

## 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.

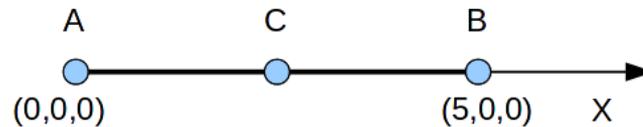
Le calcul de l'énergie potentielle est fait après un calcul statique et un calcul modal.

### 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  $5\text{ m}$  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	$9167.0 \text{ kg/m}^3$

### 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  $\Phi$  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
EPOT_ELEM	TOTALE	226.34657911364	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	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
EPOT_ELEM	TOTALE	230.67091447835	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	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.