

Manuel de Validation
Fascicule V3.03 : Statique linéaire des plaques et coques
Document : V3.03.009

SSLS09 - Cylindre mince sous poids propre

Résumé :

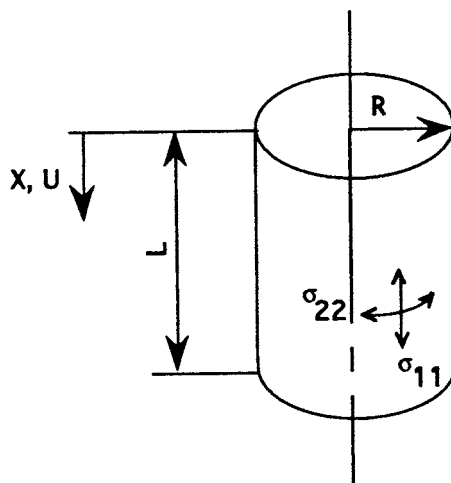
Ce test issu du guide VPCS (SSLS 09/89) a pour objectif de tester un chargement volumique (ici le poids propre), en analyse axisymétrique, en utilisant le mot clé `FORCE_INTERNE`.

On utilisera pour cela les deux commandes : `AFFE_CHAR_MECA` (modélisation A) et `AFFE_CHAR_MECA_F` (modélisation B).

La modélisation C teste les éléments incompressibles en utilisant le mot clé `PESANTEUR` sur un chargement équivalent.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Rayon moyen : $R = 1\text{ m}$
Epaisseur : $h = 0.02\text{ m}$
Hauteur : $L = 4\text{ m}$

1.2 Propriétés de matériaux

Module d'Young : $E = 2.1 \times 10^{11}\text{ Pa}$
Coefficient de Poisson : $\nu = 0.3$
Poids volumique : $\gamma = 7.85 \times 10^4\text{ N/m}^3$

1.3 Conditions aux limites et chargements

- Déplacement axial nul à l'extrémité basse ($u = 0$) + conditions de symétrie
- Poids propre, selon l'axe, direction $+x$

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

En un point de coordonnée x :

- déplacement radial : $U_r = \frac{-\gamma \nu R x}{E}$
- déplacement axial : $U_x = \frac{\gamma x^2}{2E}$
- rotation d'une génératrice : $\psi = \frac{-\gamma \nu R}{E}$
- contrainte axiale : $\sigma_{11} = \gamma x$
- contrainte circonférentielle : $\sigma_{22} = 0$

2.2 Résultats de référence

- Déplacement axial extrémité haute : $U_x = 2.99 \times 10^{-6} \text{ m}$
- Déplacement radial extrémité basse : $U_r = -4.49 \times 10^{-7} \text{ m}$
- $\psi = -1.12 \times 10^{-7} \text{ rad}$
- $\sigma_{11} = 3.14 \times 10^5 \text{ Pa}$, à l'extrémité basse
- $\sigma_{22} = 0$. partout

2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

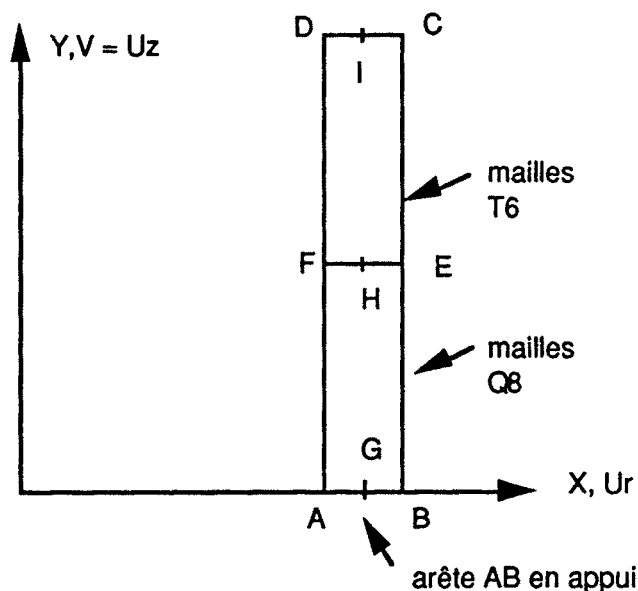
2.4 Référence bibliographique

- [1] Guide VPCS – Edition 1990 (SSLS 09/89)
- [2] R.J. ROARK et W.C. YOUNG : Formulas for stress and strain, 5^{ème} édition, New York, Mc Graw-Hill, 1975

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

AXIS, mailles T6 et Q8



Position des points :

- E, F à mi-hauteur
- G, H, I à distance R de l'axe

Découpage : 100 éléments suivant la hauteur
1 élément dans l'épaisseur

Conditions limites : $dy = 0$ sur AB

Chargement : Force volumique constante égale à -78500 .

Nom des nœuds :

Point A = N1 Point C = N452 Point E = N201 Point G = N51 Point I = N503
Point B = N101 Point D = N504 Point F = N203 Point H = N202

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 553

Nombre de mailles et types : 50 QUAD8, 100 TRIA6, 204 SEG3

3.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE MODELE	'MECANIQUE'	'AXIS'	TOUT
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	GROUP_NO	
	FORCE_INTERNE		
CALC_CHAM_ELEM	OPTION	'SIGM_ELNO_DEPL'	

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

Localisation	Type de valeur	Référence	Aster	% différence
Points C, D, I	u_x (m)	$2.99 \cdot 10^{-6}$	$2.99 \cdot 10^{-6}$	0.
Point G	u_r (m)	$-4.49 \cdot 10^{-7}$	$-4.42 \cdot 10^{-7}$	-1.5
Point G	σ_{11} (Pa)	$-3.14 \cdot 10^5$	$-3.14 \cdot 10^5$	0.
Points A, B, G	σ_{22} (Pa)	0.	< 40	-

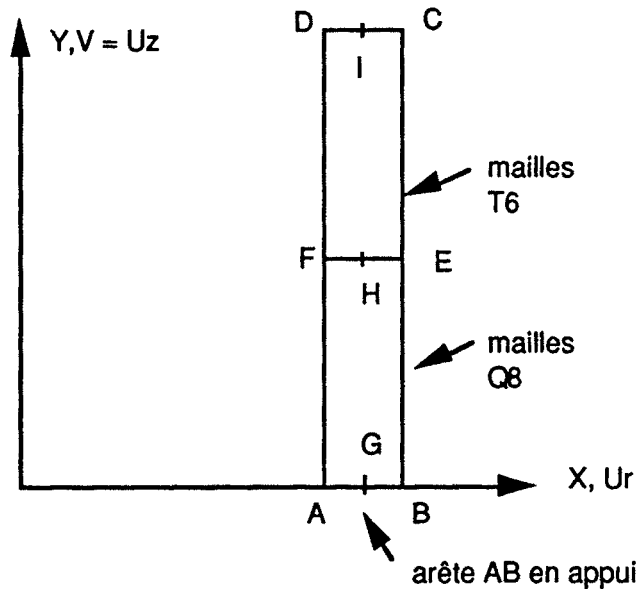
4.2 Remarques

- Les valeurs de σ_{22} données ne sont pas significatives.
- Compte-tenu du maillage (1 élément dans l'épaisseur), les résultats sont tout à fait satisfaisants.

5 Modélisation B

5.1 Caractéristiques de la modélisation

AXIS, mailles T6 et Q8



Position des points :

- E, F à mi-hauteur
- G, H, I à distance R de l'axe

Découpage : 100 éléments suivant la hauteur
1 élément dans l'épaisseur

Conditions limites : $DY = 0$ sur AB

Chargement : Force volumique sous forme d'une fonction constante définie en $y = 0, 3, 6$.

Nom des nœuds :

Point A = N1	Point C = N452	Point E = N201	Point G = N51	Point I = N503
Point B = N101	Point D = N504	Point F = N203	Point H = N202	

5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 553

Nombre de mailles et types : 50 QUAD8, 100 TRIA6, 204 SEG3

5.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE MODELE	'MECANIQUE'	'AXIS'	TOUT
AFFE CHAR MECA	DDL_IMPO	GROUP NO	
AFFE CHAR MECA F	FORCE_INTERNE		
CALC_CHAM_ELEM		'SIGM_ELNO_DEPL'	

6 Résultats de la modélisation B

6.1 Valeurs testées

Localisation	Type de valeur	Référence	Aster	% différence
Points C, D, I	u_x (m)	$2.99 \cdot 10^{-6}$	$2.99 \cdot 10^{-6}$	0.
Point G	u_r (m)	$-4.49 \cdot 10^{-7}$	$-4.42 \cdot 10^{-7}$	-1.5
Point G	σ_{11} (Pa)	$-3.14 \cdot 10^5$	$-3.14 \cdot 10^5$	0.
Points A, B, G	σ_{22} (Pa)	0.	< 40	-

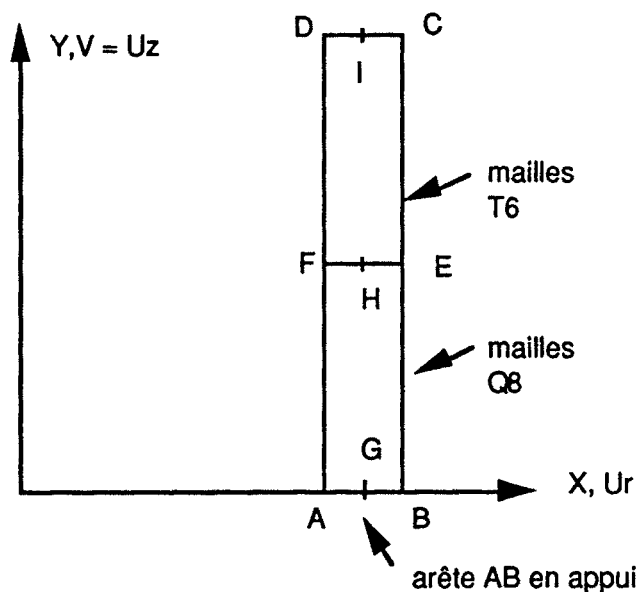
6.2 Remarques

- Les valeurs de σ_{22} données ne sont pas significatives.
- Les résultats sont identiques à ceux de la modélisation A.

7 Modélisation C

7.1 Caractéristiques de la modélisation

AXIS_INCO, mailles T6 et Q8



Position des points :

- E, F à mi-hauteur
- G, H, I à distance R de l'axe

Découpage : 100 éléments suivant la hauteur
1 élément dans l'épaisseur

Conditions limites : $DY = 0$ sur AB

Chargement : Pesanteur

Nom des nœuds :

Point A = N1	Point C = N452	Point E = N201	Point G = N51	Point I = N503
Point B = N101	Point D = N504	Point F = N203	Point H = N202	

7.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 553

Nombre de mailles et types : 50 QUAD8, 100 TRIA6, 204 SEG3

7.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE MODELE	'MECANIQUE'	'AXIS INCO'	TOUT
AFFE CHAR MECA	DDL IMPO	GROUP_NO	
AFFE CHAR MECA	PESANTEUR		
STAT NON LINE	COMP ELAS	RELATION = 'ELAS'	
CALC_ELEM	OPTION	'SIEF_ELNO_ELGA'	

8 Résultats de la modélisation C

8.1 Valeurs testées

Localisation	Type de valeur	Référence	Aster	% différence
Points C, D, I	u_x (m)	$2.99 \cdot 10^{-6}$	$2.99 \cdot 10^{-6}$	0.
Point G	u_r (m)	$-4.49 \cdot 10^{-7}$	$-4.42 \cdot 10^{-7}$	-1.5
Point G	σ_{11} (Pa)	$-3.14 \cdot 10^5$	$-3.14 \cdot 10^5$	0.
Points A, B, G	σ_{22} (Pa)	0.	< 40	-

8.2 Remarques

- Les valeurs de σ_{22} trouvées ne sont pas significatives.
- Les résultats sont identiques à ceux de la modélisation A et B.

9 Synthèse des résultats

L'utilisation d'une fonction pour la définition d'une charge volumique constante est valide : les résultats sont identiques, que l'on utilise l'une ou l'autre des 2 commandes `AFFE_CHAR_MECA` ou `AFFE_CHAR_MECA_F`. Un chargement pesantueur équivalent donne les mêmes résultats.
De plus, les éléments incompressibles donnent les mêmes résultats (modélisation C).