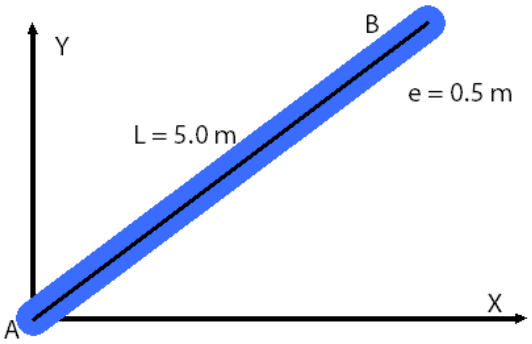
ZZZZ295 – Validation de la position des sous-points des plaques 2D

Résumé :
Ce test valide le calcul de la position des sous-points d'intégration dans le repère global pour le modélisation COQUE_AXIS. Un calcul mécanique élémentaire est réalisé afin de permettre la création d'une table avec CREA_TABLE à partir du résultat. Seules les coordonnées de quelques sous-points sont testées dans la table.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Plaque avec profondeur infinie (modélisation en 2D) :

Longueur : $L=5.0\,m$

Épaisseur : $e=0.5\,m$

Coordonnées des points A et B

$X_A=0.0\,;Y_A=0.0$

$X_B=4.0\,;Y_B=3.0$

1.2 Propriétés des matériaux

Béton :

Module de Young : $E=310^{10}\,Pa$

Coefficient de Poisson : $\nu=0.0$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Sur le point A on bloque les déplacements selon X, Y et la rotation autour de Z :

$U_x^A=0.0\,;U_y^A=0.0\,;DR_z^A=0.0$

Sur le point B on applique un chargement selon Y :

$F_Y=-100.0\,N$

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

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

On calcule la position des nœuds, points d'intégration et sous-points d'intégration à partir de ses cordonnées dans les axes locaux de la plaque et la matrice de passage entre les axes locaux et les axes globaux.

$$T(\alpha)=\begin{bmatrix}\cos(\alpha) & -\sin(\alpha)\\ \sin(\alpha) & \cos(\alpha)\end{bmatrix}$$

Pour n'importe quel point de coordonnées initiales (X,Y) on peut calculer ses coordonnées exprimées dans le repère global (X',Y') après rotation avec la transformation suivante :

$$\begin{bmatrix}X'\\ Y'\end{bmatrix}=T(\alpha)\begin{bmatrix}X\\ Y\end{bmatrix}$$

2.2 Grandeurs et résultats de référence

On calcule les positions des sous-points d'intégration dans le repère global connaissant leurs positions exprimée dans les axes locaux.

Ici on a : $\cos(\alpha)=\frac{4}{5}$ et $\sin(\alpha)=\frac{3}{5}$

Pour une maille SEG4 de tuyau longueur $L=5m$, la distance des points d'intégration par rapport au premier nœud sont (voir R3.01.01) :

Point	x (m)
1	3.3499526089621403
2	1.6500473910378599
3	4.6528407789851318
4	0.34715922101486746

L'épaisseur $EP=0.5m$, est discrétisée en 4 couches, ce qui fait 12 sous-points dont les hauteurs par rapport au plan moyen sont :

Sous-point	z	Sous-point	z
1	-0.250	7	0.000
2	-0.1875	8	0.0625
3	-0.125	9	0.125
4	-0.125	10	0.125
5	-0.0625	11	0.1875
6	0.000	12	0.250

2.3 Incertitudes sur la solution

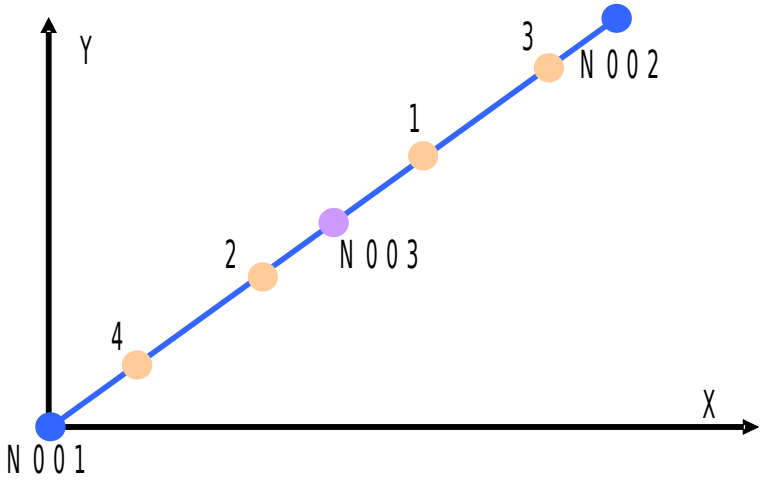
Aucune, solution exacte.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques du maillage

Maillage : le maillage est composée d'une maille type **SEG3** avec trois nœuds ($N001$, $N002$ et $N003$).



Pour chaque maille, il y a 4 points d'intégration $(1,2,3,4)$

- Le groupe de nœuds ENC est composé du nœud $N001$
- Le groupe de nœuds CHA est composé du nœud $N002$

3.2 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation :

```
MO=AFFE_MODELE(
    MAILLAGE=MA,
    AFFE=_F(TOUT='OUI', PHENOMENE='MECANIQUE',
        MODELISATION='COQUE_AXIS',),
)
```

Conditions aux limites :

```
BLOCAGE=AFFE_CHAR_MECA( MODELE=MO,
    DDL_IMPO=_F(GROUP_NO='ENC', DX=0.0, DY=0.0, DRZ=0.0,),
)
```

Chargement mécanique :

```
CHARGE=AFFE_CHAR_MECA(MODELE=MO,
    FORCE_NODALE=_F(GROUP_NO='CHA',FX = 0,FY = -100),
)
```

Affectation des caractéristiques des éléments :

```
COQUE=AFFE_CARA_ELEM(MODELE=MO,
    COQUE=_F(GROUP_MA=('COQUE'), EPAIS = 0.5, COQUE_NCOU = 4,),
)
```


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

3.3 Valeurs testées et résultats

Coordonnée maille M001	Point d'intégration	sous-point	Référence
COOR_X	1	1	2.529962087
COOR_X	1	2	2.567462087
COOR_X	1	3	2.604962087
COOR_X	1	4	2.604962087
COOR_X	1	5	2.642462087
COOR_X	1	6	2.679962087
COOR_X	1	7	2.679962087
COOR_X	1	8	2.717462087
COOR_X	1	9	2.754962087
COOR_X	1	10	2.754962087
COOR_X	1	11	2.792462087
COOR_X	1	12	2.829962087
COOR_Y	1	1	2.209971565
COOR_Y	1	2	2.159971565
COOR_Y	1	3	2.109971565
COOR_Y	1	4	2.109971565
COOR_Y	1	5	2.059971565
COOR_Y	1	6	2.009971565
COOR_Y	1	7	2.009971565
COOR_Y	1	8	1.959971565
COOR_Y	1	9	1.909971565
COOR_Y	1	10	1.909971565
COOR_Y	1	11	1.859971565
COOR_X	1	12	1.809971565
COOR_X	2	1	1.170037913
COOR_X	2	2	1.207537913
COOR_X	2	3	1.245037913
COOR_X	2	4	1.245037913
COOR_X	2	5	1.282537913
COOR_X	2	6	1.320037913
COOR_X	2	7	1.320037913
COOR_X	2	8	1.357537913
COOR_X	2	9	1.395037913
COOR_X	2	10	1.395037913
COOR_X	2	11	1.432537913
COOR_X	2	12	1.470037913
COOR_Y	2	1	1.190028435
COOR_Y	2	2	1.140028435
COOR_Y	2	3	1.090028435
COOR_Y	2	4	1.090028435
COOR_Y	2	5	1.040028435
COOR_Y	2	6	0.990028435
COOR_Y	2	7	0.990028435
COOR_Y	2	8	0.940028435
COOR_Y	2	9	0.890028435
COOR_Y	2	10	0.890028435
COOR_Y	2	11	0.840028435
COOR_X	2	12	0.790028435

La tolérance est fixée à $1.0\mathrm{E}-03$ pour tous les tests.

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

4 Synthèse des résultats

Ce test a pour but principal de vérifier si les positions des sous-points d'intégration de la modélisation COQUE_AXIS sont bien calculées.

Pour cette modélisations, l'erreur maximale trouvée est de $4.8\mathrm{E}{-}08\%$.

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