

Manuel d'Utilisation
Fascicule U4.8- : Post-traitement et analyses dédiées
Document : U4.82.08

Opérateur *DEFI_FISS_XFEM*

1 But

Définir une fissure 3D par le biais de fonctions de niveaux en vue d'un calcul des facteurs d'intensité de contraintes ou d'un calcul de propagation.

On définit deux fonctions de niveaux (level sets) permettant de caractériser une fissure quelconque (fissure plane ou non). Les level sets peuvent être définies de deux façons différentes :

- soit à partir de deux groupes de mailles (le groupe de mailles de la fissure et le groupe de mailles du fond de fissure) ;
- soit à partir de deux fonctions analytiques.

L'orientation du fond de fissure nécessite la donnée d'un point initial et d'un plan (vecteur normal et un point du plan).

L'aspect théorique de la méthode X-FEM est abordée dans [R7.02.12], et il est conseillé à l'utilisateur qui n'est pas familier avec l'usage des level sets de lire les quelques lignes explicatives relatives à la représentation de surfaces par la méthode des level sets.

Cet opérateur crée toutes les quantités qui seront utiles (base locale au fond de fissure...) aux calculs des facteurs d'intensité de contraintes par l'opérateur *CALC_G_LOCAL_T* [U4.82.03] avec l'option *CALC_K_G*.

L'opérateur produit un concept de type *fiss_xfem*.

2 Syntaxe

```
[fiss_xfem] = DEFI_FISS_XFEM(

    ♦ MODELE = mo, [modele]

# Définition de la fissure

    ♦ DEFI_FISS = _F (

# Soit on définit le groupe de mailles d'une lèvres et le groupe de mailles du
fond de fissure :

        ♦ / ♦ GROUP_MA_FISS = grma, [l_gr_maille]
          ♦ GROUP_MA_FOND = grma, [l_gr_maille]

# Soit on définit deux fonctions analytiques ; une pour caractériser la
surface de la fissure, et l'autre pour caractériser le fond de fissure :

        / ♦ FONC_LN = fonc, [fonction]
          ♦ FONC_LT = fonc, [fonction]

        ),

# Définition de la zone d'enrichissement

    ♦ GROUP_MA_ENRI = grma, [l_gr_maille]

# Orientation du fond de fissure

    ♦ ORIE_FOND = _F (

        ♦ PFON_INI = (Pix , Piy , Piz), [l_R]
        ♦ VECT_ORIE = (Vox , Voy , Voz), [l_R]
        ♦ PT_ORIGIN = (Pox , Poy , Poz), [l_R]

        ),

# Impression d'informations

    ♦ INFO = / 1, [DEFAULT]
              / 2,
              / 3,

    )
```

3 Opérandes

3.1 Opérande **MODELE**

◆ `MODELE = mo`

`mo` : nom du modèle sur lequel on va définir la fissure.

La définition d'une fissure par cet opérateur n'est autorisée que pour la modélisation 3D avec des éléments linéaires.

Cette modélisation correspond à des hexaèdres à 8 nœuds, des pentaèdres à 6 nœuds, des tétraèdres à 4 nœuds, ou des pyramides à 5 nœuds.

3.2 Mot clé **DEFI_FISS**

◆ `DEFI_FISS = _F`

Le mot-clé facteur `DEFI_FISS` permet de définir la fissure de deux manières différentes :

- Si on a une fissure déjà maillée, alors on peut définir la fissure en donnant un groupe de mailles `GROUP_MA_FISS` correspondant à une seule des lèvres de la fissure (lèvre inférieure ou supérieure). Ce groupe de mailles doit être orienté. Dans le cas de lèvres qui ne seraient pas parfaitement collées (entaille), le fait de privilégier un côté aura une légère influence sur la base locale du fond de fissure, influence d'autant plus grande que l'angle entre les deux lèvres est important. Le fond de fissure est quant à lui défini par les mailles de `GROUP_MA_FOND`, qui peut être un groupe de mailles linéaires (`SEG2`) fermé ou ouvert.

/ ◆ `GROUP_MA_FISS = grma`
avec `grma` groupe de mailles unique.

- ◆ `GROUP_MA_FOND = grma`
avec `grma` groupe de mailles unique. Il est obligatoire que ce groupe contienne des mailles continues, c'est-à-dire que deux mailles qui se suivent aient un nœud en commun. Sinon, il est possible que l'orientation du fond de fissure soit fausse. Un message d'erreur fatale prévient l'utilisateur dans le cas où la phase d'orientation a échoué.

- Le principal intérêt de cet opérateur est la possibilité de définir une fissure sans que celle-ci ne soit forcément maillée. Dans ce cas, on définit la fissure à l'aide de deux fonctions de niveaux (level sets). La première level set (dite level set « normale ») est celle qui permet de caractériser la surface de la fissure. On renseigne donc `FONC_LN` avec une fonction réelle de X , Y et Z définie au préalable par l'opérateur `FORMULE`. La surface de la fissure sera alors l'iso-zéro de cette fonction. La seconde level set (dite level set « tangente ») est celle qui permet de caractériser le fond de fissure. On renseigne donc `FONC_LT` avec une fonction réelle de X , Y et Z définie au préalable par l'opérateur `FORMULE`. La trace de l'iso-zéro de `FONC_LT` dans le plan de fissuration est le fond de fissure. Les points de la fissure sont alors caractérisés par `FONC_LN = 0` et `FONC_LT < 0`, alors que le fond de fissure est caractérisé par `FONC_LN = 0` et `FONC_LT = 0`.

/ ◆ `FONC_LN = fonc,`
avec `fonc` une fonction ou une formule définie auparavant.

- ◆ `FONC_LT = fonc,`
avec `fonc` une fonction ou une formule définie auparavant.

Exemples :

- si on souhaite définir un barreau fissuré de part en part dans son plan à la hauteur $z=H$ (voir [Figure 3.2-a], sur laquelle la fissure est hachurée) :

```
LN=FORMULE(NOM_PARA=('X','Y','Z'),VALE='Z-H');
LT=FORMULE(NOM_PARA=('X','Y','Z'),VALE='Y-a');
```

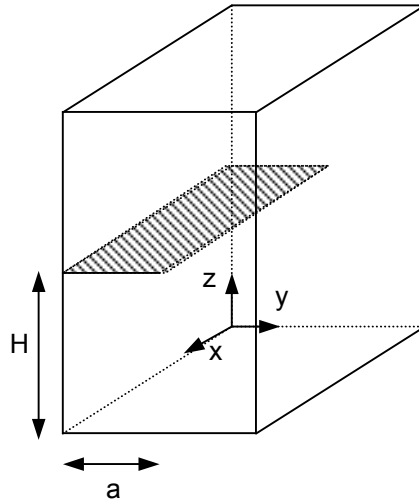


Figure 3.2-a : Barreau fissuré

- si on souhaite définir une fissure elliptique dans un massif infini dans un plan à la hauteur $z=H$ (voir [Figure 3.2-b], sur laquelle la fissure est hachurée) :

```
LN=FORMULE(NOM_PARA=('X','Y','Z'),VALE='Z-H');
LT=FORMULE(NOM_PARA=('X','Y','Z'),VALE='(X/a)^2+(Y/b)^2-R^2');
```

où a, b et R sont les demi-grand axe, demi-petit axe et rayon de l'ellipse.

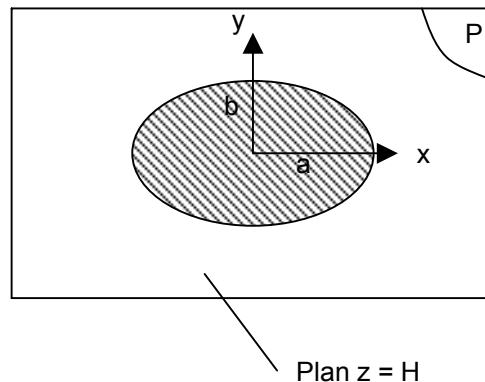


Figure 3.2-b : Fissure elliptique

Remarque :

Attention au signe de *FONC_LT*, toujours se rappeler que la fissure est définie du côté $FONC_LT < 0$.

3.3 Opérande GROUP_MA_ENRI

◆ GROUP_MA_ENRI = grma, [l_gr_maille]

Cette opérande permet de connaître la zone d'enrichissement. Les nœuds enrichis doivent appartenir à ce groupe de maille. Par défaut, il est préférable de mettre tout le maillage.

3.4 Mot clé ORIE_FOND

```

♦ ORIE_FOND      =  _F (
    ♦ PFON_INI      =  (Pix , Piy , Piz),          [1_R]
    ♦ VECT_ORIE     =  (Vox , Voy , Voz),          [1_R]
    ♦ PT_ORIGIN     =  (Pox , Poy , Poz),          [1_R]

```

Le mot clé ORIE_FOND permet d'orienter le fond de fissure. En effet, grâce aux level sets, on peut déterminer des points du fond de fissure (qui sont les intersections des faces des mailles volumiques avec les iso-zéros des 2 level sets). On a donc une liste de points de l'espace à ordonner. Pour cela, on détermine le point initial du fond de fissure comme étant le point le plus proche de PFON_INI. Ensuite, on projette orthogonalement les points du fond sur le plan de normale VECT_ORIE passant par PT_ORIGIN. L'orientation des points se fait ensuite naturellement, en partant du point initial et en tournant dans le sens trigonométrique autour de VECT_ORIE (voir exemples ci-dessous).

Comment bien choisir ces trois paramètres ?

- PFON_INI : Point initial du fond de fissure défini le plus précisément possible par ces coordonnées. Dans le cas d'un fond fermé, il faut quand même choisir un point initial (on se ramène dans tous les cas à un fond ouvert). Dans une prochaine version, on envisage le fait de définir ce point en donnant un nom de nœud.
- VECT_ORIE : Dans le cas d'une fissure plane ou presque plane, il est préférable de prendre la normale (ou la normale approchée) au plan de fissure.
- PT_ORIGIN : Ce point ne doit pas se trouver sur le fond de fissure ni sur la projection du fond suivant VECT_ORIE. Souvent, le centre de la fissure est un bon choix.

Exemples : Reprenons les deux exemples de fissures cités ci-dessus.

- barreau fissuré :

Ici, si l'on veut définir le fond comme le segment [AB] (voir [Figure 3.4-a]), alors on peut choisir :

PFON_INI	point A
VECT_ORIE	axe z
PT_ORIGIN	point C

En effet, le choix de VECT_ORIE et de PT_ORIGIN implique que l'on se place dans le plan (A,B,C). Imaginons que l'on ait plusieurs points à orienter [Figure 3.4-b], on vérifie alors que dans un tel cas, le fond de fissure sera bien orienté de A vers B :

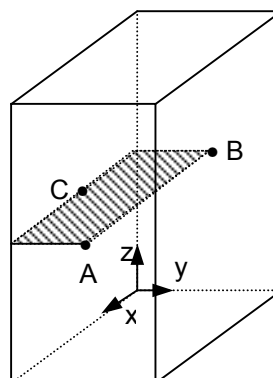


Figure 3.4-a : Barreau fissuré

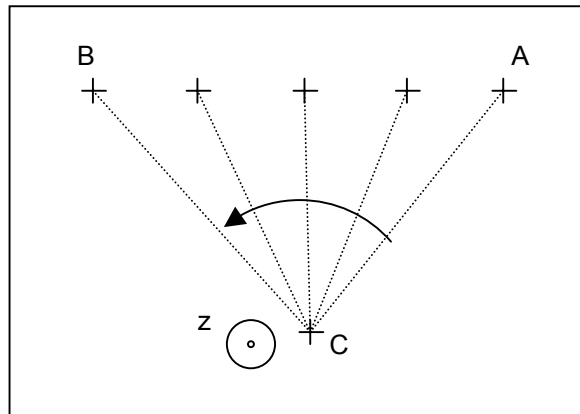


Figure 3.4-b : Plan de fissure

On remarque que si on avait choisi `VECT_ORIE` dans le sens opposé, on aurait eu la flèche dans le sens opposé, et donc les points du fond auraient été : A, puis B, puis le point juste à droite de B, et ainsi de suite...

- fissure elliptique :

Ici, si l'on désire définir le fond comme le chemin partant de A et parcourant l'ellipse dans le sens trigonométrique [voir Figure 3.4-c], alors on peut choisir :

<code>PFON_INI</code>	point A
<code>VECT_ORIE</code>	axe z
<code>PT_ORIGIN</code>	point O : (0,0,H)

En effet, le choix de `VECT_ORIE` et de `PT_ORIGIN` implique que l'on se place dans le plan $z = H$. Imaginons que l'on ait plusieurs points à orienter [Figure 3.4-c], on vérifie alors que le fond de fissure sera bien orienté en partant de A et en parcourant l'ellipse dans le sens trigonométrique.

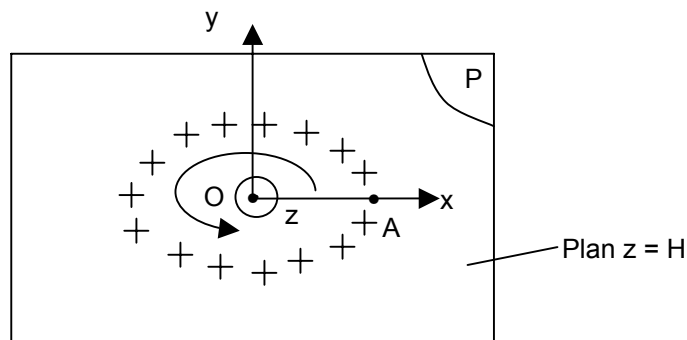


Figure 3.4-c : Orientation d'une fissure elliptique

Conseil :

Toujours bien vérifier que la liste ordonnée des points du fond de fissure correspond bien à celle que l'on attend. Cette liste est automatiquement affichée lors du passage dans la commande `DEFI_FISS_XFEM`.

3.5 Opérande INFO

- / 1 : impression sur le fichier 'MESSAGE'
- des étapes de calcul ;
 - de la méthode choisie pour le calcul des level sets (formules analytiques : méthode 1, ou groupes de mailles : méthode 2) ;
 - du nombre de level sets réajustées ;
 - du nombre de mailles de la zone de la fissure ;
 - de la longueur de la plus petite arête du maillage ;
 - du nombre de points du fond de fissure ;
 - de la distance entre le point initial du fond trouvé et celui introduit ;
 - de la liste ordonnée des coordonnées des points du fond ainsi que leur abscisse curviligne.
- / 2 : même impression que 1 + impression des 4 champs aux nœuds suivants : les 2 level sets, et leurs gradients.
- / 3 : même impression que 2 + impression
- du statut des nœuds ;
 - du nombre de mailles de la zone fissure ;
 - du nombre de mailles et des numéros des mailles enrichies.

4 Exemples

4.1 Avec des formules analytiques

```
LN = FORMULE ( NOM_PARA=('X','Y','Z'),VALE= 'Z-12.5')
LT = FORMULE ( NOM_PARA=('X','Y','Z'),VALE= 'X-10'.)

FISS= DEFI_FISS_XFEM ( MODELE = MODELEIN,
                        DEFI_FISS =_F( FONC_LT = LT,
                                         FONC_LN = LN, ),
                        GROUP_MA_ENRI = 'VOL',
                        ORIE_FOND=_F( PFON_INI = (2.5, 0., 12.5),
                                       VECT_ORIE = (0., 0., 1.),
                                       PT_ORIGIN = (-0.5, 0., 1.5) ),
                        INFO=2,
                        )
```

4.2 Avec des groupes de mailles

```
FISS= DEFI_FISS_XFEM ( MODELE = MODELEIN,
                        DEFI_FISS =_F( GROUP_MA_FISS = 'LEVSUP',
                                         GROUP_MA_FOND = 'FONFIS', ),
                        GROUP_MA_ENRI = 'VOL',
                        ORIE_FOND=_F( PFON_INI = (0., -2., 0.),
                                       VECT_ORIE = (0., 0., -1.),
                                       PT_ORIGIN = (2., 0., 0.) ),
                        INFO=3,
                        )
```

Page laissée intentionnellement blanche.