ZZZZ314 – Validation informatique de DEFI_FOND_FISS

Résumé :
Ce test a pour but de valider de manière élémentaire l'opérateur DEFI_FOND_FISS à travers six modélisations comportant chacune une fissure maillée en configuration collée (CONFIG_INIT='COLLEE'). Ce test n'a pas forcément de signification physique, c'est essentiellement un test informatique.
Le cas-test consiste à tester les vecteurs de la base locale au fond de fissure suivant différentes configurations de DEFI_FOND_FISS.

Cas d'un fond de fissure rectiligne :

Modélisation A :
- Maillage 2D .

Modélisation B :
- Maillage 2D symétrique.

Modélisation C :
- Maillage 3D

Modélisation D :
- Maillage 3D symétrique .

Cas d'un fond de fissure courbe :

Modélisation E :
- Modélisation 3D avec un fond en quart de cercle, issue du cas-test sslv134b .

Modélisation F :
- Modélisation 3D avec symétrie et un fond fermé circulaire, issue du cas-test sslv134a .

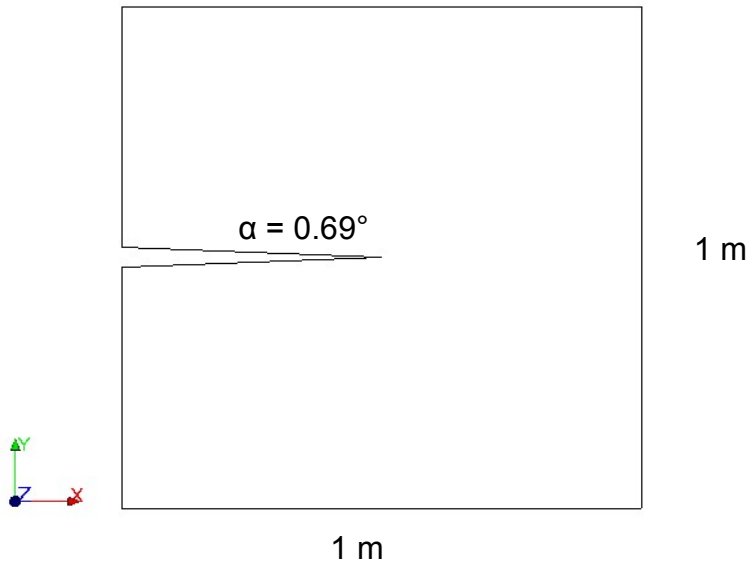
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

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

1 Problèmes de référence

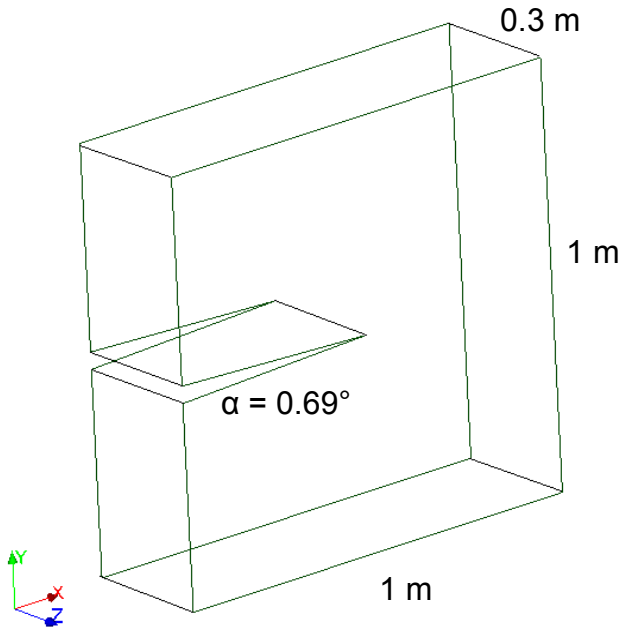
1.1 Géométrie pour les modélisations A et B

La structure en 2D est un carré de côté $1\mathrm{m}$, comportant une fissure d'angle $0.69°$ dont le fond se trouve aux coordonnées $(0.5, 0.5)$.
Cette géométrie comporte un axe de symétrie en $y=0.5$. Pour la modélisation B, on ne considère que la partie située sous cet axe.



1.2 Géométrie pour les modélisations C et D

La structure étudiée en 3D est un pavé de $1\times1\times0.3\,m$ comportant une fissure plane à mi-hauteur dont les lèvres sont séparées d'un angle de $0.69°$.
Cette géométrie comporte un plan de symétrie Oxz en $y=0.5$. Pour la modélisation D, on ne considère que la partie située sous ce plan.



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

1.3 Tests et références

Les tests portent sur les valeurs des composantes des vecteurs normaux et des vecteurs de direction de propagation aux nœuds du fond de fissure. Les références sont analytiques.

Dans les tableaux de résultats, les composantes du vecteur normal sont (VNORX,VNORY,VNORZ) et celles du vecteur de direction de propagation sont (VDIRX,VDIRY,VDIRZ).

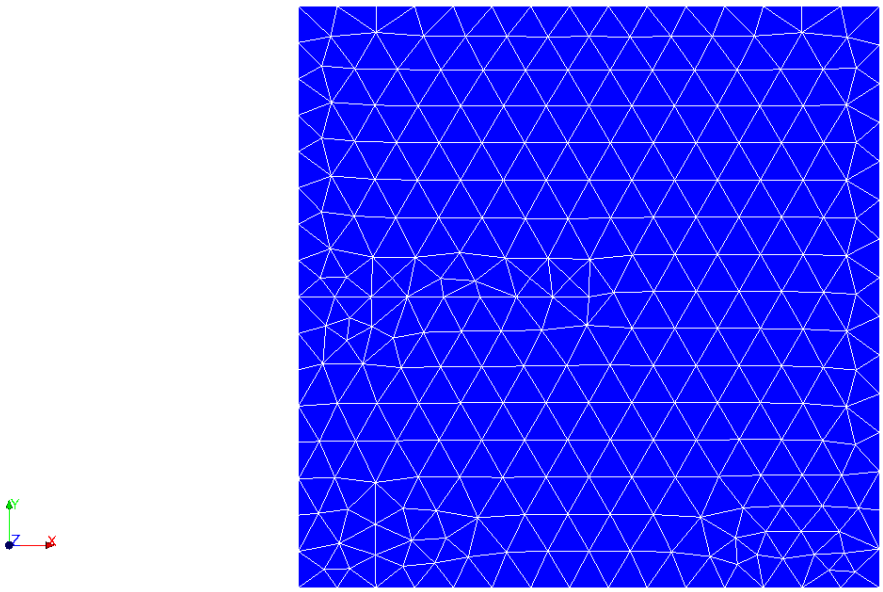
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

2 Modélisation A

Dans la **modélisation A**, on étudie la structure 2D avec, dans un premier temps, la définition des lèvres inférieure et supérieure de la fissure puis en ne définissant que le nœud du fond.

2.1 Caractéristiques du maillage

Le maillage est présenté par la figure suivante :



Il est composé de 296 nœuds pour 513 éléments TRIA3. Le fond de fissure est composé d'un seul nœud situé aux coordonnées $(0.5,0.5)$.

2.2 Grandeurs testées et résultats

- DEFI_FOND_FISS avec LEVRE_SUP et LEVRE_INF :

Grandeurs	Valeur analytique
VNORX	0,0
VNORY	-1,0
VDIRX	1,0
VDIRY	0,0

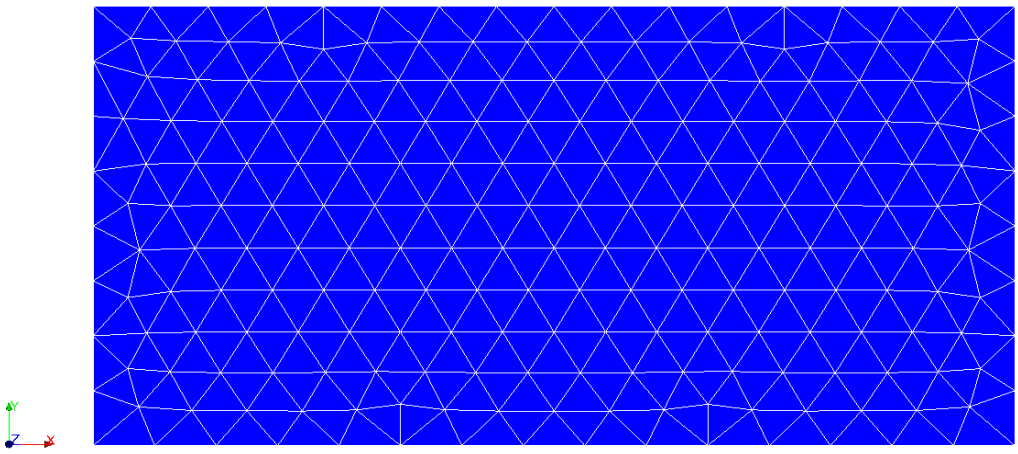
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3 Modélisation B

Dans la **modélisation B**, on étudie que la moitié d'une structure 2D avec, dans un premier temps, la définition de la lèvre supérieure de la fissure puis en ne définissant que le nœud du fond. On teste ainsi le mot-clé SYME='OUI' de la commande DEFI_FOND_FISS en 2D.

3.1 Caractéristiques du maillage

Le maillage est présenté par la figure suivante :



Il est composé de 222 nœuds pour 395 éléments TRIA3. Le fond de fissure est composé d'un seul nœud situé aux coordonnées $(0.5,0.5)$.

3.2 Grandeurs testées et résultats

- DEFI_FOND_FISS avec SYME='OUI' et LEVRE_SUP :

Grandeurs	Valeur analytique
VNORX	0,0
VNORY	-1,0
VDIRX	1,0
VDIRY	0,0

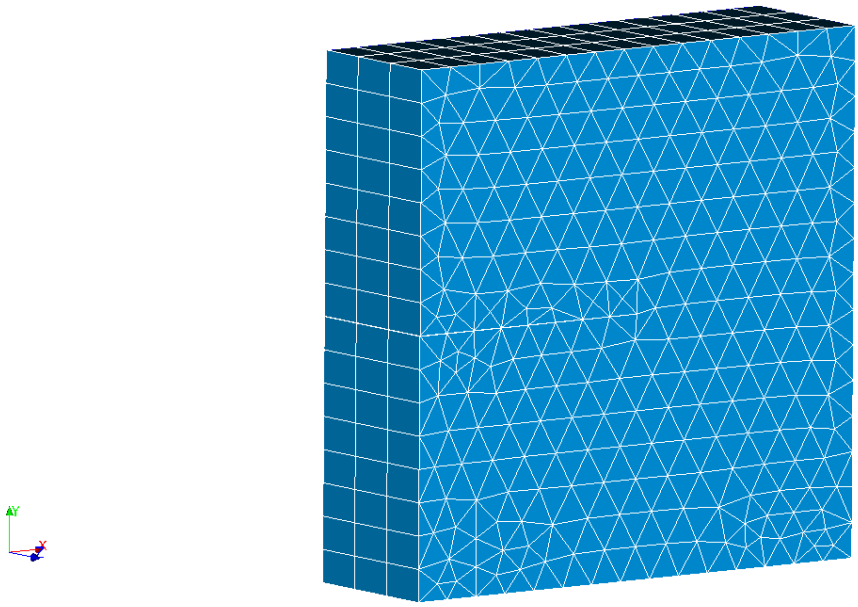
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4 Modélisation C

Dans la **modélisation C**, on étudie la structure 3D avec dans un premier temps la définition des lèvres inférieure et supérieure de la fissure puis en ne définissant que le groupe des nœuds du fond.

4.1 Caractéristiques du maillage

Le maillage est présenté par la figure suivante :



Il est composé de 1184 nœuds pour 1539 éléments volumiques PENTA6. Le fond de fissure est composé de 4 nœuds situés le long de l'axe z en $x=0.5$ et $y=0.5$.

4.2 Grandeurs testées et résultats

Les vecteurs de la base sont identiques pour les 4 nœuds du fond.

- DEFI_FOND_FISS avec LEVRE_SUP et LEVRE_INF :

Grandeurs	Valeur analytique
VNORX	0,0
VNORY	-1,0
VNORZ	0,0
VDIRX	1,0
VDIRY	0,0
VDIRZ	0,0

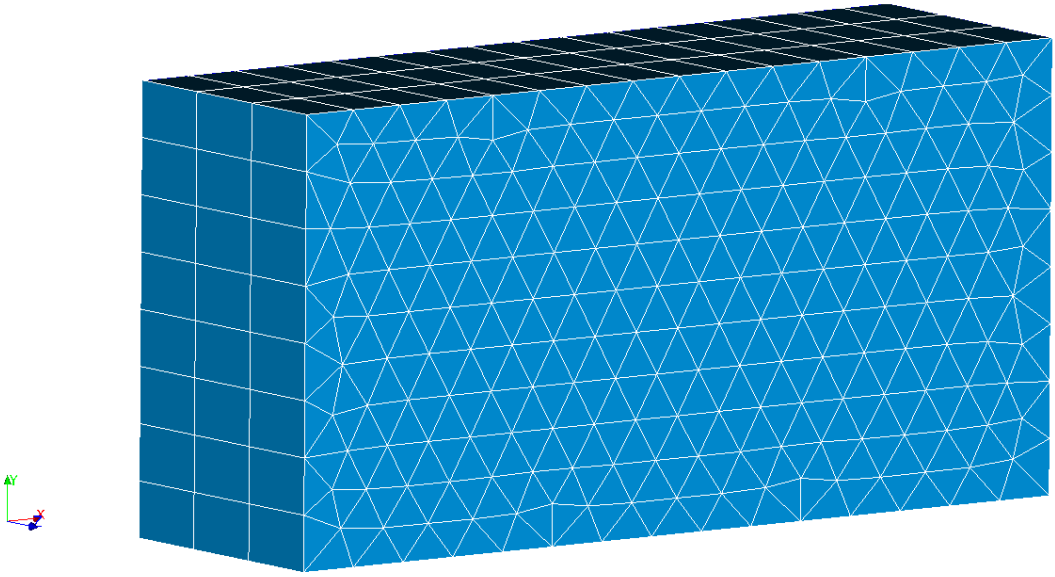
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

5 Modélisation D

Dans la **modélisation D** , on étudie que la moitié de la structure 3D avec dans un premier temps la définition de la lèvre supérieure de la fissure puis en ne définissant que le groupe des nœuds du fond. On teste ainsi le mot-clé SYME='OUI' de la commande DEFI_FOND_FISS en 3D.

5.1 Caractéristiques du maillage

Le maillage est présenté par la figure suivante :



Il est composé de 888 nœuds pour 1185 éléments volumiques PENTA6. Le fond de fissure est composé de 4 nœuds situés le long de l'axe z en $x=0.5$ et $y=0.5$.

5.2 Grandeurs testées et résultats

Les vecteurs de la base sont identiques pour chaque nœud du fond.

- DEFI_FOND_FISS avec SYME='OUI' et LEVRE_SUP :

Grandeurs	Valeur analytique
VNORX	0,0
VNORY	-1,0
VNORZ	0,0
VDIRX	1,0
VDIRY	0,0
VDIRZ	0,0

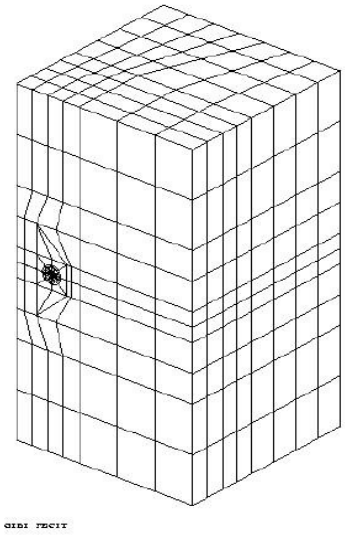
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

6 Modélisation E

Dans la **modélisation E**, on étudie une structure 3D dont la géométrie est basée sur celle du cas-test sslv134b. On teste DEFI_FOND_FISS dans le cas d'une fissure avec un fond courbe et les deux lèvres définies.

6.1 Caractéristiques du maillage

Le maillage et la géométrie utilisés sont ceux du cas-test sslv134b. Le maillage est présenté par la figure suivante :



Il est composé de 5527 nœuds, de 784 éléments volumiques HEXA20 et 432 PENTA15. Le fond est un quart de cercle dans le plan Oxy composé de 17 nœuds.

6.2 Grandeurs testées et résultats

La fissure est un quart de cercle ayant pour centre l'origine du repère. Ainsi, les valeurs analytiques des vecteurs de direction de propagation de la fissure sont les coordonnées des nœuds du fond normées.

Au nœud du fond numéro i de coordonnées $(COORX_i, COORY_i, COORZ_i)$:

Le vecteur de direction de propagation de fissure est :

$$VDIRX_i = \frac{COORX_i}{\sqrt{(COORX_i{}^2 + COORY_i{}^2 + COORZ_i{}^2)}}$$

$$VDIRY_i = \frac{COORY_i}{\sqrt{(COORX_i{}^2 + COORY_i{}^2 + COORZ_i{}^2)}}$$

$$VDIRZ_i = \frac{COORZ_i}{\sqrt{(COORX_i{}^2 + COORY_i{}^2 + COORZ_i{}^2)}}$$

Le vecteur normal au plan de fissure pour chacun des noeuds du fond est dirigé de la lèvre inférieure vers la lèvre supérieure. Il vaut $(0,0,1)$.

Pour toutes ces valeurs, il est toléré 0.1% d'erreur entre la valeur analytique et la valeur calculée.

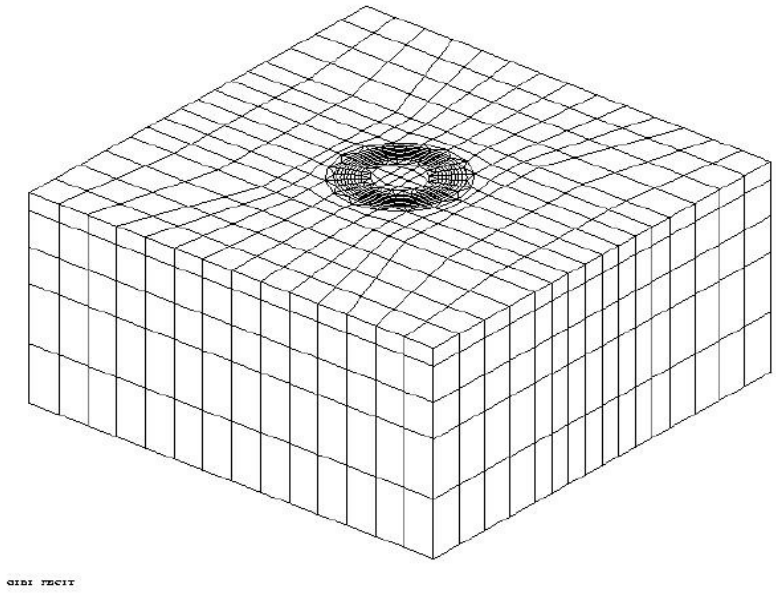
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

7 Modélisation F

Dans la **modélisation F**, on étudie une structure 3D dont la géométrie est basée sur celle du cas-test sslv134a. On teste DEFI_FOND_FISS dans le cas d'un fond fermé circulaire et une structure présentant un plan de symétrie.

7.1 Caractéristiques du maillage

Le maillage et la géométrie utilisés sont ceux du cas-test sslv134a. Le maillage est présenté par la figure suivante :



Il est composé de 10135 nœuds, de 1568 éléments volumiques HEXA20 et 864 PENTA15. Le fond fermé circulaire est composé de 65 nœuds.

7.2 Grandeurs testées et résultats

La fissure est un cercle ayant pour centre l'origine du repère. Ainsi, les valeurs analytiques des vecteurs de direction de propagation de la fissure sont les coordonnées des nœuds du fond, normées.

Au nœud du fond numéro i de coordonnées $(COORX_i, COORY_i, COORZ_i)$, le vecteur de direction de propagation de fissure est :

$$VDIRX_i = \frac{COORX_i}{\sqrt{(COORX_i{}^2 + COORY_i{}^2 + COORZ_i{}^2)}}$$

$$VDIRY_i = \frac{COORY_i}{\sqrt{(COORX_i{}^2 + COORY_i{}^2 + COORZ_i{}^2)}}$$

$$VDIRZ_i = \frac{COORZ_i}{\sqrt{(COORX_i{}^2 + COORY_i{}^2 + COORZ_i{}^2)}}$$

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

Le vecteur normal au plan de fissure pour chacun des noeuds du fond est porté par l'axe z : $(0,0,-1)$.

Quand la fissure est définie avec un plan de symétrie, le vecteur de direction de propagation appartient au plan de la lèvre. Or, la lèvre définie n'est pas complètement plane. Donc, la précision des resultats est altérée suivant l'axe Z pour VDIR et comme la normale au plan de la fissure est calculée à partir de VDIR, la précision de VNORX et/ou de VNORY l'est également.

Pour VDIRZ, VNORX et VNORY le pourcentage d'erreur toléré est de 1.8% contre 1% pour les autres composantes.

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

8 Synthèse des résultats

Les valeurs des vecteurs de la base locale aux nœuds du fond de fissure sont correctement évaluées même quand le fond est courbe.

On remarque néanmoins que les résultats sont moins précis lorsque l'on étudie une structure avec symétrie. En effet, sans symétrie, les vecteurs finaux de la base sont calculés en faisant la moyenne entre les vecteurs de la lèvre inférieure et ceux de la lèvre supérieure. Avec symétrie, les vecteurs sont ceux de la seule lèvre modélisée.

En un nœud du fond, VDIR appartient au plan de la lèvre et VNOR est calculé en faisant le produit vectoriel entre VDIR et le vecteur porté par le segment du fond de fissure auquel appartient ce nœud. Ainsi, les valeurs de cette base dépendent fortement de l'angle de la fissure et sont d'autant plus exactes que l'angle est petit. Pour éviter d'avoir une base fausse, celle-ci n'est donc pas calculée lorsque la fissure est en configuration décollée (CONFIG_INIT='DECOLLEE').

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