

Manuel d'Utilisation
Fascicule U4.8- : Post-traitement et analyses dédiées
Document : U4.82.05

Opérateur POST_K1_K2_K3

1 But

Calculer les facteurs d'intensité des contraintes en 2D et 3D pour des fissures planes.

Cet opérateur permet de calculer K1, K2 en 2D (plan et axisymétrique) et K3 en 3D par extrapolation des sauts de déplacements sur les lèvres de la fissure. Cette méthode n'est applicable qu'au cas des fissures planes, dans des matériaux homogènes et isotropes. La méthode utilisée est moins précise que la méthode des fonctions singulières duales (G_K1_K2 [U4.82.03]). Mais elle permet d'obtenir des valeurs approchées des facteurs d'intensité des contraintes dans les cas 3D et axisymétrique, pour lesquels la méthode des fonctions singulières duales n'est pas opérationnelle.

Produit un concept de type `table`.

2 Syntaxe

```

tk [table] = POST_K1_K2_K3      (

    ♦  MODELISATION =      /   '3D',
                               /   'AXIS',
                               /   'D_PLAN',
                               /   'C_PLAN',

    ♦  MATER =              mat ,                                [matériau]

    ♦  /      RESULTAT =      resu,                               /   [evol_elas]
                                                    /   [evol_noli]

        /  ♦  TABL_DEPL_SUP =      tdsup,                        [table]
            ♦  TABL_DEPL_INF =      tdinf,                        [table]

    ◇  /  TOUT_ORDRE   =   'OUI',
        /  NUME_ORDRE  =   lnuor,                                [L_I]
        /  LIST_ORDRE  =   lnuor,                                [listis]
        /  INST        =   l_inst,                                [l_R]
        ◇  PRECISION =   1.E-6,                                [DEFAULT]
                               prec,
        ◇  CRITERE    =   /   'RELATIF',                        [DEFAULT]
                               /   'ABSOLU' ,
        /  LIST_INST   =   l_inst,                                [listR8]
        ◇  PRECISION =   1.E-6,                                [DEFAULT]
                               prec,
        ◇  CRITERE    =   /   'RELATIF',                        [DEFAULT]
                               /   'ABSOLU' ,

    ◇  ABSC_CURV_MAXI=      dmax,                                [R]

    ♦  VECT_K1 =            (y1, y2, y3),                        [R]

    ◇  /  FOND_FISS =      fond,                                [fond_fiss]
        ◇  /  | NOEUD      =   noeud,                            [l_noeud]
            | GROUP_NO    =   gr_noeud,                          [l_gr_noeud]
            /  | SANS_NOEUD =   noeud,                            [l_noeud]
            | SANS_GROUP_NO=   gr_noeud,                          [l_gr_noeud]

        ♦  MAILLAGE  =   ma,                                    [maillage]
        ◇  PRECISION =   /   0.001,                              [DEFAULT]
                               /   epsi,                          [R]

    ◇  TITRE = titre,                                           [l_Kn]

    ◇  INFO =      /   1,                                       [DEFAULT]
                    /   2,
                    )

```

3 Opérandes

3.1 Opérande MODELISATION

◆ MODELISATION = / '3D',
/ 'AXIS',
/ 'D_PLAN',
/ 'C_PLAN',

Permet de définir le type de calcul à effectuer : 3D (auquel cas on calculera K3) ou 2D. Cette modélisation doit être cohérente avec le modèle utilisé pour le calcul des déplacements.

3.2 Opérande MATER

◆ MATER = mat , [matériau]

Concept de type matériau contenant les caractéristiques élastiques du matériau fissuré (on utilise le mot-clé ELAS de DEFI_MATERIAU et pas ELAS_FO : on ne prend pas en compte les variations des paramètres avec la température). Le matériau doit être homogène, isotrope et élastique linéaire.

3.3 Opérandes TABL_DEPL_SUP / TABL_DEPL_INF / RESULTAT

◆ / RESULTAT = resu,
/ ◆ TABL_DEPL_SUP = tdsup, [table]
◆ TABL_DEPL_INF = tdinf, [table]

Concepts de type table issus de POST_RELEVE_T contenant les déplacements des nœuds de la lèvre supérieure (tdsup) et ceux de la lèvre inférieure (tdinf).

En 2D, ces lèvres sont des segments de droites. Tdsup et tdinf contiennent donc les valeurs des deux composantes du déplacement sur chacune des lèvres supérieure et inférieure.

En 3D, tdsup et tdinf contiennent les déplacements de tous les nœuds des plans représentant les lèvres supérieure et inférieure.

Pour éviter d'extraire les déplacements par POST_RELEVE_T, il est possible de fournir directement un concept resultat (mot clé RESULTAT).

3.4 Opérandes INST, LIST_INST, TOUT_ORDRE, NUME_ORDRE, LIST_ORDRE

Cf. [U4.71.00].

3.5 Opérande ABSC_CURV_MAXI

◆ ABSC_CURV_MAXI = dmax [R]

Distance maximum de calcul des facteurs d'intensité des contraintes à partir du fond de fissure. En pratique, la précision des résultats est moins bonne si on se situe très loin du fond de fissure [R7.02.08]. Il est donc conseillé de choisir dmax la plus petite possible (de l'ordre de 3 à 4 éléments, ou encore de l'ordre du rayon du maillage rayonnant, le cas échéant).

3.6 Opérande VECT_K1

♦ $VECT_K1 = (y1, y2, y3)$ [R]

POST_K1_K2_K3 fonctionne pour une fissure plane et effectue le calcul des facteurs d'intensité des contraintes dans le plan normal à chaque nœud du fond de fissure. Pour le calcul des facteurs d'intensité des contraintes, on définit un repère local pour chaque nœud du fond de fissure de la façon suivante :

Axe X1 : vecteur normal au plan de la fissure

Axe X2 : vecteur normal au fond de fissure

Axe X3 : vecteur tangent au fond de fissure

Les déplacements dans ce repère local nous permettent de calculer

K1 : mode I d'ouverture,
discontinuité de déplacement suivant l'axe X1

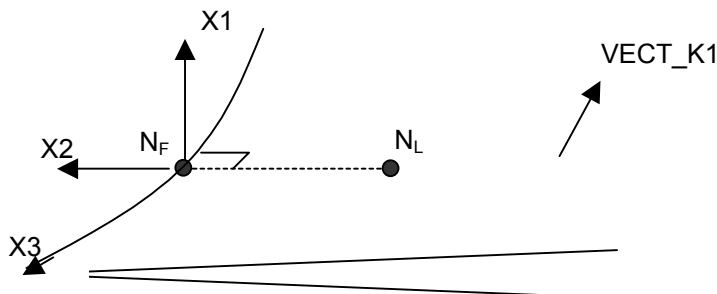
K2 : mode II de cisaillement plan,
discontinuité de déplacement suivant l'axe X2

K3 : mode III de cisaillement antiplan,
discontinuité de déplacement suivant l'axe X3

* L'axe X2 est déterminé par l'orientation du vecteur reliant un nœud (N_L) situé sur une des faces de la fissure vers le nœud du fond de fissure, dans le plan normal à ce nœud (N_F),

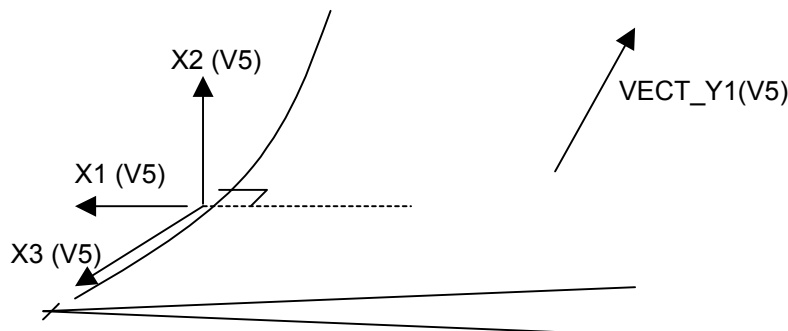
* L'axe X1 est déduit de l'axe fourni par l'utilisateur par le mot clé VECT_K1. X1 doit être l'axe normal au plan de la fissure, afin d'aider l'utilisateur à définir cet axe, on détermine l'axe X1 en projetant ce vecteur (VECT_K1) sur le plan orthogonal à l'axe X2 VECT_K1.

* L'axe X3 est déterminé par le produit vectoriel (axe X1, axe X2)



Remarque :

La définition du repère local à chaque nœud du fond de fissure a été modifiée par rapport à la version 5. En version 5, le mot clé VECT_Y définissait le vecteur X2, le vecteur X3 était défini par le sens de parcours de la ligne correspondant au fond de fissure, et le vecteur X1 complétait le trièdre :



3.7 Opérandes FOND_FISS / MAILLAGE / PREC_VIS_A_VIS / NOEUD / GROUP_NO / SANS_NOEUD / SANS_GROUP_NO

```

◇ / FOND_FISS= fond, [fond_fiss]
    ♦ MAILLAGE = ma, [maillage]
    ◇ PREC_VIS_A_VIS = / 1.D-1, [DEFAULT]
                        / epsi, [R]
◇ / | NOEUD = noeu, [l_noeud]
    | GROUP_NO = gr_noeu, [l_gr_noeud]
/ | SANS_NOEUD = noeu, [l_noeud]
  | SANS_GROUP_NO = gr_noeu, [l_gr_noeud]

```

Pour une modélisation 3D, il est possible d'automatiser pour chaque nœud du fond de fissure la recherche des nœuds situés sur des segments normaux au fond de fissure et appartenant aux lèvres supérieure et inférieure, puis d'effectuer le calcul des facteurs d'intensité des contraintes. On obtient donc dans la table t_k les valeurs de K1, K2 et K3 pour chaque nœud du fond de fissure.

Il faut pour cela fournir un concept `fond_fiss` créé par la commande `DEFI_FOND_FISS`, ainsi qu'une précision pour la recherche géométrique des nœuds situés sur les normales aux différents nœuds du fond de fissure. Il faut également fournir le nom du maillage sur lequel on effectue le post traitement.

L'utilisateur a la possibilité de sélectionner ces nœuds du fond de fissure (mots clés `NOEUD` et `GROUP_NO`) ou d'exclure des nœuds du fond de fissure (mots clés `SANS_NOEUD` et `SANS_GROUP_NO`). Par défaut l'opérateur traite tous les nœuds du fond de fissure.

Lors de la recherche automatique pour chaque nœud du fond de fissure, l'opérateur recherche les nœuds dont la distance à la droite perpendiculaire au fond de fissure est inférieure à la précision fournie (mot clé `PREC_VIS_A_VIS`). Cette précision est relative.

3.8 Opérande INFO

```

◇ INFO = / 1, [DEFAULT]
          / 2,

```

Niveau de messages dans le fichier message : si `INFO` vaut 2, on fournit la liste de toutes les valeurs calculées pour tous les nœuds traités.

3.9 Opérande TITRE

```

◇ TITRE = titre,
Titre que l'on veut donner au résultat de la commande.

```

4 Précautions et conseils d'utilisation

Les hypothèses nécessaires à la validité de cette méthode sont :

- 1) la fissure est plane,
- 2) le comportement est élastique, linéaire, isotrope et homogène et la structure est isotherme,
- 3) on se place dans un plan normal au fond de fissure, supposé suffisamment régulier.

En pratique, le maillage devra comporter suffisamment de nœuds perpendiculairement au fond de fissure. D'autre part, les résultats sont nettement améliorés si dans le cas où le maillage est composé d'éléments quadratiques, on déplace les nœuds milieux (des arêtes qui touchent le fond de fissure), au quart de ces arêtes en les rapprochant du fond de fissure. Ceci est possible grâce au mot clé `MODI_MAILLE` (option 'NOEUD_QUART') de la commande `MODI_MAILLAGE` [U4.23.04].

La méthode utilisée est moins précise que la méthode des fonctions singulières duales [R7.02.05]. On peut toutefois se faire une idée de la précision des résultats en comparant la valeur de G (fournie dans la table résultat et calculée à partir de $K1$, $K2$ et $K3$ par la formule d'Irwin) avec celle obtenue avec `CALC_G_THETA_T` [U4.82.03].

En fait, trois méthodes sont systématiquement utilisées pour réaliser le calcul [R7.02.08] :

- Méthode 1 : on calcule le saut du champ de déplacements au carré et on le divise par r . Différentes valeurs de $K1$ (resp. $K2$, $K3$) sont obtenues (à un facteur multiplicatif près) par extrapolation en $r = 0$ des segments de droites ainsi obtenus.
- Méthode 2 : on trace le saut du champ de déplacements au carré en fonction de r . Les approximations de $K1$ sont (toujours à un facteur multiplicatif près) égales à la pente des segments reliant l'origine aux différents points de la courbe.
- Méthode 3 : on calcule le facteur d'intensité de contrainte à partir du champ de déplacement par recalage (moindres carrés) : pour un facteur d'intensité de contrainte K soit u le champ de déplacement selon le repère local de la fissure, on définit donc un K approximé au sens des moindres carrés sur le segment de longueur r_m (le rayon de la couronne externe).

Les résultats obtenus sont donc fournis pour chacune de ces méthodes, et apparaissent dans la table résultat.

En 2D, les lèvres sont des segments de droites, et les nœuds doivent être ordonnés (du fond de fissure vers la lèvre de fissure).

5 Exemple

Fissure circulaire dans un bloc 3D (test SSLV134D).

```
MA = LIRE_MALLAGE()
```

LEVINF1, LEVINFS sont les groupes contenant les mailles surfaciques situées sur les lèvres supérieure et inférieure de la fissure. On crée les groupes de nœuds associés :

```
MA = DEFI_GROUP ( MAILLAGE = MA,
                  CREA_GROUP_NO = _F( GROUP_MA= ('LEVINF1','LEVINFS',) ) )
```

Déplacement des nœuds au quart des arêtes :

```
MA = MODI_MALLAGE ( MAILLAGE = MA, reuse = MA,
                    MODI_MAILLE = _F( OPTION = 'NOEUD_QUART',
                                       GROUP_MA_FOND = 'LFF1' ) )
```

calcul avec MECA_STATIQUE....

```
FISS = DEFI_FOND_FISS ( MAILLAGE = MA,
                        FOND = _F ( GROUP_MA = 'LFF1',
                                   GROUP_NO_ORIG = 'NFF1',
                                   GROUP_NO_EXTR = 'NFF2',
                                   ),
                        LEVRE_SUP = _F ( GROUP_MA = 'LEVINFS' ),
                        LEVRE_INF = _F ( GROUP_MA = 'LEVINF1' ),
                        DTAN_ORIG = ( 1. , 0. , 0. ),
                        DTAN_EXTR = ( 0. , 1. , 0. ) )

DEP_SUP = POST_RELEVE_T( ACTION = _F( INTITULE = 'TAB_SUP',
                                       GROUP_NO = 'LEVINFS',
                                       RESULTAT = RESU1,
                                       NOM_CHAM = 'DEPL',
                                       NOM_CMP = ('DX' 'DY' 'DZ'),
                                       OPERATION= 'EXTRACTION' ) )

DEP_INF = POST_RELEVE_T( ACTION = _F( INTITULE = 'TAB_INF',
                                       GROUP_NO = 'LEVINF1',
                                       RESULTAT = RESU1,
                                       NOM_CHAM = 'DEPL',
                                       NOM_CMP = ('DX' 'DY' 'DZ'),
                                       OPERATION= 'EXTRACTION' ) )

TABK1K3 = POST_K1_K2_K3 ( MODELISATION = '3D', INFO=2,
                          FOND_FISS = FISS,
                          MAILLAGE = MA,
                          MATER = MAT,
                          TABL_DEPL_SUP = DEP_SUP,
                          TABL_DEPL_INF = DEP_INF,
                          ABSC_CURV_MAXI = 0.539,
                          REPERE = 'LOCAL',
                          VECT_Y = (0. 0. 1.) )
```

Page laissée intentionnellement blanche.