

SSLP02 – Traction simple d'une plaque perforée

Résumé :

L'objectif de ce test est de valider le calcul des contraintes dans une plaque perforée soumise à un effort de traction .

Les quatre modélisations effectuées sont les suivantes :

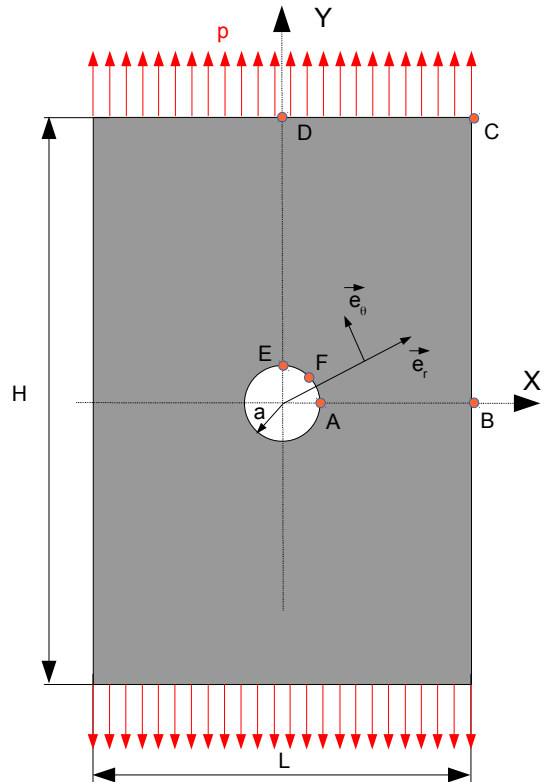
- Modélisation *A* : maillage linéaire avec des mailles QUAD4 ,
- Modélisation *B* : maillage quadratique avec des mailles QUAD8 ,
- Modélisation *C* : maillage linéaire avec des mailles TRIA3 ,
- Modélisation *D* : maillage quadratique avec des mailles TRIA6 .

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

- $L = 200 \text{ mm}$
- $h = 300 \text{ mm}$
- $a = 10 \text{ mm}$

Coordonnées	X	Y
A	10.	0.
B	100.	0.
C	100.	150.
D	0.	150.
E	0.	10.
F	$10. \cos(\frac{\pi}{4})$	$10. \cos(\frac{\pi}{4})$



1.2 Propriétés du matériau

Le matériau est élastique isotrope dont les propriétés sont :

- Module d'Young $E = 3 \times 10^4 \text{ MPa}$
- Coefficient de poisson $\nu = 0.25$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Déplacement imposé :

- Côté AB : $DY = 0$.
- Côté DE : $DX = 0$.

Pression imposée côté CD : $p = 2.5 \text{ N/mm}^2$

1.4 Conditions initiales

Aucune

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

Le résultat de référence a été obtenu analytiquement avec les hypothèses suivantes :

- La plaque est supposée de dimension infinie,
- Méthode de Muskheliskvili et Kolosov en coordonnées polaires.

$$\sigma_{rr} = \frac{P}{2} \left[\left(1 - \frac{a^2}{r^2}\right) - \left(1 - \frac{4a^2}{r^2} + \frac{3a^4}{r^4}\right) \cos 2\theta \right]$$

$$\sigma_{\theta\theta} = \frac{P}{2} \left[\left(1 + \frac{a^2}{r^2}\right) + \left(1 + \frac{3a^4}{r^4}\right) \cos 2\theta \right]$$

$$\sigma_{r\theta} = \frac{P}{2} \left(1 + \frac{2a^2}{r^2} - \frac{3a^4}{r^4}\right) \sin 2\theta$$

2.2 Grandeurs et résultats de référence

Les résultats de référence sélectionnés concernent la contrainte circonférentielle $\sigma_{\theta\theta}$.

$$\sigma_{\theta\theta}(a, \theta) = P(1 + 2 \cos 2\theta)$$

Point	Grandeur	Valeur (N/mm ²)
A (a, 0)	$\sigma_{\theta\theta}$	7.5
F (a, $\frac{\pi}{4}$)	$\sigma_{\theta\theta}$	2.5
E (a, $\frac{\pi}{2}$)	$\sigma_{\theta\theta}$	-2.5

2.3 Incertitudes sur la solution

Solution semi-analytique

2.4 Références bibliographiques

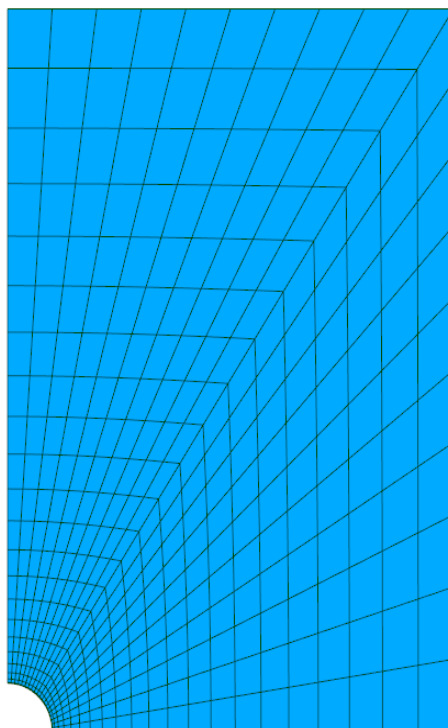
- [1] Guide VPCS - Édition 1990.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation C_PLAN.

3.2 Caractéristiques du maillage



- Nombre de nœuds : 4 83
- Nombre de mailles :
 - QUAD4 : 4 4 0
 - SEG2 : 1 0 6

3.3 Grandeurs testées et résultats

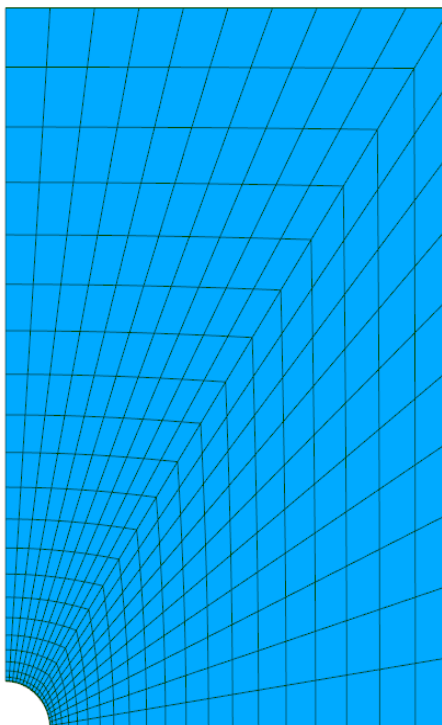
Identification		Type de référence	Valeur de référence	Tolérance (%)
Point	Grandeur			
<i>A</i>	$\sigma_{\theta\theta}$	'ANALYTIQUE'	7.5	1.5
<i>F</i>	$\sigma_{\theta\theta}$	'ANALYTIQUE'	2.5	2.6
<i>E</i>	$\sigma_{\theta\theta}$	'ANALYTIQUE'	-2.5	0.9

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation C_PLAN.

4.2 Caractéristiques du maillage



- Nombre de nœuds : 1 405
- Nombre de mailles :
 - QUAD 8 : 4 40
 - S E G 3 : 1 0 6

4.3 Grandeurs testées et résultats

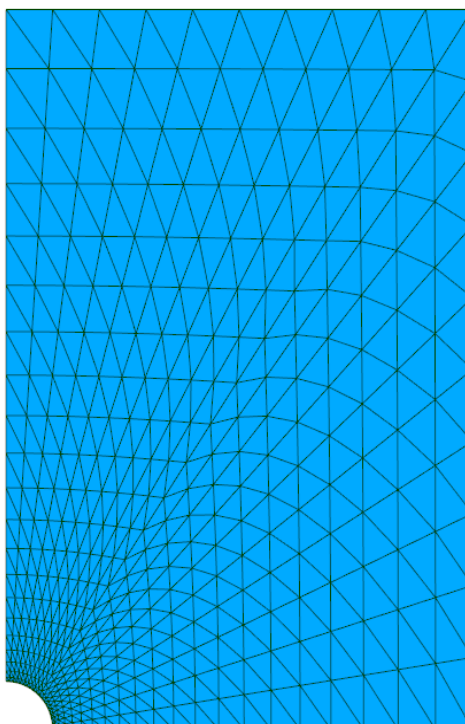
Identification		Type de référence	Valeur de référence	Tolérance (%)
Point	Grandeur			
<i>A</i>	$\sigma_{\theta\theta}$	'ANALYTIQUE'	7.5	2.0
<i>F</i>	$\sigma_{\theta\theta}$	'ANALYTIQUE'	2.5	4.5
<i>E</i>	$\sigma_{\theta\theta}$	'ANALYTIQUE'	-2.5	0.5

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation C_PLAN.

5.2 Caractéristiques du maillage



- Nombre de nœuds : 4 83
- Nombre de mailles :
 - TRIA3 : 880
 - SEG2 : 106

5.3 Grandeurs testées et résultats

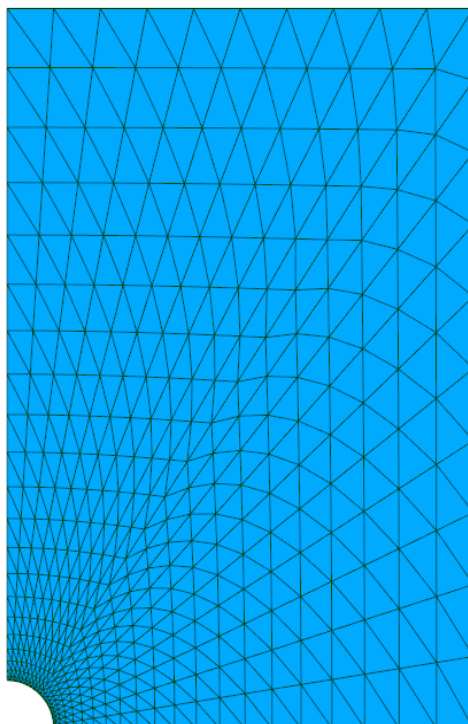
Identification		Type de référence	Valeur de référence	Tolérance (%)
Point	Grandeur			
<i>A</i>	$\sigma_{\theta\theta}$	'ANALYTIQUE '	7.5	2.0
<i>F</i>	$\sigma_{\theta\theta}$	'ANALYTIQUE '	2.5	2.0
<i>E</i>	$\sigma_{\theta\theta}$	'ANALYTIQUE '	-2.5	3.6

6 Modélisation D

6.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation C_PLAN.

6.2 Caractéristiques du maillage



- Nombre de nœuds : 1 845
- Nombre de mailles :
 - TRIA6 : 8 80
 - SEG3 : 1 06

6.3 Grandeurs testées et résultats

Identification		Type de référence	Valeur de référence	Tolérance (%)
Point	Grandeur			
A	$\sigma_{\theta\theta}$	'ANALYTIQUE'	7.5	1.5
F	$\sigma_{\theta\theta}$	'ANALYTIQUE'	2.5	4.5
E	$\sigma_{\theta\theta}$	'ANALYTIQUE'	-2.5	0.25

7 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus sont satisfaisants, l'écart maximum au point E ($\theta=90^\circ$) est de 4, 5 % et de 2.0 % au point A ($\theta=0^\circ$) .