SSLS20 - Coque cylindrique pincée à bords libre

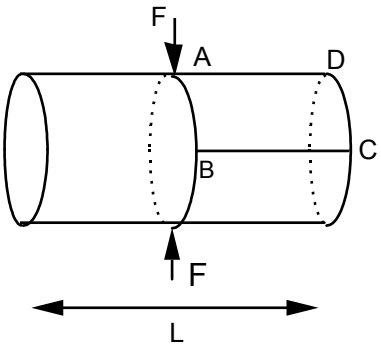
Résumé :

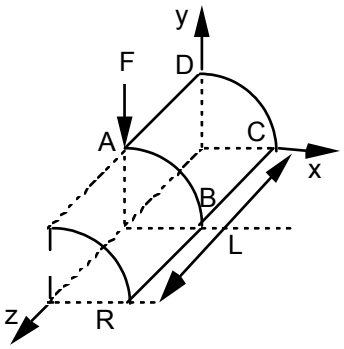
Le test issu du guide VPCS, permet de vérifier l'effet d'un chargement ponctuel sur une coque cylindrique mince en élasticité linéaire. On compare les flèches au point d'application du chargement par rapport à une modélisation de la coque cylindrique mince en éléments DKT, deux modélisations COQUE_3D (1/8 cylindre est représenté) et les éléments COQUE_SOLIDE.

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 = 10.35 m
Rayon	R = 4.953 m
Epaisseur	t = 0.094 m

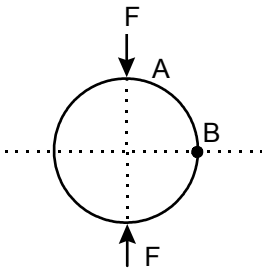
1.2 Propriétés de matériaux

$E = 10.5 10^6 Pa$

$\nu = 0.3125$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Force ponctuelle : $F = 100. N$



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

La solution de référence est celle donnée dans la fiche SSLS20/89 du guide VPCS.

Elle a été établie par moyenne de résultats de plusieurs progiciels de calcul par la méthode des éléments finis.

2.2 Résultats de référence

Déplacement du point A suivant y : $v=-0.1139$

2.3 Incertitude sur la solution

Moins de 2%

2.4 Références bibliographiques

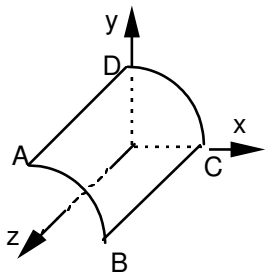
1) G. HORRIGMOE, P.G. BERGAN "Non linear analysis of free from shells by flat finite elements" Computer Mathematics in Applied Mechanics and Engineering Amsterdam, North Holland, vol. 16 (1978)

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Elément de coque DKT



élancement longitudinal $\frac{L}{30t}=3.7$

élancement circonférentiel $\frac{0.5\,\pi R}{10\,t}=8.3$

Modélisation d'un huitième de cylindre

Découpage : 10 sur AD et BC 15 sur AB et DC : 300 mailles TRIA3

Conditions limites :

en tous les noeuds de l'arc AB	DDL_IMPO:	(GROUP_NO: AB DZ: 0., DRX: 0.,DRY: 0.)
segment) AD)		(GROUP_NO: ADsansA DX:0., DRY:0., DRZ:0.)
segment) BC)		(GROUP_NO: BCsansB DY:0., DRX:0., DRZ:0.)
en A		(GROUP_NO: A DX: 0., DRZ:0.)
en B		(GROUP_NO: B DY: 0., DRZ:0.)

Chargement :

au nœud A	FORCE_NODALE:	(GROUP_NO: A Fy:-25.)

Nom des nœuds :

Point $A=NO176$ Point $C=NO1$
Point $B=NO11$ Point $D=NO166$

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 176
Nombre de mailles et types : 300 TRIA3

3.3 Valeurs testées

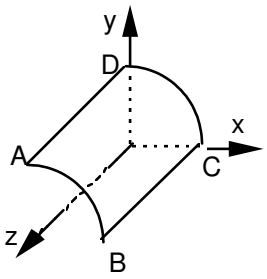
Point	Grandeur et unité	Référence
A	déplacement v (m)	–0.1139

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément de coque COQUE_3D MEC3QU9H



élancement longitudinal $\frac{L}{30t}=3.7$

élancement circonférentiel $\frac{0.5\,\pi R}{10\,t}=8.3$

Modélisation d'un huitième de cylindre

Découpage : 4 sur AD et BC 4 sur AB et DC : 16 mailles QUAD9

Conditions limites :

en tous les noeuds de l'arc AB	DDL_IMPO:	(GROUP_NO: AB DZ: 0., DRX: 0.,DRY: 0.)
segment) AD)		(GROUP_NO: ADsansA DX:0., DRY:0., DRZ:0.)
segment) BC)		(GROUP_NO: BCsansB DY:0., DRX:0., DRZ:0.)
en A		(GROUP_NO: A DX: 0., DRZ:0.)
en B		(GROUP_NO: B DY: 0., DRZ:0.)

Chargement :

au nœud A	FORCE_NODALE:	(GROUP_NO: A Fy:-25.)

Nom des nœuds :

Point $A=NO3$ Point $C=NO1$
Point $B=NO4$ Point $D=NO2$

4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 65
Nombre de mailles et types : 16 QUAD9

4.3 Valeurs testées

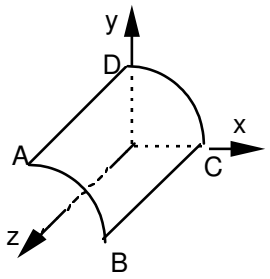
Point	Grandeur et unité	Référence
A	déplacement v (m)	–0.1139

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 COQUE_3D MEC3TR7H



élancement longitudinal $\frac{L}{30t}=3.7$

élancement circonférentiel $\frac{0.5\,\pi R}{10\,t}=8.3$

Modélisation d'un huitième de cylindre

Découpage : 5 sur AD et BC 12 sur AB et DC : 120 mailles TRIA7

Conditions limites :

en tous les noeuds de l'arc AB	DDL_IMPO:	(GROUP_NO: AB DZ: 0., DRX: 0.,DRY: 0.)
segment) AD)		(GROUP_NO: ADsansA DX:0., DRY:0., DRZ:0.)
segment) BC)		(GROUP_NO: BCsansB DY:0., DRX:0., DRZ:0.)
en A		(GROUP_NO: A DX: 0., DRZ:0.)
en B		(GROUP_NO: B DY: 0., DRZ:0.)

Chargement :

au nœud A	FORCE_NODALE:	(GROUP_NO: A Fy:-25.)

Nom des nœuds :

Point $A=NO3$ Point $C=NO1$
Point $B=NO4$ Point $D=N02$

5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 275
Nombre de mailles et types : 120 TRIA7

5.3 Valeurs testées

Point	Grandeur et unité	Référence	*Aster*	% différence
A	déplacement v (m)	–0.1139	–0.1112	–1.76

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

6 Modélisation D

6.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément de plaque COQUE_SOLIDE

Découpage : 5 sur AD et BC 12 sur AB et DC : 120 mailles TRIA7

Conditions limites :

en tous les noeuds de l'arc AB	DDL_IMPO:	(GROUP_NO: AB DZ: 0., DRX: 0.,DRY: 0.)
segment) AD)		(GROUP_NO: ADsansA DX:0., DRY:0., DRZ:0.)
segment) BC)		(GROUP_NO: BCsansB DY:0., DRX:0., DRZ:0.)
en A		(GROUP_NO: A DX: 0., DRZ:0.)
en B		(GROUP_NO: B DY: 0., DRZ:0.)

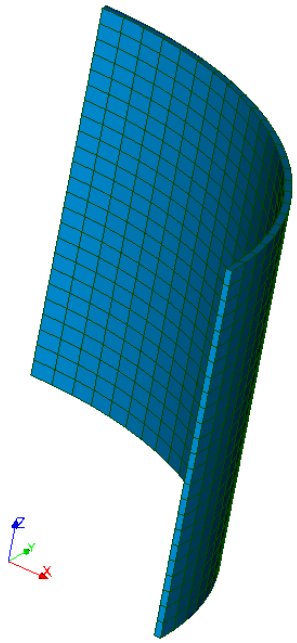
Chargement :

au nœud A	FORCE_NODALE:	(GROUP_NO: A Fy:-25.)

Nom des nœuds :

Point $A = NO3$ Point $C = NO1$
Point $B = NO4$ Point $D = N02$

6.2 Caractéristiques du maillage



Nombre de nœuds : 1250
Nombre de mailles et types : 576 HEXA9

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

Le test est également fourni avec un maillage plus grossier contenant 98 nœuds et 36 HEXA9.

6.3 Valeurs testées

Point	Grandeur et unité	Référence (SOURCE_EXTERNE)	% différence
A	déplacement DY (m)	–0.1139	0,38%

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

7 Synthèse des résultats

En ce qui concerne les éléments :

- DKT :
  - Solution convenable pour un maillage fin.
  - A compléter ultérieurement :
  - par un maillage moins fin,
  - par une analyse des contraintes,
  - par 4 modélisations (DKQ, DST, DSQ, Q4G).
- COQUE_3D sur des quadrangles: très bonne solution obtenue avec un maillage relativement grossier.
- COQUE_3D sur des triangles: pour arriver à une solution convenable, cela nécessite un maillage fin, comparé à celui pour l'élément MEC3QU9H. De même comparé à l'élément DKT, le nombre de nœuds total est bien plus important.
- COQUE_SOLIDE: excellents résultats avec un maillage relativement grossier. L'erreur d'approximation due à l'utilisation d'un élément plaque plan sur la surface courbe (facettisation) reste raisonnable.

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