

Manuel de Validation

Fascicule V3.03 : Statique linéaire des coques et des plaques

Document : V3.03.104

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.

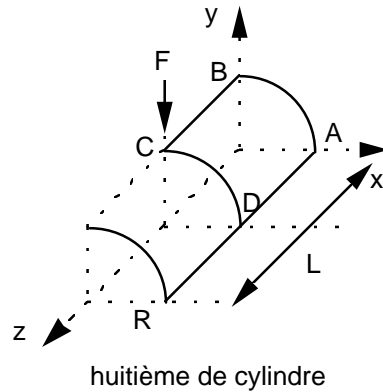
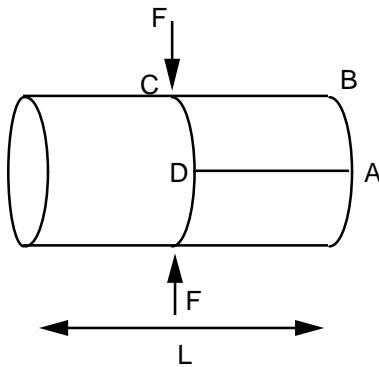
Ceci permet de traiter les modes de déformation inextensionnels et un comportement membranaire complexe dû aux diaphragmes.

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

Trois modélisations : DKT, COQUE_3D QUAD9 et COQUE_3D TRIA7.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Longueur $L = 600$
Rayon $R = 300$
Épaisseur $t = 3$

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

$E = 3. \cdot 10^6 \text{ Pa}$
 $\nu = 0.3$
 $A_CIS = 0.8333$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Diaphragme rigide à chaque extrémité :

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

Force ponctuelle en C :

$$F = 1. \text{ N}$$

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.

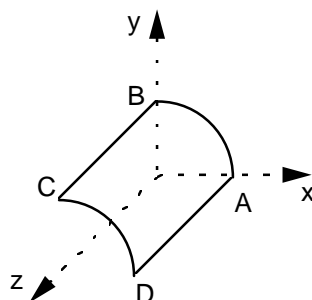
2.3 Références bibliographiques

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Elément 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 :

arc (AB)

arc (CD)

segment)BC(

segment)AD(

en C

en D

DDL_IMPO :

(GROUP_NO: AB DX: 0., DY: 0., DRZ: 0.)

(GROUP_NO: CD DZ: 0., DRX: 0., DRY: 0.)

(GROUP_NO: BCsansBC DX: 0., DRY: 0., DRZ: 0.)

(GROUP_NO: ADsansAD DY: 0., DRX: 0., DRZ: 0.)

(GROUP_NO: C DX: 0., DRZ: 0.)

(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 Fonctionnalités testées

Commandes				Clés
AFFE_CARA_ELEM	COQUE	TOUT		[U4.24.01]
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	GROUP_NO		[U4.25.01]
	FORCE_NODALE	GROUP_NO		
AFFE_MODELE	'MECANIQUE'	'DKT'	TOUT	[U4.22.01]
DEFI_MATERIAU	ELAS			[U4.23.01]

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence	tolérance
Point C déplacement v	$-1.8248 \cdot 10^{-5}$	$-1.8776 \cdot 10^{-5}$	2.89	$3 \cdot 10^{-2}$

Avec 1 366 nœuds : -1.8511 F en C.

4.2 Paramètres d'exécution

Version : 4.00.02

Machine : CRAY C90

Encombrement mémoire : 16 mégamots

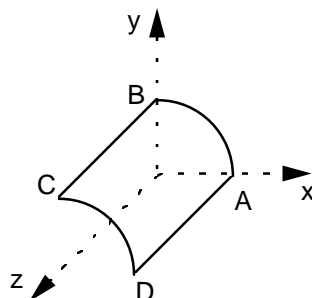
Système : UNICOS 8.0

Temps CPU User : 5.5 secondes

5 Modélisation B

5.1 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 :

arc (AB)

arc (CD)

segment)BC(

segment)AD(

en C

en D

DDL_IMPO :

(GROUP_NO: AB DX: 0., DY: 0., DRZ: 0.)

(GROUP_NO: CD DZ: 0., DRX: 0., DRY: 0.)

(GROUP_NO: BCsansBC DX: 0., DRY: 0., DRZ: 0.)

(GROUP_NO: ADsansAD DY: 0., DRX: 0., DRZ: 0.)

(GROUP_NO: C DX: 0., DRZ: 0.)

(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 : 121

Nombre de mailles et types : 32 QUAD9

5.3 Fonctionnalités testées

Commandes				Clés
AFFE_CARA_ELEM	COQUE	TOUT		[U4.24.01]
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	GROUP_NO		[U4.25.01]
	FORCE_NODALE	GROUP_NO		
AFFE_MATERIAU	TOUT			[U4.23.02]
AFFE_MODELE	'MECANIQUE'	'COQUE_3D'	TOUT	[U4.22.01]
DEFI_MATERIAU	ELAS			[U4.23.01]

6 Résultats de la modélisation B

6.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence	tolérance
Point C déplacement v	$-1.8248 \cdot 10^{-5}$	$-1.7806 \cdot 10^{-5}$	-2.42	$3 \cdot 10^{-2}$

6.2 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 $-1.8011 \cdot 10^{-5}$.

6.3 Paramètres d'exécution

Version : 4.00.14

Machine : CRAY C90

Encombrement mémoire : 16 mégamots

Système :

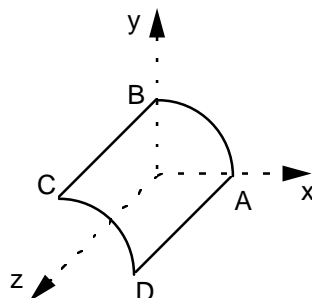
UNICOS 8.0

Temps CPU User : 6.52 secondes

7 Modélisation C

7.1 Caractéristiques de la modélisation

Elément 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 :

arc (AB)

arc (CD)

segment)BC(

segment)AD(

en C

en D

DDL_IMPO :

(GROUP_NO: AB DX: 0., DY: 0., DRZ: 0.)

(GROUP_NO: CD DZ: 0., DRX: 0., DRY: 0.)

(GROUP_NO: BCsansBC DX: 0., DRY: 0., DRZ: 0.)

(GROUP_NO: ADsansAD DY: 0., DRX: 0., DRZ: 0.)

(GROUP_NO: C DX: 0., DRZ: 0.)

(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

7.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 777

Nombre de mailles et types : 360 TRIA7

7.3 Fonctionnalités testées

Commandes				Clés
AFFE_CARA_ELEM	COQUE	TOUT		[U4.24.01]
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	GROUP_NO		[U4.25.01]
	FORCE_NODALE	GROUP_NO		
AFFE_MATERIAU	TOUT			[U4.23.02]
AFFE_MODELE	'MECANIQUE'	'COQUE_3D'	TOUT	[U4.22.01]
DEFI_MATERIAU	ELAS			[U4.23.01]

8 Résultats de la modélisation C

8.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence	tolérance
Point C déplacement v	$-1.8248 \cdot 10^{-5}$	$-1.7424 \cdot 10^{-5}$	-4.51	$5 \cdot 10^{-2}$

8.2 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 $-1.7723 \cdot 10^{-5}$. 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.

8.3 Paramètres d'exécution

Version : 4.00.14

Machine : CRAY C90

Encombrement mémoire : 16 mégamots

Système :

UNICOS 8.0

Temps CPU User : 89.25 secondes

9 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.