

## SSLA310 – Fissure radiale dans un bimatériau soumise à une pression interne

---

### Résumé :

Ce cas test traite un problème axisymétrique, en domaine fini, avec une fissure située à l'interface entre les deux matériaux. Les matériaux sont élastiques linéaires isotropes. Le modèle est soumis à un chargement en pression sur les lèvres et à un chargement ponctuel au centre des lèvres de la fissure.

L'objectif de ce cas test est de valider l'intégration de  $G$  pour des bi-matériaux pour différents rapports de modules d'Young, et différents rapports de coefficients de Poisson.

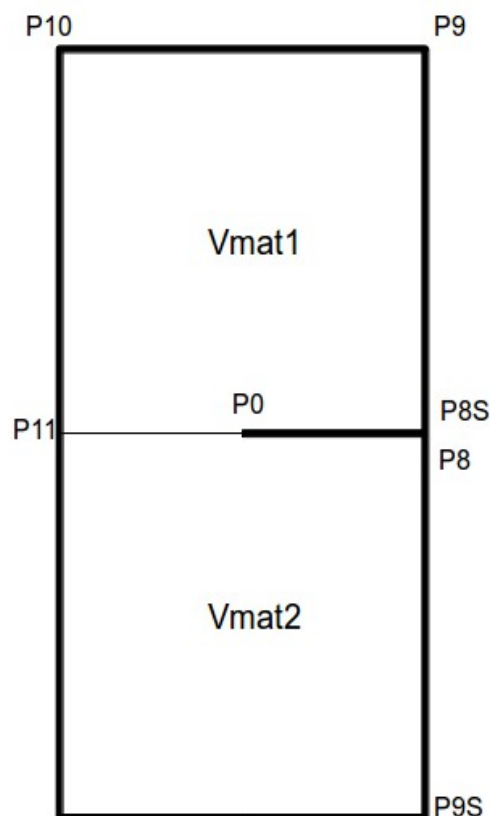
La solution de référence est calculée par élément fini avec ABAQUS.

Le calcul de  $G$  est effectué sur différentes couronnes entourant le fond de fissure.

La première couronne dont le rayon inférieur est nul donne des résultats médiocres par rapport aux autres couronnes dont les résultats sont excellents puisqu'elles conduisent à des variations inférieures à 7 %.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie



### 1.2 Propriétés du matériau

#### 1.2.1 Matériau 1

|                        |                                   |
|------------------------|-----------------------------------|
| Module d'Young         | $E = 6 \times 10^{12} \text{ Pa}$ |
| Coefficient de Poisson | $\nu = 0.2$                       |

#### 1.2.2 Matériau2

|                        |                                   |
|------------------------|-----------------------------------|
| Module d'Young         | $E = 1 \times 10^{11} \text{ Pa}$ |
| Coefficient de Poisson | $\nu = 0.3$                       |

#### 1.2.3 Matériau3

|                        |                                   |
|------------------------|-----------------------------------|
| Module d'Young         | $E = 2 \times 10^{11} \text{ Pa}$ |
| Coefficient de Poisson | $\nu = 0.2$                       |

## 1.3 Conditions aux limites et chargements

Les points  $P8$  et  $P8S$  servent à l'application de la force  $F_y$ .  
La lèvres de la fissure est la droite  $P8P0$ .  $P0$  est donc le front de fissure.

Pour tous les calculs réalisés, on impose les mêmes déplacements.  
Déplacement imposé:

|                              |          |
|------------------------------|----------|
| Encastrement du côté $P8P9S$ | $DX = 0$ |
| Encastrement du côté $P8SP9$ | $DX = 0$ |
| Encastrement du nœud $P11$   | $DY = 0$ |

Selon les calculs on impose 2 types de chargement :

Chargement imposé :

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| Pression répartie sur la ligne $P0P8$  | 1. |
| Pression répartie sur la ligne $P0P8S$ | 1. |

Ou :

|                                    |                         |
|------------------------------------|-------------------------|
| Force Nodale sur le GROUP_NO $P8$  | $F_y = 1.591549 E - 3$  |
| Force Nodale sur le GROUP_NO $P8S$ | $F_y = -1.591549 E - 3$ |

## 2 Solution de référence

### 2.1 résultat de référence

Le résultat de référence est issu d'un calcul équivalent par élément finis réalisé sous ABAQUS



## 3 Modélisation A

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation A

La modélisation est `AXIS`.

La modélisation A réalise plusieurs calculs, avec les 2 type de chargements ( `PRES_REP` ou `FORCE_NODALE` ), et différentes affectations matériaux (3 cas différents).  
Soit 6 cas de calcul différents.

Calcul n°1:

Vmat1 est affecté du matériau Matériau\_1.  
Vmat2 est affecté du matériau Matériau\_1.  
Le chargement se fait avec `PRES_REP`.

Calcul n°2:

Vmat1 est affecté du matériau Matériau\_1.  
Vmat2 est affecté du matériau Matériau\_3.  
Le chargement se fait avec `PRES_REP`.

Calcul n°3:

Vmat1 est affecté du matériau Matériau\_1.  
Vmat2 est affecté du matériau Matériau\_2.  
Le chargement se fait avec `PRES_REP`.

Calcul n°4:

Vmat1 est affecté du matériau Matériau\_1.  
Vmat2 est affecté du matériau Matériau\_1.  
Le chargement se fait avec `FORCE_NODALE`.

Calcul n°5:

Vmat1 est affecté du matériau Matériau\_1.  
Vmat2 est affecté du matériau Matériau\_3.  
Le chargement se fait avec `FORCE_NODALE`.

Calcul n°6:

Vmat1 est affecté du matériau Matériau\_1.  
Vmat2 est affecté du matériau Matériau\_2.  
Le chargement se fait avec `FORCE_NODALE`.

Pour chacun des cas de calcul précédent, ont calcul G sur différentes couronnes :

**Couronne 0:**

Rayon inférieur = 0.0  
Rayon supérieur = 0.025

**Couronne 1:**

Rayon inférieur = 0.025  
Rayon supérieur = 0.05

**Couronne 2:**

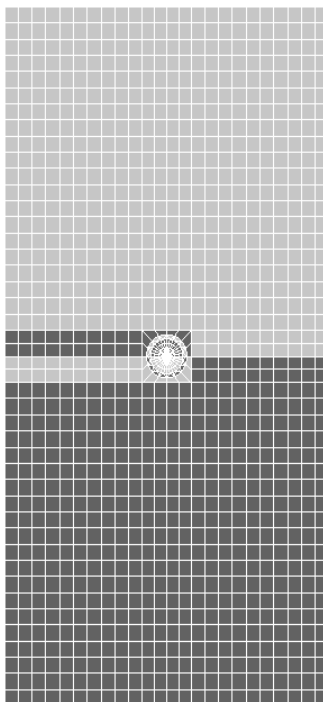
Rayon inférieur = 0.05  
Rayon supérieur = 0.075

**Couronne 3:**

Rayon inférieur = 0.075

Rayon supérieur = 0.1  
**Couronne 4:**  
Rayon inférieur = 0.025  
Rayon supérieur = 0.5

## 3.2 Caractéristiques du maillage



Nombre de nœuds : 3785  
Nombre de mailles et types : 138 SEG3  
80 TRI6  
1152 QUAD8

Le rayon du maillage rayonnant en font de fissure est de 0,125.

## 3.3 Grandeurs testées et résultats

On calcul  $G$  pour plusieurs couronnes pour chaque cas de calcul:

Résultat pour le calcul n°1 :

| Grandeur | Couronne | Valeur de référence | Type de référence | Précision (%) |
|----------|----------|---------------------|-------------------|---------------|
| G        | 0        | 0.00146438          | SOURCE_EXTERNE    | 7 %           |
| G        | 1        | 0.00146438          | SOURCE_EXTERNE    | 3 %           |
| G        | 2        | 0.00146438          | SOURCE_EXTERNE    | 3 %           |
| G        | 3        | 0.00146438          | SOURCE_EXTERNE    | 3 %           |
| G        | 4        | 0.00146438          | SOURCE_EXTERNE    | 3 %           |

Résultat pour le calcul n°2 :

| Grandeur | Couronne | Valeur de référence | Type de référence | Précision (%) |
|----------|----------|---------------------|-------------------|---------------|
| G        | 0        | 0.000673168         | SOURCE_EXTERNE    | 5 %           |
| G        | 1        | 0.000673168         | SOURCE_EXTERNE    | 0.5 %         |
| G        | 2        | 0.000673168         | SOURCE_EXTERNE    | 0.5 %         |
| G        | 3        | 0.000673168         | SOURCE_EXTERNE    | 0.5 %         |
| G        | 4        | 0.000673168         | SOURCE_EXTERNE    | 0.5 %         |

Résultat pour le calcul n°3 :

| Grandeur | Couronne | Valeur de référence | Type de référence | Précision (%) |
|----------|----------|---------------------|-------------------|---------------|
| G        | 0        | 0.000706637         | SOURCE_EXTERNE    | 11 %          |
| G        | 1        | 0.000706637         | SOURCE_EXTERNE    | 7 %           |
| G        | 2        | 0.000706637         | SOURCE_EXTERNE    | 7 %           |
| G        | 3        | 0.000706637         | SOURCE_EXTERNE    | 7 %           |
| G        | 4        | 0.000706637         | SOURCE_EXTERNE    | 7 %           |

Résultat pour le calcul n°4 :

| Grandeur | Couronne | Valeur de référence | Type de référence | Précision (%) |
|----------|----------|---------------------|-------------------|---------------|
| G        | 0        | 5.52152E-09         | SOURCE_EXTERNE    | 7 %           |
| G        | 1        | 5.52152E-09         | SOURCE_EXTERNE    | 3 %           |
| G        | 2        | 5.52152E-09         | SOURCE_EXTERNE    | 3 %           |
| G        | 3        | 5.52152E-09         | SOURCE_EXTERNE    | 3 %           |
| G        | 4        | 5.52152E-09         | SOURCE_EXTERNE    | 3 %           |

Résultat pour le calcul n°5 :

| Grandeur | Couronne | Valeur de référence | Type de référence | Précision (%) |
|----------|----------|---------------------|-------------------|---------------|
| G        | 0        | 2.5974E-09          | SOURCE_EXTERNE    | 3 %           |
| G        | 1        | 2.5974E-09          | SOURCE_EXTERNE    | 7 %           |
| G        | 2        | 2.5974E-09          | SOURCE_EXTERNE    | 7 %           |
| G        | 3        | 2.5974E-09          | SOURCE_EXTERNE    | 7 %           |
| G        | 4        | 2.5974E-09          | SOURCE_EXTERNE    | 7 %           |

Résultat pour le calcul n°6 :

| Grandeur | Couronne | Valeur de référence | Type de référence | Précision (%) |
|----------|----------|---------------------|-------------------|---------------|
| G        | 0        | 2.53699E-09         | SOURCE_EXTERNE    | 5 %           |
| G        | 1        | 2.53699E-09         | SOURCE_EXTERNE    | 1 %           |
| G        | 2        | 2.53699E-09         | SOURCE_EXTERNE    | 1 %           |
| G        | 3        | 2.53699E-09         | SOURCE_EXTERNE    | 1 %           |
| G        | 4        | 2.53699E-09         | SOURCE_EXTERNE    | 1 %           |



## 4 Synthèse des résultats

---

Les résultats pour le taux de restitution d'énergie  $G$  sont corrects car l'écart est inférieur à 7 % (hors le calcul sur la première couronne dont le rayon est nul).

La stabilité du calcul de  $G$  sur les autres couronnes est excellente puisqu'elle conduit à des variations inférieures à 0,05 %.

L'utilisation de couronnes ayant un rayon inférieur nul est à proscrire.