

---

## ZZZZ346 – Bifurcation d'une fissure droite XFEM

---

### Résumé

Ce test a pour but de valider l'algorithme de sous-découpage XFEM, avec des éléments 2D quadratiques. L'algorithme général de sous-découpage est décrit dans la documentation de référence [R7.02.12]. Par ailleurs le sous-découpage intervient essentiellement lors de l'appel à l'opérateur `MODI_MODELE_XFEM` [U4.41.11].

Dans ce test, on s'intéresse à une configuration de découpe particulière : la bifurcation d'une fissure le long d'une arête, au sein même d'un élément.

On envisage 2 modélisations :

1. modélisation *A* : X-FEM 2D avec des éléments TRI6.
2. modélisation *B* : X-FEM 2D avec des éléments QUA8.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie

La structure 2D est une plaque carrée unitaire ( $LX=0,1$ ,  $LY=0,1$ ). Une fissure « droite » coupe le domaine en 2 sous-domaines.

La fissure est définie analytiquement par l'union de 2 segments de droite, dont les équations respectives sont:

- $X=0$  pour le segment vertical.
- $Y=2x+0.55$  pour le segment oblique.

Le point d'intersection des 2 segments de droite  $(0,0.55)$ , est calculé pour être situé sur l'arête où la fissure bifurque.

La fissure bifurque alors au voisinage du centre du carré  $(0,0.5)$  avec un angle  $\theta=67,5^\circ$  par rapport à l'horizontale.

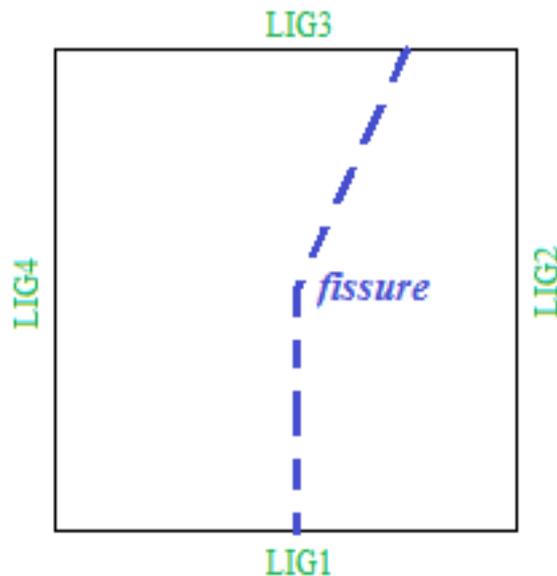


Figure 1.1-a: Géométrie de la plaque fissurée

### 1.2 Propriétés du matériau

Module d'Young :  $E=210 \cdot 10^9 \text{ Pa}$

Coefficient de Poisson :  $\nu=0$

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

Modélisation  $A$  :

La fissure débouchante, coupe le domaine en 2 sous-domaines. On impose la solution en déplacement sur chaque sous-domaine, grâce aux conditions de Dirichlet sur les bords :

- sur le bord  $LIG2$  :  $DX=-1$  et  $DY=0$
- sur le bord  $LIG4$  :  $DX=+1$  et  $DY=0$

Les conditions de Dirichlet imposées, bloquent aussi les mouvements de corps rigides des 2 sous-domaines.

Modélisation B :

Même chargement que dans la modélisation *A* .

## 1.4 Solution de référence

Modélisation A :

Par construction, le champ de déplacement est uniforme sur chaque sous-bloc.

- Sur le sous-domaine à droite, on a:  $DX = -1$  et  $DY = 0$
- Sur le sous-domaine à gauche, on a:  $DX = +1$  et  $DY = 0$

Modélisation B :

Même solution analytique que la modélisation *A*

## 1.5 Références bibliographiques

- 1 GENIAUT S., MASSIN P. : eXtended Finite Element Method, Manuel de référence de *Code\_Aster*, [R7.02.12]

## 2 Modélisation A

### 2.1 Caractéristiques du maillage

La structure est modélisée par un maillage régulier composé de  $8 \times 8$  TRI6, respectivement suivant les axes  $x, y$ . La fissure n'est pas maillée.

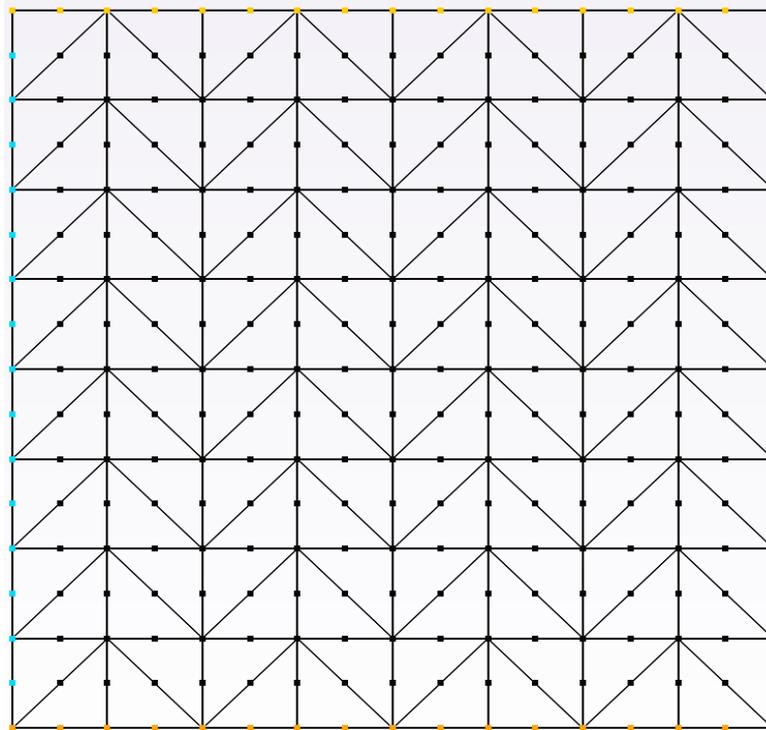


Figure 2.1-a: Maillage de la plaque fissurée (TRI6)

### 2.2 Grandeurs testées et résultats

La bifurcation se situe le long d'une arête, sur le segment de nœuds sommets  $(0, 0.5)$ ,  $(0, 0.625)$  et de nœud milieu  $(0, 0.5625)$ . La bifurcation a lieu précisément au point  $(0, 0.55)$  et la fissure ne passe pas par le nœud milieu.

On teste alors le déplacement sur le nœud milieu positionné en  $(0, 0.5625)$ , pour vérifier qu'il est positionné du « bon » côté de l'interface.

Identification	Référence	Tolérance
DEPL_X		
NO_M : H1X	1,0	1E-12%
NO_M : DX	0,0	1E-12%

## 2.3 Résultats complémentaires

La fissure est théoriquement formée par l'union de 2 segments, mais on observe numériquement du fait de la discrétisation de la level-set, 3 segments dans le post-traitement. En effet, dans la partie supérieure de la fissure, la level-set est obtenue à partir des points d'intersection entre les éléments et le maillage, sans utilisation du fit-to-vertex. Dans la partie inférieure (segment vertical intersectant des arêtes), les nœuds sommets et les nœuds milieux sont sur  $lsn=0$ . Dans la partie intermédiaire, le nœud sommet  $(0,0.5)$  appartient à  $lsn=0$ . Le « segment » correspond à une interpolation de la level-set entre le nœud sommet et le point d'intersection sur l'arête opposée.

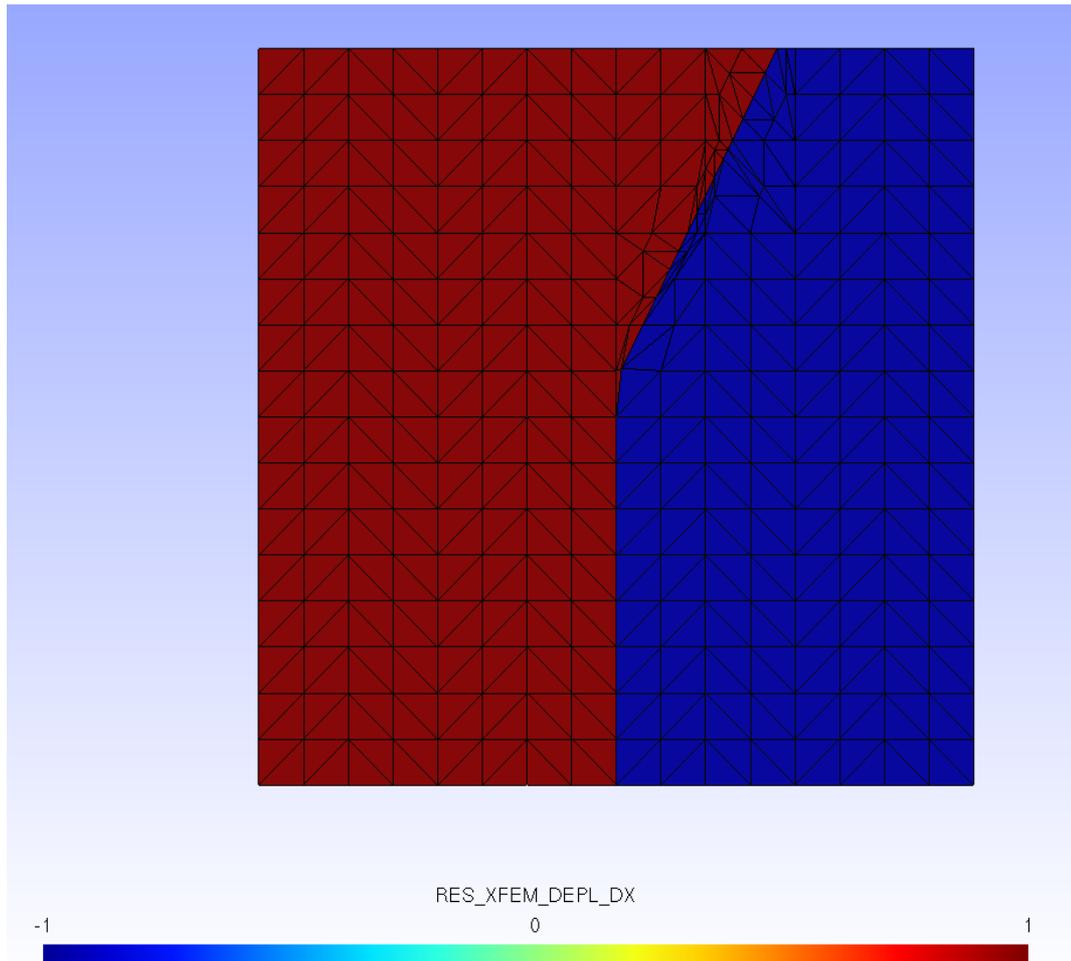


Figure 2.3-a: Champ de déplacement suivant X

### 3 Modélisation B

#### 3.1 Caractéristiques du maillage

La structure est modélisée par un maillage régulier composé de  $8 \times 8$  QUAD8, respectivement suivant les axes  $x, y$ . La fissure n'est pas maillée.

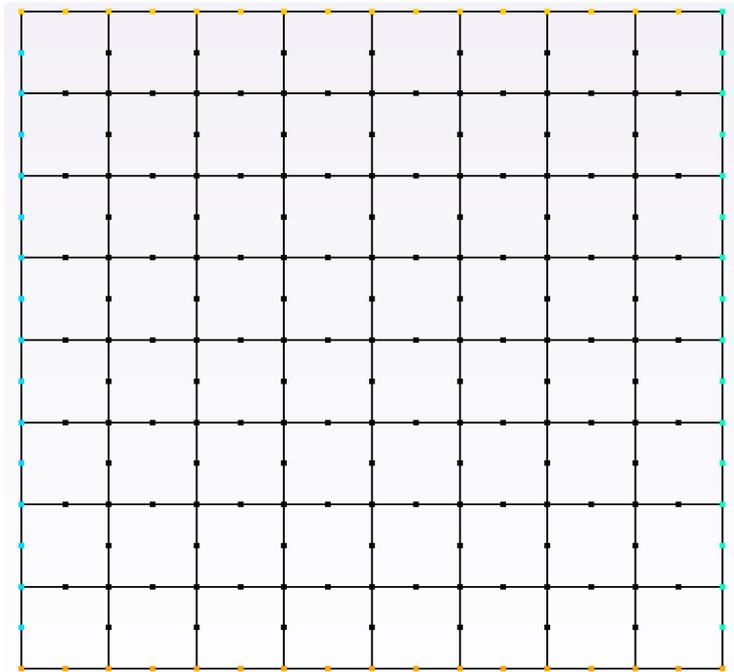


Figure 3.1-a: Maillage de la plaque fissurée (Quad8)

#### 3.2 Grandeurs testées et résultats

Mêmes grandeurs testées que dans la modélisation *A*.

Identification	Référence	Tolérance
DEPL_X		
NO_M : H1X	1,0	1E-12%
NO_M : DX	0,0	1E-12%

## 4 Synthèses des résultats

---

L'objectif de ce test est atteint : valider une configuration de découpe particulière XFEM avec des éléments 2D quadratiques (TRI6 et QUAD8).