SSLL120 – Poutres calcul des efforts internes aux nœuds : EFGE_ELNO

Résumé :

L'objectif de ce test est de vérifier le calcul des efforts internes aux nœuds des modélisations : POU_D_T , POU_D_E , POU_D_TG , POU_D_EM , POU_D_TGM .

Les EFGE_ELNO sont toujours exprimés dans le repère local des éléments.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie A et B

La géométrie A est dans le plan XY et est constituée de 3 tronçons.

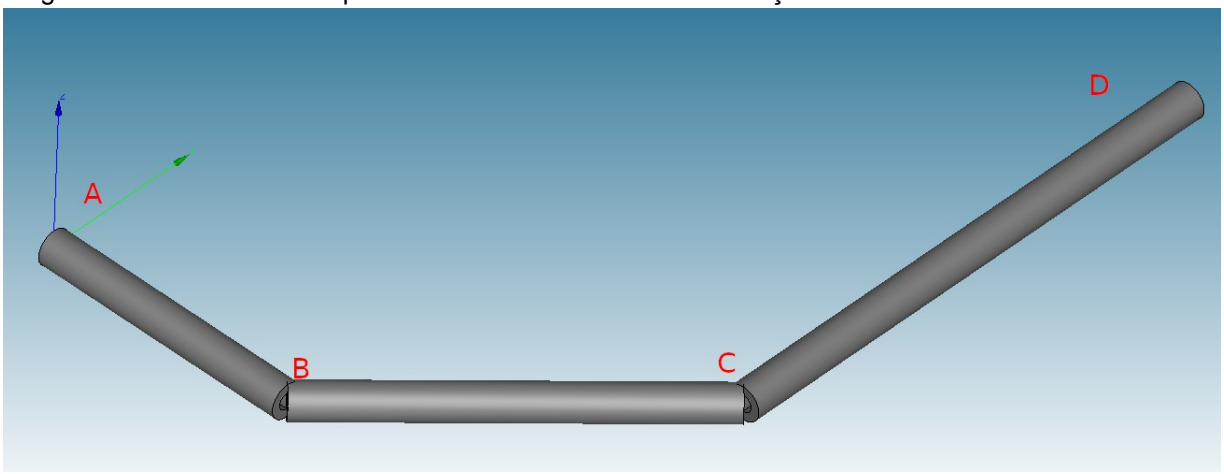


Figure 1.1-a : Géométrie A, dans le plan XY.

Les coordonnées des nœuds, géométrie A, dans le repère global :

Noeud	X	Y	Z
A	0	0	0
B	L	0	0
C	2*L	L	0
D	2*L	3*L	0

La géométrie B correspond à la géométrie A à laquelle on applique les 3 rotations successives suivantes :

- autour de l'axe Z, une rotation de $25.0°$, qui donne le nouveau repère X_1, Y_1, Z_1.
- autour de l'axe Y_1, une rotation de $-40.0°$, qui donne le nouveau repère X_2, Y_2, Z_2.
- autour de l'axe X_2, une rotation de $27.5°$.

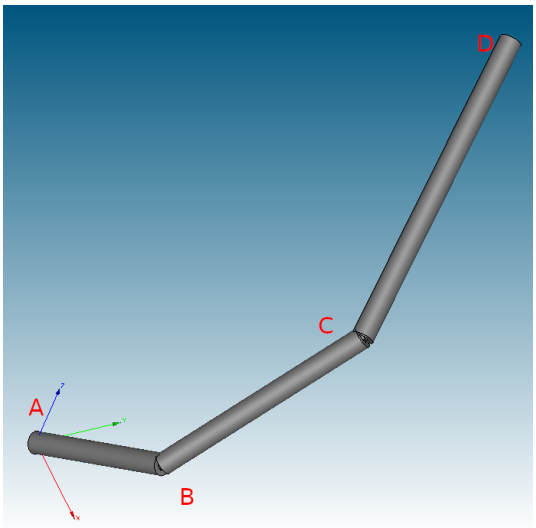


Figure 1.1-b : Géométrie B.

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

1.2 Chargements

1.2.1 Conditions aux limites

Dans chaque cas, le nœud A est encastré et au nœud D on impose des efforts et des moments.

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

2 Solution de référence

2.1 Efforts internes modélisation A

Au nœud D le chargement est le torseur des efforts $T_D=(F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z)$

Les torseurs des efforts internes, exprimés dans le repère local des éléments, sont les suivants :

- Pour la poutre 1 allant du nœud A au nœud B :
  $Fa_1=[Fx, Fy, Fz]$
  $Ma_1=[M_x+3*F_z*L, M_y-2*F_z*L, M_z+2*F_y*L-3*F_x*L]$
  $Fb_1=[F_x, F_y, F_z]$
  $Mb_1=[M_x+3*F_z*L, M_y-F_z*L, M_z+F_y*L-3*F_x*L]$
- Pour la poutre 2 allant du nœud B au nœud C :
  $Fb_2=[(F_y+F_x)/\sqrt{(2)},(F_y-F_x)/\sqrt{(2)}, F_z]$
  $Mb_2=[(M_y+M_x+2*F_z*L)/\sqrt{(2)},(M_y-M_x-4*F_z*L)/\sqrt{(2)},(M_z+F_y*L-3*F_x*L)]$
  $Fc_2=[(F_y+F_x)/\sqrt{(2)},(F_y-F_x)/\sqrt{(2)}, F_z]$
  $Mc_2=[(M_y+M_x+2*F_z*L)/\sqrt{(2)},(M_y-M_x-2*F_z*L)/\sqrt{(2)}, M_z-2*F_x*L]$
- Pour la poutre 3 allant du nœud C au nœud D :
  $Fc_3=[F_y,-F_x, F_z]$
  $Mc_3=[M_y,(-M_x-2*F_z*L),(M_z-2*F_x*L)]$
  $Fd_3=[F_y,-F_x, F_z]$
  $Md_3=[M_y,-M_x, M_z]$

Le repère local des éléments est celui par défaut : l'axe local X est porté par le SEG2, l'axe local Z est le Z global.

2.2 Efforts internes modélisation B

Au nœud D le chargement est le torseur des efforts $T_{Dr}=(F_{xr}, F_{yr}, F_{zr}, M_{xr}, M_{yr}, M_{zr})$

Le torseur T_{DR} correspond au torseur T_D auquel on applique les mêmes rotations que la géométrie.

$F_{xr}=(0.6942720440*F_x)+(-0.6438648260*F_y)+(-0.3215966648*F_z)$
$F_{yr}=(0.3237443710*F_x)+(0.6784690681*F_y)+(-0.6594462116*F_z)$
$F_{zr}=(0.6427876097*F_x)+(0.3537199593*F_y)+(0.6794897197*F_z)$
$M_{xr}=(0.6942720440*M_x)+(-0.6438648260*M_y)+(-0.3215966648*M_z)$
$M_{yr}=(0.3237443710*M_x)+(0.6784690681*M_y)+(-0.6594462116*M_z)$
$M_{zr}=(0.6427876097*M_x)+(0.3537199593*M_y)+(0.6794897197*M_z)$

Comme le torseur d'effort a été tourné, les efforts internes qui sont toujours exprimés dans le repère local des éléments sont les mêmes que ceux de la modélisation A. Par contre, il faut définir les axes locaux des éléments des poutres, qui ont également tournés, à l'aide de la commande AFFE_CARA_ELEM mot clef ORIENTATION.

GROUP_MA	CARA	VALE
PAB	VECT_Y	(-0.6438648260, 0.6784690681, 0.3537199593)
PBC	VECT_Y	(-0.9462056549, 0.2508282388,-0.2044016958)
PCD	VECT_Y	(-0.6942720440,-0.3237443710,-0.6427876097)

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

2.3 Incertitudes sur la solution

Aucune.

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

3 Modélisation A & B

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.

La longueur est $L=1.5\,m$.
Les efforts généralisés ne dépendent que des efforts imposés, ils sont indépendant des caractéristiques géométriques de la section et du matériau. La section choisie est circulaire d'un rayon de $0.10\,m$, d'une épaisseur de $0.05\,m$.

Pour la modélisation A, le torseur d'effort appliqué au nœud D, à les composantes suivantes :

$$F_x=-1000\,N\,;\,F_y=5000\,N\,;\,F_z=10000\,N$$
$$M_x=830\,Nm\,;\,M_y=1800\,Nm\,;\,M_z=5300\,Nm$$

Pour la modélisation B, les composantes du torseur d'effort appliqué au nœud D, sont issues des formules données au §2.2. Les formules sont écrites dans le fichier de commandes.

3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est constitué d'une seule maille SEG2 par tronçon.

3.3 Grandeurs testées et résultats

Les valeurs testées sont les mêmes quelque soit la modélisation de poutre et quelque soit la géométrie, car les EFGE_ELNO sont exprimés dans les repères locaux des éléments.
Les 36 valeurs des composantes des torseurs sont testées.

Les expressions analytiques, présentées au §2.1, sont dans le fichier de commandes et servent à tester toutes les valeurs calculées et toutes les valeurs de référence dans les TEST_RESU.

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

4 Synthèse des résultats

Pour chaque modélisation traitée, les résultats correspondent à la solution analytique.

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