SSLS104 - Coque cylindrique pincée avec diaphragme

Résumé :

On traite en élasticité linéaire le cas d'un cylindre formé par deux fonds circulaires aux deux extrémités et pincé à mi-longueur.

Ceci permet de traiter les modes de déformation inextensionnels et un comportement membranaire complexe dû aux diaphragmes.

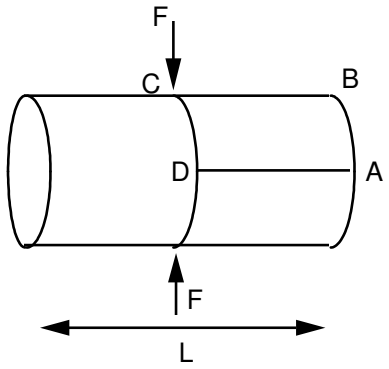
La valeur testée est la flèche au point d'application de la force.

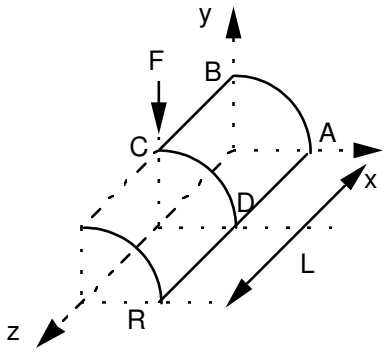
Trois modélisations : DKT, COQUE_3D QUAD9 et COQUE_3D TRIA7.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie





huitième de cylindre

Longueur	L = 600
Rayon	R = 300
Epaisseur	t = 3

Coordonnées des points :

	A	B	C	D
x	300.	0.	0.	300.
y	0.	300.	300.	0.
z	0.	0.	300.	300.

1.2 Propriétés de matériaux

$E = 3.10^6\ Pa$
$\nu = 0.3$
$A_{CIS} = 0.8333$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Diaphragme rigide à chaque extrémité :

$u = v = 0\ ,\quad \theta_z = 0$

Force ponctuelle en C :

$F = 1.\ N$

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

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

Les paramètres du problème traité et les résultats de référence sont explicitement donnés dans la publication citée ci-dessous .

2.2 Résultats de référence

Déplacement du point C suivant y .

2.3 Références bibliographiques

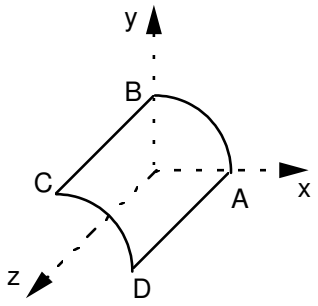
- Thomas J.R HUGHES, Ted BELYTSCHKO. Course notes for Recent advances in nonlinear finite element analysis. Volume III - p 238 et 239 (1990).

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément de coque DKT



Modélisation d'un huitième de plaque

Découpage :
10 sur AD et BC
16 sur AB et DC : 364 mailles TRIA3

Conditions limites :

en tous les nœuds de :	DDL_IMPO:
arc (AB)	(GROUP_NO: AB DX: 0., DY: 0. , DRZ: 0.)
arc (CD)	(GROUP_NO: CD DZ: 0., DRX: 0. , DRY: 0.)
segment) BC (	(GROUP_NO: BCsansBC DX: 0., DRY: 0., DRZ: 0.)
segment) AD (	(GROUP_NO: ADsansAD DY: 0., DRX: 0., DRZ: 0.)
en C	(GROUP_NO: C DX: 0., DRZ: 0.)
en D	(GROUP_NO: D DY: 0., DRZ: 0.)

Chargement :

au nœud C :	(GROUP_NO: C FY: -0.25)

Noms des nœuds :

Point A	$N04$
Point B	$N02$
Point C	$N01$
Point D	$N03$

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 209
Nombre de mailles et types : 364 TRIA3

3.3 Valeurs testées

Identification	Référence
Point C déplacement v	$-1.8248\ 10^{-5}$

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

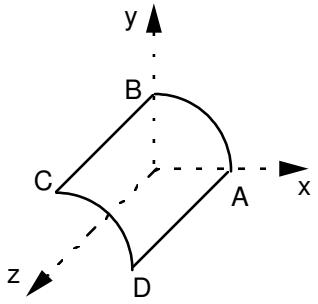
Avec 1 366 nœuds : $-1.8511F$ en C.

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

Elément de coque 3D MEC3QU9H



Modélisation d'un huitième de plaque

Découpage :
4 sur AD et BC
8 sur AB et DC : 32 mailles QUAD9

Conditions limites :

en tous les nœuds de :	DDL_IMPO:
arc (AB)	(GROUP_NO: AB DX: 0., DY: 0. , DRZ: 0.)
arc (CD)	(GROUP_NO: CD DZ: 0., DRX: 0. , DRY: 0.)
segment) BC (	(GROUP_NO: BCsansBC DX: 0., DRY: 0., DRZ: 0.)
segment) AD (	(GROUP_NO: ADsansAD DY: 0., DRX: 0., DRZ: 0.)
en C	(GROUP_NO: C DX: 0., DRZ: 0.)
en D	(GROUP_NO: D DY: 0., DRZ: 0.)

Chargement :

au nœud C :	(GROUP_NO: C FY: -0.25)

Noms des nœuds :

Point A	$N01$
Point B	$N02$
Point C	$N03$
Point D	$N04$

4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 121
Nombre de mailles et types : 32 QUAD9

4.3 Valeurs testées

Identification	Référence
Point C déplacement v	$-1.8248\ 10^{-5}$

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

4.4 Remarques

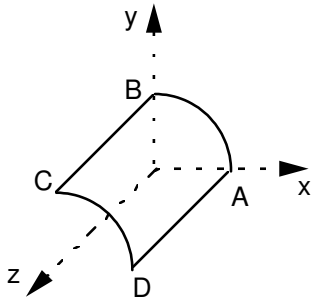
Pour un maillage de 60 mailles QUAD9 et 213 nœuds (correspondant au découpage 6 sur AD et BC et 10 sur AB et DC), le déplacement v au point C vaut –1.8011 10^{-5}.

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

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément de coque MEC3TR7H



Modélisation d'un huitième de plaque

Découpage :
10 sur AD et BC
18 sur AB et DC : 360 mailles TRIA7

Conditions limites :

en tous les nœuds de :	DDL_IMPO:
arc (AB)	(GROUP_NO: AB DX: 0., DY: 0. , DRZ: 0.)
arc (CD)	(GROUP_NO: CD DZ: 0., DRX: 0. , DRY: 0.)
segment) BC (	(GROUP_NO: BCsansBC DX: 0., DRY: 0., DRZ: 0.)
segment) AD (	(GROUP_NO: ADsansAD DY: 0., DRX: 0., DRZ: 0.)
en C	(GROUP_NO: C DX: 0., DRZ: 0.)
en D	(GROUP_NO: D DY: 0., DRZ: 0.)

Chargement :

au nœud C : (GROUP_NO: C FY: -0.25)

Noms des nœuds :

Point A	$N01$
Point B	$N02$
Point C	$N03$
Point D	$N04$

5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 777
Nombre de mailles et types : 360 TRIA7

5.3 Valeurs testées

Identification	Référence
Point C déplacement v	$-1.8248\ 10^{-5}$

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

5.4 Remarques

Pour un maillage avec 500 mailles TRIA7 et 1071 nœuds (découpage 10 sur AD et BC, 25 sur AB et DC), on obtient un déplacement v au point C de –1.7723 10^{-5}. L'erreur relative sur le déplacement v en C est alors de 2.88%. Les résultats avec cet élément pour des maillages légers n'est donc pas très bon et s'améliore relativement peu avec une augmentation du nombre de mailles.

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

6 Synthèse des résultats

En ce qui concerne les éléments :

DKT :

Le résultat est meilleur avec un maillage plus fin (1366 nœuds) qui conduit à une erreur < 1.5 %.

MEC3QU9H :

Le résultat est acceptable avec relativement peu d'éléments (comparés à DKT). En augmentant sensiblement le nombre d'éléments (60 au lieu de 32), l'erreur est < 1.3%.

MEC3TR7H :

Résultat peu satisfaisant même avec un maillage fin conduisant à un grand nombre global de nœuds pour MEC3TR7H (777 pour MEC3TR7H à comparer à 209 pour DKT et 121 pour MEC3QU9H). Pour arriver à une erreur inférieure à 2.9%, cela nécessite un très grand nombre de nœuds (1071). Il semble reconnu que cet élément soit moins bon que MEC3QU9H.

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