SSLL119 – Poutres soumises à des moments répartis

Résumé :

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

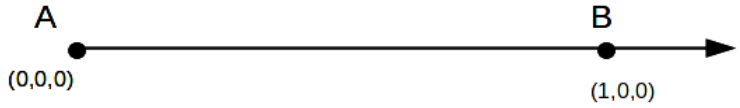
Remarque : Les moments répartis sur les poutres sont affectés par les commandes AFFE_CHAR_MECA et AFFE_CHAR_MECA_F , opérande FORCE_POUTRE , mot-clés MX, MY, MZ, MT, MFY et MFZ. Ils sont applicables aux poutres droites à caractéristiques constantes.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

On considère une poutre de longueur $1\,m$ 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 encastré. 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.

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

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 $-mt$.

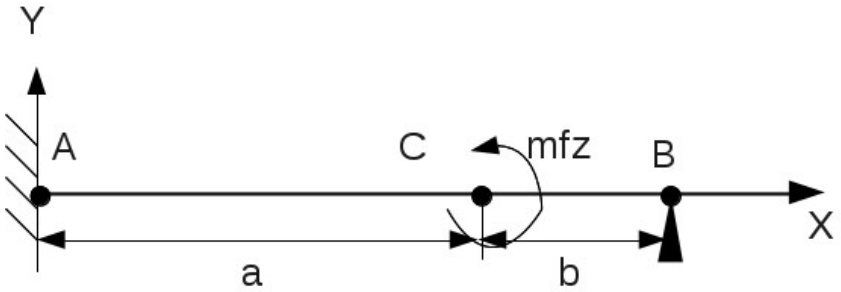
En appliquant un moment de torsion linéaire, réparti sur la poutre, égal à mt_A en A et à mt_B en B, on obtient la réaction en moment M_A en A :

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

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

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 et en appui selon Y en B.



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

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

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 :

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

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

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

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.

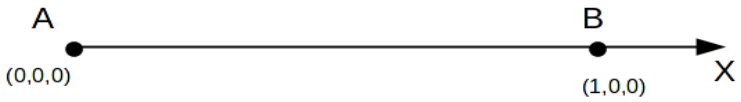
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

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 AFFE_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 AFFE_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 AFFE_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 AFFE_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

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

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

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

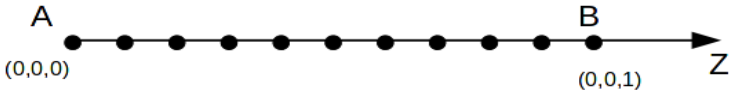
4 Modélisation B

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 AFFE_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 AFFE_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 AFFE_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

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

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*.

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