

---

## SSLS09 - Cylindre mince sous poids propre

---

### Résumé :

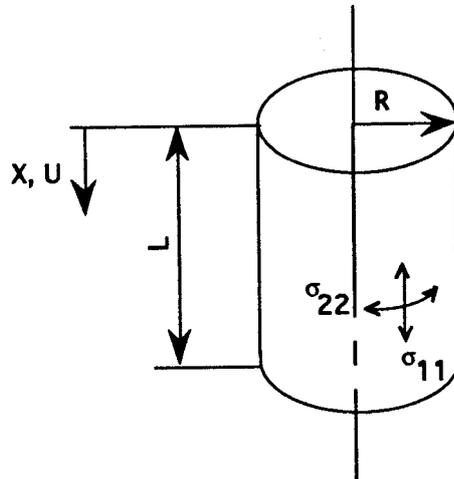
Ce test issu du guide VPCS (SSLS 09/89) a pour objectif de tester un chargement volumique (ici le poids propre), en analyse axisymétrique, en utilisant le mot clé `FORCE_INTERNE`.

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  $x$  :

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

### 2.2 Résultats de référence

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

### 2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

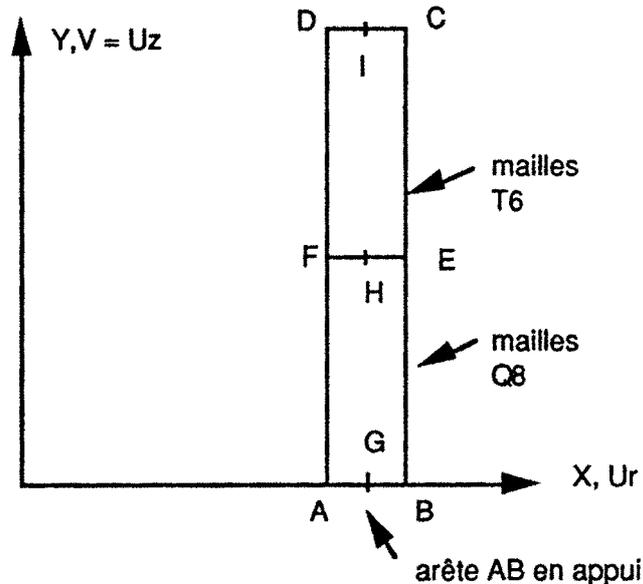
### 2.4 Référence bibliographique

- Guide VPCS – Edition 1990 (SSLS 09/89)
- R.J. ROARK et W.C. YOUNG : Formulas for stress and strain, 5<sup>ème</sup> 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 Valeurs testées

Localisation	Type de valeur	Référence
Points $C, D, I$	$u_x(m)$	$2.99 \cdot 10^{-6}$
Point $G$	$u_r(m)$	$-4.49 \cdot 10^{-7}$
Point $G$	$\sigma_{11}(Pa)$	$-3.14 \cdot 10^5$

---

Points  $A, B, G$                        $\sigma_{22}$  (Pa)                      0.

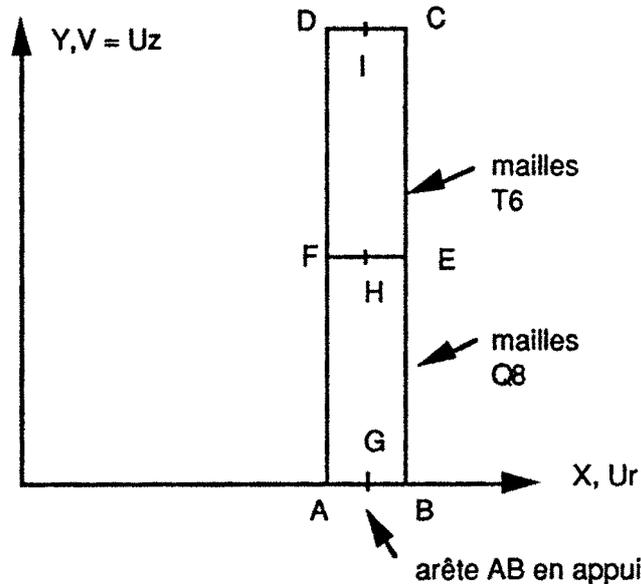
## 3.4 Remarques

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

## 4 Modélisation B

### 4.1 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  $H=N202$

### 4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 553

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

### 4.3 Valeurs testées

Localisation	Type de valeur	Référence
Points $C, D, I$	$u_x(m)$	$2.99 \cdot 10^{-6}$
Point $G$	$u_r(m)$	$-4.49 \cdot 10^{-7}$
Point $G$	$\sigma_{11}(Pa)$	$-3.14 \cdot 10^5$

---

Points $A, B, G$	$\sigma_{22}(Pa)$	0.
------------------	-------------------	----

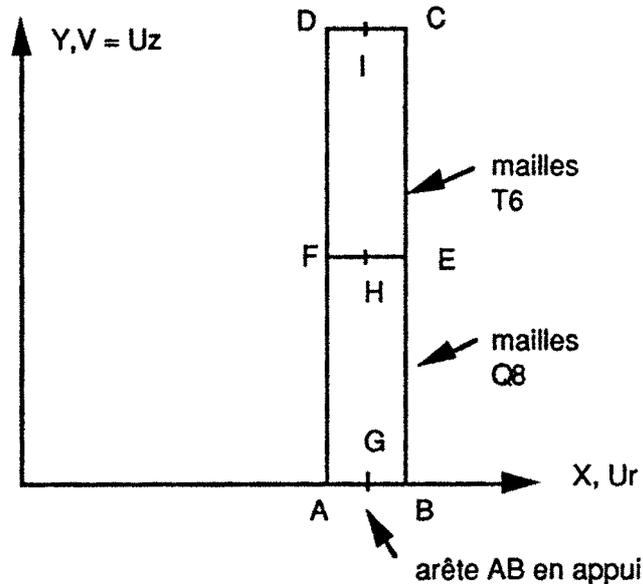
## 4.4 Remarques

- 1) Les valeurs de  $\sigma_{22}$  données ne sont pas significatives.
- 2) Les résultats sont identiques à ceux de la modélisation A.

## 5 Modélisation C

### 5.1 Caractéristiques de la modélisation

AXIS\_INCO\_UPG, 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  $H=N202$

### 5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 553

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

### 5.3 Valeurs testées

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

## 5.4 Remarques

- 1) Les valeurs de  $\sigma_{22}$  trouvées ne sont pas significatives.
- 2) Les résultats sont identiques à ceux de la modélisation A et B.

## 6 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 pesant équivalent donne les mêmes résultats. De plus, les éléments incompressibles donnent les mêmes résultats (modélisation C).