

## SSLV314 - Propagation plane d'une fissure débouchante avec X-FEM

---

### Résumé :

Le but de ce test est de comparer les méthodes de propagation simplexe, maillage, upwind, géométrique de l'opérateur `PROPA_FISS` pour une fissure 3D sollicitée en mode  $I$  pur.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie

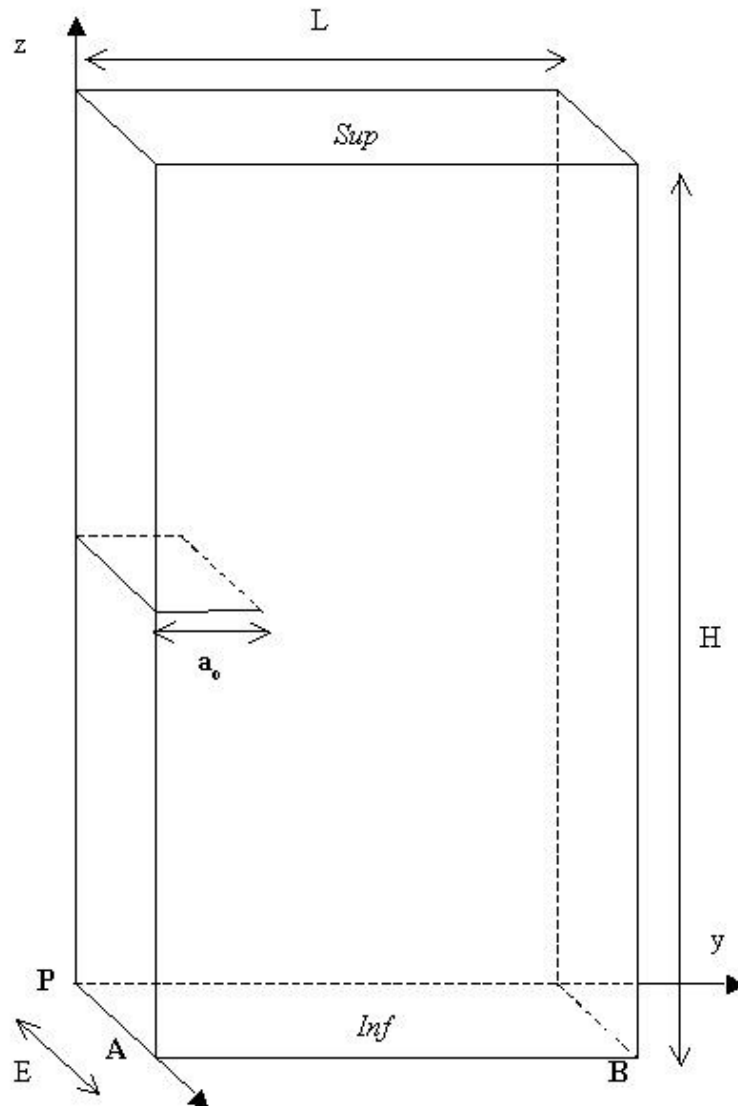


Figure 1.1-a: géométrie de la plaque fissurée

Dimensions géométriques de la plaque fissurée:

|           |                    |
|-----------|--------------------|
| largeur   | $L = 8 \text{ m}$  |
| épaisseur | $E = 1 \text{ m}$  |
| hauteur   | $H = 18 \text{ m}$ |

La fissure est horizontale, le front étant initialement positionné en  $(x, 2,9)$ .

### 1.2 Propriétés du matériau

Module de Young  $E = 205000 \text{ MPa}$

Coefficient de Poisson  $\nu = 0.3$

## 1.3 Conditions aux limites et chargements

Conditions aux limites:

- Point  $P$  :  $\Delta X = \Delta Y = \Delta Z = 0$
- Points sur le segment  $AB$  :  $\Delta X = \Delta Z = 0$
- Points sur la surface INF :  $\Delta Z = 0$

Chargement:

- Pression sur la surface SUP :  $P = -1 \text{ MPa}$

## 2 Solution de référence

---

### 2.1 Méthode de calcul

Non régression.

### 2.2 Grandeurs et résultats de référence

Les résultats de la modélisation B (méthode Maillage) sont pris comme référence.

Pour les modélisation B et C, on vérifie la non régression du code par rapport à la position du fond de fissure.

Pour les modélisations A, D, E et F, on vérifie que les nœuds les plus proches de la trace du fond de fissure sur le plan  $(1, y, z)$  au dernier instant de propagation ont leurs level-sets très proches de zéro.

| Instant de propagation | Nœud         | Coordonnée $y_i$ | Coordonnée $z_i$ |
|------------------------|--------------|------------------|------------------|
|                        | <i>N926</i>  | 2.33             | 8.80             |
| 3                      | <i>NI028</i> | 2.33             | 9.00             |
|                        | <i>NI130</i> | 2.33             | 9.20             |

Ces nœuds sont ceux inclus dans un rayon de capture valant la plus grande arête d'un élément, centré sur la trace du fond de fissure sur le plan  $(1, y, z)$ .

On identifie ces nœuds dans le .mess de la modélisation B et l'on estime la valeur de leurs level-sets dans les modélisations A, D, E et F.

## 3 Modélisation A

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

La méthode **simplexe** est utilisée par `PROPA_FISS`.

### 3.2 Caractéristiques du maillage

La structure est modélisée par un maillage composé de 2040 éléments `HEXA8` (voir Figure 3.2-a).

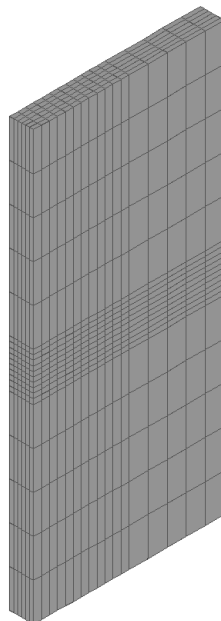


Figure 3.2-a: maillage de la structure

Le maillage est très grossier pour réduire le temps de calcul. Des éléments un peu plus petits sont utilisés dans la zone de propagation de la fissure. La dimension des éléments est  $0.17 \times 0.33 \times 0.2 \text{ m}$  dans cette zone. L'élément le plus grand utilisé a une dimension égale à  $0.17 \times 0.8 \times 1.6 \text{ m}$ .

### 3.3 Grandeurs testées et résultats

On extrait la level set normale (  $LSN$  ) et tangente (  $LST$  ) en utilisant l'opérateur `POST_RELEVE_T` et on vérifie que les valeurs maximale et minimale restent comprises dans le rayon de capture des nœuds testés autour du front de fissure, soit 1/3 :

| $Propag. i$ | $Max LSN_i$ | $Min LSN_i$ | $Max LST_i$ | $Min LST_i$ |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 3           | 0.2         | 0.2         | 0.267       | 0.267       |

Les résultats obtenus montrent bien que les level-sets restent inférieures au rayon dans lequel le front de fissure a été localisé. Cela signifie que le fond de fissure a été correctement localisé par la méthode simplexe.

## 4 Modélisation B

---

### 4.1 Caractéristiques de la modélisation

La méthode `MAILLAGE` est utilisée par `PROPA_FISS`.

L'option `CALC_K_G` est utilisée par `CALC_G` pour estimer les facteurs d'intensité de contraintes.

### 4.2 Caractéristiques du maillage

On utilise le même maillage que pour la modélisation A.

### 4.3 Grandeurs testées et résultats

On teste, en non régression avec une tolérance de 0.1%, la position du fond de fissure à la dernière itération de propagation en relevant les extrema des ordonnées des points qui le composent.

| Instant de propagation | Max Coord $y_i$ | Min Coord $y_i$ |
|------------------------|-----------------|-----------------|
| 3                      | 2.6             | 2.57            |

---

## 5 Modélisation C

---

### 5.1 Caractéristiques de la modélisation

La méthode `MAILLAGE` est utilisée par `PROPA_FISS`.  
L'opérateur `POST_K1_K2_K3` est utilisé pour estimer les facteurs d'intensité de contraintes.

### 5.2 Caractéristiques du maillage

On utilise le même maillage que pour la modélisation A.

### 5.3 Grandeurs testées et résultats

On teste, en non régression avec une tolérance de 0.1% , la position du fond de fissure à la dernière itération de propagation en relevant les extrema des ordonnées des points qui le composent.

| Instant de propagation | Max Coord $y_i$ | Min Coord $y_i$ |
|------------------------|-----------------|-----------------|
| 3                      | 2.6             | 2.592           |

---

## 6 Modélisation D

---

### 6.1 Caractéristiques de la modélisation

La méthode UPWIND sans grille auxiliaire est utilisée par PROPA\_FISS.

### 6.2 Caractéristiques du maillage

On utilise le même maillage que celui de la modélisation A.

### 6.3 Grandeurs testées et résultats

On extrait la level-set normale (  $LSN$  ) et tangente (  $LST$  ) en utilisant l'opérateur POST\_RELEVE\_T et on vérifie que les valeurs maximale et minimale restent comprises dans le rayon de capture des nœuds testés autour du front de fissure, soit 1/3 :

| $Propag.i$ | $Max LSN_i$ | $Min LSN_i$ | $Max LST_i$ | $Min LST_i$ |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 3          | 0.2         | -0.2        | -0.267      | -0.267      |

Les résultats obtenus montrent bien que les level-sets restent inférieures au rayon dans lequel le front de fissure a été localisé. Cela signifie que le fond de fissure a été correctement localisé par la méthode upwind.



## 7 Modélisation E

---

### 7.1 Caractéristiques de la modélisation

La méthode GEOMETRIQUE est utilisée par PROPA\_FISS.

### 7.2 Caractéristiques du maillage

On utilise le même maillage que celui de la modélisation A.

### 7.3 Grandeurs testées et résultats

On extrait la level-set normale (  $LSN$  ) et tangente (  $LST$  ) en utilisant l'opérateur POST\_RELEVE\_T et on vérifie que les valeurs maximale et minimale restent comprises dans le rayon de capture des nœuds testés autour du front de fissure, soit 1/3 :

| $Propag. i$ | $Max LSN_i$ | $Min LSN_i$ | $Max LST_i$ | $Min LST_i$ |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 3           | 0.2         | 0.2         | 0.267       | 0.267       |

Les résultats obtenus montrent bien que les level-sets restent inférieures au rayon dans lequel le front de fissure a été localisé. Cela signifie que le fond de fissure a été correctement localisé par la méthode géométrique.

## 8 Modélisation F

---

### 8.1 Caractéristiques de la modélisation

La méthode `SIMPLEXE` est utilisée par `PROPA_FISS`.

### 8.2 Caractéristiques du maillage

On utilise le même maillage que celui de la modélisation A.

On fait un raffinement Homard sur le maillage initial pour obtenir des mailles pyramidales.

Cela permet de tester la méthode sur différentes mailles et observer que le résultat reste correct.

### 8.3 Grandeurs testées et résultats

On extrait la level-set normale (  $LSN$  ) et tangente (  $LST$  ) en utilisant l'opérateur `POST_RELEVE_T` et on vérifie que les valeurs maximale et minimale restent comprises dans le rayon de capture des nœuds testés autour du front de fissure, soit 1/3 :

| $Propag. i$ | $Max LSN_i$ | $Min LSN_i$ | $Max LST_i$ | $Min LST_i$ |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 3           | 0.2         | 0.2         | 0.267       | 0.267       |

Les résultats obtenus montrent bien que les level-sets restent inférieures au rayon dans lequel le front de fissure a été localisé. Cela signifie que le fond de fissure a été correctement localisé par la méthode géométrique.

## 9 Synthèse des résultats

---

Toutes les méthodes de propagation utilisées (simplexe, maillage, upwind et géométrique) de l'opérateur `PROPA_FISS` ont permis de bien calculer la position d'une fissure propageant en mode *I* pur dans une structure 3D .