Opérateur POST_K_BETA

1 But

Analyse de nocivité de défaut par la méthode K-bêta pour les défauts de type elliptique ou semi-elliptique situés sous le revêtement des cuves des réacteurs à eau pressurisée.

L'objectif de cette méthode est d'évaluer sur un maillage sain (sans défaut maillé) et en post-traitement d'une étude mécanique (axisymétrique ou 3D) en élasticité linéaire, le facteur d'intensité des contraintes élasto-plastique au niveau de chacune des deux pointes du défaut, c'est-à-dire au niveau de la pointe côté revêtement et au niveau de la pointe côté métal de base. Les grandeurs obtenues en sortie de cette méthode peuvent alors être utilisées pour déterminer par la suite les facteurs de marge vis-à-vis de la rupture par comparaison avec la ténacité critique du mode de rupture envisagé au niveau de la pointe du défaut considérée.

POST_K_BETA calcule dans un premier temps le facteur d'intensité de contraintes élastique aux deux pointes du défaut, à l'aide des contraintes aux nœuds issues de la résolution mécanique et des contraintes résiduelles données par l'utilisateur. Puis, dans un second temps, l'opérateur calcule le facteur d'intensité des contraintes corrigé plastiquement à partir de son équivalent élastique via la méthode dite de la «correction β ». Cette méthode est spécifique aux défauts sous revêtement collés à l'interface ou légèrement décalés (côté revêtement ou côté métal de base) par rapport à l'interface et permet de tenir compte de l'influence sur le défaut du phénomène de plastification se produisant au niveau de la pointe côté revêtement et de la pointe côté métal de base [R7.02.10].

Produit un concept de type table_sdaster.

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

2 Syntaxe

```
tk [table_sdaster]  =  POST_K_BETA  (

          ♦  MAILLAGE  =  ma,                              [maillage]

          ♦  MATER_REV =  mat_rev,                            [materiau]

          ♦  EPAIS_REV =  epais_rev,                       [R]

          ◊  MATER_MDB =  mat_mdb,                            [materiau]

          ◊  EPAIS_MDB =  epais_mdb,                       [R]

          ♦  FISSURE   =  _F  (
                     ♦  FORM_FISS     =  /    ' ELLIPSE ', [DEFAUT]
                                         /    ' SEMI_ELLIPSE ',
                     ◊  DECALAGE      =  /  -2.10 -4,  [DEFAUT]
                                         /décalage,    [R]
                     ♦  PROFONDEUR    =  profondeur,   [R]
                     ♦  LONGUEUR      =  longueur,     [R]
                     ♦  ORIENTATION   =  /    ' CIRC ',
                                         /    ' LONGI ',
                     ),

          ♦  K1D       =  _F  (
                     ◊  TABL_MECA_REV=  table_rev,    [table_sdaster]
                     ♦  TABL_MECA_MDB=  table_mdb,    [table_sdaster]
                     ♦  TABL_THER     =  table_ther,  [table_sdaster]
                     ♦  INTITULE      =  intitulé,    [K]
                     ),

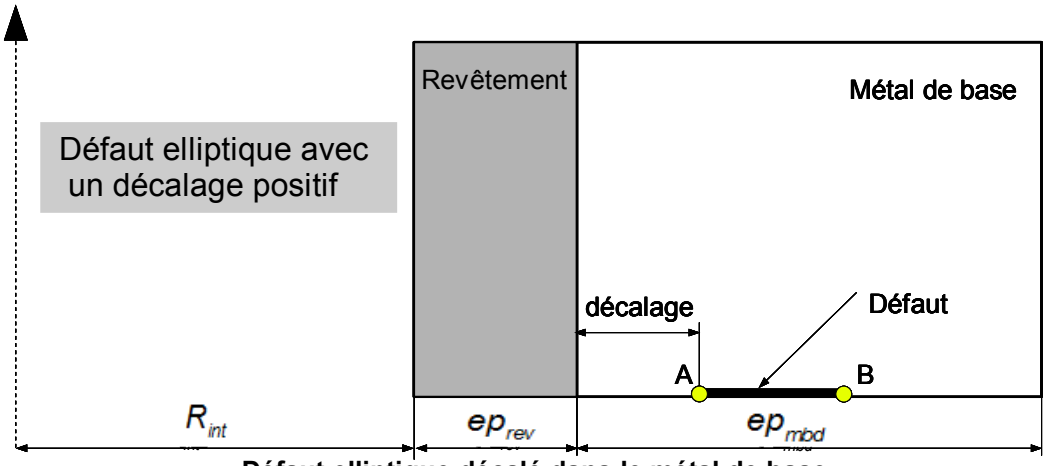
          ◊  TITRE     =  titre,                           [l_K]
                                   );
```


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

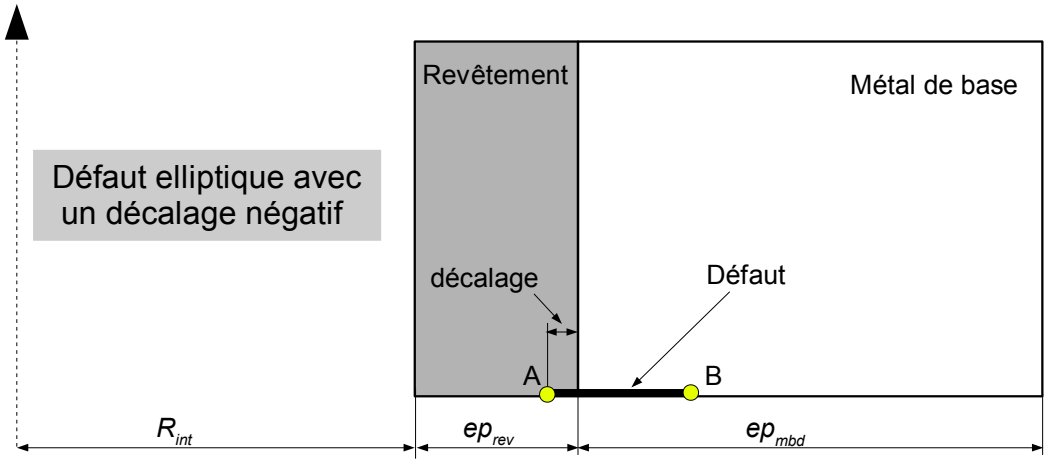
3 Opérandes

L'opérateur POST_K_BETA peut-être utilisé dans le cadre de modélisations axisymétriques ou tridimensionnelles.

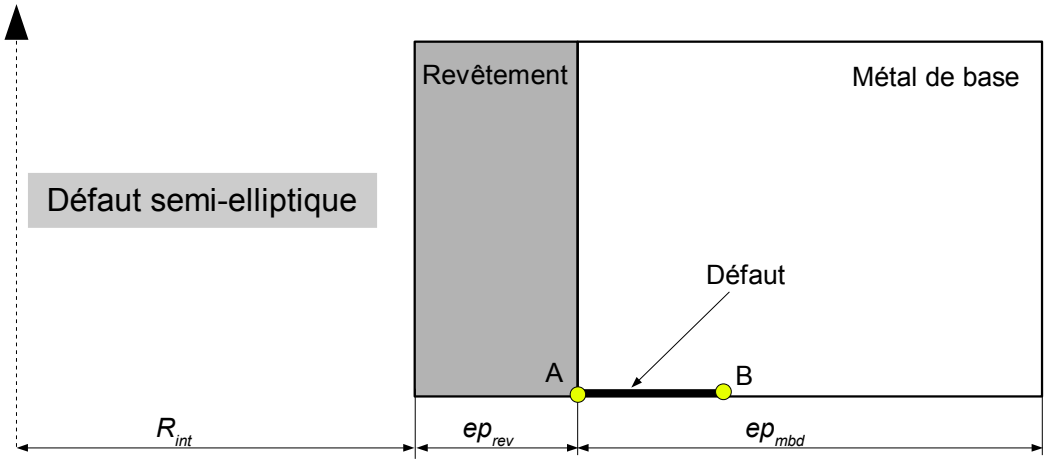
Sur les figures ci-dessous nous présentons une schématisation d'une tranche de cuve avec la présence d'un défaut elliptique (décalage négatif et positif) ou d'un défaut semi-elliptique.



Défaut elliptique décalé dans le métal de base



Défaut elliptique décalé dans le revêtement



Défaut semi-elliptique situé sous le revêtement

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

3.1 Opérande MAILLAGE

Concept de type maillage.

3.2 Opérande MATER_REV

Nom du concept de type materiau définissant le matériau constituant le revêtement. Nécessaire pour récupérer :

- Le module d'Young, pour le calcul des coefficients d'influence (défaut semi-elliptique),
- Les limites élastiques, pour la correction plastique des facteurs d'intensité de contraintes.

3.3 Opérande EPAIS_REV

Épaisseur du revêtement. Nécessaire pour :

- Le calcul des facteurs d'intensité de contrainte dans le cas de la méthode des coefficients d'influence (défaut semi-elliptique)
- La correction des facteurs d'intensité de contraintes par les facteurs de bords et pour la correction plastique.

3.4 Opérande MATER_MDB

Nom du concept de type materiau définissant le matériau constituant le métal de base. Nécessaire pour récupérer le module d'Young, pour le calcul des coefficients d'influence (défaut semi-elliptique).

3.5 Opérande EPAIS_MDB

Épaisseur du métal de base, nécessaire pour la correction des facteurs d'intensité de contraintes par la méthode des coefficients d'influence (défaut semi-elliptique).

3.6 Mot clé FISSURE

Mot-clé facteur pour la caractérisation géométrique du défaut. Il ne peut être utilisé qu'une seule fois.

3.6.1 Opérande FORM_FISS

Forme du défaut : 'ELLIPSE' pour un défaut elliptique,
'SEMI_ELLIPSE' pour un défaut semi-elliptique,

3.6.2 Opérande DECALAGE

Cette opérande est utilisée uniquement dans le cas d'un défaut de forme 'ELLIPSE'. A partir de l'interface revêtement/métal de base, elle permet de décaler la fissure dans le :

- Revêtement : DECALAGE négatif,
- Métal de base : DECALAGE positif ou nul .

3.6.3 Opérande PROFONDEUR

Dimension radiale du défaut.

3.6.4 Opérande LONGUEUR

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

Deuxième dimension du défaut (axiale ou orthoradiale suivant l'orientation du défaut).

3.6.5 Opérande ORIENTATION

Caractérisation de l'orientation du défaut : 'CIRC' pour un défaut circonférentiel,
'LONGI' pour un défaut longitudinal.

3.7 Mot clé K1D

Mot-clé facteur pour la caractérisation du transitoire thermomécanique. La répétition de ce mot-clé est possible.

3.7.1 Opérandes TABL_MECA_REV et TABL_MECA_MDB

Défaut de forme 'ELLIPSE' avec décalage négatif :

Pour ce type de défaut, les deux tables TABL_MECA_REV et TABL_MECA_MDB sont obligatoires, elles fournissent le transitoire des contraintes subies par la cuve au cours de l'histoire du chargement, respectivement côté revêtement (de la pointe A du défaut à l'interface) et côté métal de base (de l'interface à la pointe B du défaut).

Défaut de forme 'ELLIPSE' avec décalage positif :

Pour ce type de défaut, la table TABL_MECA_MDB est obligatoire, elle fournit le transitoire des contraintes subies par la cuve au cours de l'histoire du chargement, respectivement côté revêtement (de la pointe A du défaut) et côté métal de base (à la pointe B du défaut).

Défaut de forme 'SEMI_ELLIPSE' :

Pour ce type de défaut, la table TABL_MECA_MDB est obligatoire, elle fournit le transitoire des contraintes subies par la cuve au cours de l'histoire du chargement, respectivement côté revêtement (de la pointe A du défaut : interface entre le revêtement et le métal de base) et côté métal de base (à la pointe B du défaut).

Les paramètres communs nécessaires à ces tables sont :

- 'INST'[R],
- 'SIXX'[R] (en 3D avec 'LONGI'),
- 'SIYY'[R] (en 3D avec 'LONGI' ou en 2D avec 'CIRC'),
- 'SIXY'[R] (en 3D avec 'LONGI'),
- 'SIZZ'[R] (en 2D avec 'LONGI' ou en 3D avec 'CIRC').

Les paramètres nécessaires spécifiques à :

- TABL_MECA_REV sont :
  - 'COOR_X'[R],
  - 'COOR_Y'[R]

- TABL_MECA_MDB sont :
  - 'ABSC_CURV'[R]

Le lecteur est invité à consulter la documentation des commandes POST_RELEVE_T [U4.81.21] et MACR_LIGN_COUPE [U4.81,13] pour davantage d'informations sur le sens des paramètres.

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

Dans le cas d'un défaut de forme 'SEMI_ELLIPSE' la macro-commande MACR_LIGN_COUPE doit être utilisée avec les mots clés TYPE='SEGMENT' et NB_POINTS=5. La méthode des coefficients d'influence nécessite l'évaluation d'un polynôme de degré 5 représentant l'évolution de la contrainte normale au segment représentant la fissure [R7.02.10]. La macro-commande MACR_LIGN_COUPE permet à l'utilisateur de définir les lieux ou la contrainte est relevée et ceci indépendant du maillage utilisé lors de l'étude thermo-mécanique.

3.7.2 Opérande TABL_THER

Table fournissant le transitoire thermique dans la cuve au cours de l'histoire du chargement de la pointe A à la pointe B.

Les paramètres nécessaires de cette table sont :

- 'INST'[R],
- 'ABSC_CURV'[R],
- 'TEMP'[R].

Le lecteur est invité à consulter la documentation des commandes POST_RELEVE_T [U4.81.21] et MACR_LIGN_COUPE [U4.81.13] pour davantage d'informations sur le sens des paramètres.

3.7.3 Opérande INTITULE

Intitulé pour préciser le groupe de nœuds considéré.

3.8 Opérande TITRE

Titre attaché au concept produit par cet opérande [U4.03.01].

4 Table produite

La table produite est fonction de la forme du défaut. Les paramètres de la table produite sont décrits dans le tableaux suivant :

Forme du défaut : FORM_FISS = 'ELLIPSE'		
PARAMETRE	**TYPE**	**DESCRIPTION**
GROUP_NO	K32	intitulé pour préciser le nom du groupe de nœuds considéré,
INST	R	instant
K1_REV	R	facteur d'intensité des contraintes élastiques à la pointe de fissure côté revêtement (pointe A)
KCP_REV	R	facteur d'intensité des contraintes avec correction plastique à la pointe de fissure côté revêtement (pointe A)
TEMPPF_REV	R	température à la pointe de fissure côté revêtement (pointe A)
K1_MDB	R	facteur d'intensité des contraintes élastiques à la pointe de fissure côté métal de base (pointe B)
KCP_MDB	R	facteur d'intensité des contraintes avec correction plastique à la pointe de fissure côté métal de base (pointe B)
TEMPPF_MDB	R	température à la pointe de fissure côté métal de base (pointe B)

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

Forme du défaut : FORM_FISS = 'SEMI_ELLIPSE'		
PARAMETRE	**TYPE**	**DESCRIPTION**
GROUP_NO	K32	intitulé pour préciser le nom du groupe de nœuds considéré,
INST	R	instant
K1_REV	R	facteur d'intensité des contraintes élastiques à la pointe de fissure côté revêtement (pointe A)
KCP_REV	R	facteur d'intensité des contraintes avec correction plastique à la pointe de fissure côté revêtement (pointe A)
TEMPPF_REV	R	température à la pointe de fissure côté revêtement (pointe A)
K1_MDB	R	facteur d'intensité des contraintes élastiques à la pointe de fissure côté métal de base (pointe B)
KCP_MDB	R	facteur d'intensité des contraintes avec correction plastique à la pointe de fissure côté métal de base (pointe B)
TEMPPF_MDB	R	température à la pointe de fissure côté métal de base (pointe B)
K1C_REV	R	facteur d'intensité des contraintes à la pointe de fissure côté revêtement (pointe C)
KCPC_REV	R	facteur d'intensité des contraintes avec correction plastique à la pointe de fissure côté revêtement (pointe C)
TEMPPC_REV	R	température à la pointe de fissure côté revêtement (pointe C)

5 Exemples

5.1 Défaut elliptique avec un décalage négatif

Des exemples d'utilisation de la commande POST_K_BETA sont fournis dans le cas test EPICU01.

Avant l'utilisation de la commande POST_K_BETA, il est nécessaire de relever les contraintes et les températures le long du défaut.

Relevé des contraintes sur la partie du défaut située dans le revêtement.

```
S1_G=MACR_LIGN_COUPE(RESULTAT=SIG,
                     LIST_INST = LINST_ME, NOM_CHAM='SIGM_ELNO',
                     VIS_A_VIS=_F(GROUP_MA_1='R',),
                     LIGN_COUPE=(
                         _F(TYPE='SEGMENT', NB_POINTS=2, INTITULE='GLOBAL1',
                            COOR_ORIG=(2.0013, 0.0,),
                            COOR_EXTR=(2.0015, 0.0,),
                    )))
```

Relevé des contraintes sur la partie du défaut située dans le métal de base.

```
S2_G=MACR_LIGN_COUPE(RESULTAT=SIG,
                     LIST_INST = LINST_ME, NOM_CHAM='SIGM_ELNO',
                     VIS_A_VIS=_F(GROUP_MA_1='M',),
                     LIGN_COUPE=(
                         _F(TYPE='SEGMENT', NB_POINTS=2, INTITULE='GLOBAL2',
                            COOR_ORIG=(2.0015, 0.0,),
                            COOR_EXTR=(2.0073, 0.0,),
                    )))
```


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

Relevé des températures le long du défaut.

```
TEMP_G=MACR_LIGN_COUPE(RESULTAT=TEMP,
                       LIST_INST = LINST_TH, NOM_CHAM='TEMP',
                       LIGN_COUPE=(
                           _F(TYPE='SEGMENT', NB_POINTS=10, INTITULE='GLOBAL3',
                              COOR_ORIG=(2.0013, 0.0,),
                              COOR_EXTR=(2.0073, 0.0,),)))
```

Après avoir effectué ces différents relevés, le calcul du facteur d'intensité de contrainte peut se faire effectivement à l'aide de la commande POST_K_BETA.

```
TB_KBETA = POST_K_BETA (   MAILLAGE  = MAIL,
                           MATER_REV = MAME_RE2,
                           EPAIS_REV = EPREV,
                           FISSURE   = _F ( FORM_FISS = 'ELLIPSE',
                                            PROFONDEUR = 6.,
                                            LONGUEUR   = 60.,
                                            DECALAGE   = -1.E-05,
                                            ORIENTATION= 'CIRC' ),
                            K1D          = (_F( TABL_MECA_REV = S1_G,
                                            TABL_MECA_MDB = S2_G,
                                            TABL_THER     = TEMP_G,
                                            INTITULE      = 'NOEINF',),),
                           TITRE     =  'FIC PAR METHODE K-BETA'
                         )
```

5.2 Défaut elliptique avec un décalage positif

Des exemples d'utilisation de la commande POST_K_BETA sont fournis dans le cas test EPICU02.

Avant l'utilisation de la commande POST_K_BETA, il est nécessaire de relever les contraintes et les températures le long du défaut.

Les tables TABL_MECA_MDB et TABL_THER sont obtenues directement en utilisant la macro-commande MACR_LIGN_COUPE sur le segment support du défaut allant de la pointe A du défaut côté revêtement jusqu'à la pointe B coté métal de base.

```
S1G = MACR_LIGN_COUPE(RESULTAT=SIG,
                      NOM_CHAM='SIGM_ELNO',
                      LIGN_COUPE=_F(TYPE='SEGMENT',
                                    NB_POINTS=5,
                                    COOR_ORIG=(Pointe_A,0.,0.),
                                    COOR_EXTR=(Pointe_B,0.,0.)))

TEMPG = MACR_LIGN_COUPE(RESULTAT=TEMP,
                        NOM_CHAM='TEMP',
                        LIGN_COUPE=_F(TYPE='SEGMENT',
                                      NB_POINTS=5,
                                      COOR_ORIG=(Pointe_A,0.,0.),
                                      COOR_EXTR=(Pointe_B,0.,0.)))
```

Après avoir effectué ces différents relevés, le calcul du facteur d'intensité de contrainte peut se faire effectivement à l'aide de la commande POST_K_BETA.

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

```
KBETA = POST_K_BETA (MAILLAGE  = MAIL,
                     MATER_REV = MAME_RE2,
                     EPAIS_REV = EPREV,
                     FISSURE   =_F ( FORM_FISS     = 'ELLIPSE',
                                     PROFONDEUR    =  0.006,
                                     DECALAGE      =  0.01,
                                     LONGUEUR      =  0.06,
                                     ORIENTATION   = 'LONGI' ),
                       K1D     =(_F (TABL_MECA_MDB   =  S1G,
                                     TABL_THER       =  TEMPG,
                                INTITULE = 'noeud inferieur NOEINF')),
                       TITRE     = 'FIC PAR METHODE K-BETA')
```

5.3 Défaut semi-elliptique

Des exemples d'utilisation de la commande POST_K_BETA sont fournis dans le cas test EPICU03.

Avant l'utilisation de la commande POST_K_BETA, il est nécessaire de relever les contraintes et les températures le long du défaut.

Les tables TABL_MECA_MDB et TABL_THER sont obtenues directement en utilisant la macro-commande MACR_LIGN_COUPE sur le segment support du défaut allant de la pointe A du défaut côté revêtement jusqu'à la pointe B coté métal de base.

```
S1G = MACR_LIGN_COUPE(RESULTAT=SIG,
                      VIS_A_VIS=_F(GROUP_MA_1='M'),
                      NOM_CHAM='SIGM_ELNO',
                      LIGN_COUPE=_F(TYPE='SEGMENT',
                                    NB_POINTS=5,
                                    COOR_ORIG=(Pointe_A,0.,0.),
                                    COOR_EXTR=(Pointe_B,0.,0.)))


TEMPG = MACR_LIGN_COUPE(RESULTAT=TEMP,
                        NOM_CHAM='TEMP',
                        LIST_INST=LINST_TH,
                        LIGN_COUPE=_F(TYPE='SEGMENT',
                                      NB_POINTS=5,
                                      COOR_ORIG=(Pointe_A,0.,0.),
                                      COOR_EXTR=(Pointe_B,0.,0.)))
```

Après avoir effectué ces différents relevés, le calcul du facteur d'intensité de contrainte peut se faire effectivement à l'aide de la commande POST_K_BETA.

```
KBETA    = POST_K_BETA (MAILLAGE  = MAIL,
                        MATER_REV = MAME_RE2,
                        MATER_MDB = MAME_MET,
                        EPAIS_REV = EPREV,
                        EPAIS_MDB = EPMDB,
                        FISSURE   =_F ( FORM_FISS     = 'SEMI_ELLIPSE',
                                        PROFONDEUR    =  0.005,
                                        LONGUEUR      =  0.025,
                                        ORIENTATION   = 'LONGI' ),
                          K1D     =(_F (TABL_MECA_MDB   =  S1G,
                                        TABL_THER       =  TEMPG,
                                   INTITULE = 'noeud inferieur NOEINF')),
                          TITRE     = 'FIC PAR METHODE K-BETA')
```


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

En effet, contrairement à la méthodologie de détermination du facteur d'intensité des contraintes élastique pour le défaut elliptique, la méthode des coefficients d'influence utilisée ici pour la détermination du facteur d'intensité des contraintes élastique du défaut semi-elliptique requiert de renseigner en plus les mots clés MATER_MDB et EPAIS_MDB (cf. paragraphes 3.4 et 3.5).

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