de type SEG2.

3.3 Grandeurs testées et résultats

Calcul statique :

La valeur de la composante DZ sur le nœud N3 est testé en non régression.

Champ	Composante	Valeur de référence	Tolérance
EPOT_ELEM	TOTALE	229.9766956	1.E-6

Calcul modal :

La valeur de la fréquence 7 est testé en non régression.

Champ	Composante	Valeur de référence	Tolérance
EPOT_ELEM	TOTALE	88081.5605639	1.E-6

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation `POU_D_TG`.

4.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage contient 2 éléments de type `SEG2`.

4.3 Grandeurs testées et résultats

Calcul statique :

La valeur de la composante `DZ` sur le nœud `N3` est testé en non régression.

Champ	Composante	Valeur de référence	Tolérance
<code>EPOT_ELEM</code>	<code>TOTALE</code>	226.34657911364	1.E-6

Calcul modal :

La valeur de la fréquence 7 est testé en non régression.

Champ	Composante	Valeur de référence	Tolérance
<code>EPOT_ELEM</code>	<code>TOTALE</code>	96160.162695954	1.E-6

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation `POU_D_TGM`.

5.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage contient 2 éléments de type `SEG2`.

5.3 Grandeurs testées et résultats

Calcul statique :

La valeur de la composante `DZ` sur le nœud `N3` est testé en non régression.

Champ	Composante	Valeur de référence	Tolérance
<code>EPOT_ELEM</code>	<code>TOTALE</code>	230.67091447835	1.E-6

Calcul modal :

La valeur de la fréquence 7 est testé en non régression.

Champ	Composante	Valeur de référence	Tolérance
<code>EPOT_ELEM</code>	<code>TOTALE</code>	94759.34489198	1.E-6

6 Synthèse des résultats

Les valeurs de référence pour l'énergie potentielle sont retrouvées dans chaque modélisation pour les deux types de calcul différents.