

Manuel de Validation

Fascicule V6.04 : Statique non linéaire des structures volumiques Document V6.04.144

SSNV144 - Coude en flexion en grands déplacements

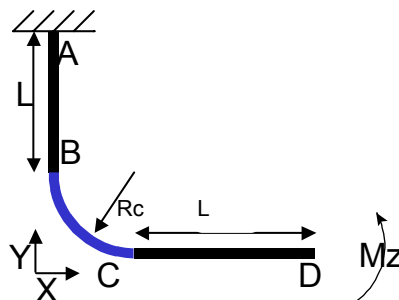
Résumé :

Ce test valide la modélisation des phénomènes de flexion de coque en grands déplacements dans le domaine élastique ou élastoplastique : un coude de tuyauterie, prolongé par des tuyaux droits est soumis à une flexion dans son plan. La tuyauterie est épaisse (de dimensions semblables aux coudes des circuits primaires). La solution de référence est numérique : elle est obtenue avec *Code_Aster* à l'aide d'un maillage 3D du coude.

La modélisation est effectuée avec des éléments COQUE_3D en grands déplacements ou en élastoplasticité.

1 Problème de référence

Le coude a pour rayon de courbure : $R_c = 1.25\text{m}$



La section tubulaire a pour rayon moyen $R = 395.5\text{mm}$ et pour épaisseur $e = 77\text{mm}$.

1.1 Propriétés des matériaux

Le matériau est élastoplastique avec écrouissage linéaire isotrope.

$E = 2.E11 \text{ Pa}$

$\nu = 0.3$

Limite d'élasticité $SIGY = 200.10^6 \text{ Pa}$

Module d'écrouissage $D_SIGM_EPSI = 2.10^{10} \text{ Pa}$

1.2 Conditions aux limites et chargements

Encastrement en A (correspondant à la section de tuyauterie nommée CERCLE1).

Moment M_Z imposé en D (correspondant à CERLCE2) croissant jusqu'à :

Incrément 1 $M_z = 308670215.2 \text{ Nm}$

Dans le cas du calcul en grands déplacement, M_z est atteint en 10 incréments égaux

1.3 Conditions initiales

Sans objet.

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

En élasticité linéaire, cf [V6.02.117] on effectue une comparaison à d'autres résultats numériques obtenus avec *Code_Aster* sur un maillage 3D du coude et des parties droites, reliées aux extrémités à des poutres droites. Ce maillage 3D comporte 1024 mailles HEXA20. Une modélisation *COQUE_3D* donne des résultats proches.

2.2 Résultats de référence

Pour un moment appliqué M_z en D, le déplacement DY du même point D vaut :

Moment	Dy point D (m) (3D)	Dy point D (m) (COQUE_3D)
3.08670D+08	1.09349D-02	1.08875D-02

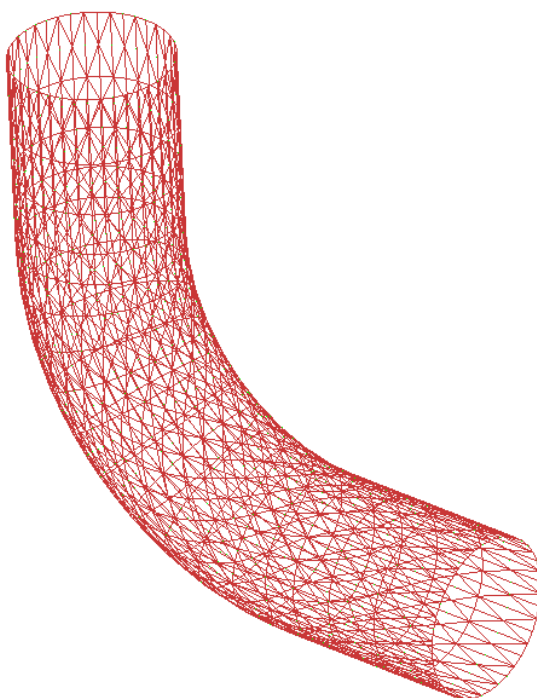
2.3 Incertitude sur la solution

Du fait que la solution de référence est numérique, on peut évaluer la précision d'après [§2.2] à 2% par comparaison des solutions 3D et *COQUE_3D*.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

COQUE_3D



3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 1480

Nombre de mailles et type : 360 QUAD9

3.3 Fonctionnalités testées

Commandes	Options	
AFFE MODELE	'MECANIQUE'	'COQUE_3D'
DEFI MATERIAU	'ECRO LINE'	
DEFI MATERIAU	'ELAS'	
AFFE_CARA_ELEM	COQUE	
STAT_NON_LINE	VMIS ISOT LINE	
STAT_NON_LINE	DEFORMATION	GREEN_GR

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

Pour comparer les résultats du calcul élastique linéaire (MECA_STATIQUE) avec la solution de référence, on compare les déplacements de 4 nœuds de la section du tube correspondant au point D (CERCLE 2).

Incrément de charge	DY du point D
1 : Mz =3.08670D+06Nm	DY (m)

Calcul linéaire :

Nœud	Référence (COQUE_3D)	Aster	% diff
N1157	1.08875D-03	1.08154D-03	0.6
N1104	1.08875D-03	1.09424D-03	0.5
N1109	1.08875D-03	1.08427D-03	0.4
N1099	1.08875D-03	1.08427D-03	0.4

Les tests des calculs non linéaires sont des tests de non régression.

Calcul élastoplastique (non régression)

Nœud	Aster
N1157	1.079288D-03
N1104	1.09199D-03
N1109	1.082028D-03
N1099	1.082028D-03

Calcul grands déplacements (non régression) :

Nœud	Aster
N1157	1.079777D-03
N1104	1.09299D-03
N1109	1.082769D-03
N1099	1.082769D-03

5 Synthèse des résultats

Ce test permet de valider les éléments `COQUE_3D` en linéaire et non linéaire géométrique pour une géométrie réelle possédant deux courbures. Les résultats sont proches (moins de 1%) de la référence numérique en élasticité.