Macro commande MACR_ASCOUF_MAIL

1 But

Engendrer le maillage d'un coude sain ou comportant une fissure ou une ou plusieurs sous-épaisseurs.

Les longueurs doivent être données en millimètres et les angles en degrés.

Le concept produit par cette macro-commande est de type maillage, contenant les entités topologiques permettant d'appliquer des conditions aux limites et des chargements. Le maillage produit peut être utilisé seul ou associé à la macro-commande MACR_ASCOUF_CALC.

MACR_ASCOUF_MAIL repose sur des procédures paramétriques GIBI de maillage de plaques avec des défauts. Ce maillage est ensuite transformé en maillage de tube ou de coude par appel à la commande MODI_MAILLAGE.

Pour utiliser MACR_ASCOUF_MAIL, il est donc nécessaire de pouvoir accéder à GIBI sur la même machine d'exécution du *Code_Aster* (soit tout en local, soit sur la machine centrale *Aster*).

Produit un concept de type maillage.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Table des Matières

1 But....1
2 Syntaxe....4
3 Définition géométrique du coude....8
4 Opérandes....9
4.1 Mot clé facteur EXEC_MAILLAGE....9
4.1.1 Opérande LOGICIEL....9
4.2 Opérande TYPE_ELEM....9
4.3 Mot clé facteur COUDE....9
4.3.1 Opérande ANGLE....9
4.3.2 Opérande R_CINTR....10
4.3.3 Opérande L_TUBE_P1....10
4.3.4 Opérande L_TUBE_P2....10
4.3.5 Opérande SUR_EPAIS....10
4.3.6 Opérande BOL_P2....11
4.3.7 Opérande NB_ELEM_EPAIS....11
4.3.8 Opérande SYME....11
4.3.9 Opérande TRANSFORMEE....12
4.3.10 Opérande TRAN_EPAIS....13
4.3.11 Opérande DEXT....13
4.3.12 Opérande EPAIS....14
4.3.13 Opérande DEXT_T1....14
4.3.14 Opérande EPAIS_T1....14
4.3.15 Opérande EPAIS_T2....14
4.3.16 Opérande ANGL_TETA1....14
4.3.17 Opérande ANGL_TETA2....14
4.3.18 Opérande EPAIS_TI....15
4.3.19 Opérandes ABSC_CURV_TRAN et POSI_ANGU_TRAN....15
4.4 Mot clés facteur SOUS_EPAIS_COUDE ou SOUS_EPAIS_MULTI....15
4.4.1 Opérande TYPE....15
4.4.2 Opérande AXE_CIRC....15
4.4.3 Opérande AXE_LONGI....16
4.4.4 Opérande PROFONDEUR....16
4.4.5 Opérandes POSI_CURV_LONGI et POSI_ANGUL....16
4.4.6 Opérandes POSI_CURV_CIRC et AZIMUT....16
4.4.7 Opérande SOUS_EPAIS....16
4.4.8 Opérande NB_ELEM_LONGI....16
4.4.9 Opérande NB_ELEM_CIRC....17
4.4.10 Opérande EMPREINTE....17
4.4.11 Opérande NB_ELEM_RADI....17

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4.5 Mot clé facteur FISS_COUDE 18
4.5.1 Opérande PROFONDEUR....18
4.5.2 Opérande LONGUEUR....18
4.5.3 Opérande AXIS....18
4.5.4 Opérande AZIMUT....18
4.5.5 Opérandes ABSC_CURV et POSI_ANGUL....18
4.5.6 Opérande ORIEN....18
4.5.7 Opérande FISSURE....19
4.5.8 Opérande NB_TRANCHE....19
4.5.9 Opérande NB_SECTEUR....20
4.5.10 Opérande NB_COURONNE....20
4.5.11 Opérande RAYON_TORE....20
4.5.12 Opérande COEF_MULT_RC2....21
4.5.13 Opérande COEF_MULT_RC3....21
4.5.14 Opérande ANGL_OUVERTURE....21
4.6 Mot-clé facteur IMPRESSION....21
4.6.1 Opérande FICHIER....21
4.6.2 Opérande UNITE....21
4.6.3 Opérande FORMAT....21
4.6.4 Opérande VERSION....21
4.6.5 Opérande NIVE_GIBI....21
4.7 Opérande INFO....22
5 Maillage et groupes topologiques....22
5.1 Maillage de plaque....22
5.2 Coude sain réglé....23
5.3 Coude avec sous-épaisseurs....25
5.3.1 Cas de la demi-structure....27
5.3.2 Cas du quart de structure....27
5.4 Coude avec fissure....28
5.4.1 Cas de la demi-structure....30
5.4.2 Cas du quart de structure....31
6 Exemples....32
6.1 Coude avec fissure courte....33
6.2 Coude avec sous-épaisseur elliptique et surépaisseur....33
6.3 Coude avec une sous-ép. elliptique et une sous-ép. axisymétrique....34
6.4 Tube avec fissure courte et transition d'épaisseur....34
6.5 Tube avec fissure axisymétrique et transition d'épaisseur....35
7 Bibliographie....35

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

2 Syntaxe

```
mailla [maillage] = MACR_ASCOUF_MAIL

(
   ♦  EXEC_MAILLAGE =_F(  ♦  LOGICIEL  =  /  'GIBI2000',          [DEFAUT]
                                          /  'GIBI98'  ,
                          ◊  UNITE_DATG  =  / unit_d  ,          [I]
                                            / 70      ,          [DEFAUT]
                          ◊  UNITE_MGIB  =  / unit_s  ,          [I]
                                            / 19      ,          [DEFAUT]
                          ◊  NIVE_GIBI   =  / 10      ,          [DEFAUT]
                                            / 3,4,5,6,7,8,9,11   [I]
                       )

    ◊ TYPE_ELEM =      /  'CU20' ,                               [DEFAUT]
                       /  'CUB8' ,

    ♦ COUDE =_F    (   ♦  ANGLE        =  alpha,                 [R]
                       ♦  R_CINTR      =  Rc,                    [R]
                       ♦  L_TUBE_P1    =  l_tube_p1 ,            [R]
                       ◊  L_TUBE_P2    =  / l_tube_p2,           [R]
                                          / 0.,                  [DEFAUT]
                       ◊  NB_ELEM_EPAIS=  /  nbel,               [I]
                                          /  3,                  [DEFAUT]
                       ◊  SYME         =  /  'QUART'   ,         [TXM]
                                          /  'DEMI'    ,         [TXM]
                                          /  'ENTIER'  ,         [DEFAUT]
                       ◊  TRANSFORMEE  =  /  'TUBE'    ,         [TXM]
                                          /  'COUDE'   ,         [DEFAUT]

# Si TRANSFORMEE = 'COUDE'
                       ♦  DEXT      =  De ,                      [R]
                       ♦  EPAIS     =  e  ,                      [R]
                       ◊  SUR_EPAIS =  / surep,                  [R]
                                       / 0.,                     [DEFAUT]
                       ◊  BOL_P2    =  /  'ASP_MPP' ,            [TXM]
                                       /  'CUVE'    ,
# Finsi
```


Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

```
# Si TRANSFORMEE = 'TUBE'
                    ◊  TRAN_EPAIS    =  / 'NON',                  [DEFAUT]
                                        / 'OUI',                  [TXM]

#      Si TRAN_EPAIS = 'OUI'

                       ♦  DEXT_T1    =  De_t1  ,                 [R]
                       ♦  EPAIS_T1   =  e_t1   ,                 [R]
                       ♦  EPAIS_T2   =  e_t2   ,                 [R]
                       ♦  ANGL_TETA1=   teta1  ,                 [R]
                       ◊  ANGL_TETA2=   teta2  ,                 [R]
                       ◊  EPAIS_TI   =  e_ti   ,                 [R]
                       ♦  / ABSC_CURV_TRAN =  ltran  ,           [R]
                          / POSI_ANGU_TRAN =  phi    ,           [R]

#      Finsi


#      Si TRAN_EPAIS = 'NON'

                       ♦  DEXT      =  De ,                      [R]
                       ♦  EPAIS     =  e  ,                      [R]
                       ◊  SUR_EPAIS =  / surep,                  [R]
                                       / 0.,                     [DEFAUT]
                       ◊  BOL_P2    =  /  'ASP_MPP' ,            [TXM]
                                       /  'CUVE'    ,

#      Finsi

# Finsi

                       )

   ◊ / SOUS_EPAIS_COUDE =_F ( ♦  TYPE   =  /  'ELLI',
                                             ♦  AXE_CIRC  =  2a, [R]
                                          /  'AXIS',
                              ♦  AXE_LONGI           =  2b ,     [R]
                              ♦  PROFONDEUR          =  c  ,     [R]
                              ♦  / POSI_CURV_LONGI   =  sl ,     [R]
                                 / POSI_ANGUL        =  beta,    [R]
                              ♦  / POSI_CURV_CIRC    =  sc ,     [R]
                                 / AZIMUT            =  phi,     [R]
                              ♦  SOUS_EPAIS          = /'INTERNE', [TXM]
                                                       /'EXTERNE',
                              ♦  NB_ELEM_LONGI       =  nl ,     [I]
                              ♦  NB_ELEM_CIRC        =  nc ,     [I]
                              ◊  EMPREINTE           =  / 'NON',  [TXM]
                                                        / 'OUI',  [DEFAUT]
                              ◊  NB_ELEM_RADI        =  / nr   ,  [I]
                                                        / 3    ,  [DEFAUT]
                            )
```


Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

```
      / SOUS_EPAIS_MULTI =_F ( ♦  TYPE   =  /  'ELLI',
                                                ♦  AXE_CIRC = 2a,   [R]
                                            /  'AXIS',
                               ♦  AXE_LONGI           =  2b ,      [R]
                               ♦  PROFONDEUR          =  c  ,      [R]
                               ♦  / POSI_CURV_LONGI   =  sl ,      [R]
                                  / POSI_ANGUL        =  beta,     [R]
                               ♦  / POSI_CURV_CIRC    =  sc ,      [R]
                                  / AZIMUT            =  phi,      [R]
                               ♦ SOUS_EPAIS           =  / 'INTERNE', [TXM]
                                                         / 'EXTERNE',
                               ♦ NB_ELEM_LONGI        =  nl ,      [I]
                               ♦ NB_ELEM_CIRC         =  nc ,      [I]
                               ◊ EMPREINTE            =  / 'NON',  [TXM]
                                                         / 'OUI',  [DEFAUT]
                           )

        / FISS_COUDE =_F (   ♦  PROFONDEUR   =  a  ,               [R]
                             ◊  AXIS         =  / 'OUI',
                                                / 'NON',           [DEFAUT]

# Si AXIS = 'NON'
                             ♦  LONGUEUR     =  2c ,               [R]
# Finsi

                             ♦  / ABSC_CURV  =  sf    ,            [R]
                                / POSI_ANGUL=  beta  ,            [R]
                             ◊  AZIMUT       =  / phi  ,          [R]
                                                / 90.  ,          [DEFAUT]
                             ♦  ORIEN        =  / xsi  ,          [R]
                                                / +45. ,
                                                / -45. ,
                                                /  90. ,
                                                /   0. ,
                             ♦  FISSURE      =  / 'DEB_INT',      [TXM]
                                                / 'DEB_EXT',
                             ♦  NB_TRANCHE   =  nt ,              [I]

                             ♦  NB_SECTEUR   =  ns ,              [I]
                             ♦  NB_COURONNE  =  nc ,              [I]
                             ◊  RAYON_TORE   =  rc0,              [R]
                             ◊  COEF_MULT_RC2=  / rc2  ,          [R]
                                                / 1.   ,          [DEFAUT]
                             ◊  COEF_MULT_RC3=  rc3    ,          [R]
                             ◊  ANGL_OUVERTURE  =  / eps  ,       [R]
                                                   / 0.5  ,       [DEFAUT]
                         )
```


Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

```
        ◊  IMPRESSION =_F ( ◊  FICHIER   =  nom_fichier  ,            [TXM]
                            ◊  UNITE     =  unite        ,            [I]
                            ◊  /  FORMAT    =  /  'ASTER',            [DEFAUT]
                               /  FORMAT    =  /  'IDEAS',
                                   ◊ VERSION   =  / 4,                [I]
                                                  / 5,                [DEFAUT]
                               /  FORMAT    =  'CASTEM'  ,
                                   ◊ NIVE_GIBI =  /  3   ,            [I]
                                                  / 10   ,            [DEFAUT]
                          )

        ◊  INFO      =  /1 ,                                          [DEFAUT]
                        /2 ,

    )
```


Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3 Définition géométrique du coude

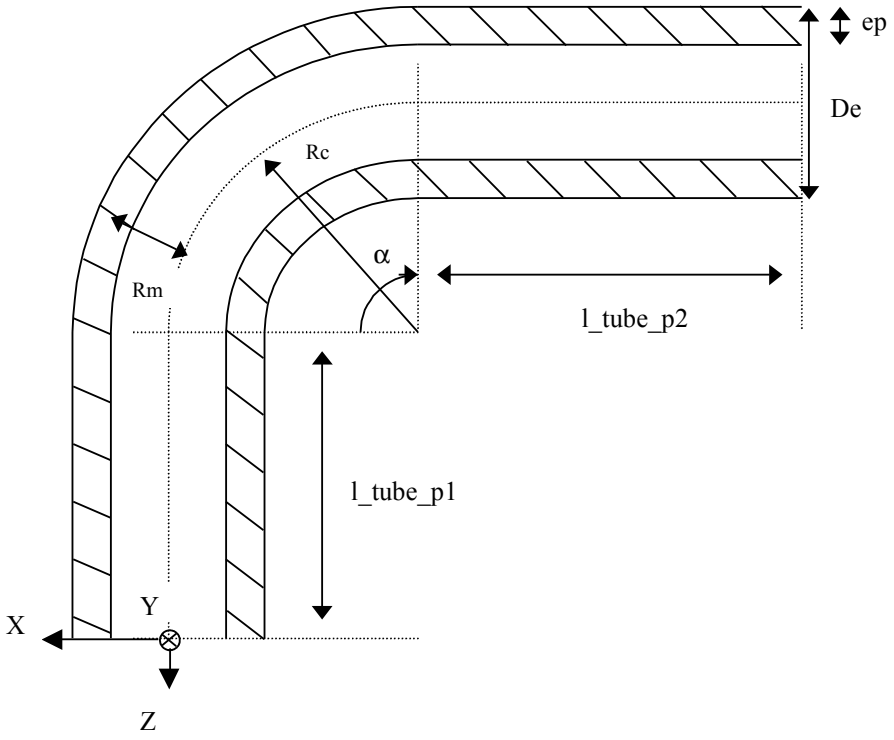


Figure 3-a : Description des différents paramètres géométriques du coude

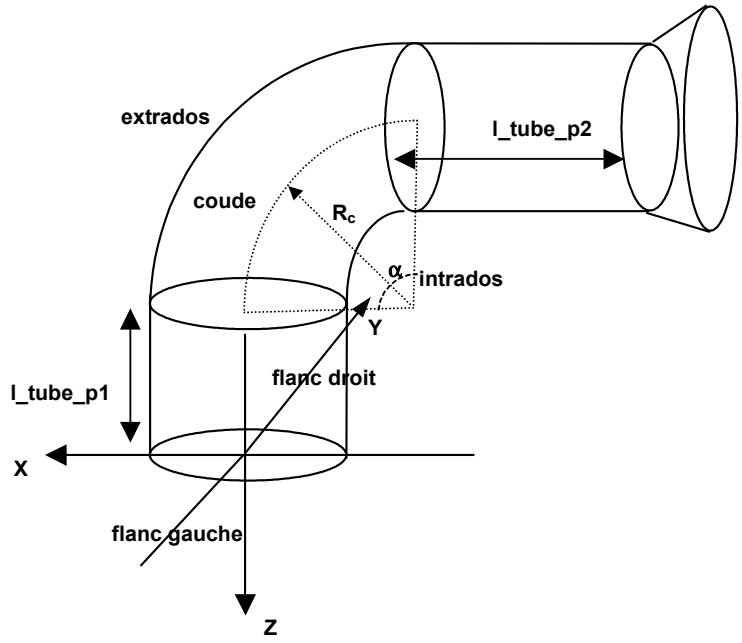


Figure 3-b : Vue 3D du coude et de ses embouts

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4 Opérandes

4.1 Mot clé facteur EXEC_MAILLAGE

4.1.1 Opérande LOGICIEL

♦ LOGICIEL = / 'GIBI2000', [DEFAUT]
/ 'GIBI98' ,

Version du logiciel GIBI exécutée pour la réalisation du maillage de la structure.

◊ UNITE_DATG = unit_d

Numéro d'unité logique où sont écrites les données GIBI permettant d'engendrer le maillage de plaque. La valeur par défaut est 70.

◊ UNITE_MGIB = unit_s

Numéro d'unité logique où est écrit le maillage de plaque au format GIBI. Ce maillage est engendré par GIBI. La valeur par défaut est 19.

◊ NIVE_GIBI = / 3, [I]
/ 4,
/ 5,
/ 6,
/ 7,
/ 8,
/ 9,
/ 10, [DEFAUT]
/ 11,

Niveau du logiciel GIBI dans lequel le maillage est engendré.

4.2 Opérande TYPE_ELEM

Permet de choisir le type d'élément (linéaire ou quadratique) qui constituera le maillage.

◊ TYPE_ELEM = / 'CU20' , [DEFAUT]
/ 'CUB8' , [TXM]

4.3 Mot clé facteur COUDE

4.3.1 Opérande ANGLE

♦ ANGLE = alpha

Valeur de l'angle du coude en degrés. Si l'on désire ne modéliser qu'un tube sans le couder (en utilisant l'option 'TUBE' de l'opérande TRANSFORMEE), la longueur de celui-ci dans sa partie « coude » sera $\alpha \frac{\pi}{180} Rc$ où Rc est le rayon de cintrage (voir opérande R_CINTR). Il faut donc choisir α et Rc de telle manière que la partie « coude » ait la longueur désirée. Les valeurs de α autorisées sont comprises entre 20 et 90 degrés.

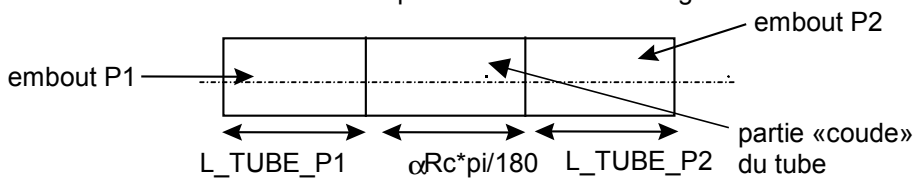


Figure 4.3.1-a : distances longitudinales de la structure

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4.3.2 Opérande R_CINTR

♦ R_CINTR = Rc

Valeur du rayon de cintrage du coude. Le rayon de cintrage doit être tel que : $Rc \leqslant De/2$.

4.3.3 Opérande L_TUBE_P1

♦ L_TUBE_P1 = l_tube_p1

Valeur de la longueur de l'embout P1 à l'extrémité duquel seront appliqués les chargements. La longueur de cet embout doit être supérieure à la longueur d'amortissement de l'onde de flexion se propageant depuis la partie coude et valant $L_{amor} = \frac{3}{2}\sqrt{\frac{R_m^3}{e}}$. Si cette dimension n'est pas atteinte pour l'embout un message d'alarme non bloquant est émis.

4.3.4 Opérande L_TUBE_P2

◊ L_TUBE_P2 = l_tube_p2

Valeur de la longueur de l'embout P2 à l'extrémité duquel seront appliqués les conditions aux limites. La longueur de cet embout doit être supérieure à la longueur d'amortissement de l'onde de flexion se propageant depuis la partie coude et valant $L_{amor} = \frac{3}{2}\sqrt{\frac{R_m^3}{e}}$. Si cette dimension n'est pas atteinte pour l'embout un message d'alarme non bloquant est émis (excepté en cas de présence d'un bol).

4.3.5 Opérande SUR_EPAIS

◊ SUR_EPAIS = surep

Valeur de la surépaisseur présente en peau interne à l'intrados du coude. Elle se répartit ainsi sur le coude :

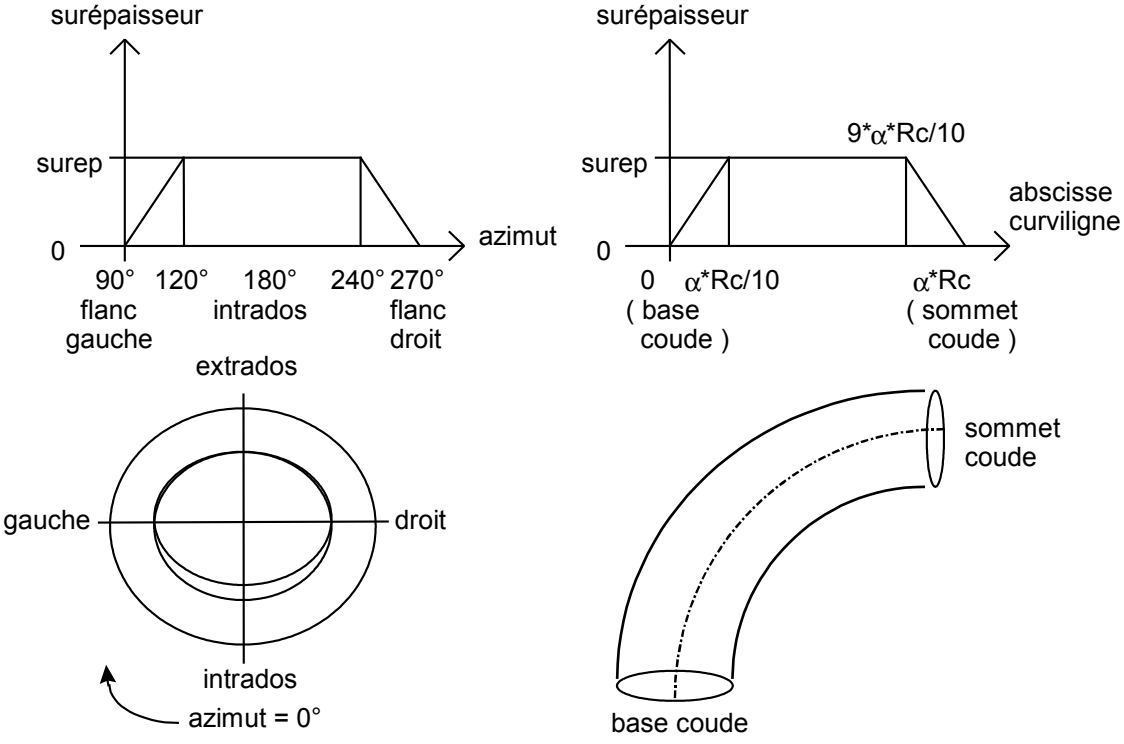


Figure 4.3.5-a : Surépaisseur

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Remarque :

Il est possible de générer le maillage de coudes ou de tubes comportant simultanément une ou plusieurs sous-épaisseur et une surépaisseur.

4.3.6 Opérande BOL_P2

◊ BOL_P2

Permet de prolonger l'embout cylindrique de longueur l_tube_p2 par un bol [bib1] sur lequel on applique les conditions aux limites. Les possibilités sont :

'CUVE' bol de type tubulure d'entrée de cuve,
'ASP_MPP' bol de type tubulure d'aspiration de pompe primaire,

Attention :

Cette option n'est pas valable pour les coudes ou tubes avec sous-épaisseurs.

4.3.7 Opérande NB_ELEM_EPAIS

◊ NB_ELEM_EPAIS = nbel

Permet de donner le nombre de couches d'éléments présentes dans l'épaisseur du coude et de ses embouts.

Attention :

Cette option n'est pas valable pour les coudes ou tubes avec fissure (mot-clé facteur FISS_COUDE) ou avec une sous-épaisseur (mot-clé facteur SOUS_EPAIS_COUDE). Le nombre d'éléments dans l'épaisseur de la partie coude est alors fixé à trois (hormis la zone du défaut qui présente un raffinement spécifique) et à un pour les zones embouts.

4.3.8 Opérande SYME

```
◊ SYME = / 'QUART' ,
         / 'DEMI' ,
         / 'ENTIER' ,          [DEFAUT]
```

Permet de mailler toute la structure ou seulement un quart ou une demi-structure et de traiter ainsi des coudes présentant des symétries. La géométrie représentée est alors la suivante :

- pour SYME='DEMI' : la partie de structure allant de la section médiane du coude (formant le plan de symétrie transverse) à l'extrémité de l'embout P1,
- pour SYME='QUART' : la représentation du quart de structure est faite sur le même support mais pour une valeur d'angle $\theta \in \left[\Phi, \Phi+\pi\right]$ à partir de la position azimutale Φ du centre du défaut. La structure tubulaire n'est alors pas fermée et présente un plan de symétrie longitudinal représenté par deux bords libres.

  Exemple pour le quart de structure : si le défaut est en azimut 90° (situé flanc gauche) alors le secteur du quart de structure modélisé est situé entre flanc gauche et flanc droit en passant par l'intrados.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Voici une illustration de la représentation sur la structure développée sur une plaque :

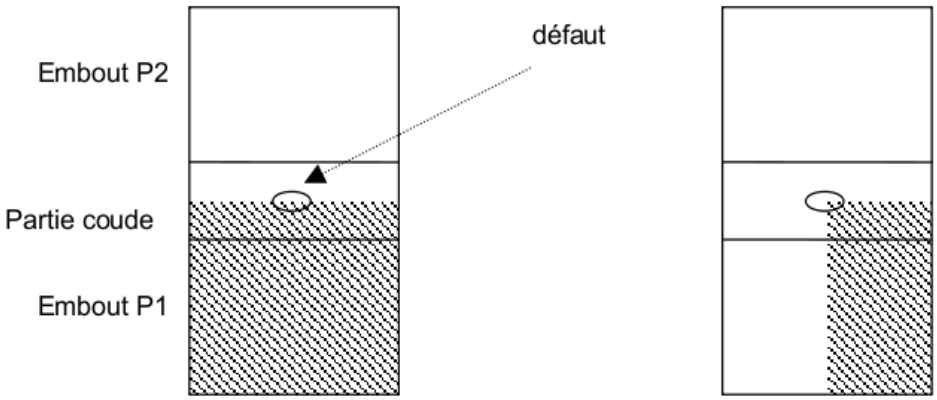


Figure 4.3.8-a : Représentation de demi et quart de structure

Attention :

Cette option n'est valable que pour les coudes ou tubes comportant un défaut.
L'utilisation de cet opérande requiert quatre conditions indispensables :
1) Un et un seul défaut est modélisé.
2) Celui-ci est placé sur la section médiane du coude.
3) S'il s'agit d'une fissure, celle-ci doit être orientée circonférentiellement. De plus le coude ne doit pas comporter de zone de transition d'épaisseur.
4) Les longueurs de chaque embout doivent être données égales.

Les calculs avec le maillage ainsi produit ne pourront pas être réalisés avec la macro commande de calcul MACR_ASCOUF_CALC dans la mesure où l'embout P2 n'existe pas : de manière générale les chargements du type effet de fond lié à la pression interne, moment et effort en P2 ne peuvent pas être appliqués. On se reportera aux paragraphes [§5.3] et [§5.4] pour des détails sur les conditions de symétrie à appliquer.

4.3.9 Opérande TRANSFORMEE

◊ TRANSFORMEE

Permet de choisir le type de transformation appliquée au maillage issu de la procédure gibi exécutée par la macro-commande (voir commande MODI_MAILLAGE).

◊ TRANSFORMEE =/ 'TUBE' , transformation en tube,
/ 'COUDE', transformation en coude.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4.3.10 Opérande TRAN_EPAIS

♦ TRAN_EPAIS = / 'OUI',
/ 'NON', [DEFAUT]

Mot clé facultatif indiquant la présence ou non d'une transition d'épaisseur.

Les transitions d'épaisseur ne concernent que les tubes **DROITS**. Le rayon interne reste constant et seul le rayon externe varie. Ces transitions peuvent être à une ou deux pentes. Pour ces deux types de transition, un défaut doit être présent. Le défaut est soit une fissure circonférentielle, soit une sous-épaisseur qui peut déboucher en peau externe ou en peau interne. Le défaut est toujours perpendiculaire à l'axe longitudinal du tuyau droit. La fissure ou sous-épaisseur peut être axisymétrique. L'emplacement du défaut doit être imposé de telle sorte qu'il se situe entre l'interface : embout P1 / zone de longueur αR_c (α en radian) et le début de la transition d'épaisseur. Dans tout le maillage, le nombre d'éléments dans l'épaisseur reste identique.

La transition d'épaisseur ne doit pas être entièrement comprise dans le bloc d'incrustation de la fissure, comprenant le bloc fissure et les zones de déraffinement pour se raccorder au maillage réglé de la plaque. En cas de transition à deux pentes, elle peut englober la première mais en aucun cas la totalité de la transition.

Afin d'avoir des lignes du maillage confondues avec le début, la fin (et éventuellement le changement de pente) de la transition, la zone de longueur αR_c et l'embout P2 sont dissociés en plusieurs parties sur lesquelles sont appliquées des homothéties. Dans le cas fissuré, si la transition d'épaisseur débute dans le bloc d'incrustation, celui-ci n'est pas modifié (sauf si la transition débute en dehors du bloc fissure) et le début de la transition d'épaisseur n'est dans ce cas pas positionné de manière exacte et rectiligne.

La taille longitudinale des éléments dans la zone de longueur αR_c peut varier de manière assez importante suite aux homothéties. Il est dans ce cas conseillé de modifier la valeur de □ et de recalculer la valeur de R_c pour que la longueur αR_c reste inchangée tout en modifiant le découpage longitudinal de cette zone. Il est ainsi possible de changer la taille longitudinale des éléments de la plaque qui diminue lorsque □ augmente. Les limites de la transition d'épaisseur ont alors plus de chance de coïncider ou de se rapprocher de la position initiale des nœuds du maillage.

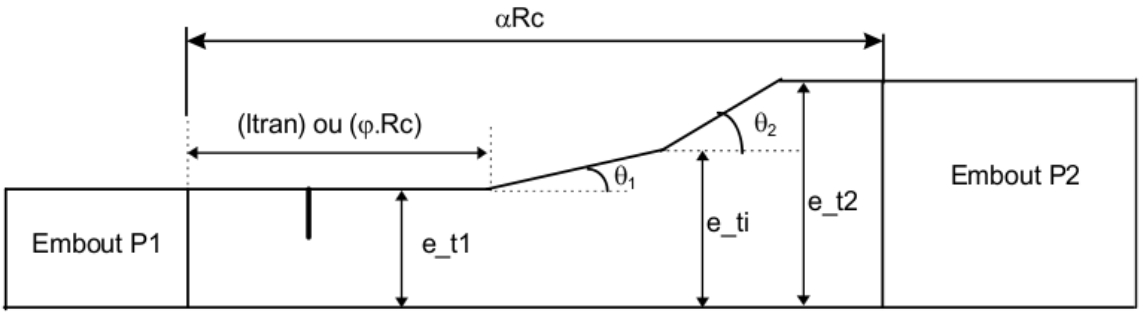


Figure 4.3.10-a : Coupe de l'épaisseur du tube avec transition d'épaisseur à deux pentes

4.3.11 Opérande DEXT

♦ DEXT = De

Mot clé obligatoire s'il n'y a pas de transition d'épaisseur. Valeur du diamètre externe du coude et des embouts droits.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4.3.12 Opérande EPAIS

♦ EPAIS = e

Mot clé obligatoire s'il n'y a pas de transition d'épaisseur. Valeur de l'épaisseur du coude et des embouts.

Remarque :

Les plages d'utilisation pour ce paramètre sont différentes selon le type de défaut considéré :

1) *piquage avec une sous-épaisseur unique : le rapport Rm/e doit être compris entre 5 et 50, où Rm désigne le rayon moyen ;*
2) *piquage fissuré ou avec des sous-épaisseurs multiple : le rapport Rm/e doit être compris entre 5 et 21.*

Dans ce dernier cas, il est possible de générer un maillage pour des rapports allant jusqu'à 50. Une alarme est cependant émise pour signaler que la qualité du maillage obtenu n'est pas garantie (possibilité de mailles trop étirées, …).

4.3.13 Opérande DEXT_T1

♦ DEXT_T1 = De_t1

Opérande obligatoire s'il y a une transition d'épaisseur. Valeur du diamètre externe du coude avant la transition d'épaisseur. Il doit respecter 112 mm □ De_t1 □ 880 mm si la transition d'épaisseur est à une pente et 77 mm □ De_t1 □ 355 mm si la transition d'épaisseur est à deux pentes.

4.3.14 Opérande EPAIS_T1

♦ EPAIS_T1 = e_t1

Opérande obligatoire s'il y a une transition d'épaisseur. Valeur de l'épaisseur du coude avant la transition d'épaisseur. Elle doit respecter $12\,mm \leq e_{t1} \leq 80\,mm$ si la transition d'épaisseur est à une pente et $7\,mm \leq e_{t1} \leq 35\,mm$ si la transition d'épaisseur est à deux pentes.

4.3.15 Opérande EPAIS_T2

♦ EPAIS_T2 = e_t2

Opérande obligatoire s'il y a une transition d'épaisseur. Valeur de l'épaisseur du coude après la transition d'épaisseur. Elle doit respecter $20\,mm \leq e_{t2} \leq 110\,mm$ si la transition d'épaisseur est à une pente et $15\,mm \leq e_{t2} \leq 40\,mm$ si la transition d'épaisseur est à deux pentes.

4.3.16 Opérande ANGL_TETA1

♦ ANGL_TETA1 = teta1

Opérande obligatoire s'il y a une transition d'épaisseur. Valeur de l'angle d'inclinaison de la transition d'épaisseur (première pente s'il y en a deux). Il doit respecter $0° \leq teta1 \leq 30°$.

4.3.17 Opérande ANGL_TETA2

♦ ANGL_TETA2 = teta2

Opérande facultatif, indiquant s'il est présent une transition d'épaisseur à deux pentes. Valeur de l'angle d'inclinaison de la deuxième pente de la transition d'épaisseur. Il doit respecter $0° \leq teta2 \leq 45°$.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4.3.18 Opérande EPAIS_TI

◊ EPAIS_TI = e_ti

Opérande obligatoire s'il y a une transition d'épaisseur à deux pentes. Valeur de l'épaisseur du coude intermédiaire lors du changement de pente. Elle doit respecter $15\,mm \le e_{ti} \le 40\,mm$ et $e_{t1} \le e_{ti} \le e_{t2}$.

4.3.19 Opérandes ABSC_CURV_TRAN et POSI_ANGU_TRAN

♦ / ABSC_CURV_TRAN = ltran
/ POSI_ANGU_TRAN = phi

Un (et un seul) de ces opérandes est obligatoire s'il y a une transition d'épaisseur. Valeur de la position longitudinale du début de la transition d'épaisseur donnée respectivement par l'abscisse curviligne ou la position angulaire, comptée positivement à partir de l'interface avec l'embout P1. L'abscisse curviligne est définie le long de l'axe du coude sur la peau externe de celui-ci, et on a alors ltran = ΦR_c .

Si le défaut est une fissure circonférentielle située à une distance curviligne sf de l'interface avec l'embout P1, ltran ou Φ doivent respecter : $0 \le sf \le \mathrm{ltran} \le \alpha R_c$.

Si le défaut est une sous-épaisseur dont le centre est situé à une distance sf de l'interface avec l'embout P1 et dont la largeur (AXE_LONGI) vaut 2b, ltran ou Φ doivent respecter :
$0 \le sf + b \le \mathrm{ltran} \le \alpha R_c$.

4.4 Mot clés facteur SOUS_EPAIS_COUDE ou SOUS_EPAIS_MULTI

Ces deux mot-clés facteur permettent de modéliser un coude ou un tube comportant une seule sous-épaisseur (mot-clé SOUS_EPAIS_COUDE) grâce à une procédure de maillage dotée de déraffinement automatique, ou bien de modéliser une ou plusieurs sous-épaisseurs (mot-clé SOUS_EPAIS_MULTI) par une procédure de maillage réglé uniformément. On répète le mot-clé SOUS_EPAIS_MULTI pour chaque sous-épaisseur à définir.

4.4.1 Opérande TYPE

♦ TYPE

Permet de définir le type de sous-épaisseur à modéliser :

'ELLI' : sous épaisseur de type elliptique définie par ses axes circonférentiel et longitudinal.
'AXIS' : sous épaisseur axisymétrique définie par son axe longitudinal.

4.4.2 Opérande AXE_CIRC

♦ AXE_CIRC = 2a

Longueur de l'axe circonférentiel de la sous-épaisseur mesurée en abscisse curviligne en peau externe sur le coude, même si la sous-épaisseur est située en peau interne. N'est utilisé que si TYPE = 'ELLI'.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4.4.3 Opérande AXE_LONGI

♦ AXE_LONGI = 2b

Longueur de l'axe longitudinal de la sous-épaisseur mesurée en abscisse curviligne en peau externe sur le coude, même si la sous-épaisseur est située en peau interne.

4.4.4 Opérande PROFONDEUR

♦ PROFONDEUR = c

Valeur de la profondeur maximale mesurée au centre de la sous-épaisseur.

4.4.5 Opérandes POSI_CURV_LONGI et POSI_ANGUL

♦ / POSI_CURV_LONGI = sl
/ POSI_ANGUL = beta

Valeur de la position longitudinale du centre de la sous-épaisseur, définie par rapport à l'interface de l'embout P1. La position peut être donnée soit par l'abscisse curviligne sl le long de l'axe du coude sur la peau externe de celui-ci, soit par l'angle beta en degrés formé par la section contenant celui-ci et l'interface de l'embout P1.

Cette valeur doit être comprise entre 0 et αR_c (pour sl) ou 0 et α (pour beta).

4.4.6 Opérandes POSI_CURV_CIRC et AZIMUT

♦ / POSI_CURV_CIRC = sc
/ AZIMUT = phi

Valeur de la position circonférentielle du centre de la sous-épaisseur donnée soit par l'abscisse curviligne sc sur la peau externe de celui-ci, soit par l'angle en degrés phi. L'angle et l'abscisse curviligne sont comptés positivement à partir de l'extrados jusqu'à l'intrados en passant par le flanc gauche. Cette valeur doit être comprise entre 0 et πD_e (pour sc) ou entre 0 et 360 degrés (pour phi).

Si la sous-épaisseur est de type axisymétrique, le centre est par convention positionné en intrados (180 °) et doit être renseigné comme tel.

4.4.7 Opérande SOUS_EPAIS

♦ SOUS_EPAIS

Permet de définir la position de la sous-épaisseur sur la peau du coude :

'INTERNE' sous-épaisseur en peau interne du coude,
'EXTERNE' sous-épaisseur en peau externe du coude.

4.4.8 Opérande NB_ELEM_LONGI

♦ NB_ELEM_LONGI = nl

Permet de définir le nombre d'éléments présents sur l'axe longitudinal de la sous-épaisseur.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Remarques :

•L'étape de traitement de la macro-commande qui transforme successivement le maillage de plaque initial en coude à pour effet de compresser longitudinalement les mailles en zone intrados et de les dilater en zone extrados. En cas de défaut positionné dans ces zones, le nombre d'éléments défini sur l'axe longitudinal (qui est utilisé pour créer le maillage de plaque initial) pourra se voir légèrement réduit ou augmenté. Ainsi pour une sous-épaisseur axisymétrique, le nombre d'éléments présents longitudinalement peut varier de deux unités sur un coude à 90°. D'une manière générale, on conseillera à l'utilisateur de discrétiser suffisamment les axes du défaut. Le profil elliptique de la sous-épaisseur n'en sera que meilleur.
•Le cas d'un défaut situé à cheval entre coude et embout peut provoquer une représentation de la sous-épaisseur qui n'est pas parfaitement symétrique dans le sens longitudinal. Ceci est dû au même phénomène que précédemment ajouté au fait que la partie de la sous-épaisseur présente dans l'embout ne subit pas de transformation géométrique. Là encore, on peut conseiller à l'utilisateur de raffiner l'axe longitudinal pour corriger cette légère dissymétrie.

4.4.9 Opérande NB_ELEM_CIRC

♦ NB_ELEM_CIRC = nc

Permet de définir le nombre d'éléments présents sur l'axe circonférentiel de la sous-épaisseur.

Remarque :

***ATTENTION à la cohérence** entre le nombre d'éléments circonférentiel, le nombre d'éléments longitudinal et la géométrie de la sous-épaisseur. En particulier, lorsque celle-ci est circonférentielle, le nombre d'éléments circonférentiel doit être de l'ordre de 20.*

4.4.10 Opérande EMPREINTE

◊ EMPREINTE =
/ 'OUI', [DEFAUT]

La sous-épaisseur est creusée : les points appartenant à la demi-ellipsoïde définissant la sous-épaisseur subissent une transformation géométrique proportionnelle dans l'épaisseur.

/ 'NON',

La sous-épaisseur n'est pas creusée : la transformation géométrique des points la définissant n'est pas activée. Le maillage ne comporte pas de sous-épaisseur.

4.4.11 Opérande NB_ELEM_RADI

◊ NB_ELEM_RADI = nr

Permet de définir le nombre d'éléments présents radialement (dans le sens de l'épaisseur du coude) à l'endroit de la zone sous-épaissie. Par défaut, cette valeur est de trois comme pour la partie courante du coude.

Attention :

Cette option n'est valable que pour le mot-clé SOUS_EPAIS_COUDE (sous-épaisseur unique).

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4.5 Mot clé facteur FISS_COUDE

Trois cas de figure sont envisageables pour distinguer les fissures courtes et les fissures longues. La distinction se fait suivant le rapport a_p/c_p (a_p étant la profondeur et c_p la demi-longueur de la fissure sur la plaque avant transformation en tube ou en coude) :

- les fissures sont courtes elliptiques si $a_p/c_p \geq 0.2$,
- les fissures sont longues avec le fond rectiligne et les extrémités arrondies si $0.1 \leq a_p/c_p < 0.2$ ou si l'orientation est longitudinale,
- les fissures sont longues avec le fond rectiligne si $a_p/c_p < 0.1$ et si l'orientation est circonférentielle (c'est le cas en particulier pour les fissures axisymétriques).

4.5.1 Opérande PROFONDEUR

♦ PROFONDEUR = a

Demi longueur du petit axe de la fissure.

4.5.2 Opérande LONGUEUR

♦ LONGUEUR = 2c

Longueur du grand axe de la fissure mesurée sur le coude en peau interne ou externe suivant la peau sur laquelle se trouve la fissure. Cette longueur est obligatoire si la fissure n'est pas axisymétrique. Elle est par contre ignorée si elle est fournie et que la fissure est axisymétrique.

4.5.3 Opérande AXIS

◊ AXIS = / 'OUI',
/ 'NON', [DEFAUT]

Mot clé facultatif indiquant si la fissure est axisymétrique ou non.

4.5.4 Opérande AZIMUT

◊ AZIMUT = phi

Valeur de la position circonférentielle du centre de la fissure comptée positivement en degrés à partir de l'extrados jusqu'à l'intrados en passant par le flanc gauche. La position définie par défaut se situe sur le flanc gauche (azimut égal à 90 degrés). L'azimut doit être compris entre 0° et 180°.

4.5.5 Opérandes ABSC_CURV et POSI_ANGUL

♦ / ABSC_CURV = sf
/ POSI_ANGUL = beta

Valeur de la position longitudinale du centre de la fissure, définie par rapport à l'interface de l'embout P1. La position peut être donnée soit par l'abscisse curviligne sf le long de l'axe du coude sur la peau interne ou externe (selon la position de la fissure), soit par l'angle beta en degrés formé par la section contenant celui-ci et l'interface de l'embout P1.

Cette valeur doit être comprise :

- pour sf : entre 0 et $\alpha\left[Rc+(Rm+\eta\, e/2)\cos(\phi)\right]$, où η vaut 1 si le défaut est en peau externe et –1 sinon ;

- pour beta : entre 0 et α .

4.5.6 Opérande ORIEN

♦ ORIEN = xsi

Valeur de l'angle en degrés formé par le grand axe de la fissure et la génératrice du coude donnant ainsi l'orientation du défaut.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Attention :

Seuls trois types d'orientation sont possibles :
- *fissure longitudinale (xsi = 0 degré),*
- *fissure circonférentielle (xsi = + 90 degrés),*
- *fissure inclinée (xsi = +45 ou -45 degrés), uniquement pour les fissures courtes.*

Une fissure longitudinale ne peut pas empiéter sur un des deux embouts droits, ou bien les deux embouts droits à la fois. En revanche, le bloc fissure le peut. Autrement dit, la fissure doit forcément être dans le coude, le bloc fissure peut déborder sur les embouts droits.

4.5.7 Opérande FISSURE

♦ FISSURE

Permet de définir la position de la fissure sur la peau du coude :

'DEB_INT' fissure débouchante en peau interne du coude,
'DEB_EXT' fissure débouchante en peau externe du coude.

4.5.8 Opérande NB_TRANCHE

♦ NB_TRANCHE = nt

Pour les fissures courtes, nombre de tranches le long du fond de fissure **sur un quart d'ellipse**. Le nombre de tranches total est alors cette donnée multipliée par deux (voir [Figure 4.5.9-a]). Cette valeur doit être une puissance de 2 et doit valoir au minimum 8.

Pour les fissures longues avec extrémités arrondies, nt est le nombre **total** de tranches, compris entre 20 et 186 sur la totalité du fond de fissure, avec 8 tranches pour chaque extrémité arrondie et entre 4 et 170 tranches sur la partie rectiligne.

Pour les fissures longues à fond rectiligne uniquement, le nombre de tranches doit être compris entre 8 et 40.

Dans le cas des fissures circonférentielles, le tableau suivant fournit une estimation du nombre de tranches raisonnable pour la partie rectiligne des fissures longues en fonction du rapport $2c/2\pi R_m$ (longueur de la fissure sur largeur de la plaque) pour deux niveaux de raffinement. Pour les fissures longues avec extrémités arrondies, il faut donc rajouter 16 tranches.

$c/\pi R_m$>	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2	0.22	0.24	0.26	0.28	0.32	0.34	0.36
$c/\pi R_m$<	0.02	0.04	0.06	0.08	0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2	0.22	0.24	0.26	0.28	0.32	0.34	0.36	1
nt fin	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	40
nt gros	4	4	6	6	8	8	10	10	12	12	14	14	16	16	18	18	20	20

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Dans le cas des fissures longitudinales ou des fissures ayant un rapport a/c tel que $0.1 \leqslant a/c < 0.2$, le nombre de tranches peut varier entre 20 et 186. inclus. Il faut un rapport d'étirement des mailles d'environ 10 (grand côté / petit côté), un rapport d'étirement de l'ordre de 20 étant acceptable.

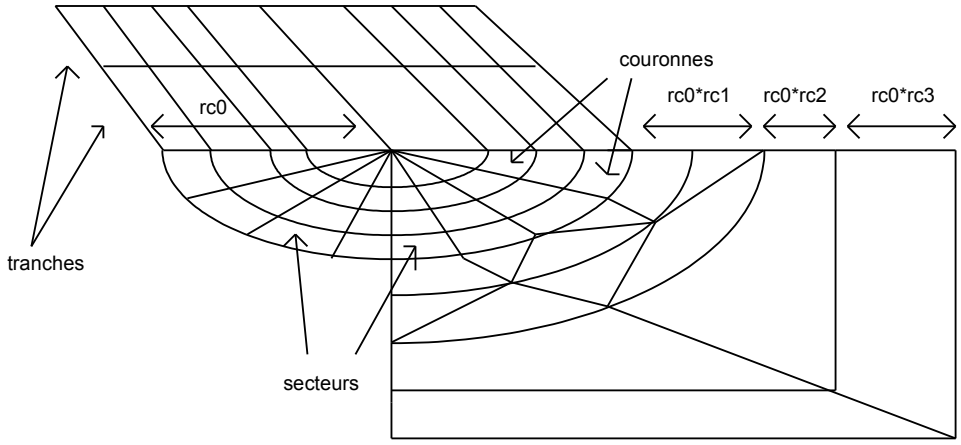


Figure 4.5.9-a : Paramètres du maillage rayonnant de fond de fissure

4.5.9 Opérande NB_SECTEUR

♦ NB_SECTEUR = ns

Nombre de secteurs sur 90 degrés dans une couronne du tore modélisant le fond de fissure. Le nombre total de secteurs sur une couronne est alors cette donnée multipliée par quatre (voir [Figure 4.5.9-a]).

Pour les fissures longues, cette valeur doit valoir 2, 3 ou 4. Pour les autres types de fissure cette valeur ne doit pas dépasser 8.

4.5.10 Opérande NB_COURONNE

♦ NB_COURONNE = nc

Nombre de couronnes du maillage rayonnant autour du fond de fissure, y compris la couronne centrale formée de prismes (voir [Figure 4.5.9-a]).

Pour les fissures longues, cette valeur doit valoir 3 ou 4.

4.5.11 Opérande RAYON_TORE

◊ RAYON_TORE = rc0

Permet de définir la valeur du rayon du tore de la zone à maillage imposé de type rayonnant autour du fond de fissure (voir [Figure 4.5.9-a]). Soient a la profondeur de la fissure et e l'épaisseur du tuyau, par défaut, le rayon vaut :

$rc_0 = \dfrac{rc_0^{ref}}{0.2}\dfrac{a}{e}$ où $rc_0^{ref} = 2\,mm$ si le nombre de tranches est supérieur ou égal à 16,

$rc_0 = 1{,}5\,mm$ sinon.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4.5.12 Opérande COEF_MULT_RC2

◊ COEF_MULT_RC2 = rc2

Valeur du coefficient multiplicateur de rc0 permettant de définir l'épaisseur de la première couronne de déraffinement des tranches (voir [Figure 4.5.9-a]). Par défaut ce coefficient vaut 1.

4.5.13 Opérande COEF_MULT_RC3

◊ COEF_MULT_RC3 = rc3

Valeur du coefficient multiplicateur de rc0 permettant de définir l'épaisseur de la deuxième couronne de déraffinement des tranches (voir [Figure 4.5.9-a]). Par défaut, ce coefficient vaut 1 si le nombre de tranches est inférieur à 16 et 1.4 sinon.

4.5.14 Opérande ANGL_OUVERTURE

◊ ANGL_OUVERTURE = eps

Valeur en degrés du demi-angle d'ouverture de la fissure. Par défaut, eps vaut 0.5.

4.6 Mot-clé facteur IMPRESSION

4.6.1 Opérande FICHIER

◊ FICHIER = nom_fichier

Nom donné au fichier d'impression. Par défaut, le fichier d'impression est le fichier du type maillage Aster (.mast). Il est donc important de mettre ce type de fichier dans le profil d'étude si l'on utilise les options par défaut du mot clé IMPRESSION.

4.6.2 Opérande UNITE

◊ UNITE = unite

Numéro d'unité logique associée au fichier d'impression.

4.6.3 Opérande FORMAT

◊ FORMAT

Permet de spécifier le format d'impression du maillage. Par défaut le format est 'ASTER'.

4.6.4 Opérande VERSION

◊ VERSION

Si et seulement si l'opérande FORMAT vaut 'IDEAS', cet opérande permet de spécifier la version du logiciel Ideas. Par défaut VERSION vaut 5. Seules les versions 4 et 5 sont supportées.

4.6.5 Opérande NIVE_GIBI

◊ NIVE_GIBI

Si et seulement si l'opérande FORMAT vaut 'CASTEM', cet opérande permet de spécifier le niveau du logiciel GIBI dans lequel le maillage sera imprimé. Par défaut VERSION vaut 10. Seuls les niveaux 3 et 10 sont supportés.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4.7 Opérande INFO

◊ INFO =

Indique le niveau d'impression des résultats de l'opérateur,

1: aucune impression,
2: impression des informations relatives au maillage.

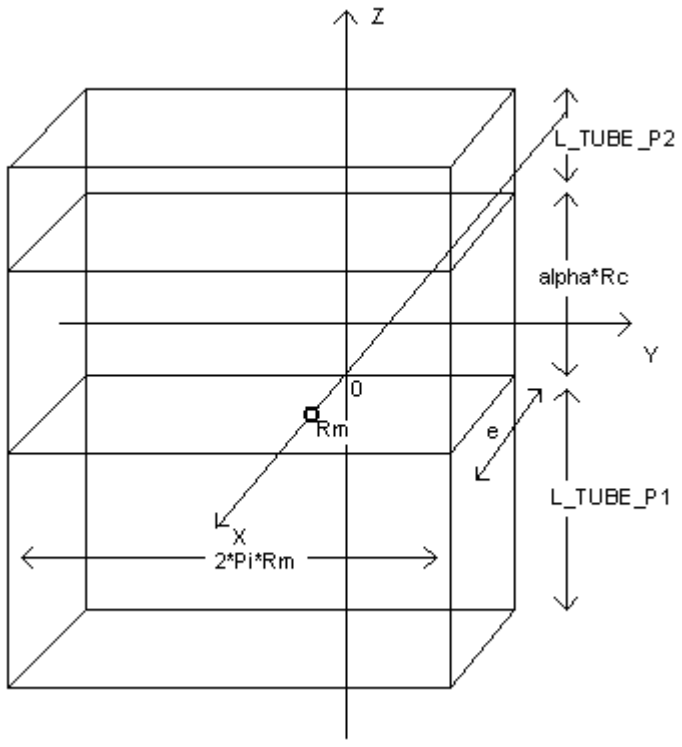
Les impressions se font dans le fichier 'MESSAGE'.

Pour avoir le détail des opérateurs appelés par la macro-commande dans le fichier message, il faut spécifier IMPR_MACRO='OUI' dans la commande DEBUT.

5 Maillage et groupes topologiques

5.1 Maillage de plaque

Le maillage de plaque 3D produit par la procédure de maillage GIBI avant transformation géométrique en tube ou coude est défini comme suit :



Plaque engendrée par la procédure GIBI

R_m : rayon moyen,
alpha : angle du coude en radians,
e : épaisseur,
R_c : rayon de cintrage,
L_TUBE_P1 : longueur de l'embout P1,
L_TUBE_P2 : longueur de l'embout P2.

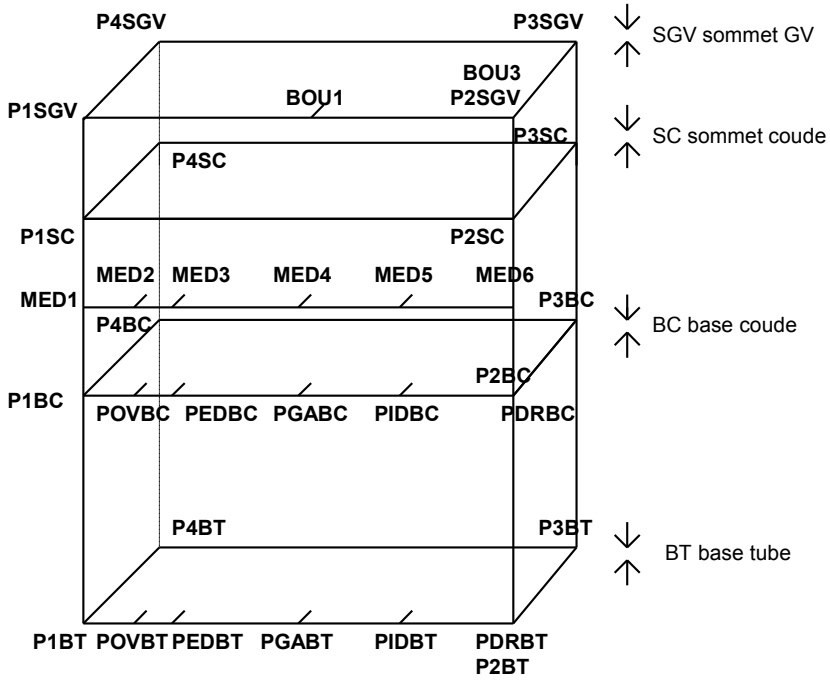
Le repère du maillage plaque se situe à la base de la partie coude (interface entre la zone coude et l'embout P1), la plaque occupe les domaines suivants : $X \in [R_m - e/2, R_m + e/2]$, $Y \in [-\pi * R_m, \pi * R_m]$, $Z \in [-\mathrm{L_TUBE_P1}, \alpha * R_c + \mathrm{L_TUBE_P2}]$.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

La macro commande MACR_ASCOUF_MAIL engendre les maillages suivants selon la géométrie désirée (coude sain, coude avec fissure, coude avec sous-épaisseurs) :

5.2 Coude sain réglé

Le maillage ainsi réalisé comporte les groupes géométriques suivants (les domaines sont donnés dans le repère maillage plaque) :



Groupes géométriques du coude sain réglé avant transformation en coude

- MED6 : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe sur le flanc droit le plus près de la section médiane de la partie coude ($X=R_m+e/2, Y=\pi*R_m, Z=\alpha*R_c/2$),
- MED5 : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe sur l'intrados le plus près de la section médiane de la partie coude ($X=R_m+e/2, Y=\pi*R_m/2, Z=\alpha*R_c/2$),
- MED4 : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe sur le flanc gauche le plus près de la section médiane de la partie coude ($X=R_m+e/2, Y=0, Z=\alpha*R_c/2$),
- MED3 : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe sur l'extrados le plus près de la section médiane de la partie coude ($X=R_m+e/2, Y=-\pi*R_m/2, Z=\alpha*R_c/2$),
- MED2 : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe le plus près de la section médiane de la partie coude($X=R_m+e/2, Y=-4\pi*R_m/5, Z=\alpha*R_c/2$),
- MED1 (=MED6 sur le coude) : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe sur le flanc droit le plus près de la section médiane de la partie coude ($X=R_m+e/2, Y=-\pi*Rm, Z=\alpha*Rc/2$).

Groupes de points utiles aux conditions aux limites de type poutre :

- BOU1 : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe sur le flanc gauche au sommet de l'embout P2 ou du bol ($X=R_m-e/2, Y=0, Z=\alpha*R_c+\text{l_tube_p2}+\text{longueur bol}$),
- BOU3 : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe sur le flanc droit au sommet de l'embout P2 ou du bol ($X=R_m-e/2, Y=+\pi*R_m, Z=\alpha*R_c+\text{l_tube_p2}+\text{longueur bol}$),

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

- P1 : nœud situé au centre la section EXTUBE,
- P2 : nœud situé au centre la section CLGV.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Groupes de points définissant les génératrices du coude :

- GAUCHE : groupe de nœuds constituant l'ensemble des nœuds situés en peau externe sur le flanc gauche du coude et des embouts ($X=R_m+e/2$, $Y=0$),
- DROIT : groupe de nœuds constituant l'ensemble des nœuds situés en peau externe sur le flanc droit du coude et des embouts ($X=R_m+e/2$, $Y=-\pi*R_m$),
- INTRA : groupe de nœuds constituant l'ensemble des nœuds situés en peau externe sur l'intrados du coude et des embouts ($X=R_m+e/2$, $Y=+\pi*R_m/2$),
- EXTRA : groupe de nœuds constituant l'ensemble des nœuds situés en peau externe sur l'extrados du coude et des embouts ($X=R_m+e/2$, $Y=-\pi*R_m/2$).

Groupe de mailles linéiques :

- BORDTU : contour interne de la section à l'extrémité de l'embout P1 ($Z=-\mathrm{l_tube_p1}$).

Groupe de mailles surfaciques :

- PEAUEXT : peau externe du coude et des embouts ($X=R_m+e/2$),
- PEAUINT : peau interne du coude et des embouts ($X=R_m-e/2$),
- EXTUBE : section à l'extrémité de l'embout P1 (Z = - l_tube_p1),
- CLGV : section à l'extrémité de l'embout P2 ($Z=\alpha*R_c+\mathrm{l_tube_p2}$).

Très Important :

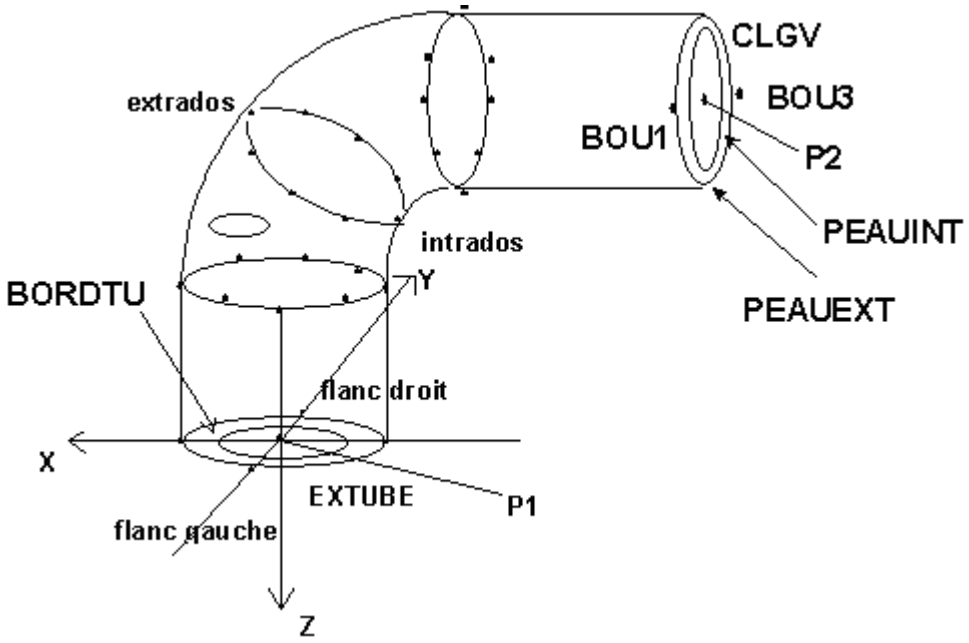
> *Les éléments de peau décrits ci-dessus ont une normale sortante externe en peau externe et une normale sortante interne en peau interne.*

Groupe de mailles volumiques :

- COUDE : groupe de mailles volumiques constituant le coude, l'embout P1 et l'embout P2 représentant la partie de la structure constituée en inox,
- PACOUDE : groupe de mailles volumiques constituant le coude ($0\leq Z\leq\alpha*Rc$),
- EMBOUTTU : groupe de mailles volumiques constituant l'embout P1 ($-\mathrm{l_tube_p1}\leq Z\leq 0$),
- EMBOUTGV : groupe de mailles volumiques constituant l'embout P2 ($\alpha*Rc\leq Z\leq\alpha*Rc+\mathrm{l_tube_p2}$),
- MA : groupe de mailles contenant l'ensemble des mailles volumiques et surfaciques définies, ainsi que les mailles discrètes.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

5.3 Coude avec sous-épaisseurs

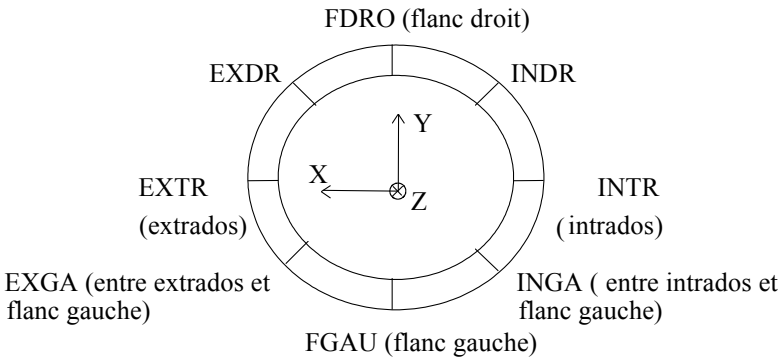


Coude avec sous-épaisseurs (COUDE)

A l'issue de l'exécution de la procédure, le maillage fera état des entités topologiques suivantes afin de faciliter la visualisation, l'application des chargements, l'affectation des conditions aux limites et l'analyse mécanique :

- **COUDE** : ensemble des éléments volumiques du maillage coude et embouts,
- **CLGV** : éléments de membrane situés à l'extrémité de l'embout P2,
- **EXTUBE** : éléments de membrane situés à l'extrémité de l'embout P1,
- **PEAUINT** : éléments de membrane situés en peau interne de la structure
- **PEAUEXT** éléments de membrane situés en peau externe de la structure,
- **BOU1** : nœud situé à l'extrémité de l'embout P2 en peau externe et flanc gauche,
- **BOU3** : nœud diamétralement opposé à BOU1 sur la section du tube, situé à l'extrémité de l'embout P2 en peau externe et flanc droit,
- **P1** : nœud situé au centre de la section EXTUBE,
- **P2** : nœud situé au centre de la section CLGV,
- **BORDTU** contour interne de la section à l'extrémité de l'embout P1 (Z = 0).

Les points BOU1 et BOU3 sont situés flanc gauche et flanc droit pour un azimut du défaut $\Phi = 90°$, ils « tournent » si celui-ci est différent. Les huit groupes de nœuds formés par les ligaments dans l'épaisseur prélevés tous les 45 degrés (ou les plus proches de ces positions) sur une section sont préfixés de la façon suivante :



Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

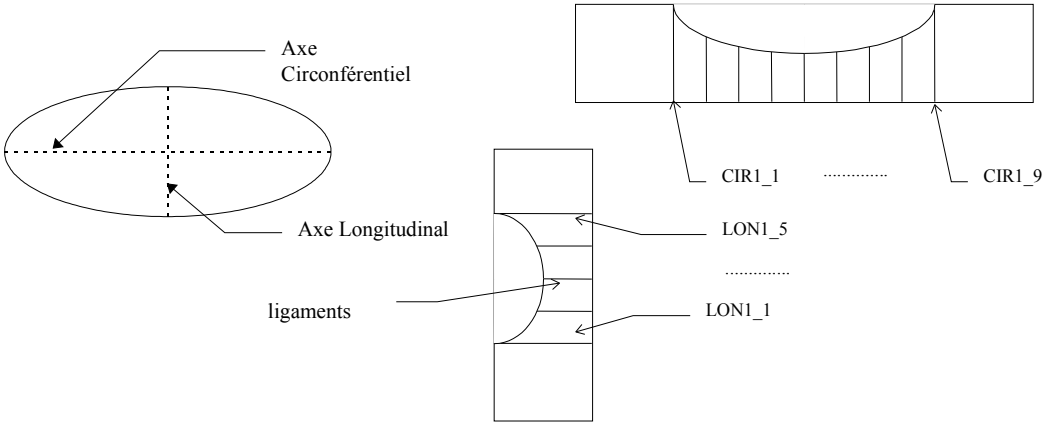
- **EXGAMI, FGAUMI, INGAMI, INTRMI, INDRMI, FDROMI, EXDRMI, EXTRMI** : groupes de nœuds formés par les ligaments dans l'épaisseur tous les 45 degrés sur la section médiane du coude (ou la plus proche).
- **EXGATU, FGAUTU, INGATU, INTRTU, INDRTU, FDROTU, EXDRTU, EXTRTU** : groupes de nœuds formés par les ligaments dans l'épaisseur tous les 45 degrés sur la section interface entre l'embout tube et le coude.
- **EXGAGV, FGAUGV, INGAGV, INTRGV, INDRGV, FDROGV, EXDRGV, EXTRGV** : groupes de nœuds formés par les ligaments dans l'épaisseur tous les 45 degrés sur la section interface entre l'embout GV et le coude.
- **EXGA*x*, FGAU*x*, INGA*x*, INTR*x*, INDR*x*, FDRO*x*, EXDR*x*, EXTR*x*** : groupes de nœuds formés par les ligaments dans l'épaisseur tous les 45 degrés sur la section correspondant à l'épaisseur minimale de la sous-épaisseur N°x.

Pour les sous-épaisseurs non axisymétriques :

- **CIR*x_y*** : groupe de nœuds représentant le ligament circonférentiel n°y de la sous-épaisseur n°x. Les ligaments sont triés selon les Y croissant sur le maillage plaque.
- **LON*x_z*** : groupe de nœuds représentant le ligament longitudinal n°z de la sous-épaisseur n°x. Les ligaments sont triés selon les Z croissant sur le maillage plaque.
- **PCIRC*x*** : ensemble des nœuds de la sous-épaisseur N°x situés sur l'axe circonférentiel et au droit de celui-ci sur toute l'épaisseur,
- **PLONG*x*** : ensemble des nœuds de la sous-épaisseur N°x situés sur l'axe longitudinal et au droit de celui-ci sur toute l'épaisseur,
- **PCENT*x*** : ensemble des nœuds de la sous-épaisseur N°x situés au centre de l'ellipse et au droit de celui-ci sur toute l'épaisseur (intersection des groupes PLONGx et PCIRCx),

Important :

Pour chaque ligament, les nœuds sont ordonnés de la peau externe à la peau interne.



Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

5.3.1 Cas de la demi-structure

Les entités suivantes sont présentes mais associées à des lieux différents de la structure entière :

- **CLGV** : éléments de membrane situés en section médiane formant le plan de symétrie transverse du coude,
- **BOU1** : nœud situé sur la section médiane en peau externe sur le flanc gauche pour un azimut du défaut de 90°,
- **BOU3** : nœud diamétralement opposé à BOU1 sur la section médiane, situé en peau externe sur le flanc droit,
- **P2** : nœud situé au centre la section CLGV.

Les ligaments **EXGAGV, FGAUGV, INGAGV, INTRGV, INDRGV, FDROGV, EXDRGV, EXTRGV** n'existent pas.

Les conditions aux limites pour une demi-structure afin de bloquer les déplacements de corps rigide et simuler les conditions de symétrie sont les suivantes (α est l'angle du coude et Φ l'azimut du défaut) :

- Blocage du déplacement normal à la section médiane (CLGV) :
  $DZ=0$ pour un tube,
  $DNOR=0$ pour un coude.
- Un point sur la dite section bloqué dans le plan de celle-ci :
  $DX=DY=0$ pour un tube,
  $DY=0\ \cos(\alpha)DX-\sin(\alpha)DZ=0$ pour un coude.
- Le point opposé symétriquement (situé à l'azimut Φ_1) au précédent dans la section, bloqué en déplacement tangent à la dite section :
  $\sin(\Phi_1)DX+\cos(\Phi_1)DY=0$ pour un tube,
  $\sin(\Phi_1)\cos(\alpha)DX+\cos(\Phi_1)DY-\sin(\Phi_1)\sin(\alpha)DZ=0$ pour un coude.

Remarque :

On peut aussi pour la demi-structure envisager de conserver le principe du raccord 3D-poutre (utilisé avec la modélisation entière dans la `MACR_ASCOUF_CALC`) avec un nœud au milieu de la section médiane (en l'occurrence P2).

5.3.2 Cas du quart de structure

Les modifications sont semblables au paragraphe précédent. De plus, les deux bords formant le plan de symétrie longitudinal du coude sont disponibles :

- **BORD1** : éléments de membrane situés flanc gauche pour un azimut de défaut $\Phi=90°$,
- **BORD2** : éléments de membrane situés flanc droit pour un azimut de défaut $\Phi=90°$.

Les conditions aux limites pour un quart de structure afin de bloquer les déplacements de corps rigide et simuler les conditions de symétrie sont les suivantes (α est l'angle du coude et Φ l'azimut du défaut) :

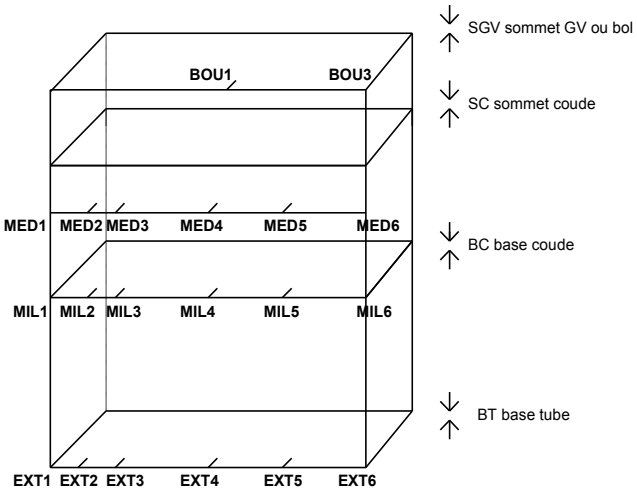
- Blocage du déplacement normal à la section médiane (CLGV) :
  $DZ=0$ pour un tube,
  $DNOR=0$ pour un coude.
- Blocage du plan de symétrie longitudinal de la structure tubulaire :
  $DNOR=0$ sur BORD1 et BORD2.

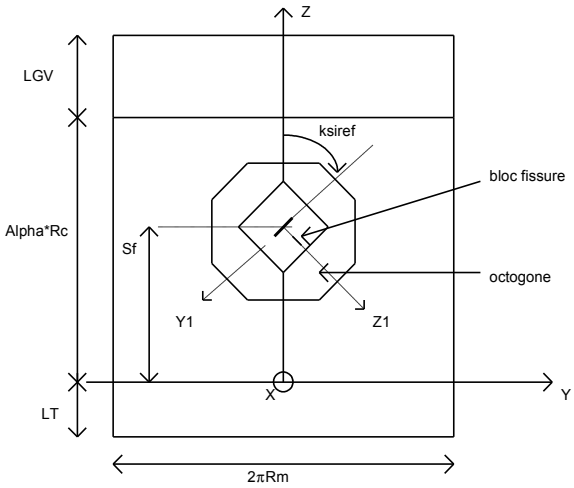
Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

- Blocage du déplacement perpendiculaire au plan de symétrie longitudinal d'un des points (BOU3 pour éviter de prendre le point situé dans la zone du défaut qui est BOU1) situé à l'intersection des deux plans précédemment cités :
  $\cos(\Phi)DX+\sin(\Phi)DY=0$ pour un tube,
  $\cos(\Phi)\cos(\alpha)DX+\sin(\Phi)DY-\cos(\Phi)\sin(\alpha)DZ=0$ pour un coude.

5.4 Coude avec fissure

Le maillage ainsi réalisé comporte les groupes géométriques suivants (les domaines sont donnés dans le repère maillage plaque) :





Les points suivants sont situés pour un azimut du défaut □=90°, ils « tournent » si celui-ci est différent :

- EXT6 : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe sur le flanc droit à la base de l'embout tube ($X=R_m+e/2$, $Y=\pi*R_m$, $Z=-$l_tube_p1),
- EXT5 : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe sur l'intrados à la base de l'embout tube ($X=R_m+e/2$, $Y=\pi*R_m/2$, $Z=-$l_tube_p1),
- EXT4 : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe sur le flanc gauche à la base de l'embout tube ($X=R_m+e/2$, $Y=0$, $Z=-$l_tube_p1),
- EXT3 : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe sur l'extrados à la base de l'embout tube ($X=R_m+e/2$, $Y=-\pi*R_m/2$, $Z=-$l_tube_p1),
- EXT2 : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe à la base de l'embout tube ($X=R_m+e/2$, $Y=-4*\pi*R_m/5$, $Z=-$l_tube_p1),
- EXT1 (= EXT6 sur le coude) : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe sur le flanc droit à la base de l'embout tube ($X=R_m+e/2$, $Y=-\pi*R_m$, $Z=-$l_tube_p1),

- MIL6 : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe sur le flanc droit à l'interface embout tube et coude ($X=R_m+e/2$, $Y=\pi*R_m$, $Z=0$),
- MIL5 : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe sur l'intrados à l'interface embout tube et coude ($X=R_m+e/2$, $Y=\pi*R_m/2$, $Z=0$),
- MIL4 : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe sur le flanc à l'interface embout tube et coude ($X=R_m+e/2$, $Y=0$, $Z=0$),
- MIL3 : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe sur l'extrados à l'interface embout tube et coude ($X=R_m+e/2$, $Y=-\pi*R_m/2$, $Z=0$),
- MIL2 : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe à l'interface embout tube et coude ($X=R_m+e/2$, $Y=-4*\pi*R_m/5$, $Z=0$),

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

- MIL1 (= MIL6 sur le coude) : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe sur le flanc droit à l'interface embout tube et coude ($X = R_m + e/2$, $Y = -\pi * R_m$, $Z = 0$),

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

- MED6 : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe sur le flanc droit le plus près de la section médiane de la partie coude ($X=R_m+e/2$, $Y=\pi*R_m$, $Z=\alpha*R_c/2$),
- MED5 : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe sur l'intrados le plus près de la section médiane de la partie coude ($X=R_m+e/2$, $Y=\pi*R_m/2$, $Z=\alpha*R_c/2$),
- MED4 : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe sur le flanc gauche le plus près de la section médiane de la partie coude ($X=R_m+e/2$, $Y=0$, $Z=\alpha*R_c/2$),
- MED3 : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe sur l'extrados le plus près de la section médiane de la partie coude ($X=R_m+e/2$, $Y=-\pi*R_m/2$, $Z=\alpha*R_c/2$),
- MED2 : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe le plus près de la section médiane de la partie coude ($X=R_m+e/2$, $Y=-4*\pi*R_m/5$, $Z=\alpha*R_c/2$),
- MED1 (=MED6 sur le coude) : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe sur le flanc droit le plus près de la section médiane de la partie coude ($X=R_m+e/2$, $Y=-\pi*R_m$, $Z=\alpha*R_c/2$),
- BORDTU : contour interne de la section à l'extrémité de l'embout tube ($Z=-\text{l_tube_p1}$).

Groupes de points utiles aux conditions aux limites de type poutre :

- BOU1 : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe sur le flanc gauche au sommet de l'embout P2 ou du bol ($X=R_m-e/2$, $Y=0$, $Z=\alpha*R_c+\text{l_tube_p2}+\text{longueur bol}$),
- BOU3 : groupe de nœuds constitué du nœud situé en peau externe sur le flanc droit au sommet de l'embout P2 ou du bol ($X=R_m-e/2$, $Y=+\pi*R_m$, $Z=\alpha*R_c+\text{l_tube_p2}+\text{longueur bol}$),
- P1 : nœud situé au centre de la section EXTUBE,
- P2 : nœud situé au centre de la section CLGV.

Groupe de mailles surfaciques :

- PEAUEXT : groupe de mailles contenant l'ensemble des mailles surfaciques constituant la peau externe du coude et des embouts ($X=R_m+e/2$),
- PEAUINT : groupe de mailles contenant l'ensemble des mailles surfaciques constituant la peau interne du coude et des embouts ($X=R_m-e/2$),
- FACE1 : groupe de mailles contenant la lèvre supérieure de la fissure (plan $Z1=0^-$) dont l'orientation de la normale est positive vers les Z1 positifs,
- FACE2 : groupe de mailles contenant la lèvre inférieure de la fissure (plan $Z1=0^+$) dont l'orientation de la normale est positive vers les Z1 négatifs,
- EXTUBE : groupe de mailles surfaciques constituant l'extrémité de l'embout tube ($Z=-\text{l_tube_p1}$).

Très Important :

> *Les éléments de peau décrits ci-dessus ont une normale sortante externe en peau externe et une normale sortante interne en peau interne.*

Groupe de mailles volumiques pour les fissures courtes :

- BLOCFISS : groupe de mailles constituant le bloc fissure symétrisé,
- QUARBLOC : groupe de mailles constituant le quart de bloc initial (Y1>0 et Z1<0),
- BLOCOCTO : groupe de mailles constituant le bloc fissure symétrisé et l'octogone d'incrustation,
- TORE1 : demi tore ($Z1=0^-$) contenant le fond de fissure et une partie de FACE1,
- TORE2 : demi tore ($Z1=0^+$) contenant le fond de fissure et une partie de FACE2 (complément de TORE1),
- COUDE : groupe de mailles constituant l'ensemble des mailles volumiques et surfaciques définies sur le maillage,

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

- BOL : groupe de mailles constituant le maillage d'embout de type bol.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Groupe de mailles volumiques pour les fissures longues (a/c □ 0.2) :

- BLOCFISS : groupe de mailles constituant le bloc fissure symétrisé,
- BLOFISS1 : groupe de mailles constituant le demi-bloc fissure symétrisé ($Z \leq 0$),
- BLOFISS2 : groupe de mailles constituant le demi-bloc fissure symétrisé ($Z \geq 0$),
- TORE1 : demi tore (Z1=0^-) contenant le fond de fissure et une partie de FACE1,
- TORE2 : demi tore (Z1=0^+) contenant le fond de fissure et une partie de FACE2 (complément de TORE1),
- COUDE: groupe de mailles constituant l'ensemble des mailles volumiques définies sur le maillage,
- BOL : groupe de mailles constituant le maillage d'embout de type bol.

Groupe de nœuds :

- FONDFISS : groupe de nœuds constituant le fond de fissure décrit dans l'ordre des Y1 négatifs aux Y1 positifs,
- CLGV : groupe de nœuds constituant l'extrémité de l'embout P2 ($Z = \alpha * R_c + \mathrm{l_tube_p2}$),
- P_AXE_1 : groupe de nœuds constituant le petit axe de la fissure (Z1 = 0^-) ordonnés dans le sens fond de fissure -> face débouchante,
- P_AXE_2 : groupe de nœuds constituant le petit axe de la fissure (Z1 = 0^+) ordonnés dans le sens fond de fissure -> face débouchante,
- G_AXE_1 : groupe de nœuds constituant le grand axe de la fissure (Z1 = 0^-) ordonnés dans le sens Y<0 à Y>0 pour une fissure circonférentielle et dans le sens Z<0 à Z>0 pour les autres orientations de fissure,
- G_AXE_2 : groupe de nœuds constituant le grand axe de la fissure (Z1 = 0^+) ordonnés dans le sens Y<0 à Y>0 pour une fissure circonférentielle et dans le sens Z<0 à Z>0 pour les autres orientations de fissure,
- NOLIG1 : groupe de nœuds constitué de l'ensemble des points de P_AXE_1 et du ligament situé dans le prolongement de celui-ci dans l'épaisseur.
- NOLIG2 : groupe de nœuds constitué de l'ensemble des points de P_AXE_2 et du ligament situé dans le prolongement de celui-ci dans l'épaisseur.

5.4.1 Cas de la demi-structure

Les entités suivantes sont présentes mais associés à des lieux différents de la structure entière :

- **CLGV** : éléments de membrane situés en section médiane formant le plan de symétrie transverse du coude. Dans le cas d'une fissure circonférentielle, on pourra y déduire la lèvre (entité FACE2) grâce à l'opérateur DEFI_GROUP (DIFFE),
- **BOU1** : nœud situé sur la section médiane en peau externe sur le flanc gauche pour un azimut du défaut de 90° (ce point coïncide aussi avec le point MED4),
- **BOU3** : nœud diamétralement opposé à BOU1 sur la section médiane, situé en peau externe sur le flanc droit (ce point coïncide aussi avec le point MED6),
- **P2** : nœud situé au centre la section CLGV.

Les entités FACE1, TORE1, BLOFISS1, P_AXE_1, G_AXE_1, NOLIG1, BOL n'existent pas.

Les conditions aux limites pour une demi-structure afin de bloquer les déplacements de corps rigide et simuler les conditions de symétrie sont les suivantes (α est l'angle du coude et Φ l'azimut du défaut) :

- Blocage du déplacement normal à la section médiane (CLGV auquel on aura soustrait la lèvre du défaut LEVRE2) :
  DZ = 0 pour un tube,
  DNOR =0 pour un coude.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

- Un point sur la dite section bloqué dans le plan de celle-ci :
  DX = DY = 0 pour un tube,
  DY = 0 et $\cos(\alpha)DX-\sin(\alpha)DZ=0$ pour un coude.

- Le point opposé symétriquement (situé à l'azimut Φ_1) au précédent dans la section, bloqué en déplacement tangent à la dite section :
  $\sin(\Phi_1)DX+\cos(\Phi_1)DY=0$ pour un tube,
  $\sin(\Phi_1)\cos(\alpha)DX+\cos(\Phi_1)DY-\sin(\Phi_1)\sin(\alpha)DZ=0$ pour un coude.

Remarque :

On peut aussi pour la demi-structure envisager de conserver le principe du raccord 3D-poutre (utilisé avec la modélisation entière dans la `MACR_ASCOUF_CALC` *) avec un nœud au milieu de la section médiane (en l'occurrence P2).*

5.4.2 Cas du quart de structure

Les modifications sont semblables au paragraphe précédent. De plus, les deux bords formant le plan de symétrie longitudinal du coude sont disponibles :

- **BORD1** : éléments de membrane situés flanc gauche pour un azimut de défaut $\Phi=90°$,
- **BORD2** : éléments de membrane situés flanc droit pour un azimut de défaut $\Phi=90°$.

Les conditions aux limites pour un quart de structure afin de bloquer les déplacements de corps rigide et simuler les conditions de symétrie sont les suivantes (α est l'angle du coude et Φ l'azimut du défaut) :

- Blocage du déplacement normal à la section médiane (CLGV auquel on aura soustrait la lèvre du défaut LEVRE2) :
  DZ = 0 pour un tube,
  DNOR =0 pour un coude.

- Blocage du plan de symétrie longitudinal de la structure tubulaire :
  DNOR = 0 sur BORD1 et BORD2.

- Blocage du déplacement perpendiculaire au plan de symétrie longitudinal d'un des points (BOU3 pour éviter de prendre le point situé dans la zone du défaut qui est BOU1) situé à l'intersection des deux plans précédemment cités :
  $\cos(\Phi)DX+\sin(\Phi)DY=0$ pour un tube,
  $\cos(\Phi)\cos(\alpha)DX+\sin(\Phi)DY-\cos(\Phi)\sin(\alpha)DZ=0$ pour un coude.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

6 Exemples

Le tableau suivant donne quelques exemples d'utilisation de MACR_ASCOUF_MAIL.

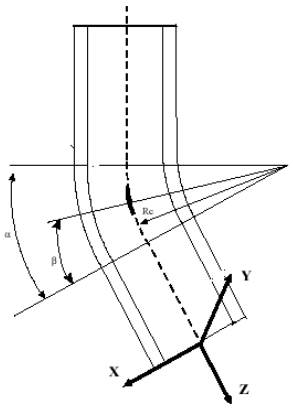
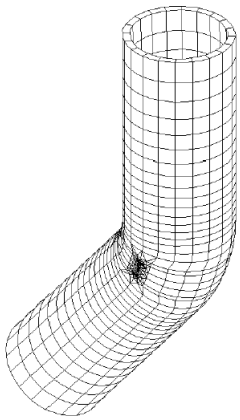
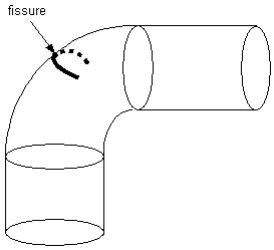
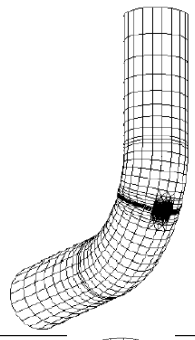
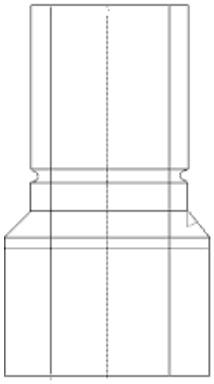
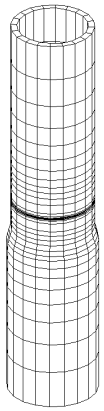
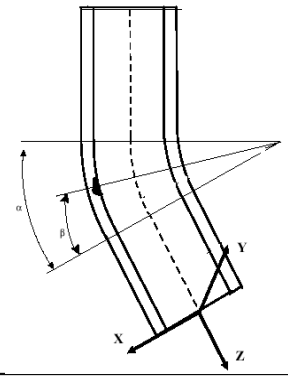
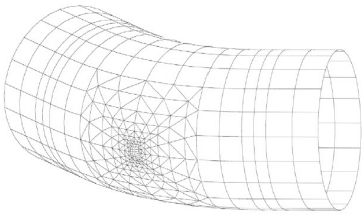
Type de défaut	Structure	Maillage
Coude avec fissure courte longitudinale (ascou15a)		
Coude avec fissure longue circonférentielle (ascou19a)		
Tube avec transition d'épaisseur et sous-épaisseur axisymétrique (ascou06a)		
Coude avec sous-épaisseur elliptique interne (ascou03a)		

Tableau : Exemples d'utilisation de la macro commande MACR_ASCOUF_MAIL

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

En plus des exemples décrits ici on pourra consulter les fichiers de commandes (fichier.comm) des cas tests. Ces derniers se trouvent dans le répertoire /aster/v9/STA9/astest et portent les noms ascou*.

6.1 Coude avec fissure courte

```
MA1 = MACR_ASCOUF_MAIL(

              EXEC_MAILLAGE=_F(  LOGICIEL = 'GIBI2000'),

              COUDE=_F(  ANGLE = 40.,
                         R_CINTR = 654.,
                         DEXT = 912.4,
                         EPAIS = 62.5,
                         L_TUBE_P1 = 1700.,
                         L_TUBE_P2 = 1700.),

                FISS_COUDE=_F(  PROFONDEUR = 10.,
                                LONGUEUR = 20.,
                                POSI_ANGUL = 20.,
                                AZIMUT = 90.,
                                ORIEN = 0.,
                                FISSURE = 'DEB_EXT',
                                AXIS = 'NON',
                                NB_TRANCHE = 8,
                                NB_SECTEUR = 3,
                                NB_COURONNE = 2)
                     )
```

6.2 Coude avec sous-épaisseur elliptique et surépaisseur

```
MA2 = MACR_ASCOUF_MAIL(

              EXEC_MAILLAGE=_F( LOGICIEL = 'GIBI2000'),

              COUDE=_F( ANGLE = 40.,
                      R_CINTR = 1354.,
                         DEXT = 912.4,
                        EPAIS = 62.5,
                    L_TUBE_P1 = 1700.,
                    L_TUBE_P2 = 1700.,
                    SUR_EPAIS = 8.),

    SOUS_EPAIS_COUDE=_F(   TYPE = 'ELLI',
                       PROFONDEUR = 20.,
                        AXE_LONGI = 50.,
                          AXE_CIRC = 100.,
                       POSI_ANGUL = 20.,
                           AZIMUT = 0.,
                       SOUS_EPAIS = 'INTERNE',
                   NB_ELEM_LONGI = 4,
                    NB_ELEM_CIRC = 8)

                     )
```


Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

6.3 Coude avec une sous-ép. elliptique et une sous-ép. axisymétrique

```
MA3 = MACR_ASCOUF_MAIL(

              EXEC_MAILLAGE=_F(  LOGICIEL = 'GIBI2000'),

              COUDE=_F(  ANGLE = 90.,
                      R_CINTR = 1354.,
                      DEXT = 912.4,
                      EPAIS = 62.5,
                      L_TUBE_P1 = 1700.,
                      L_TUBE_P2 = 1700.,),

              SOUS_EPAIS_MULTI=(

                    _F(  TYPE = 'ELLI',
                                        PROFONDEUR = 20.,
                                        AXE_LONGI = 50.,
                                        AXE_CIRC = 100.,
                                        POSI_ANGUL = 45.,
                                        AZIMUT = 90.,
                                        SOUS_EPAIS = 'INTERNE',
                                        NB_ELEM_LONGI = 4,
                                        NB_ELEM_CIRC = 8),
                     _F(  TYPE = 'AXIS',
                                        PROFONDEUR = 10.,
                                        AXE_LONGI = 10.,
                                        POSI_ANGUL = 45.,
                                        AZIMUT = 180.,
                                        SOUS_EPAIS = 'EXTERNE',
                                        NB_ELEM_LONGI = 4,
                                        NB_ELEM_CIRC = 20,
                                        EMPREINTE = 'OUI'))
                IMPRESSION =_F ( FICHIER = 'MAIL.IDEAS'
                                 FORMAT  = 'IDEAS'
                                 UNITE   = 38 )
                           )
```

6.4 Tube avec fissure courte et transition d'épaisseur

```
MA4 = MACR_ASCOUF_MAIL( EXEC_MAILLAGE=_F( LOGICIEL = 'GIBI2000'),

                              COUDE=_F( ANGLE          = 60.,
                                        R_CINTR        = 654.,
                                        L_TUBE_P1      = 1700.,
                                        L_TUBE_P2      = 1700.,
                                        TRANSFORMEE    = 'TUBE',
                                        TRAN_EPAIS     = 'OUI',
                                        DEXT_T1        = 250.,
                                        EPAIS_T1       = 15.,
                                        EPAIS_TI       = 25.,
                                        EPAIS_T2       = 40.,
                                        ANGL_TETA1     = 5.,
                                        ANGL_TETA2     = 15.,
                                        ABSC_CURV_TRAN = 300.),
```


Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

```
                        FISS_COUDE=_F( PROFONDEUR  = 4.,
                                       LONGUEUR    = 20.,
                                       POSI_ANGUL  = 15.,
                                       AZIMUT      = 90.,
                                       ORIEN       = 90.,
                                       FISSURE     = 'DEB_EXT',
                                       NB_TRANCHE  = 8,
                                       NB_SECTEUR  = 2,
                                       NB_COURONNE = 3,
                                       RAYON_TORE  = 0.5),
                          IMPRESSION=_F ( UNITE  = 37
                                       FORMAT = 'CASTEM')
                    )
```

6.5 Tube avec fissure axisymétrique et transition d'épaisseur

```
MA5 = MACR_ASCOUF_MAIL(

                     EXEC_MAILLAGE=_F(LOGICIEL='GIBI98',),

                     COUDE=_F(TRAN_EPAIS='OUI',
                              EPAIS_T1=60.0,
                              EPAIS_T2=90.0,
                              L_TUBE_P2=900.0,
                              TRANSFORMEE='TUBE',
                              L_TUBE_P1=1010.0,
                              DEXT_T1=660.0,
                              ABSC_CURV_TRAN=183.541,
                              ANGL_TETA1=30.0,
                              R_CINTR=340.0,
                              ANGLE=90.0,),
                   FISS_COUDE=_F(NB_COURONNE=3,
                              ABSC_CURV=150.0,
                              PROFONDEUR=7.5,
                              NB_TRANCHE=40,
                              LONGUEUR=0.,
                              AXIS='OUI',
                              AZIMUT=0.0,
                              NB_SECTEUR=2,
                              FISSURE='DEB_EXT',
                              RAYON_TORE=1.8,
                              ORIEN=90.0,),
                   IMPRESSION=_F(FORMAT='IDEAS',),
                  )
```

7 Bibliographie

1) B. MARTELET - S. IGNACCOLO. Outil ASCOUF : Spécification pour la modélisation des raccords des coudes aux composants des boucles primaires. Note SEPTEN ENT MS/96007A du 15/02/96.

2) I. EYMARD - M. BONNAMY : Pré-processeur ASCOUF - Manuel Utilisateur - Version 5. Note EDF/DER HI-74/95/025/C

3) S. ANDRIEUX - I. EYMARD : Définition de la transformation géométrique plaque-tube-coude. Note EDF/DER HI-74/95/004/B du 11/04/95

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)