

SSNL122 - Poutre cantilever multifibre soumise à un effort

Résumé :

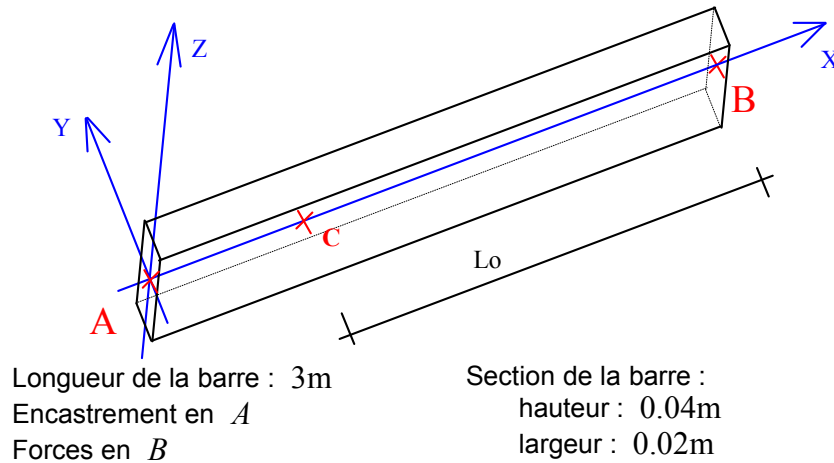
Ce test concerne la validation de poutre multifibre avec une modélisation en `POU_D_TGM`.

Ce problème permet de tester :

- les éléments finis linéiques de type poutres avec une modélisation en `POU_D_TGM`,
- la prise en compte de l'orientation,
- le calcul des `SIEF_ELGA` et des `EFGE_ELNO`.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



1.2 Propriétés du matériau

Matériau à comportement élasto-plastique avec un écrouissage linéaire, pour l'élément linéique :
Élasticité :

- Module d'Young $E = 2.1E+11 \text{ Pa}$

Plasticité :

- pente de la courbe de traction dans le domaine plastique $d_sigm_epsi = 1.0E+08 \text{ Pa}$
- limite élastique $s_y = 400.0E+06 \text{ Pa}$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Au point A , encastrement parfait (blocage des déplacements et des rotations),

- blocage des degrés de liberté : $DX, DY, DZ, DRX, DRY, DRZ$.
- Chargement au point B : $F = (F_x, F_y, F_z)$.

2 Solution de référence

2.1 Grandeurs et résultats de référence

Flèche en B suivant Z

$$\delta_z = \frac{F_z \cdot L^3}{2 E I_y}$$

Flèche en B suivant Y

$$\delta_y = \frac{F_y \cdot L^3}{2 E I_z}$$

Contrainte en un point C de coordonnées (v_y, v_z) de la section de la poutre

$$\sigma = \frac{N}{S} + \frac{M_y}{I_y} \cdot v_z - \frac{M_z}{I_z} \cdot v_y$$

$$\text{avec } \begin{aligned} M_z &= +F_y \cdot Lo \\ M_y &= -F_z \cdot Lo \end{aligned}$$

d'où :

$$\sigma = \frac{N}{S} - \frac{3 E Lo}{L^3} (\delta_y v_y + \delta_z v_z) \quad [\text{éq 2.1-1}]$$

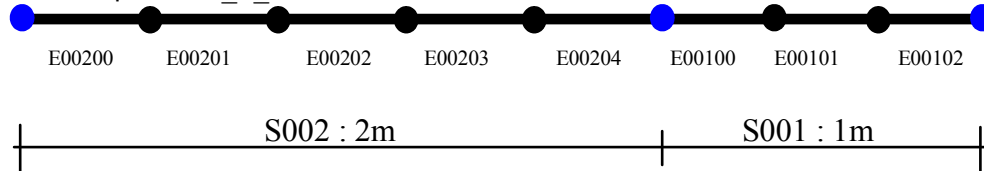
2.2 Référence bibliographique

- [1] "Projet M7-01-72. Comportement élasto-plastique des poutres. Nouvelle approche." Note HM77/01/140/A.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation et du maillage

Élément linéique : POU_D_TGM.



Caractéristiques mécaniques de la section (unités homogènes à des mètres) :

A	IY	IZ	AY	AZ	JX	JG
8.0e-04	2.666667e-08	1.066667e-07	1.191790e+00	1.172840e+00	7.093682e-08	1.438125e-12

Chargement au point B .

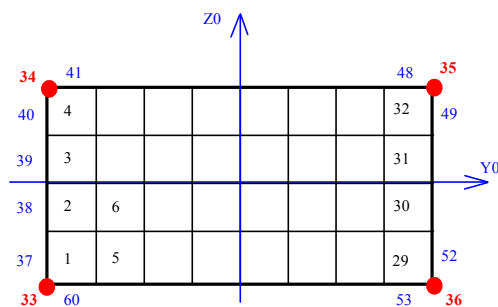
	F_x	F_y	F_z
Instant 1	80 000 N	-150N	-200N
Instant 2	80 000 N	-280N	-400N

À l'instant 1 la section reste élastique, à l'instant 2 la section est partiellement plastifiée.

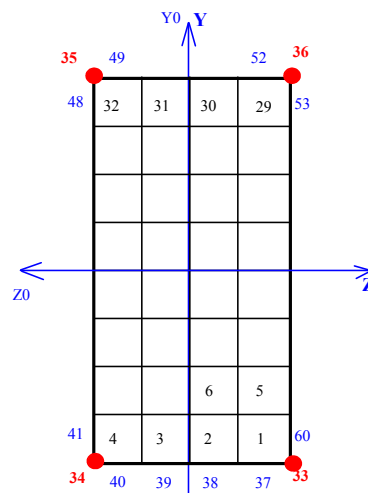
3.2 Numérotation des fibres

Le repère principal d'inertie ($Y0, Z0$) de la poutre doit être tourné de 90° pour que l'inertie la plus forte IZ soit suivant l'axe Y du repère global. Le but est de tester le mot clef `ORIENTATION` de la commande `AFFE_CARA_ELEM`.

Dans le repère local de la poutre



Dans le repère global d'étude



Plusieurs "types" de fibres sont utilisées :

- fibres dont les numéros vont de 1 à 32. Elles sont affectées d'une aire non nulle dans le fichier de commandes,
- fibres dont les numéros sont 33, 34, 35, 36. Elles sont situées aux 4 coins de la section. Ces fibres, dans le fichier de commande, sont affectées d'une section égale à zéro. Elles ne servent qu'au post-traitement,
- fibres dont les numéros vont de 37 à 60. Elles sont situées sur le bord extérieur de la section. Ces fibres, dans le fichier de commande, sont affectées d'une section égale à zéro. Elles ne servent qu'au post-traitement.

3.3 Grandeurs testées et résultats

La grandeur testée et analysée est `SIEF_ELGA`, au premier point de Gauss de l'élément `E00200`. C'est le point de Gauss le plus près de l'encastrement, $L_0 = 2.95491933\text{m}$.

3.3.1 Comportement élastique

Contraintes au point de Gauss : `SIEF_ELGA`

Les contraintes calculées par l'équation [éq 2.1-1] et par `Code_Aster` sont données dans les deux tableaux ci-dessous (valeurs en MPa). La disposition des tableaux reprend le schéma de disposition des fibres dans le repère global. La fibre la plus sollicitée est la n°36 avec une contrainte de 390 MPa.

Contraintes calculées dans les
fibres par l'équation [éq 2.1-1]

35	80	168	257	346	390
21	66	154	243	331	376
-7	37	126	215	303	348
-35	9	98	187	275	320
-63	-19	70	158	247	291
-91	-47	42	130	219	263
-120	-75	13	102	191	235
-148	-103	-15	74	163	207
-176	-131	-43	46	134	179
-190	-146	-57	32	120	165

Contraintes calculées dans les
fibres par `Code_Aster`.

35	80	168	257	346	390
21	66	154	243	331	376
-7	37	126	215	303	348
-35	9	98	187	275	320
-63	-19	70	158	247	291
-91	-47	42	130	219	263
-120	-75	13	102	191	235
-148	-103	-15	74	163	207
-176	-131	-43	46	134	179
-190	-146	-57	32	120	165

L'erreur relative entre les deux calculs est donnée dans le tableau ci-dessous. Quelle que soit la fibre, elle reste inférieure à 0.095 %.

-0.022%	-0.013%	-0.009%	-0.008%	-0.007%	-0.007%
-0.026%	-0.012%	-0.009%	-0.008%	-0.007%	-0.007%
0.014%	-0.010%	-0.007%	-0.006%	-0.006%	-0.006%
-0.010%	0.010%	-0.004%	-0.005%	-0.005%	-0.005%
-0.013%	-0.029%	0.000%	-0.003%	-0.004%	-0.004%
-0.014%	-0.021%	0.012%	0.000%	-0.002%	-0.003%
-0.014%	-0.019%	0.069%	0.004%	-0.001%	-0.002%
-0.015%	-0.018%	-0.094%	0.012%	0.002%	0.000%
-0.015%	-0.018%	-0.043%	0.029%	0.006%	0.003%
-0.015%	-0.018%	-0.036%	0.049%	0.009%	0.005%

3.3.2 Comportement plastique

Contraintes au point de Gauss : SIEF_ELGA

Le tableau ci-dessous donne les valeurs des contraintes, après plastification partielle de la section, obtenues avec *Code_Aster*. Le comportement du matériau est élasto-plastique "presque parfait", la pente d'écrouissage est faible. La contrainte maximale, qui est au-delà de la limite élastique, reste donc très voisine du seuil élastique de 400MPa .

	8	79	223	366	400	400
-16		55	199	342	400	400
-64		7	151	294	400	400
-112		-41	103	246	390	400
-160		-89	55	198	342	400
-208		-137	7	150	294	365
-256		-185	-41	102	246	317
-305		-233	-89	54	198	269
-353		-281	-137	6	150	221
-377	-305	-161	-18	126	197	

Ce calcul est réalisé pour le test de non régression de *Code_Aster*.

4 Synthèse des résultats

Ce cas test montre le bon fonctionnement d'une modélisation du comportement des poutres par une approche multifibre.