

## SSLL119 – Poutres soumises à des moments répartis

---

### Résumé :

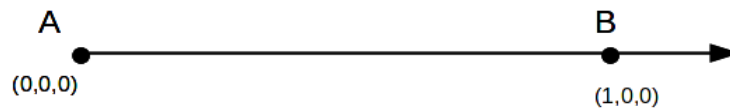
L'objectif de ce test est de valider l'application de moments répartis sur les poutres.

Remarque : Les moments répartis sur les poutres sont affectés par les commandes `AFFE_CHAR_MECA` et `AFFE_CHAR_MECA_F`, opérande `FORCE_POUTRE`, mot-clés `MX`, `MY`, `MZ`, `MT`, `MFY` et `MFZ`. Ils sont applicables aux poutres droites à caractéristiques constantes.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie

On considère une poutre de longueur  $1\text{ m}$  orientée selon  $X$  ou selon  $Z$  suivant les modélisations.



### 1.2 Chargements

#### 1.2.1 Conditions aux limites

Dans chaque cas, le nœud  $A$  est encasté. Puis selon le type de moment testé, le nœud  $B$  peut être soit laissé libre, soit en appui selon une direction donnée.

#### 1.2.2 Moments répartis

On applique tour à tour les mot-clés  $MX$ ,  $MY$ ,  $MZ$ ,  $MT$ ,  $MFY$  et  $MFZ$ . La charge est linéaire sur la poutre :

Nœud	$A$	$B$
Valeur (N.m/m)	1000	2000

Ces chargements non constants sont affectés par la commande `AFFE_CHAR_MECA_F`.

Pour tester des moments répartis affectés par la commande `AFFE_CHAR_MECA`, on complète cette liste par des chargements constants.

## 2 Solution de référence

### 2.1 Moment de torsion

Une solution analytique pour le moment de torsion se trouve facilement par un calcul de Résistance des Matériaux.

Soit la poutre  $AB$  de longueur  $L$ , encastrée en  $A$ , si on applique un moment de torsion  $mt$  en un point  $C$  de  $[AB]$  alors le moment résultant en  $A$  est  $mt$ . La réaction selon le moment est donc  $-mt$ .

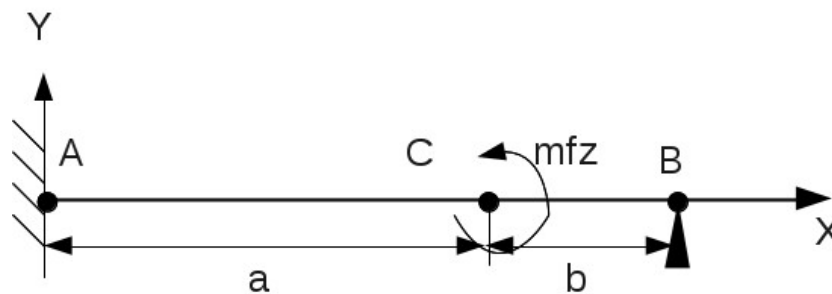
En appliquant un moment de torsion linéaire, réparti sur la poutre, égal à  $mt_A$  en  $A$  et à  $mt_B$  en  $B$ , on obtient la réaction en moment  $M_A$  en  $A$  :

$$M_A = - \int_0^L mt_A + \frac{(mt_B - mt_A)}{L} x dx$$

$$M_A = -L \frac{(mt_A + mt_B)}{2}$$

### 2.2 Moment fléchissant

Les formulaires de Résistance des Matériaux fournissent des résultats de référence pour un moment selon  $Z$  appliqué au point  $C$  d'une poutre  $AB$  de longueur  $L$  encastrée en  $A$  et en appui selon  $Y$  en  $B$ .



$$R_A = -R_B = \frac{3mfz(L^2 - b^2)}{2L^3}$$

$$M_A = \frac{mfz(L^2 - 3b^2)}{2L^2}$$

où  $R_A$  est la réaction d'appui et  $M_A$  le moment, en  $A$ .

En appliquant un moment fléchissant linéaire, réparti sur la poutre, égal à  $mf_A$  en  $A$  et à  $mf_B$  en  $B$ , on obtient :

$$R_A = -R_B = \frac{3}{2L^3} \int_0^L \left( mf_A + \frac{(mf_B - mf_A)}{L} x \right) (L^2 - (L-x)^2) dx$$

$$M_A = \frac{1}{2L^2} \int_0^L \left( mf_A + \frac{(mf_B - mf_A)}{L} x \right) (L^2 - 3(L-x)^2) dx$$

Ce qui donne après intégration :

$$R_A = -R_B = \frac{3mf_A + 5mf_B}{8}$$

$$M_A = L \frac{mf_B - mf_A}{8}$$

Remarque : Si on passe dans le plan  $XOZ$  avec l'application d'un moment selon  $Y$ , il faut multiplier les réactions par  $-1$ .

## 2.3 Incertitudes sur la solution

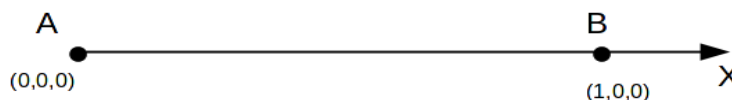
Aucune.

## 3 Modélisation A

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

Les modélisations POU\_D\_E, POU\_D\_T, POU\_D\_TG, POU\_D\_EM et POU\_D\_TGM sont affectées tour à tour sur le maillage.

### 3.2 Caractéristiques du maillage



Le maillage est constitué d'une maille SEG2.  
Le repère local est identique au repère global.

### 3.3 Grandeurs testées et résultats

Les valeurs testées sont les mêmes quelque soit la modélisation de poutre.

#### 3.3.1 Moment de torsion réparti

La charge appliquée dans ce cas obtenue par AFPE\_CHAR\_MECA\_F/FORCE\_POUTRE/MX ou MT.

Nœud	Champ	Composante	Valeur de référence	Tolérance (%)
A	REAC_NODA	DRX	-1500.0	0.1

#### 3.3.2 Moment fléchissant réparti selon Y

La charge appliquée dans ce cas obtenue par AFPE\_CHAR\_MECA\_F/FORCE\_POUTRE/MY ou MFY.  
On précise que le nœud B est en appui selon Z.

Nœud	Champ	Composante	Valeur de référence	Tolérance (%)
A	REAC_NODA	DZ	-1625.0	0.1
A	REAC_NODA	DRY	125.0	0.1
B	REAC_NODA	DZ	1625.0	0.1

#### 3.3.3 Moment fléchissant réparti selon Z

La charge appliquée dans ce cas obtenue par AFPE\_CHAR\_MECA\_F/FORCE\_POUTRE/MZ ou MFZ.  
On précise que le nœud B est en appui selon Y.

Nœud	Champ	Composante	Valeur de référence	Tolérance (%)
A	REAC_NODA	DY	1625.0	0.1
A	REAC_NODA	DRZ	125.0	0.1
B	REAC_NODA	DY	-1625.0	0.1

#### 3.3.4 Moment fléchissant constant selon Y et Z

La charge appliquée dans ce cas obtenue par AFPE\_CHAR\_MECA/FORCE\_POUTRE/MFZ, MZ, MFY, MY, MX, MT.

Moment suivant Z, nœud B est en appui selon Y.

Nœud	Champ	Composante	Valeur de référence	Tolérance (%)
A	REAC_NODA	DY	1000.0	0.1
A	REAC_NODA	DRZ	0.0	0.1
B	REAC_NODA	DY	-1000.0	0.1

Moment suivant  $Y$ , nœud  $B$  est en appui selon  $Z$ .

Nœud	Champ	Composante	Valeur de référence	Tolérance (%)
A	REAC_NODA	DZ	-1000.0	0.1
A	REAC_NODA	DRY	0.0	0.1
B	REAC_NODA	DZ	1000.0	0.1

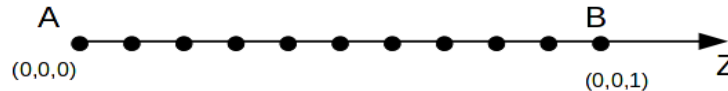
## 4 Modélisation B

### 4.1 Caractéristiques de la modélisation

Les modélisations POU\_D\_E, POU\_D\_T, POU\_D\_TG, POU\_D\_EM et POU\_D\_TGM sont affectées tour à tour sur le maillage.

### 4.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est constitué de 10 mailles SEG2.



On précise la correspondance entre le repère local et le repère global :

Repère local	Repère global
x	Z
y	Y
z	-X

### 4.3 Grandeurs testées et résultats

Les valeurs testées sont les mêmes quelque soit la modélisation de poutre.

#### 4.3.1 Moment de torsion réparti

La charge appliquée dans ce cas obtenue par AFPE\_CHAR\_MECA\_F/FORCE\_POUTRE/MZ ou MT.

Nœud	Champ	Composante	Valeur de référence	Tolérance (%)
A	REAC_NODA	DRZ	-1500.0	0.1

#### 4.3.2 Moment fléchissant réparti selon Y

La charge appliquée dans ce cas obtenue par AFPE\_CHAR\_MECA\_F/FORCE\_POUTRE/MY ou MFY.

On précise que le nœud B est en appui selon X.

Nœud	Champ	Composante	Valeur de référence	Tolérance (%)
A	REAC_NODA	DX	1625.0	0.1
A	REAC_NODA	DRY	125.0	0.1
B	REAC_NODA	DX	-1625.0	0.1

#### 4.3.3 Moment fléchissant réparti selon X

La charge appliquée dans ce cas obtenue par AFPE\_CHAR\_MECA\_F/FORCE\_POUTRE/MX ou MFZ.

On précise que le nœud B est en appui selon Y.

Nœud	Champ	Composante	Valeur de référence	Tolérance (%)
A	REAC_NODA	DY	1625.0	0.1
A	REAC_NODA	DRX	-125.0	0.1
B	REAC_NODA	DY	-1625.0	0.1

## 5 Synthèse des résultats

---

Pour chaque modélisation traitée, les résultats sont très proches de la solution analytique.  
Ceci valide l'utilisation de moments répartis dans *Code\_Aster*.