SSLV100 - Cylindre creux en déformations planes

Résumé :

Ce test permet de valider les éléments de déformation plane sur les fonctionnalités suivantes :

- pression répartie,
- matrice de rigidité,
- déplacements imposés :
  - par degré de liberté,
  - par face d'élément.

Il comprend 4 modélisations.

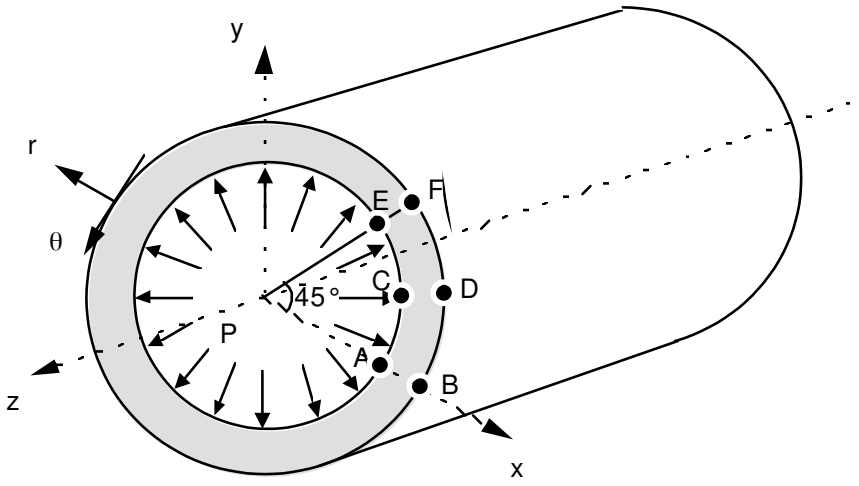
Les 3 premières correspondent à des éléments de types différents (linéaires et quadratiques).

La dernière valide les déplacements imposés par face (blocage de la composante normale).

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Rayon interne a = 0.1 m
Rayon externe b = 0.2 m

Coordonnées des points :

	A	B	C	D	E	F
x	0.100	0.200	$0.1\cos(22.5)$	$0.2\cos(22.5)$	$1/\sqrt{2}$	$\sqrt{2}$
y	0.	0.	$0.1\sin(22.5)$	$0.2\sin(22.5)$	$1/\sqrt{2}$	$\sqrt{2}$
z	0	0.	0.	0.	0.	0.

1.2 Propriétés des matériaux

$E = 2\,10^5\ Mpa$

$\nu = 0.3$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Pression interne : $P = 60.\ MPa$

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

Analytique

$$\begin{aligned}
\sigma_{zz} &= 2\nu P\frac{a^2}{b^2-a^2}\\
\sigma_{rr} &= P\frac{a^2}{b^2-a^2}\left[1-\frac{b^2}{r^2}\right]\\
\sigma_{\theta\theta} &= P\frac{a^2}{b^2-a^2}\left[1+\frac{b^2}{r^2}\right]\\
\sigma_{r\theta} &= 0\\
u_r &= \frac{P}{E}\frac{a^2}{b^2-a^2}(1+\nu)\left[(1-2\nu)+\frac{b^2}{r^2}\right]r
\end{aligned}$$

On obtient :

Pour $r=0.1$ $u_r=5{,}72\,10^{-5}$ Pour $r=0.2$ $u_r=3{,}64\,10^{-5}$

$\sigma_{rr}=-60.$ $\sigma_{rr}=0.$

$\sigma_{\theta\theta}=100.$ $\sigma_{\theta\theta}=40.$

$\sigma_{zz}=12.$ $\sigma_{zz}=12.$

$\sigma_{r\theta}=0.$ $\sigma_{r\theta}=0.$

Passage dans le système d'axes cartésiens :

$$\begin{aligned}
\sigma_{xx} &= \sigma_{rr}\cos^2\theta+\sigma_{\theta\theta}\sin^2\theta-2\sigma_{r\theta}\sin\theta\cos\theta\\
\sigma_{yy} &= \sigma_{rr}\sin^2\theta+\sigma_{\theta\theta}\cos^2\theta+2\sigma_{r\theta}\sin\theta\cos\theta\\
\sigma_{xy} &= \sigma_{rr}\sin\theta\cos\theta-\sigma_{\theta\theta}\sin\theta\cos\theta-2\sigma_{r\theta}(\cos^2\theta-\sin^2\theta)
\end{aligned}$$

avec :

- $\theta=0°$ aux points A et B ,
- $\theta=22.5°$ aux points C et D ,
- $\theta=45°$ aux points E et F .

2.2 Résultats de référence

Déplacements (u,v) et contraintes $(\sigma_{xx},\sigma_{yy},\sigma_{zz},\sigma_{xy})$ aux points A,B,C,D,E,F .

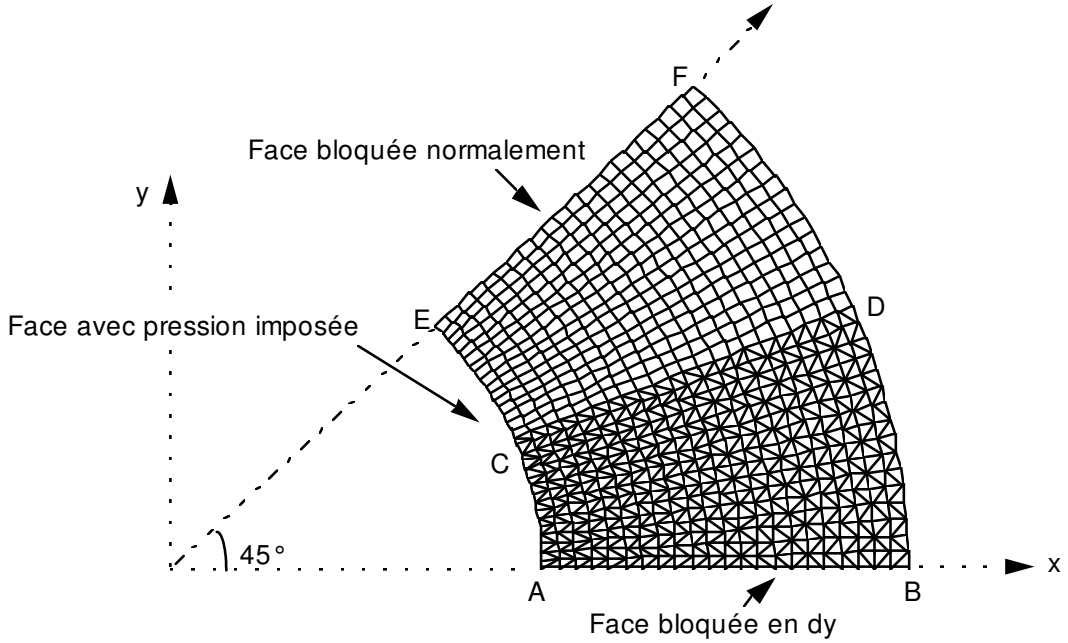
2.3 Références bibliographiques

[1] Y. C. FUNG. Fundations of solid mechanics. Prentice-hall, inc. Englewood Cliffs. NJ. 1965 p. 243 à 245.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation : d-plan (QUAD4 + TRIA3)



Conditions limites :

côté AB	DDL_IMPO = (GROUP_NO = bordAB DY = 0.)
côté EF	FACE_IMPO = (GROUP_MA = faceEFDNOR = 0.)
pression sur la face AE	PRES_REP = (GROUP_MA = faceAE PRES = 60.)

Noms des nœuds : $A = N23$ $B = N1$ $C = N391$
$D = N369$ $E = N451$ $F = 751$

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 759

Nombre de mailles et types : 704 TRIA3, 352 QUAD4

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

3.3 Grandeurs testées et résultats

Localisation	Grandeur	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance
point A				
	Champ DEPL, comp. X	5.72 10^{-5}	'ANALYTIQUE'	1 %
	Champ DEPL, comp. Y	0.	'ANALYTIQUE'	1E-10 (absolu)
	Champ SIGM_NOEU, comp. $SI\bar{X}X$	–60.	'ANALYTIQUE'	5 %
	Champ SIGM_NOEU, comp. $SI\bar{Y}Y$	100.	'ANALYTIQUE'	5 %
	Champ SIGM_NOEU, comp. $SI\bar{Z}Z$	12.	'ANALYTIQUE'	5 %
	Champ SIGM_NOEU, comp. $SI\bar{X}Y$	0.	'ANALYTIQUE'	2 (absolu)
B				
	Champ DEPL, comp. X	3.64 10^{-5}	'ANALYTIQUE'	1 %
	Champ DEPL, comp. Y	0.	'ANALYTIQUE'	1E-10 (absolu)
	Champ SIGM_NOEU, comp. $SI\bar{X}X$	0.	'ANALYTIQUE'	2 (absolu)
	Champ SIGM_NOEU, comp. $SI\bar{Y}Y$	40.	'ANALYTIQUE'	5 %
	Champ SIGM_NOEU, comp. $SI\bar{Z}Z$	12.	'ANALYTIQUE'	8 %
	Champ SIGM_NOEU, comp. $SI\bar{X}Y$	0.	'ANALYTIQUE'	1 (absolu)
C				
	Champ DEPL, comp. X	5.28459 10^{-5}	'ANALYTIQUE'	1 %
	Champ DEPL, comp. Y	2.18895 10^{-5}	'ANALYTIQUE'	1 %
	Champ SIGM_NOEU, comp. $SI\bar{X}X$	-36.56854	'ANALYTIQUE'	5 %
	Champ SIGM_NOEU, comp. $SI\bar{Y}Y$	76.56854	'ANALYTIQUE'	5 %
	Champ SIGM_NOEU, comp. $SI\bar{Z}Z$	12.	'ANALYTIQUE'	5 %
	Champ SIGM_NOEU, comp. $SI\bar{X}Y$	-56.56854	'ANALYTIQUE'	5 %
D				
	Champ DEPL, comp. X	3.36292 10^{-5}	'ANALYTIQUE'	1 %
	Champ DEPL, comp. Y	1.39297 10^{-5}	'ANALYTIQUE'	1 %
	Champ SIGM_NOEU, comp. $SI\bar{X}X$	5.85786	'ANALYTIQUE'	20 %
	Champ SIGM_NOEU, comp. $SI\bar{Y}Y$	34.14214	'ANALYTIQUE'	5 %
	Champ SIGM_NOEU, comp. $SI\bar{Z}Z$	12.	'ANALYTIQUE'	1 %
	Champ SIGM_NOEU, comp. $SI\bar{X}Y$	-14.14213	'ANALYTIQUE'	8 %
E				
	Champ DEPL, comp. X	4.04465 10^{-5}	'ANALYTIQUE'	1 %
	Champ DEPL, comp. Y	4.04465 10^{-5}	'ANALYTIQUE'	1 %

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

	Champ SIGM_NOEU, comp. $SI\bar{X}X$	20.	'ANALYTIQUE'	5 %
	Champ SIGM_NOEU, comp. $SI\bar{Y}Y$	20.	'ANALYTIQUE'	6 %
	Champ SIGM_NOEU, comp. $SI\bar{Z}Z$	12.	'ANALYTIQUE'	1 %
	Champ SIGM_NOEU, comp. $SI\bar{X}Y$	-80.	'ANALYTIQUE'	5 %
F			'ANALYTIQUE'	
	Champ DEPL, comp. X	$2.57387\ 10^{-5}$	'ANALYTIQUE'	1 %
	Champ DEPL, comp. Y	$2.57387\ 10^{-5}$	'ANALYTIQUE'	1 %
	Champ SIGM_NOEU, comp. $SI\bar{X}X$	20.	'ANALYTIQUE'	7 %
	Champ SIGM_NOEU, comp. $SI\bar{Y}Y$	20.	'ANALYTIQUE'	5 %
	Champ SIGM_NOEU, comp. $SI\bar{Z}Z$	12.	'ANALYTIQUE'	5 %
	Champ SIGM_NOEU, comp. $SI\bar{X}Y$	-20.	'ANALYTIQUE'	5 %

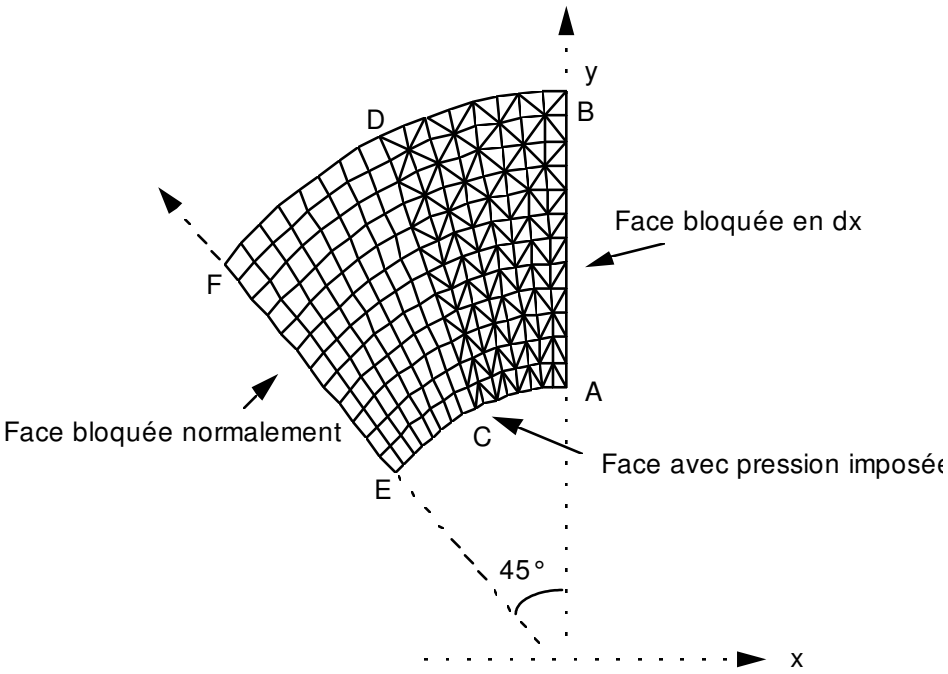
3.4 Remarques

L'augmentation de l'erreur, quand on passe de AB à CD puis EF , est imputable au maillage (densité en éléments QUAD4 inférieure à celle en TRIA3).

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation : d-plan (QUAD8 + TRIA6)



Conditions limites :

côté AB	`DDL_IMPO = ( GROUP_NO = bordAB DY = 0. )`
côté EF	`FACE_IMPO = ( GROUP_MA = faceEFDNOR = 0. )`
pression sur AE	`PRES_REP = ( GROUP_MA = faceAE PRES = 60. )`

Noms des nœuds : $A = N2$ $B = N48$ $C = N401$ $D = N424$ $E = N606$ $F = N494$

4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 729

Nombre de mailles et types : 192 TRIA6, 96 QUAD8

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

4.3 Grandeurs testées et résultats

Localisation	Grandeur	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance
point A				
-	Champ DEPL, comp. Y	5.72 10^{-5}	'ANALYTIQUE'	1 %
-	Champ DEPL, comp. X	0.	'ANALYTIQUE'	1E-10 (absolu)
Maille M1	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}X$	100.	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M2	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}X$	100.	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M1	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Y}Y$	-60.	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M2	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Y}Y$	-60.	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M1	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Z}Z$	12.	'ANALYTIQUE'	2 %
Maille M2	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Z}Z$	12.	'ANALYTIQUE'	2 %
Maille M1	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}Y$	0.	'ANALYTIQUE'	0,5 (absolu)
Maille M2	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}Y$	0.	'ANALYTIQUE'	0,5 (absolu)
B				
-	Champ DEPL, comp. Y	3.64 10^{-5}	'ANALYTIQUE'	1 %
-	Champ DEPL, comp. X	0.	'ANALYTIQUE'	1E-10 (absolu)
Maille M23	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}X$	40.	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M24	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}X$	40.	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M23	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Y}Y$	0.	'ANALYTIQUE'	0,5 (absolu)
Maille M24	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Y}Y$	0.	'ANALYTIQUE'	0,5 (absolu)
Maille M23	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Z}Z$	12.	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M24	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Z}Z$	12.	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M23	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}Y$	0.	'ANALYTIQUE'	0,5 (absolu)
Maille M24	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}Y$	0.	'ANALYTIQUE'	0,5 (absolu)
C				
	Champ DEPL, comp. Y	5.28459 10^{-5}	'ANALYTIQUE'	1 %
	Champ DEPL, comp. X	2.18895 10^{-5}	'ANALYTIQUE'	1 %
Maile M169	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}X$	76.56854	'ANALYTIQUE'	1 %
Maile M170	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}X$	76.56854	'ANALYTIQUE'	1 %
Maile M193	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}X$	76.56854	'ANALYTIQUE'	1 %

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

Maile M169	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Y}Y$	-36.56854	'ANALYTIQUE'	2 %
Maile M170	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Y}Y$	-36.56854	'ANALYTIQUE'	2 %
Maile M193	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Y}Y$	-36.56854	'ANALYTIQUE'	2 %
Maile M169	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Z}Z$	12.	'ANALYTIQUE'	5 %
Maile M170	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Z}Z$	12.	'ANALYTIQUE'	5 %
Maile M193	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Z}Z$	12.	'ANALYTIQUE'	5 %
Maile M169	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}Y$	56.56854	'ANALYTIQUE'	1 %
Maile M170	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}Y$	56.56854	'ANALYTIQUE'	1 %
Maile M193	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}Y$	56.56854	'ANALYTIQUE'	1 %
D				
-	Champ DEPL, comp. Y	$3.36292\ 10^{-5}$	'ANALYTIQUE'	1 %
-	Champ DEPL, comp. X	$1.39297\ 10^{-5}$	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M190	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}X$	34.14214	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M192	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}X$	34.14214	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M204	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}X$	34.14214	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M190	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Y}Y$	5.85786	'ANALYTIQUE'	5 %
Maille M192	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Y}Y$	5.85786	'ANALYTIQUE'	5 %
Maille M204	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Y}Y$	5.85786	'ANALYTIQUE'	5 %
Maille M190	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Z}Z$	12.	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M192	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Z}Z$	12.	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M204	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Z}Z$	12.	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M190	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}Y$	14.14213	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M192	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}Y$	14.14213	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M204	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}Y$	14.14213	'ANALYTIQUE'	1 %
E				
-	Champ DEPL, comp. Y	$4.04465\ 10^{-5}$	'ANALYTIQUE'	1 %
-	Champ DEPL, comp. X	$-4.04465\ 10^{-5}$	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M256	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}X$	20.	'ANALYTIQUE'	5 %
Maille M256	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Y}Y$	20.	'ANALYTIQUE'	5 %
Maille M256	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Z}Z$	12.	'ANALYTIQUE'	5 %

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

Maille M256	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}Y$	80.	'ANALYTIQUE'	1 %
F			'ANALYTIQUE'	
-	Champ DEPL, comp. Y	2.57387 10^{-5}	'ANALYTIQUE'	1 %
-	Champ DEPL, comp. X	-2.57387 10^{-5}	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M222	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}X$	20.	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M222	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Y}Y$	20.	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M222	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Z}Z$	12.	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M222	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}Y$	20.	'ANALYTIQUE'	1 %

4.4 Remarques

L'évolution de l'erreur induite par le maillage suivant AB , CD ou EF , est nettement atténuée par rapport à la modélisation A.

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

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation : d-plan (QUAD9)

Conditions limites :

côté AB	DDL_IMPO = (GROUP_NO = bordAB DY = 0.)
côté EF	FACE_IMPO = (GROUP_MA = faceEF DNOR = 0.)
pression sur AE	PRES_REP = (GROUP_MA = faceAE PRES = 60.)

Noms des nœuds : $A = N1$ $B = N47$ $C = N351$
$D = N374$ $E = N569$ $F = N423$

5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 725

Nombre de mailles et types : 168 QUAD9

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

5.3 Grandeurs testées et résultats

Localisation	Grandeur	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance
point A				
-	Champ DEPL, comp. X	5.72 10^{-5}	'ANALYTIQUE'	1 %
-	Champ DEPL, comp. Y	0.	'ANALYTIQUE'	1E-10 (absolu)
Maille M1	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}X$	–60.	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M1	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Y}Y$	100.	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M1	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Z}Z$	12.	'ANALYTIQUE'	5 %
Maille M1	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}Y$	0.	'ANALYTIQUE'	1E-2 (absolu)
B				
-	Champ DEPL, comp. X	3.64 10^{-5}	'ANALYTIQUE'	1 %
-	Champ DEPL, comp. Y	0.	'ANALYTIQUE'	1E-10 (absolu)
Maille M12	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}X$	0.	'ANALYTIQUE'	0,1 (absolu)
Maille M12	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Y}Y$	40.	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M12	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Z}Z$	12.	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M12	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}Y$	0.	'ANALYTIQUE'	1E-2 (absolu)
C				
-	Champ DEPL, comp. X	5.28459 10^{-5}	'ANALYTIQUE'	1 %
-	Champ DEPL, comp. Y	2.18895 10^{-5}	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M73	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}X$	-36.56854	'ANALYTIQUE'	2 %
Maille M85	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}X$	-36.56854	'ANALYTIQUE'	2 %
Maille M73	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Y}Y$	76.56854	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M85	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Y}Y$	76.56854	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M73	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Z}Z$	12.	'ANALYTIQUE'	3 %
Maille M85	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Z}Z$	12.	'ANALYTIQUE'	3 %
Maille M73	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}Y$	-56.56854	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M85	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}Y$	-56.56854	'ANALYTIQUE'	1 %
D				
-	Champ DEPL, comp. X	3.36292 10^{-5}	'ANALYTIQUE'	1 %
-	Champ DEPL, comp. Y	1.39297 10^{-5}	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M84	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}X$	5.85786	'ANALYTIQUE'	2 %
Maille M96	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}X$	5.85786	'ANALYTIQUE'	2 %

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

Maille M84	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Y}Y$	34.14214	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M96	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Y}Y$	34.14214	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M84	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Z}Z$	12.	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M96	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Z}Z$	12.	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M84	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}Y$	-14.14213	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M96	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}Y$	-14.14213	'ANALYTIQUE'	1 %
E				
-	Champ DEPL, comp. X	4.04465 10^{-5}	'ANALYTIQUE'	1 %
-	Champ DEPL, comp. Y	4.04465 10^{-5}	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M136	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}X$	20.	'ANALYTIQUE'	3 %
Maille M136	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Y}Y$	20.	'ANALYTIQUE'	3 %
Maille M136	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Z}Z$	12.	'ANALYTIQUE'	3 %
Maille M136	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}Y$	-80.	'ANALYTIQUE'	1 %
F			'ANALYTIQUE'	
-	Champ DEPL, comp. X	2.57387 10^{-5}	'ANALYTIQUE'	1 %
-	Champ DEPL, comp. Y	2.57387 10^{-5}	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M102	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}X$	20.	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M102	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Y}Y$	20.	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M102	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{Z}Z$	12.	'ANALYTIQUE'	1 %
Maille M102	Champ SIGM_ELNO, comp. $SI\bar{X}Y$	-20.	'ANALYTIQUE'	1 %

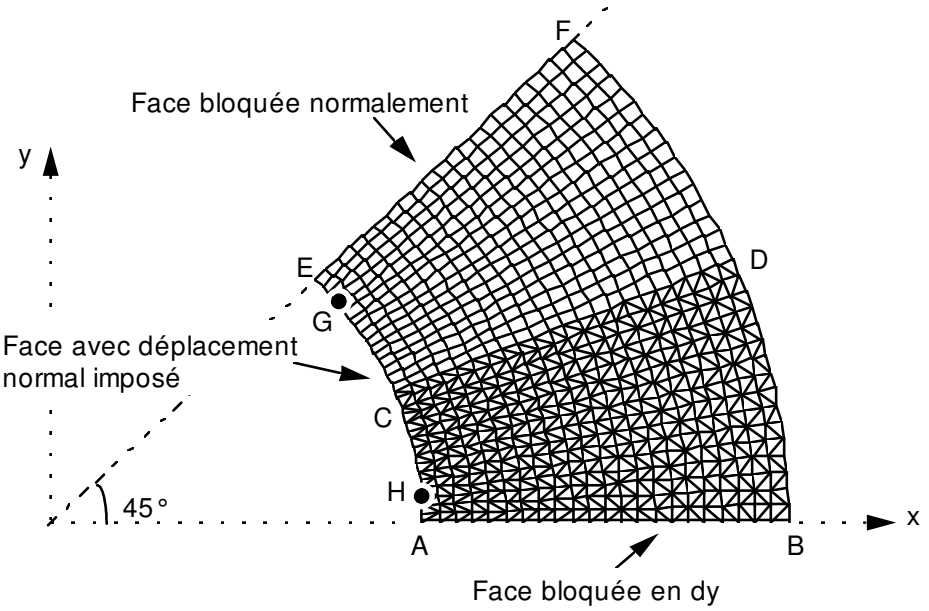
5.4 Remarques

L'évolution de l'erreur induite par le maillage suivant AB , CD ou EF , est nettement atténuée par rapport à la modélisation A.

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

6 Modélisation D

6.1 Caractéristiques de la modélisation : d-plan (QUAD4 + TRIA3)



Conditions limites :

côté AB D DL_IMPO : (GROUP_NO = bordAB DY = 0.)

côté EF FACE_IMPO : (GROUP_MA = faceEF DNOR = 0.)

sur déplacement normal imposé à $5.72\,E-5\,m$

FACE_IMPO : (GROUP_MA = faceAE DNOR = -5.72 E-5)

Noms des nœuds :

$A=N23$ $B=N1$ $C=N391$

$D=N369$ $E=N451$ $F=N751$

$H=N92$ $G=N447$

6.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de noeuds : 759

Nombre de mailles et types : 704 TRIA3, 352 QUAD4

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

6.3 Grandeurs testées et résultats

Localisation	Grandeur	Valeur de référence	Type de référence	Tolérance
C	Champ REAC_NODA, comp FX	0.1360	'NON_DEFINI'	3,5 %
	Champ REAC_NODA , comp FY	0.056	'NON_DEFINI'	4,1 %
H	Champ REAC_NODA, comp FX	0.14686	'NON_DEFINI'	7,4 %
	Champ REAC_NODA , comp FY	0.0108	'NON_DEFINI'	7,1 %
G	Champ REAC_NODA, comp FX	0.1138	'NON_DEFINI'	0,3 %
	Champ REAC_NODA , comp FY	0.093	'NON_DEFINI'	0,7 %

6.4 Remarques

On vérifie que les forces nodales de réaction sont nulles en tous les nœuds, sauf sur les nœuds de la ligne AE , EF et AB .

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

7 Synthèse des résultats

D_plan

		modélisation		
Récapitulatif des erreurs max en %		**A**	**B**	**C**
Déplacements	A, B	0.08	0.04	0.05
	C, D	0.51	0.04	0.05
	E, F	0.11	0.04	0.05
Contraintes σ_{xx}	A, B	6.04	0.29	0.27
	C, D	10.84	0.17	0.32
	E, F	17.46	4.10^{-4}	2.10^{-4}
Contraintes σ_{yy}	A, B	3.61	0.38	0.16
	C, D	0.72	0.63	0.14
	E, F	27.07	2.10^{-5}	$5.5.10^{-4}$
Contraintes σ_{zz}	A, B	1.33	0.16	0.02
	C, D	8.51	0.63	0.02
	E, F	22.27	2.10^{-4}	2.10^{-4}
Contraintes σ_{xy}	A, B	-	-	-
	C, D	4.99	0.50	0.2
	E, F	2.11	0.23	0.2

Ces 3 modélisations ont sensiblement le même nombre de nœuds; les résultats obtenus avec des éléments d'ordre 1 (modélisation A en TRIA3 et QUAD4) sont nettement moins précis, notamment sur la paroi interne.

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