SSLV320 - Propagation plane d'une fissure 3D se divisant et fusionnant avec X-FEM

Résumé :

L'objectif de ce test est de vérifier que les différentes méthodes de propagation de fissure disponibles dans PROPA_FISS gèrent correctement un fond de fissure 3D qui se divise en plusieurs fonds et plusieurs fonds qui fusionnent en un seul fond pendant la propagation. En plus, ce test donne un exemple d'utilisation du raffinement de maillage (Homard) avec l'opérateur PROPA_FISS.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

On considère un parallélépipède de taille $30\times30\times10\,mm$ qui présente trois trous et une fissure sur un de ses côtés (figure 1.1-a).

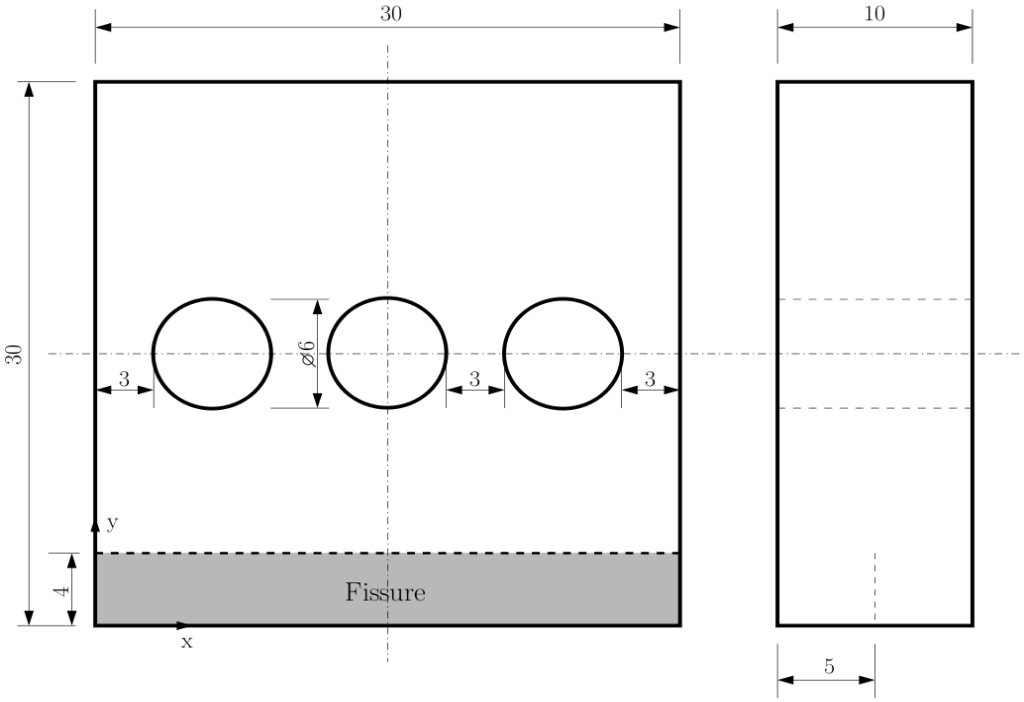


Figure 1.1-a: géométrie de la structure considérée

1.2 Propriétés du matériau

Aucun matériau n'est défini parce qu'on ne résout pas le modèle éléments finis.

1.3 Conditions aux limites et chargements

Aucune condition aux limites n'est définie parce qu'on ne résout pas le modèle éléments finis: on va calculer deux propagations en mode I de la fissure existante à déplacement imposé et constant le long du fond. La fissure reste plane pendant la propagation.

À chaque pas de propagation, on impose une avancée égale à $\Delta a=12\,mm$. Le fond de la fissure se propage en restant toujours droit.

1.4 Conditions initiales

La fissure initiale est un demi-plan. Sa longueur est égale à $a_0=4\,mm$. Le fond de la fissure est droit.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

À chaque pas de propagation on va calculer les deux grandeurs suivantes:
- le nombre de morceaux qui composent le fond de la fissure,
- la position de la fissure.

Étant donné que l'avancée de la fissure est identique pour tous les points du fond de fissure, on peut calculer à la main la valeur attendue de ces grandeurs (figure 2.1-a).

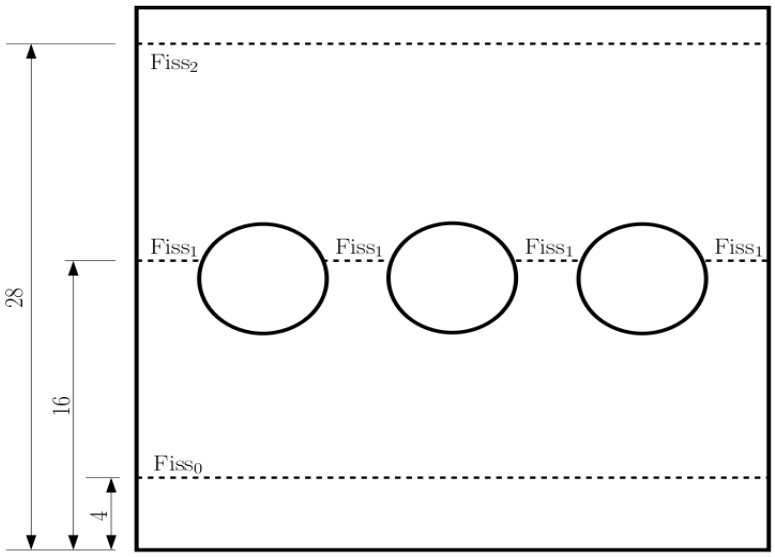


Figure 2.1-a: position du fond de la fissure après chaque pas de propagation. Les morceaux qui composent chaque fond sont aussi visibles.

2.2 Grandeurs et résultats de référence

Le nombre de morceaux qui composent chaque fond de fissure est le suivant (figure 2.1-a):

Pas de propagation	Fissure	Nombre de morceaux
0	$FISS_0$	1
1	$FISS_1$	4
2	$FISS_2$	1

La position de la fissure à chaque pas de propagation est la suivante (figure 2.1-a) :

Pas de propagation	Fissure	Longueur
0	$FISS_0$	4.0
1	$FISS_1$	16.0

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

2	$FISS_2$	28.0

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise la **méthode géométrique** de l'opérateur PROPA_FISS pour propager la fissure. Le calcul de la propagation (mise à jour des level sets) est fait directement sur le maillage de la structure, c'est-à-dire qu'aucune grille auxiliaire n'est utilisée.

3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est composé de 19464 éléments de type TETRA4. La longueur moyenne des arêtes des éléments du maillage est de $1.5\,mm$.

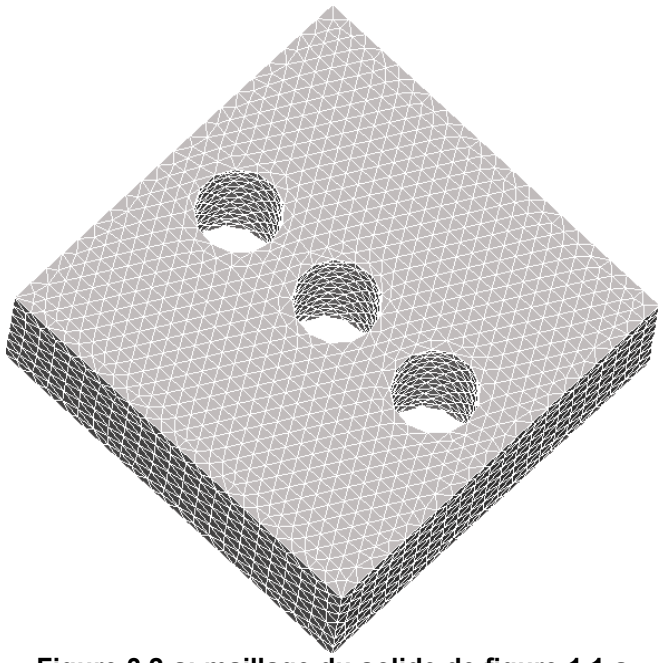


Figure 3.2-a: maillage du solide de figure 1.1-a

3.3 Grandeurs testées et résultats

On teste tout d'abord le nombre de morceaux qui composent le fond de la fissure à chaque pas de propagation:

Pas de propagation	Type de référence	Valeur de référence
1	'ANALYTIQUE'	4
2	'ANALYTIQUE'	1

On teste aussi la position du fond de la fissure à chaque pas de propagation, ce qui est faisable en vérifiant la valeur maximale de la coordonnée y des points du fond:

Pas de propagation	Type de référence	Valeur de référence
1	'ANALYTIQUE'	16.0
2	'ANALYTIQUE'	28.0

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise la **méthode simplexe** de l'opérateur PROPA_FISS pour propager la fissure. Le calcul de la propagation (mise à jour des level sets) est fait directement sur le maillage de la structure, c'est-à-dire qu'aucune grille auxiliaire n'est utilisée.

4.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est le même que celui de la modélisation A.

4.3 Grandeurs testées et résultats

On teste tout d'abord le nombre de morceaux qui composent le fond de la fissure à chaque pas de propagation:

Pas de propagation	Type de référence	Valeur de référence
1	'ANALYTIQUE'	4
2	'ANALYTIQUE'	1

On teste aussi la position du fond de la fissure à chaque pas de propagation, ce qui est faisable en vérifiant la valeur maximale de la coordonnée y des points du fond:

Pas de propagation	Type de référence	Valeur de référence
1	'ANALYTIQUE'	16.0
2	'ANALYTIQUE'	28.0

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise la **méthode upwind** de l'opérateur PROPA_FISS pour propager la fissure. On utilise une grille auxiliaire.

5.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est le même que celui de la modélisation A.
La grille auxiliaire est composée de 2800 éléments de type HEXA8 de taille $1.5 \times 1.5 \times 2\, mm$. La grille s'étend à l'intérieur des trous.

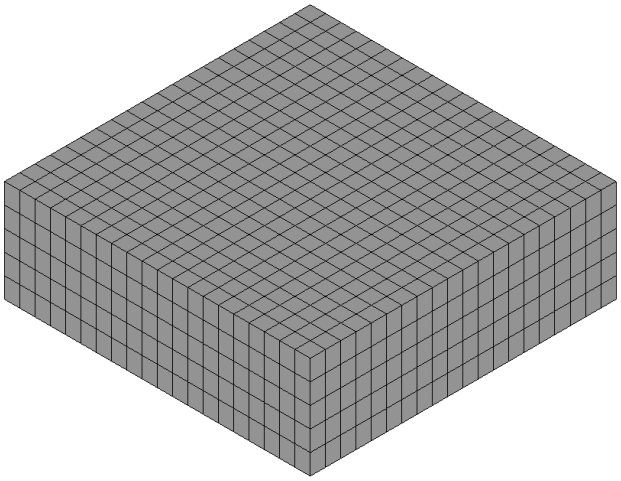


Figure 5.2-a: grille auxiliaire utilisée pour la mise à jour des level sets de la fissure

5.3 Grandeurs testées et résultats

On teste tout d'abord le nombre de morceaux qui composent le fond de la fissure à chaque pas de propagation:

Pas de propagation	Type de référence	Valeur de référence
1	'ANALYTIQUE'	4
2	'ANALYTIQUE'	1

On teste aussi la position du fond de la fissure à chaque pas de propagation, ce qui est faisable en vérifiant la valeur maximale de la coordonnée y des points du fond:

Pas de propagation	Type de référence	Valeur de référence
1	'ANALYTIQUE'	16.0
2	'ANALYTIQUE'	28.0

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

6 Modélisation D

6.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise la **méthode maillage** de l'opérateur PROPA_FISS pour propager la fissure.

6.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est le même que celui de la modélisation A.

6.3 Grandeurs testées et résultats

On teste tout d'abord le nombre de morceaux qui composent le fond de la fissure à chaque pas de propagation:

Pas de propagation	Type de référence	Valeur de référence
1	'ANALYTIQUE'	4
2	'ANALYTIQUE'	1

On teste aussi la position du fond de la fissure à chaque pas de propagation, ce qui est faisable en vérifiant la valeur maximale de la coordonnée y des points du fond:

Pas de propagation	Type de référence	Valeur de référence
1	'ANALYTIQUE'	16.0
2	'ANALYTIQUE'	28.0

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

7 Synthèse des résultats

Les différentes méthodes disponibles dans PROPA_FISS arrivent bien à calculer à la fois le nombre de morceaux et la position de chaque fond de fissure. Cela montre qu'on peut bien simuler pendant la propagation la séparation d'un fond en plusieurs fonds et la fusion de plusieurs fonds en un seul et même fond.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)