Structures de données FOND_FISS

Résumé :

Ce document décrit la structure de données fond_fiss produite par l'opérateur DEFI_FOND_FISS [U4.82.01] et utilisée par les opérateurs de mécanique de la rupture CALC_G [U4.82.03] et POST_K1_K2_K3 [U4.82.05].

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

1 Généralités

Un objet de type fond_fiss décrit un fond de fissure d'un maillage 3D ou 2D (dans ce cas, le fond de fissure est réduit à un nœud). Ce concept est obligatoirement produit par l'opérateur DEFI_FOND_FISS [U4.82.01].

2 Relations avec les autres structures de données

Un concept fond_fiss est défini sur un maillage, par l'intermédiaire des entités NOEUD, GROUP_NO, MAILLE, GROUP_MA décrivant la fissure.

3 Arborescence de la structure de données fond_fiss

```
fond_fiss (K8)   :: =  record

   ♦  '.INFO'             :  S  V  K8
   ♦  '.FONDFISS'         :  S  V  R
   ♦  '.FOND.TYPE'        :  S  V  K8

   #si le fond est défini par un seul groupe de nœuds ou de mailles
   ◊  '.FOND.NOEU'        :  S  V  K8

   #Si le fond est défini sur la grille auxiliaire
   ◊  '.FONDFISG'         :  S  V  R

   #Si CONFIG_INIT='DECOLLEE' dans DEFI_FOND_FISS
   ◊  '.NORMALE'          :  S  V  R

   #Si CONFIG_INIT='COLLEE' dans DEFI_FOND_FISS
   ◊  '.BASEFOND'         :  S  V  R
   ◊  '.LTNO'             :  CHAM_NO
   ◊  '.LNNO'             :  CHAM_NO
   ◊  '.BASLOC'           :  CHAM_NO
   ◊  '.FOND.TAILLE_R'    :  S  V  R

   ◊  '.DTAN_ORIGINE'     :  S  V  R
   ◊  '.DTAN_EXTREMITE'   :  S  V  R

   #Si LEVRESUP est présent dans DEFI_FOND_FISS
   ◊  '.LEVRESUP.MAIL'    :  S  V  K8
   ◊  '.SUPNORM.NOEU'     :  S  V  K8

   #Si LEVRESUP est présent dans DEFI_FOND_FISS
   ◊  '.LEVREINF.MAIL'    :  S  V  K8
   ◊  '.INFNORM.NOEU'     :  S  V  K8
```


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

4 Contenu des objets JEVEUX de base

'.INFO'	:	Vecteur (K8) contenant des informations sur la fissure
'.FOND.NOEU'	:	vecteur (K8) contenant la liste des N nœuds ordonnés du fond de fissure
'.FONDFISS'	:	vecteur de réels contenant les coordonnées ainsi que les abscisses curvilignes des nœuds du fond.
'.FOND.TYPE'	:	Chaîne de caractères (K8) décrivant le type de maille en fond de fissure
'.FONDFISG'	:	vecteur de réels contenant les coordonnées ainsi que les abscisses curvilignes des nœuds du fond sur la grille auxiliaire.
'.BASEFOND'	:	vecteur de 2*DIM*N réels contenant les composantes du vecteur normal au plan moyen des lèvres puis du vecteur de propagation de la fissure, localement à chaque nœud du fond de fissure.
'.NORMALE'	:	vecteur de 3 réels contenant les composantes (n_x, n_y, n_z) de la normale au plan des lèvres (cas d'une fissure plane) (voir convention de signe en [U4.82.01 §3.4])
'.DTAN_ORIGINE'	:	vecteur de 3 réels contenant les composantes de la tangente à la structure à l'origine du fond de fissure, dans le plan des lèvres (voir convention de signe en [U4.82.01 §3.5])
'.DTAN_EXTREMITE'	:	même chose que .dtan_origine à l'extrémité du fond de fissure
'.BASLOC'	:	champ aux nœuds (CHAM_NO) contenant l'origine et les vecteurs de la base locale au fond de fissure
'.LTNO'	:	champ aux nœuds (CHAM_NO) scalaire qui contient pour chaque nœud du maillage la valeur réelle de la level set tangente à la fissure.
'.LTNO'	:	champ aux nœuds (CHAM_NO) scalaire qui contient pour chaque nœud du maillage la valeur réelle de la level set normale à la fissure.
'.LEVRESUP.MAIL'	:	vecteur (K8) contenant la liste des mailles de la lèvre supérieure de la fissure
'.LEVREINF.MAIL'	:	vecteur (K8) contenant la liste des mailles de la lèvre inférieure de la fissure
'.SUPNORM.NOEU'	:	vecteur (K8) contenant la liste des nœuds de la lèvre supérieure sur la direction normale au fond de fissure
'.INFNORM.NOEU'	:	vecteur (K8) contenant la liste des nœuds de la lèvre inférieure sur la direction normale au fond de fissure
'.FOND.TAILLE_R'	:	vecteur de réels contenant pour chacun des nœuds du fond, une estimation de la taille suivant la direction radiale, des mailles qui leur sont connectées.

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

5 Contenu des objets de la sd_fond_fiss

5.1 Généralités

5.1.1 .INFO

Vecteur de K8 de longueur 3 :
V(1) contient la valeur du mot-clé CONFIG_INIT de DEFI_FOND_FISS : 'DECOLLEE' ou 'COLLEE'
V(2) contient la valeur du mot-clé SYME de DEFI_FOND_FISS : 'OUI' ou 'NON'
V(3) précise si le fond est ouvert ou fermé : 'OUVERT' ou 'FERME'

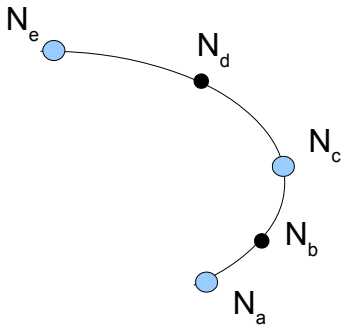
5.2 Description des entités du fond de fissure

La liste des noms des nœuds ordonnés du fond de fissure est donnée par le vecteur .FOND.NOEUD. Le fond est constitué d'un ensemble de nœuds contigus dans un élément.

5.2.1 .FOND.NOEUD

Ce vecteur contient l'ensemble des nœuds décrivant le fond de fissure. Ces nœuds constituent l'intersection des nœuds des lèvres inférieure et supérieure.

Dans le cas quadratique, la convention de l'ordonnancement des nœuds n'est pas la même que dans la connexité des mailles. Autrement dit, celle-ci ne tient pas compte du fait que le nœud est sommet ou pas. Par exemple, si les nœuds N_a, N_c et N_e sont des nœuds sommets, le vecteur .FOND .NOEU sera :
$(N_a, N_b, N_c, N_d, N_e,)$



5.2.2 .FONDFISS

Le vecteur .FONDFISS est un vecteur de réels contenant les coordonnées des noeuds du fond de fissure. Les points sont ordonnés suivant l'ordre donné dans .FOND.NOEUD de manière à ce qu'une abscisse curviligne puisse être définie.
Si NFON est le nombre de noeuds du fond de fissure, alors la longueur du vecteur .FONDFISS est 4xNFON. Pour chaque point du fond de fissure, les 3 premières composantes correspondent aux 3 coordonnées (en 3D) du point, et la quatrième composante est son abscisse curviligne.
Cette structure n'est pas modifiée en 2D. Cependant on utilise uniquement les 2 premières composantes, car ni l'abscisse curviligne ni la dernière composante géométrique ne sont pertinentes en 2D.
En 3D, lorsque le fond est fermé, le dernier point est égal au premier. Les 4 derniers termes du vecteur .FONDFISS sont alors identiques aux 4 premiers.

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

5.2.3 .FONDFISG

Le vecteur .FONDFISG est un vecteur de réels contenant les coordonnées des noeuds du fond de fissure défini sur la grille auxiliaire.
Si NFON est le nombre de noeuds du fond de fissure sur la grille auxiliaire, alors la longueur du vecteur .FONDFISG est 4xNFON. Pour chaque point du fond de fissure, les 3 premières composantes correspondent aux 3 coordonnées (en 3D) du point, et la quatrième composante est son abscisse curviligne.
Cette structure est créée uniquement lorsque l'on utilise les méthodes Upwind ou Simplexe en 3D pour la mise à jour des level sets.

5.2.4 .FOND.TYPE

En 3D, cette chaîne de caractères vaut :

Si le fond a été défini par un groupe de mailles :
- 'SEG2' si les mailles sont toutes linéaires.
- 'SEG3' sinon

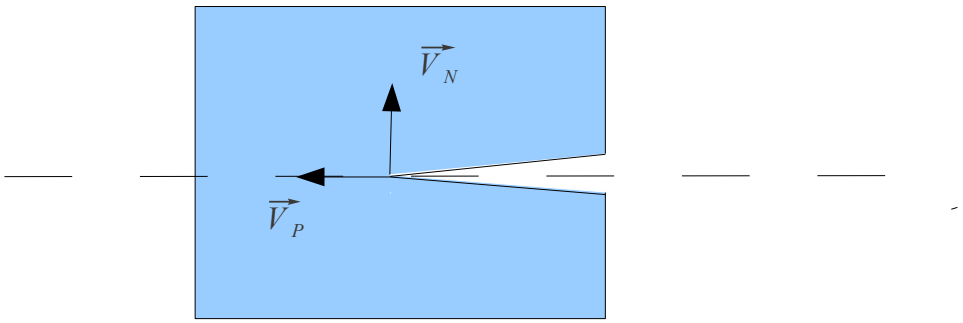
Si le fond a été défini par un groupe de noeuds :
- 'NOE2' si les mailles connectées au fond de fissure sont toutes linéaires.
- 'NOE3' sinon

En 2D, cette chaîne de caractères vaut : ' '

5.3 Description des repères liés au fond de fissure

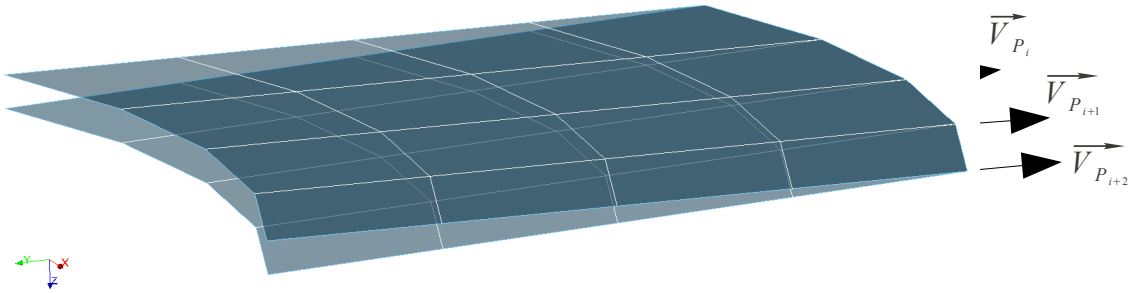
5.3.1 .BASEFOND

En 2D, le vecteur .BASEFOND est constitué de 4 composantes réelles. Les deux premières sont celles du vecteur de propagation de la fissure $\overrightarrow{V_P}$. Les deux dernières constituent la normale $\overrightarrow{V_N}$.



En 3D, le vecteur .BASEFOND est constitué de 6 composantes réelles par nœud du fond de fissure. Pour chaque nœud N_i, les trois premières composantes sont celles du vecteur de propagation local $\overrightarrow{V_{P_i}}$ au fond de fissure et les trois suivantes sont celles du vecteur normal au plan moyen de la fissure $\overrightarrow{V_{N_i}}$.

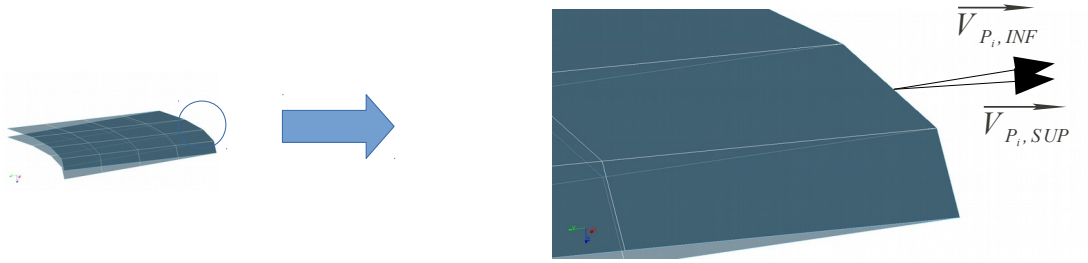
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)



Dans un premier temps, les bases locales sont construites par couple de nœuds sommet en fond de fissure autrement dit par segment que l'on notera E_i . Pour chaque face contenant E_i et appartenant aux lèvres supérieure et inférieure, on calcule le vecteur orthogonal à E_i et dans le plan de la face et le vecteur normal à la face. Ainsi, nous obtenons deux couples de vecteurs :

- ($\overrightarrow{V}_{P_i,SUP}$, $\overrightarrow{V}_{N_i,SUP}$) pour la face supérieure
- ($\overrightarrow{V}_{P_i,INF}$, $\overrightarrow{V}_{N_i,INF}$) pour la face inférieure.

Les vecteurs $\overrightarrow{V}_{N_i,SUP}$, $\overrightarrow{V}_{N_i,INF}$ ont même sens : ils sont orientés tels que le trièdre ($\overrightarrow{V}_{P_i,SUP}$, $\overrightarrow{V}_{E_i}$, $\overrightarrow{V}_{N_i,SUP}$) soit direct avec $\overrightarrow{V}_{E_i}$ vecteur orienté suivant l'ordonnancement des nœuds du fond.



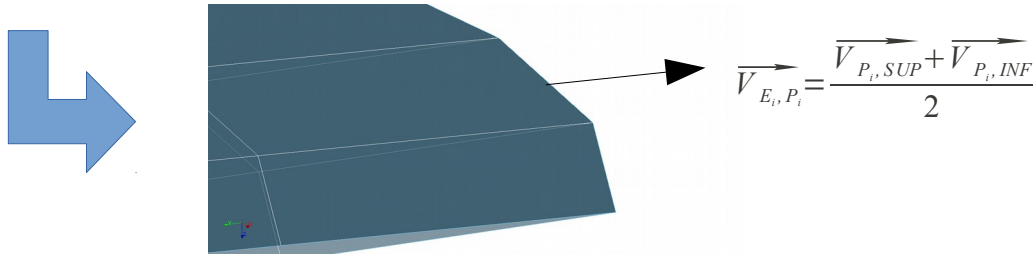
La base locale est calculée comme moyenne arithmétique des vecteurs obtenus. Autrement dit, le vecteur de propagation localement au segment E_i est calculé par l'expression suivante :

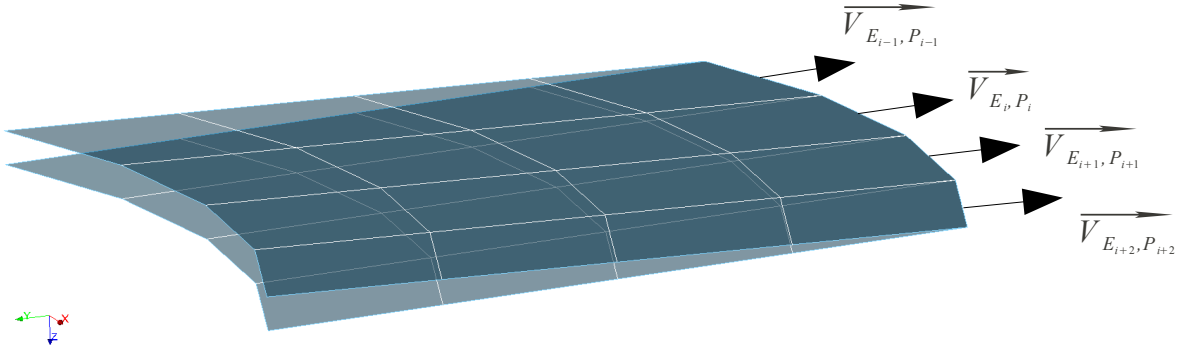
$$\overrightarrow{V}_{E_i,P_i}=\frac{\overrightarrow{V}_{P_i,SUP}+\overrightarrow{V}_{P_i,INF}}{2}$$

et le vecteur normal localement au segment E_i est calculé par l'expression suivante :

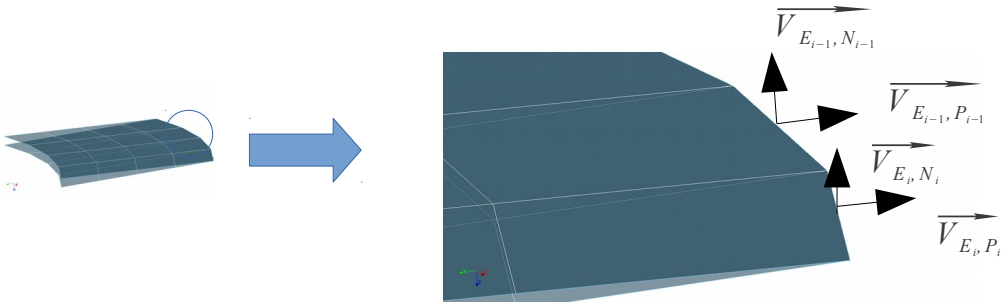
$$\overrightarrow{V}_{E_i,N_i}=\frac{\overrightarrow{V}_{N_i,SUP}+\overrightarrow{V}_{N_i,INF}}{2}$$

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



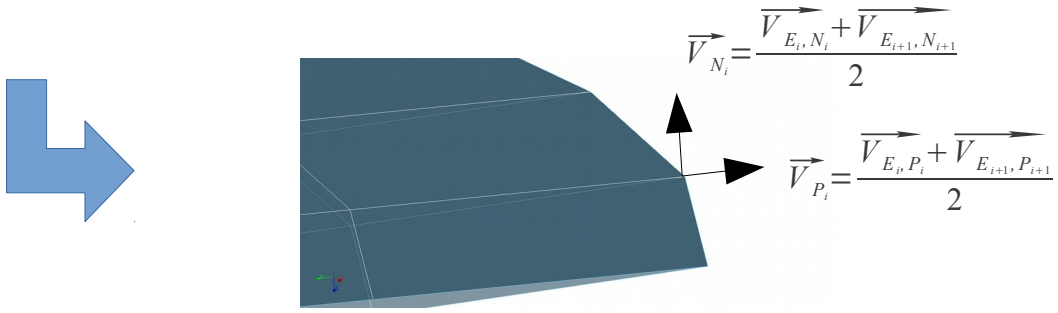


Ainsi, on obtient une base locale par élément en fond de fissure.



Dans un second temps, la base locale d'un nœud sommet est calculée comme étant la moyenne arithmétique des composantes des vecteurs des bases des éléments connexes en ce nœud. Pour les nœuds-sommets placés aux extrémités, on reporte les bases calculées aux éléments extrémités.

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



En 3D, lorsque le fond est fermé, le dernier point est égal au premier. Les 4 derniers termes du vecteur .BASEFOND sont alors identiques aux 4 premiers.

5.3.2 .NORMALE

Ce vecteur contient 3 réels qui constituent les composantes (n_x, n_y, n_z) de la normale au plan des lèvres (cas d'une fissure plane) (voir convention de signe en [U4.82.01 §3.4])

5.3.3 .DTAN.ORIGINE

Ce vecteur contient 3 réels qui constituent les composantes de la tangente à la structure à l'origine du fond de fissure, dans le plan des lèvres (voir convention de signe en [U4.82.01 §3.5]). Dans le cas de symétrie par rapport au plan moyen de la fissure et donc d'indétermination du sens de propagation de la fissure, cette information est utilisée pour définir le sens.

5.3.4 .DTAN.EXTREMITE

Ce vecteur contient 3 réels qui constituent les composantes de la tangente à la structure à l'origine du fond de fissure, dans le plan des lèvres (voir convention de signe en [U4.82.01 §3.5])

5.3.5 .LTNO et .LNNO

Le concept .LTNO (resp. .LNNO) est un champ aux nœuds (CHAM_NO) scalaire qui contient pour chaque nœud du maillage la valeur réelle de la level set tangente (resp. normale) à la fissure.

5.3.6 .BASLOC

Le concept .BASLOC est un champ aux nœuds (CHAM_NO) à 9 composantes réelles (en 3D). Il contient l'origine et les vecteurs de la BASe LOCale au fond de fissure. Pour chaque nœud, les trois premières composantes sont les coordonnées du projeté du nœud sur le fond, qui correspond à l'origine de la base locale. Les trois composantes suivantes sont les coordonnées du 1er vecteur de la base : vecteur de direction de propagation. Ce vecteur sera noté GRLT. Les trois dernières composantes sont les cordonnées du 2ème vecteur de la base : vecteur normal à la surface de la fissure, orienté de la lèvre inférieure vers la lèvre supérieure si LEVRE_SUP est défini dans DEFI_FOND_FISS. Ce vecteur sera noté GRLN. Le 3ème vecteur de la base n'est pas stocké, car il se détermine facilement comme étant le produit vectoriel des 2 premiers vecteurs.

```
V =.BASLOC(i);
```

V(1)	Coordonnée suivant x du projeté du nœud i sur le fond
V(2)	Coordonnée suivant y du projeté du nœud i sur le fond
V(3)	Coordonnée suivant z du projeté du nœud i sur le fond
V(4)	Coordonnée suivant x du 1er vecteur de la base locale

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

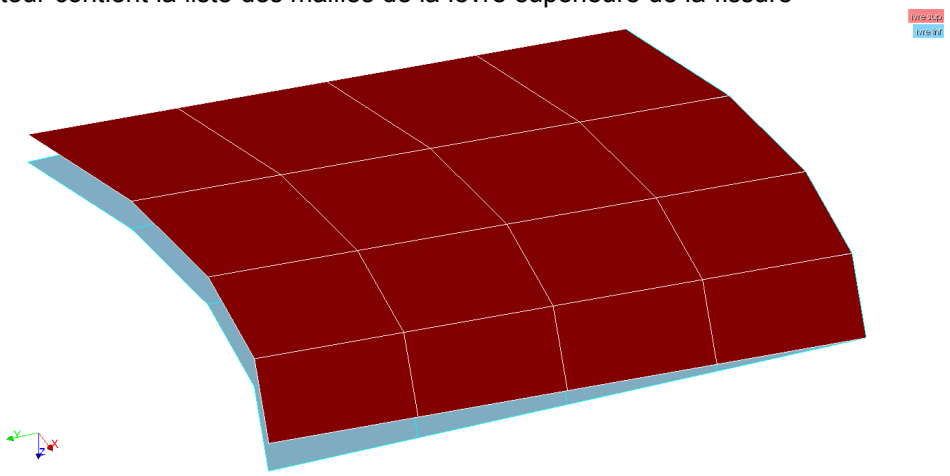
V(5)	Coordonnée suivant y du 1er vecteur de la base locale
V(6)	Coordonnée suivant z du 1er vecteur de la base locale
V(7)	Coordonnée suivant x du 2ème vecteur de la base locale
V(8)	Coordonnée suivant y du 2ème vecteur de la base locale
V(9)	Coordonnée suivant z du 2ème vecteur de la base locale

En 2D, on a seulement 2 composantes suivant x et y, soient 6 composantes pour BASLOC. En 2D, il n'y a qu'un seul nœud au fond de fissure, donc tous les nœuds du maillage possèdent le même projeté sur le fond de fissure et les mêmes vecteurs GRLT et GRLN.

5.4 Description des lèvres

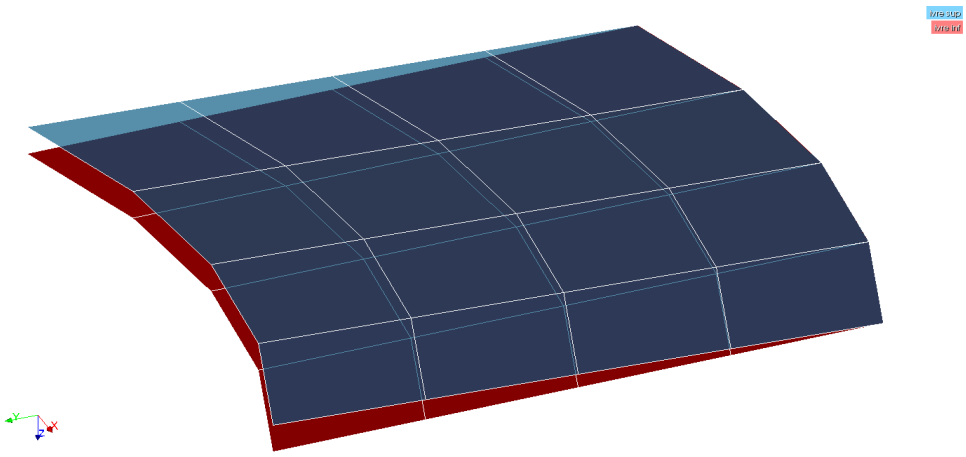
5.4.1 .LEVRESUP .MAIL

Ce vecteur contient la liste des mailles de la lèvre supérieure de la fissure



5.4.2 .LEVREINF.MAIL

Ce vecteur contient la liste des mailles de la lèvre inférieure de la fissure



5.4.3 .SUPNORM.NOEU

Ce vecteur contient la liste des nœuds de la lèvre supérieure sur la direction normale au fond de fissure.

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

5.4.4 .INFNORM.NOEU

Ce vecteur contient la liste des nœuds de la lèvre inférieure sur la direction normale au fond de fissure.

5.4.5 .FOND.TAILLE_R

Ce vecteur contient pour chacun des nœuds du fond, une estimation de la taille maximale suivant la direction de propagation, des mailles qui leur sont connectées. Ces tailles sont ordonnées suivant l'ordre des nœuds donné dans .FOND.NOEU.

On note $\overrightarrow{V_{P_i}}$ le vecteur de propagation de la base locale au nœud du fond N_i et $\vec{a}_{ij}$ la $j^{\text{ème}}$ arête connectée au nœud N_i.
Pour chaque nœud du fond N_i, on projette les arêtes $\vec{a}_{ij}$ sur le vecteur de direction de propagation $\overrightarrow{V_{P_i}}$. La taille maximale T_i des mailles connectées à N_i est la valeur maximale des valeurs absolues de ses projections. Autrement dit, la taille T_i est égale à

$$T_i = \max_{1 \le j \le Nb_{arêtes,i}} \left(\left| \vec{a}_{ij} . \overrightarrow{V_{P_i}} \right| \right) ,$$

où $Nb_{arêtes,i}$ est le nombre d'arêtes connectées au nœud N_i.

Les arêtes doivent faire un angle inférieur à $70°$ avec le vecteur de direction de propagation $\overrightarrow{V_{P_i}}$ pour y être projetées. Dans le cas contraire elles sont ignorées. Pour un nœud N_i, si aucune arête ne vérifie cette condition, une alarme est émise et la taille T_i est nulle.

Lorsque les éléments connectés au fond de fissure sont quadratiques, les segments du fond de fissure contiennent un nœud en leur milieu. Pour chacun de ces segments, la taille de maille attribuée à son nœud milieu, est la moyenne des tailles calculées à ses nœuds sommets.

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