

## SSLP323 - Propagation d'une fissure radiale débouchante sur un disque en rotation

---

### Résumé :

Le but de ce test est de vérifier que l'opérateur `PROPA_FISS` traite correctement le cas d'une propagation de fissure uniquement causée par un chargement en rotation.

On vérifie que le facteur d'intensité des contraintes de la fissures propagée est conforme à la solution analytique.

De plus, on utilise ces modélisations afin de valider l'utilisation de l'indicateur d'erreur en résidu en mécanique '`ERME_ELEM`' sur une modélisation 2D en présence de rotations.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie

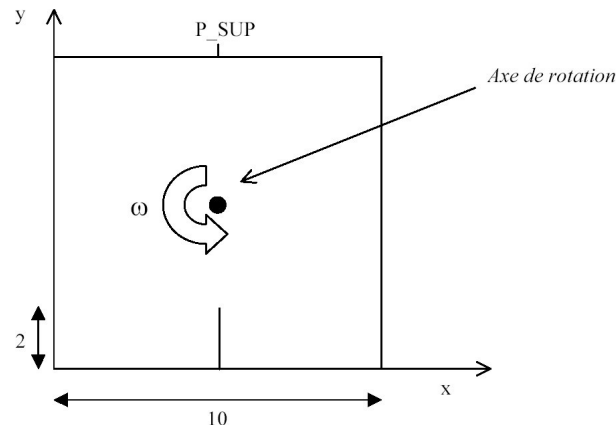


Figure 1.1-a: Géométrie de la plaque fissurée

Dimensions géométriques de la plaque fissurée :

Carré de côté  $D = 10 \text{ m}$

Longueur initiale de la fissure :  $a_0 = 2 \text{ m}$ .

La fissure débouche au milieu d'un côté ( $L/2$ ).

### 1.2 Propriétés du matériau

Module de Young  $E = 206000 \text{ MPa}$

Coefficient de Poisson  $\nu = 0.33$

Masse volumique  $\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

Afin de bloquer le mouvement de corps rigide de la plaque, on bloque l'axe de rotation en  $DX$ ,  $DY$  et on bloque  $P\_SUP$  en  $DX$ .

Le chargement est uniquement volumique et induit par la rotation, de pulsation  $\omega = 10$ , d'axe normal au plan de la structure et de centre  $(5, 5)$ .

Trois propagations sont calculées en imposant une avance maximale des fissure égale à  $1 \text{ mm}$ .

## 2 Solution de référence

---

### 2.1 Méthode de calcul

On peut calculer les facteurs d'intensité des contraintes en utilisant les équations suivantes [bib1]:

$$K_I = \frac{1+\alpha}{16} \rho \omega^2 D^2 \sqrt{\pi a} \left( F(a/D) - \frac{3\alpha-1}{1+\alpha} G(a/D) \right)$$

$$\text{avec } F(a/D) = \frac{1,122 + 0,140(a/D) - 0,545(a/D)^2 + 0,405(a/D)^3}{(1-a/D)^{3/2}}$$

$$G(a/D) = \frac{0,187[6 - 9(a/D) + 5(a/D)^2] - 7,35(a/D)^2 \cdot (1-a/D)^4 \cdot (1-0,5(a/D))}{(1-a/D)^{3/2}}$$

$$\text{et } \alpha = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{1-\nu} \right) \text{ en contraintes planes}$$

### 2.2 Références bibliographiques

[1] H. Tada, P.C. Paris, G.R. Irwin, « The Stress Analysis of Cracks Handbook -3<sup>rd</sup> Ed.», ASME Press 2000

### 3 Modélisation A

#### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

La méthode `SIMPLEXE` est utilisée par `PROPA_FISS` pour résoudre les équations de propagation de la fissure.

#### 3.2 Caractéristiques du maillage

La structure est modélisée par un maillage composé de 2500 éléments `QUAD4` (voir Figure 3.2-a). La fissure n'est pas maillée. Elle est modélisée par la méthode `XFEM` et initialement définie par deux level-sets :

$$\begin{aligned}LST &= y - a_0 \\LSN &= x - D\end{aligned}$$

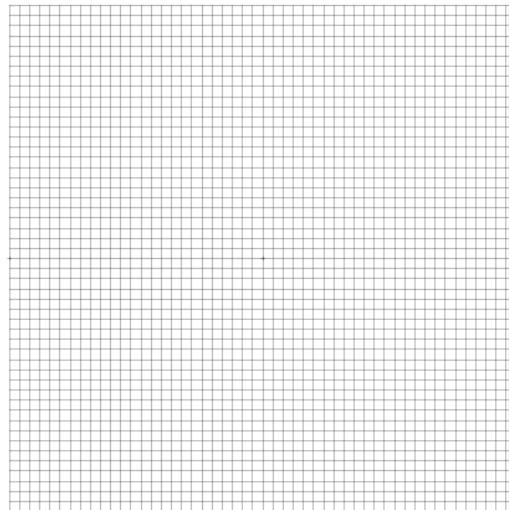


Figure 3.2-a: maillage de la structure

#### 3.3 Grandeurs testées et résultats

On teste les valeurs de  $K_I$  à chaque pas de propagation.

Grandeur	Propagation	Type de référence	Valeur de référence ( $Pa\sqrt{mm}$ )	Tolérance (%)
$K_I$	1	'ANALYTIQUE'	32030644,1127	5.0
$K_I$	2	'ANALYTIQUE'	52126639,0648	5.0
$K_I$	3	'ANALYTIQUE'	78186891,9838	5.0

On teste également l'indicateur d'erreur en résidu en mécanique '`ERME_ELEM`' sur le dernier pas de propagation (en non-régression uniquement) afin de valider l'utilisation de cet indicateur sur des modélisations 2D avec des rotations.

## 4 Modélisation B

### 4.1 Caractéristiques de la modélisation

La méthode GEOMETRIQUE est utilisée par PROPA\_FISS pour mettre à jour la position de la fissure.

### 4.2 Caractéristiques du maillage

On utilise le même maillage que celui utilisé pour la modélisation A.

### 4.3 Grandeurs testées et résultats

On teste les valeurs de  $K_I$  à chaque pas de propagation.

Grandeur	Propagation	Type de référence	Valeur de référence ( $Pa\sqrt{mm}$ )	Tolérance (%)
$K_I$	1	'ANALYTIQUE'	32030644,112693	5.0
$K_I$	2	'ANALYTIQUE'	52126536,927129	5.0
$K_I$	3	'ANALYTIQUE'	78186936,734937	5.0

On teste également l'indicateur d'erreur en résidu en mécanique 'ERME\_ELEM' sur le dernier pas de propagation (en non-régression uniquement) afin de valider l'utilisation de cet indicateur sur des modélisations 2D avec des rotations.

## 5 Synthèse des résultats

---

La propagation d'une fissure radiale sous un chargement de rotation est parfaitement reproduite par la modélisation XFEM de Code\_Aster.

L'indicateur d'erreur en résidu en mécanique 'ERME\_ELEM' fonctionne correctement pour les modélisations 2D contenant des rotations.