

Manuel d'Utilisation
Fascicule U4.PC : ASPIC
Document : U4.PC.20

Macro commande `MACR_ASPIC_CALC`

1 But

Réaliser un calcul prédéfini de piquages sains ou fissurés, ainsi que les post-traitements associés. **Les longueurs du maillage produit par `MACR_ASPIC_MAIL` sont en millimètres**, il faut en tenir compte dans les unités des caractéristiques matériau et du chargement.

Les principales étapes de la macro commande sont :

- affectation des modèles mécanique et thermique par la commande `AFFE_MODELE`,
- affectation des matériaux par la commande `AFFE_MATERIAU`,
- affectation des caractéristiques des éléments discrets par la commande `AFFE_CARA_ELEM` (rigidités nulles),
- définition des conditions aux limites d'encastrement de type poutre avec le raccord 3D-poutre par la commande `AFFE_CHAR_MECA`,
- définition du chargement mécanique (pression, effet de fond, torseur d'effort, déformation d'origine thermique) par la commande `AFFE_CHAR_MECA`,
- définition du chargement thermique (température de fluide, coefficient d'échange) par la commande `AFFE_CHAR_THER_F`,
- réalisation du calcul thermique linéaire et du calcul mécanique linéaire ou non linéaire par les commandes `THER_LINEAIRE` et `STAT_NON_LINE`, puis calcul d'options par `CALC_ELEM`,
- réalisation du post traitement par les commandes `POST_RELEVE_T`, ou `DEFI_FOND_FISS`, `CALC_THETA`, `CALC_G` et `POST_RCCM`,
- impression du post-traitement par les commandes `IMPR_RESU` et `IMPR_TABLE`.

Table des matières

1 But 1	
2 Syntaxe	4
3 Opérandes	7
3.1 Mot clé TYPE_MALLAGE	8
3.2 Mot clé facteur TUBULURE	9
3.3 Mot clé MALLAGE	9
3.4 Mot clé MODELE	9
3.5 Mot clé CHAM_MATER	9
3.6 Mot clé CARA_ELEM	10
3.7 Mot clé FOND_FISS_1	10
3.8 Mot clé FOND_FISS_2	10
3.9 Mot clé CHARGE	10
3.10 Mot clé RESU_THER	10
3.11 Mot clé facteur AFFE_MATERIAU	10
3.11.1 Opérandes TOUT, GROUP_MA	11
3.11.2 Opérande MATER	11
3.11.3 Opérande RCCM	11
3.11.4 Opérande TEMP_REF	12
3.12 Mot clé facteur EQUILIBRE	12
3.12.1 Opérande NOEUD	12
3.13 Mot clé facteur PRES_REP	12
3.13.1 Opérandes PRES	12
3.13.2 Opérandes NOEUD / EFFE_FOND	12
3.13.3 Opérande PRES_LEVRE	13
3.13.4 Opérande FONC_MULT	13
3.14 Mot clé facteur ECHANGE	13
3.14.1 Opérandes COEF_H_TUBU et COEF_H_CORP	13
3.14.2 Opérande TEMP_EXT	13
3.15 Mot clé facteur TORS_CORP	14
3.15.1 Opérande NOEUD	14
3.15.2 Opérandes FX, FY, FZ, MX, MY, MZ	14
3.15.3 Opérande FONC_MULT	14
3.16 Mot clé facteur TORS_TUBU	14
3.16.1 Opérandes FX, FY, FZ, MX, MY, MZ	14
3.16.2 Opérande FONC_MULT	14
3.17 Mot clé facteur COMP_INCR	15
3.18 Mot clé facteur COMP_ELAS	15

Titre : Macro commande *MACR_ASPIC_CALC*
Auteur(s) : **E. GALENNE**

Date : 22/05/07
Clé : U4.PC.20-D Page : 3/20

3.19	Opérande THETA_3D.....	15
3.19.1	Opérandes R_INF / R_SUP.....	15
3.20	Opérande OPTION	15
3.21	Mot-clé facteur BORNES	15
3.22	Opérande SOLVEUR.....	16
3.23	Opérande CONVERGENCE	16
3.24	Opérande NEWTON	16
3.25	Opérande RECH_LINEAIRE.....	16
3.26	Opérande INCREMENT.....	16
3.27	Mot-clé PAS_AZIMUT.....	16
3.28	Opérande IMPRESSION.....	16
3.29	Opérande TITRE	17
3.30	Opérande INFO.....	17
4	Exemples	18
4.1	Calcul mécanique élastique	18
4.2	Calcul thermomécanique élastique	19

2 Syntaxe

```

resu [evol_noli] = MACR_ASPIC_CALC      (

    ♦ TYPE_MALLAGE =      /  'SAIN_FIN'           ,           [TXM]
                        /  'SAIN_GROS'           ,           [TXM]
                        /  'FISS_COUR_DEB'        ,           [TXM]
                        /  'FISS_COUR_NONDEB'     ,           [TXM]
                        /  'FISS_LONG_DEB'        ,           [TXM]
                        /  'FISS_LONG_NONDEB'     ,           [TXM]
                        /  'FISS_AXIS_DEB'        ,           [TXM]
                        /  'FISS_AXIS_NONDEB'     ,           [TXM]

    ♦ TUBULURE =_F (
        ♦ TYPE      =    /  'TYPE_1',           [TXM]
                        /  'TYPE_2',
        ),

    ♦ MALLAGE      =    nom_mallage,           [mallage]

    ◇ MODELE      = CO    ("modmec"),           [TXM]

    ◇ CHAM_MATER= CO    ("chmat"),           [TXM]

    ◇ CARA_ELEM = CO    ("carael"),           [TXM]

    ◇ FOND_FISS_1= CO    ("fonfiss1"),         [TXM]

    ◇ FOND_FISS_2= CO    ("fonfiss2"),         [TXM]

    ◇ CHARGE      = CO    ("chmeth"),         [TXM]

    ◇ RESU_THER = CO    ("resuth"),           [TXM]

    ♦ AFFE_MATERIAU=_F (    ♦ /  TOUT      =  'OUI',
                        /  GROUP_MA  =  /  'TUBU',
                                    /  'CORP',
                                    /  'SOUD',
                                    /  'SOUDTUBU',
                                    /  'SOUDCORP',

                        ♦ MATER      =  materiau,           [mater]
                        ◇ TEMP_REF  =  /  0. ,           [DEFAULT]
                                    /  tref ,           [R]
                        ♦ RCCM      =  /  'OUI' ,           [TXM]
                                    /  'NON' ,

        ),

    ♦ EQUILIBRE =_F (    ♦ NOEUD= /  'P1_CORP',
                        /  'P2_CORP',
        ),

    ♦ PRES_REP   =_F (    ♦ PRES      =  pres,           [R]
                        ◇ NOEUD      =  /  'P1_CORP',
                                    /  'P2_CORP',
                        ◇ EFPE_FOND  =  /  'OUI',           [DEFAULT]
                                    /  'NON',

                        ◇ PRES_LEVRE =  /  'OUI',
                                    /  'NON',           [DEFAULT]
                        ◇ FONC_MULT  =  fmult1,           [fonction/formule]
        ),

```

Titre : Macro commande MACR_ASPIC_CALC
Auteur(s) : E. GALENNE

Date : 22/05/07
Clé : U4.PC.20-D Page : 5/20

```

◇ ECHANGE =_F (
    ◆ COEF_H_TUBU = htubu , [fonction/formule]
    ◆ COEF_H_CORP = hcorp , [fonction/formule]
    ◆ TEMP_EXT = chtex , [fonction/formule]
),

◇ TORS_CORP =_F (
    ◆ NOEUD = / 'P1_CORP',
              / 'P2_CORP',
    ◆
      | FX = fx , [R]
      | FY = fy , [R]
      | FZ = fz , [R]
      | MX = mx , [R]
      | MY = my , [R]
      | MZ = mz , [R]
    ◇ FONC_MULT = fmult2 , [fonction/formule]
),

◇ TORS_TUBU =_F (
    ◆
      | FX = fx , [R]
      | FY = fy , [R]
      | FZ = fz , [R]
      | MX = mx , [R]
      | MY = my , [R]
      | MZ = mz , [R]
    ◇ FONC_MULT = fmult3 , [fonction/formule]
),

◆ | COMP_INCR =_F (
    ◆ RELATION = / 'VMIS_ISOT_TRAC',
),
| COMP_ELAS =_F (
    ◆ RELATION = / 'ELAS',
                  / 'ELAS_VMIS_TRAC',
),

◇ THETA_3D =_F (
    ◆ R_INF = r_inf , [R]
    ◆ R_SUP = r_sup , [R]
),

◇ OPTION = / 'CALC_G_MAX',
            / 'CALC_G_MAX_LOCAL',

# Si OPTION = CALC_G_MAX ou CALC_G_MAX_LOCAL
◇ BORNES =_F (
    ◆ NUME_ORDRE = num , [I]
    ◆ VALE_MIN = qmin , [R]
    ◆ VALE_MAX = qmax , [R]
),

# Finsi

◇ SOLVEUR = (voir le document [U4.50.01])
◇ CONVERGENCE = (voir le document [U4.51.03])
```

Titre : Macro commande MACR_ASPIC_CALC

Date : 22/05/07

Auteur(s) : E. GALENNE

Clé : U4.PC.20-D Page : 6/20

```

◇ NEWTON          = (voir le document [U4.51.03])

◇ RECH_LINEAIRE= (voir le document [U4.51.03])

◆ INCREMENT      = (voir le document [U4.51.03])

◇ PAS_AZIMUT      =      / 1 , [DEFAULT]
                    / pas , [I]

◇ IMPRESSION      =_F( ◇ / FORMAT = / 'RESULTAT' , [DEFAULT]
                    / 'ASTER' , [TXM]
                    / 'CASTEM' , [TXM]
                    / 'IDEAS' , [TXM]

# Si FORMAT = 'IDEAS' ou 'CASTEM'
    ◇ NOM_CHAM      =      'DEPL' , [TXM]
                    'EQUI_ELNO_SIGM' ,
                    'TEMP' ,
    ◇ TOUT_ORDRE     = 'OUI' , [TXM]
    ◇ NUME_ORDRE     = lordre , [l_I]
    ◇ INST           = linst , [l_R]
# Finsi

# Si FORMAT = 'CASTEM'
    ◇ NIVE_GIBI      = /3 , [DEFAULT]
                    /10 ,

# Si FORMAT = 'IDEAS'
    ◇ VERSION        = / 4 , [DEFAULT]
                    / 5 ,

),

◇ TITRE = nom_titre [l_Kn]

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

)

```

3 Opérandes

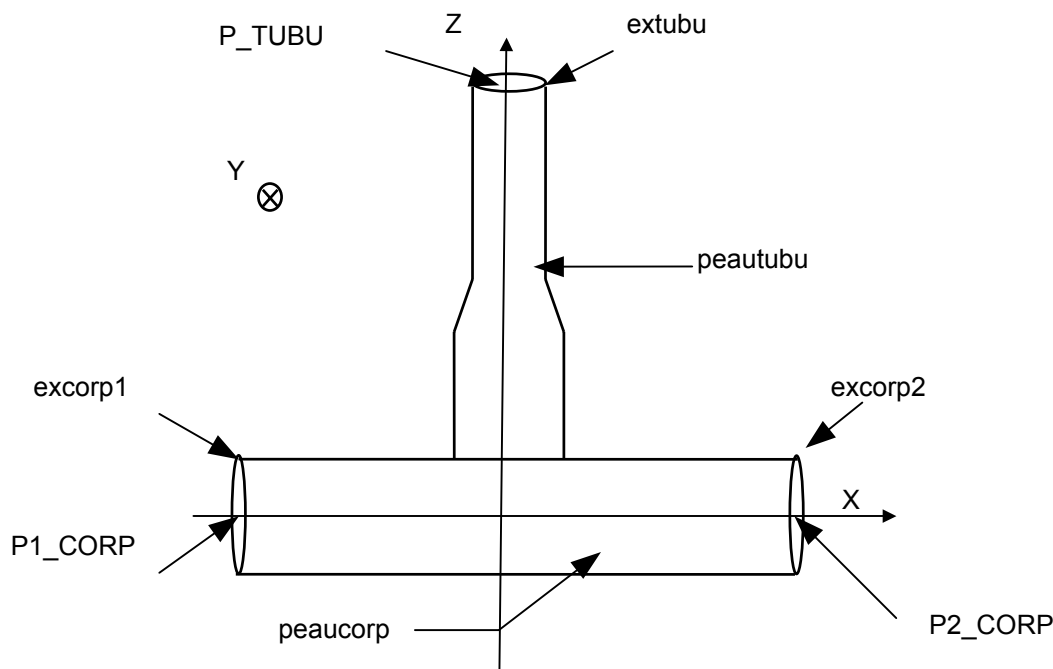


Figure 3-a : Maillage obtenu

On note :

- **peautubu** : la peau interne de la tubulure,
- **peaucorp** : la peau interne du corps,
- **excorp1** : la section extrême du corps, située à la cote $X = -X_{max}$,
- **excorp2** : la section extrême du corps, située à la cote $X = +X_{max}$,
- **P1_CORP** : le noeud situé au centre de **excorp1**,
- **P2_CORP** : le noeud situé au centre de **excorp2**,
- **extubu** : la section extrême de la tubulure, située à la cote $Z = Z_{max}$,
- **P_TUBU** : le noeud situé au centre de **extubu**.

Remarque 3-1 :

Les groupes de mailles *TUBU*, *CORP* et *SOUD* ne sont présents que dans le cas du piquage sain. Ils sont remplacés par *TUBU* et *SOUDCORP* ou bien par *SOUDTUBU* et *CORP*, suivant le type de soudure (1 ou 2) et la position de la fissure (droite ou inclinée) (voir [§3.11.1]).

3.1 Mot clé TYPE_MALLAGE

♦ TYPE_MALLAGE =

/ 'SAIN_GROS'	le calcul est effectué sur un piquage sain construit avec l'option RAFF_MAIL = 'GROS' dans MACR_ASPIC_MAIL.
/ 'SAIN_FIN'	le calcul est effectué sur un piquage sain construit avec l'option RAFF_MAIL = 'FIN' dans MACR_ASPIC_MAIL.
/ 'FISS_COUR_DEB'	le calcul est effectué sur un piquage fissuré (mécanique de la rupture) avec une fissure courte débouchante.
/ 'FISS_COUR_NONDEB'	le calcul est effectué sur un piquage fissuré (mécanique de la rupture) avec une fissure courte non débouchante.
/ 'FISS_LONG_DEB'	le calcul est effectué sur un piquage fissuré (mécanique de la rupture) avec une fissure longue débouchante.
/ 'FISS_LONG_NONDEB'	le calcul est effectué sur un piquage fissuré (mécanique de la rupture) avec une fissure longue non débouchante.
/ 'FISS_AXIS_DEB'	le calcul est effectué sur un piquage fissuré (mécanique de la rupture) avec une fissure axisymétrique débouchante.
/ 'FISS_AXIS_NONDEB'	le calcul est effectué sur un piquage fissuré (mécanique de la rupture) avec une fissure axisymétrique non débouchante.

Cette information déjà donnée par l'utilisateur dans la macro-commande de maillage MACR_ASPIC_MAIL doit être répétée ici pour déterminer le type de calcul et de post-traitement à faire.

Le tableau ci-dessous récapitule la configuration du fond de fissure, et le traitement effectué pour chaque position de fissure dans l'équerre, dans le cas d'un piquage avec fissure.

On se reportera à la notice d'utilisation des opérateurs de mécanique de la rupture [U2.05.01] ou aux différents documents de référence [R7.02.01 ; R7.02.03 ; R7.02.04 ; R7.02.05 ; R7.02.07] pour plus de détail sur le calcul du G-local.

Fissures débouchantes ou non	Type fissure	Configuration fond de fissure	Calcul du G_Local
Fissures débouchantes	courtes	un fond de fissure non fermé	Legendre-Legendre
	longues	un fond de fissure non fermé	Legendre-Legendre
	axisymétriques	un fond de fissure fermé	Lagrange-Lagrange
Fissures non débouchantes	courtes	un fond de fissure fermé	Lagrange-Lagrange
	longues	deux fonds de fissure non fermés	Legendre-Legendre
	axisymétriques	deux fonds de fissure fermés	Lagrange-Lagrange

Tableau 3.1-1 : Les différentes configurations du fond de fissure

Remarque 3-2 :

Dans le cas de fissures non débouchantes longues, on maille deux fonds de fissure car le raccord à chaque extrémité n'est pas maillé.

Pour les piquages sains, on calcule en post-traitement les contraintes suivant les modes d'ouverture SI, SII et SIII :

	SI	SII	SIII
soudure type 1 interface droite (repère cylindrique)	siXX	siXY	siXZ
soudure type 1 interface inclinée (repère local)	siYY	siXY	-siYZ
soudure type 2 interface droite (repère local)	siYY	siXY	-siYZ
soudure type 2 interface inclinée (repère local)	siYY	siXY	-siYZ

Tableau 3.1-2 : Contraintes suivant les modes d'ouverture

Remarque 3-3:

Le signe – obtenu sur SIII dans le repère local s'explique par la différence entre le repère local choisi par le SEPTEN et celui du Code_Aster®.

3.2 Mot clé facteur TUBULURE

♦ TUBULURE = / 'TYPE_1', [DEFAULT]
/ 'TYPE_2', [TXM]

Rappelle le type de soudure défini dans MACR_ASPIC_MAIL pour définir les repères de dépouillement des post-traitements.

3.3 Mot clé MAILLAGE

♦ MAILLAGE = maillage

On précise ici le maillage utilisé. Ce maillage est issu de MACR_ASPIC_MAIL.

3.4 Mot clé MODELE

◇ MODELE = CO ("modmec")

Ce mot clé permet de nommer éventuellement le modèle mécanique afin de le réutiliser, par exemple pour faire un autre calcul (n'utilisant pas MACR_ASPIC_CALC) ou du post-traitement.

3.5 Mot clé CHAM_MATER

◇ CHAM_MATER = CO ("chmat")

Ce mot clé permet de nommer éventuellement le champ matériau correspondant au modèle mécanique afin de le réutiliser, par exemple pour faire un autre calcul (n'utilisant pas MACR_ASPIC_CALC) ou du post-traitement.

3.6 Mot clé CARA_ELEM

◇ CARA_ELEM = CO ("carael")

Ce mot clé permet de nommer éventuellement le concept de type `cara_elem` (commande `AFFE_CARA_ELEM`) afin de le réutiliser, par exemple pour faire un autre calcul (n'utilisant pas `MACR_ASPIC_CALC`).

3.7 Mot clé FOND_FISS_1

◇ FOND_FISS1 = CO ("fonfiss1")

Ce mot clé permet de nommer éventuellement le concept `fond_fiss` (commande `DEFI_FOND_FISS`) afin de le réutiliser, par exemple pour faire un autre calcul (n'utilisant pas `MACR_ASPIC_CALC`) ou du post-traitement.

3.8 Mot clé FOND_FISS_2

◇ FOND_FISS2 = CO ("fonfiss2")

Ce mot clé permet de nommer éventuellement le concept `fond_fiss` (commande `DEFI_FOND_FISS`) afin de le réutiliser, par exemple pour faire un autre calcul (n'utilisant pas `MACR_ASPIC_CALC`) ou du post-traitement. On l'utilise dans le cas où la fissure comporte deux fonds de fissure, (voir [§3.1]).

3.9 Mot clé CHARGE

◇ CHARGE = CO ("chmeth")

Ce mot-clé permet de nommer éventuellement le chargement mécanique dû à un calcul thermique précédent (concept : `char_meca`, commande : `AFFE_CHAR_MECA`), par exemple pour faire un autre calcul (n'utilisant pas `MACR_ASPIC_CALC`) ou du post-traitement.

3.10 Mot clé RESU_THER

◇ RESU_THER = CO ("resuth")

Ce mot-clé permet de nommer éventuellement le résultat du calcul thermique, par exemple pour faire un autre calcul (n'utilisant pas `MACR_ASPIC_CALC`) ou du post-traitement.

3.11 Mot clé facteur AFPE_MATERIAU

◆ AFPE_MATERIAU

Mot clé facteur permettant d'affecter différents matériaux sur des parties du maillage.

3.11.1 Opérandes TOUT, GROUP_MA

```

♦      / TOUT      = 'OUI' ,
      / GROUP_MA  = / 'TUBU' ,
      / 'CORP'    ,
      / 'SOUD'    ,
      / 'SOUDTUBU' ,
      / 'SOUDCORP' ,
  
```

Ces mots clés permettent d'affecter le matériau sur toutes les mailles du maillage (TOUT), ou sur une partie du maillage (GROUP_MA).

Pour les piquages 'sains', on peut affecter :

'TUBU'	:	la tubulure,
'CORP'	:	le corps,
'SOUD'	:	la soudure.

Pour les piquages à fissure droite si la soudure est de type 1 ou à fissure inclinée si la soudure est de type 2, on peut affecter :

'TUBU'	:	la tubulure,
'SOUDCORP'	:	l'ensemble soudure-corps.

Pour les piquages à fissure inclinée si la soudure est de type 1 ou à fissure droite si la soudure est de type 2, on peut affecter :

'CORP'	:	le corps,
'SOUDTUBU'	:	l'ensemble soudure-tubulure.

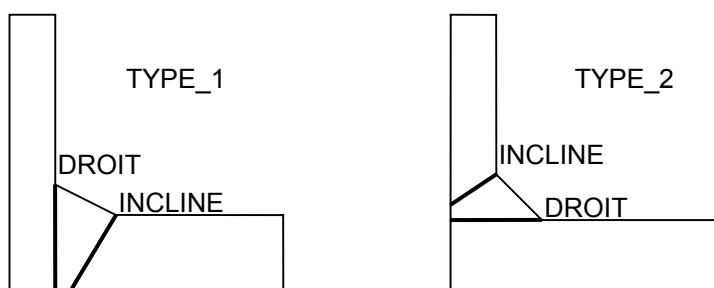


Figure 3.11.1-a : Définition de la position d'une fissure suivant le type de la soudure

3.11.2 Opérande MATER

```

♦      MATER
      Nom du matériau que l'on veut affecter.
  
```

3.11.3 Opérande RCCM

```

♦      RCCM =      / 'OUI' ,
                  / 'NON' ,
  
```

Sert à préciser si l'on veut faire un post-traitement du type POST_RCCM. **Attention** si les caractéristiques matériau nécessaires à POST_RCCM ne sont pas définies dans une commande DEFI_MATERIAU précédent MACR_ASPIC_CALC (mots clés facteur RCCM ou RCCM_FO,) le calcul s'arrêtera en **ERREUR FATALE** au moment d'exécuter POST_RCCM.

3.11.4 Opérande TEMP_REF

◇ TEMP_REF

Température de référence pour laquelle il n'y a pas de déformation thermique (cf. commande AFFE_MATERIAU).

3.12 Mot clé facteur EQUILIBRE

◆ EQUILIBRE

On définit un encastrement de type poutre à l'une des deux extrémités (P1_CORP ou P2_CORP). Les 6 degrés de liberté du point discret sont donc bloqués.

Remarque :

Il existe un raccord 3D-poutre entre les nœuds discrets P1_CORP, P2_CORP et P_TUBU et respectivement excorp1, excorp2 et extubu qui sont les sections extrémités du corps et de la tubulure.

3.12.1 Opérande NOEUD

◆ NOEUD = / 'P1_CORP',
/ 'P2_CORP',

Nœud d'application de l'encastrement.

3.13 Mot clé facteur PRES_REP

◆ PRES_REP

3.13.1 Opérandes PRES

◆ PRES = pres

On indique ici la valeur de la pression qui s'applique sur la peau interne.

3.13.2 Opérandes NOEUD / EFFE_FOND

◇ NOEUD= / 'P1_CORP',
/ 'P2_CORP',

Détermine la face d'application de l'effet de fond sur le corps.

Un opérande est obligatoire en cas de prise en compte de l'effet de fond.

Remarque :

Si l'équilibre est appliqué sur le nœud P1_CORP alors l'effet de fond sera appliqué sur la face associée à P2_CORP, et inversement. La macro-commande vérifie que la position choisie pour l'équilibre est différente de la position de l'effet de fond sur le corps.

◇ EFFE_FOND = / 'OUI', [DEFAULT]
/ 'NON',

Indicateur de prise en compte de l'effet de fond.

L'effet de fond est appliqué à la face associée au nœud `P_TUBU` et à l'une des deux faces extrémités du corps (associée au nœud `P1_CORP` ou `P2_CORP`). Il est calculé de façon automatique en fonction de la pression exercée sur la paroi interne, suivant la formule ci-dessous et appliqué avec `PRES_REP`.

$$T_{\text{fond}} = \text{pres} * \frac{R_i^2}{R_e^2 - R_i^2}$$

Remarque :

| Pour la tubulure, on prendra les rayons correspondant à la partie située au dessus du chanfrein.

3.13.3 Opérande `PRES_LEVRE`

◇ `PRES_LEVRE`

Permet d'activer ou non l'application de la pression, évoquée au [§3.13.1] de ce document, sur les lèvres de la fissure lorsque celle-ci débouche en peau interne. Par défaut `PRES_LEVRE` vaut 'NON'.

Attention à n'utiliser `PRES_LEVRE` = 'OUI' que pour les fissures qui débouchent en peau interne.

3.13.4 Opérande `FONC_MULT`

◇ `FONC_MULT` = `fmult1`

Fonction du temps multiplicatrice du chargement de pression. Par défaut : `fmult1` = 1.

3.14 Mot clé facteur `ECHANGE`

◇ `ECHANGE`

Ce mot-clé facteur permet d'appliquer des conditions d'échange sur la peau interne du piquage (cf. commande `AFFE_CHAR_THER_F`) et de réaliser un calcul thermique linéaire (avec `THER_LINEAIRE`) préalable au calcul mécanique. Pour la thermique, on utilise le solveur par défaut, la valeur du `parm_theta` par défaut et la température initiale `temp_init` est calculé à partir d'un calcul stationnaire et vaut la température du fluide à l'instant initial (`TEMP_EXT`).

3.14.1 Opérandes `COEF_H_TUBU` et `COEF_H_CORP`

◆ `COEF_H_TUBU` = `htubu`,
◆ `COEF_H_CORP` = `hcorp`,

Valeur du coefficient d'échange sur la peau interne de la tubulure (`PEAUTUBU`) et du corps (`PEAUCORP`), donnée sous forme de fonction.

3.14.2 Opérande `TEMP_EXT`

◆ `TEMP_EXT` = `chtex`

Valeur de la température du fluide à l'intérieur du piquage, donnée sous forme de fonction.

3.15 Mot clé facteur `TORS_CORP`

◇ `TORS_CORP`

Ce mot clé sert à prendre en compte le torseur d'efforts sur le corps.

3.15.1 Opérande `NOEUD`

◆ `NOEUD = / 'P1_CORP',
/ 'P2_CORP',`

On indique ici la position du torseur. Si l'équilibre est donné pour `P1_CORP` (mot clé `EQUILIBRE`) alors le torseur sera appliqué sur `P2_CORP`. La macro-commande vérifie que la position choisie pour l'équilibre est différente de la position du torseur d'effort sur le corps.

3.15.2 Opérandes `FX`, `FY`, `FZ`, `MX`, `MY`, `MZ`

◆

<code>FX =</code>	<code>fx ,</code>	<code>[R]</code>
<code>FY =</code>	<code>fy ,</code>	<code>[R]</code>
<code>FZ =</code>	<code>fz ,</code>	<code>[R]</code>
<code>MX =</code>	<code>mx ,</code>	<code>[R]</code>
<code>MY =</code>	<code>my ,</code>	<code>[R]</code>
<code>MZ =</code>	<code>mz ,</code>	<code>[R]</code>

On renseigne ici le torseur d'efforts. Les composantes doivent être fournies dans le repère du maillage.

3.15.3 Opérande `FONC_MULT`

◇ `FONC_MULT = fmult2`

Fonction du temps multiplicatrice du chargement `TORS_CORP`. Par défaut : `fmult2 = 1`.

3.16 Mot clé facteur `TORS_TUBU`

◇ `TORS_TUBU`

Ce mot clé sert à prendre en compte le torseur d'effort sur la tubulure. Il est appliqué à l'extrémité de la tubulure sur le nœud `P_TUBU`.

3.16.1 Opérandes `FX`, `FY`, `FZ`, `MX`, `MY`, `MZ`

◆

<code>FX =</code>	<code>fx ,</code>	<code>[R]</code>
<code>FY =</code>	<code>fy ,</code>	<code>[R]</code>
<code>FZ =</code>	<code>fz ,</code>	<code>[R]</code>
<code>MX =</code>	<code>mx ,</code>	<code>[R]</code>
<code>MY =</code>	<code>my ,</code>	<code>[R]</code>
<code>MZ =</code>	<code>mz ,</code>	<code>[R]</code>

On renseigne ici le torseur d'efforts. Les composantes doivent être fournies dans le repère du maillage.

3.16.2 Opérande `FONC_MULT`

◇ `FONC_MULT = fmult3`

Fonction du temps multiplicatrice du chargement `TORS_TUBU`. Par défaut : `fmult3 = 1`.

3.17 Mot clé facteur COMP_INCR

◆ RELATION =

Type de relation de comportement incrémental utilisé pour réaliser le calcul mécanique avec STAT_NON_LINE :

'VMIS_ISOT_TRAC' comportement élastoplastique de Von Mises à écrouissage isotrope non linéaire (seul comportement supporté par la macro).

3.18 Mot clé facteur COMP_ELAS

◆ RELATION =

Type de relation de comportement élastique utilisé pour réaliser le calcul mécanique avec STAT_NON_LINE.

/ 'ELAS' Comportement élastique linéaire.

/ 'ELAS_VMIS_TRAC' Comportement élastique non linéaire de Von Mises à écrouissage isotrope non linéaire.

3.19 Opérande THETA_3D

◇ THETA_3D

Pour le post-traitement en mécanique de la rupture, ce mot clé définit les rayons des couronnes entourant le fond de fissure et utilisés dans la méthode thêta. Ce mot-clé est répétable autant de fois que l'on veut. Le choix de plusieurs couples de rayons permet de vérifier la stabilité de la méthode.

3.19.1 Opérandes R_INF / R_SUP

◇ R_INF= r_inf [R8]

◇ R_SUP= r_sup [R8]

r_inf et r_sup sont respectivement les rayons inférieurs et supérieurs des couronnes définissant le champ thêta, cf. [U4.82.03].

3.20 Opérande OPTION

◇ OPTION = / 'CALC_G_MAX' ,
/ 'CALC_G_MAX_LOCAL' ,

Cette option concerne uniquement la maximisation de G (global ou local) sous des contraintes bornes [R7.02.01]. Il faut alors aussi fournir la valeur des contraintes bornes derrière le mot clé facteur BORNES. Attention, cette option ne permet pas de distinguer les chargements conduisant à une ouverture ou à une fermeture de la fissure.

Les champs thêta et G(s) sont définis avec un lissage de type Lagrange (cf. [U4.82.03]).

3.21 Mot-clé facteur BORNES

◇ BORNES =_F (
 ◆ NUME_ORDRE = num , [I]
 ◆ VALE_MIN = qmin , [R]
 ◆ VALE_MAX = qmax , [R]
)

Ce mot clé facteur est obligatoire si on utilise l'option 'CALC_G_MAX' ou l'option 'CALC_G_MAX_LOCAL'. La syntaxe de ce mot clé est décrite dans le document [U4.82.03], avec en particulier un exemple de maximisation de G en présence de contraintes signées et non signées.

3.22 Opérande SOLVEUR

On définit le solveur retenu pour le calcul mécanique.
La syntaxe de ce mot clé est décrite dans le document [U4.50.01].
On privilégie les options par défaut.

3.23 Opérande CONVERGENCE

La syntaxe de ce mot clé est décrite dans le document [U4.51.03].

3.24 Opérande NEWTON

La syntaxe de ce mot clé est décrite dans le document [U4. 51.03].

3.25 Opérande RECH_LINEAIRE

La syntaxe de ce mot clé est décrite dans le document [U4. 51.03].

3.26 Opérande INCREMENT

La syntaxe de ce mot clé est décrite dans le document [U4. 51.03].

3.27 Mot-clé PAS_AZIMUT

```
◇ PAS_AZIMUT = / 1 , [DEFAULT]
              / pas , [I]
```

Ce mot clé permet de limiter les dépouillements dans le cas des piquages sains.
Dans le cas du raffinement de maillage grossier/fin : on dépouille par défaut sur 40 azimuts/48 azimuts aux 2 interfaces droite et inclinée.

3.28 Opérande IMPRESSION

```
◇ IMPRESSION =_F ( ◇ / FORMAT = / 'RESULTAT' , [DEFAULT]
                  / 'ASTER' , [TXM]
                  / 'CASTEM' , [TXM]
                  / 'IDEAS' , [TXM]

# Si FORMAT = 'IDEAS' ou 'CASTEM'
    ◇ NOM_CHAM = 'DEPL' , [TXM]
              'EQUI_ELNO_SIGM' ,
              'TEMP' ,
    ◇ TOUT_ORDRE = 'OUI' , [TXM]
    ◇ NUME_ORDRE = lordre , [l_I]
    ◇ INST = linst , [l_R]
# Finsi
# Si FORMAT = 'CASTEM'
    ◇ NIVE_GIBI = /3,
                  /10, [DEFAULT]

# Si FORMAT = 'IDEAS'
    ◇ VERSION = / 4,
                 / 5, [DEFAULT]
)
```

Permet de définir un format pour l'impression des résultats, 'RESULTAT', 'ASTER', 'CASTEM' ou 'IDEAS', (voir la documentation utilisateur de la commande IMPR_RESU).

Remarques :

| Dans les cas d'un maillage fissuré ou sain, les post-traitements suivants sont effectués :

1/ Maillage fissuré

- Impression dans le fichier RESULTAT du champ de température en fond de fissure pour chaque pas de temps calculé, (s'il a été calculé et s'il n'y a qu'un fond de fissure, cf. [§ 3.1]) ;
- Impression dans le fichier RESULTAT du tableau du taux de restitution d'énergie global en fond de fissure (option `CALC_G_GLOB` de `CALC_G`) et, si demandé, du taux de restitution d'énergie maximal sous contraintes bornes ;
- Impression, à la demande de l'utilisateur, au format CASTEM ou IDEAS du maillage et des champs suivants :

```
'DEPL'  
'EQUI_ELNO_SIGM'  
'TEMP'
```

2/ Maillage sain

- Impression dans le fichier RESULTAT des champs de contraintes principales SI, SII, SIII (`EQUI_ELNO_SIGM`) pour tous les pas de temps et toutes les lignes de dépouillement demandées par l'utilisateur ;
- Impression dans le fichier RESULTAT du champ de température (s'il a été calculé) pour tous les pas de temps et toutes les lignes de dépouillement demandées par l'utilisateur ;
- Impression dans le fichier RESULTAT des champs de contrainte Pm et Pm+Pb (`POST_RCCM`) pour toutes les lignes de dépouillement demandées par l'utilisateur ;
- Impression dans le fichier RESULTAT des paramètres caractérisant la distribution de température (si elle a été calculée) dans l'épaisseur du ligament pour tous les pas de temps et toutes les lignes de dépouillement demandées par l'utilisateur (`POST_RELEVE_T`, `OPERATION = 'MOYENNE'`).

3.29 Opérande TITRE

Titre de la structure de données résultat [U4.03.01].

3.30 Opérande INFO

◇ INFO =

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

- 1 : aucune impression,
- 2 : impression d'informations relatives au maillage.

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`.

4 Exemples

En plus des exemples décrits ici on pourra consulter les fichiers de commandes (fichier.comm) des cas tests. Ces derniers se trouvent dans les répertoires :

1. /aster/v8/STA8/astest
2. /aster/v8/NEW8/astest

et portent les noms `aspic*`.

4.1 Calcul mécanique élastique

```
RESU=MACR_ASPIC_CALC(  
    TYPE_MALLAGE='FISS_COUR_DEB',  
    MALLAGE=MA,  
    TUBULURE=_F(TYPE='TYPE_1',),  
    AFFE_MATERIAU=_F(TOUT='OUI',  
                      RCCM='NON',  
                      MATER=INOX),  
    EQUILIBRE=_F(NOEUD='P1_CORP'),  
    PRES_REP=_F(PRES=1.55E+1,  
                NOEUD='P2_CORP',  
                FONC_MULT=VARPRESS),  
    THETA_3D=( _F(  
                R_INF=3.09,  
                R_SUP=9.27),  
              _F(  
                R_INF=9.27,  
                R_SUP=18.54)),  
    TORS_CORP=_F(NOEUD='P2_CORP',  
                 FY=0.0,  
                 FONC_MULT=VARFOR),  
    TORS_TUBU=_F(FZ=0.0,  
                 FONC_MULT=VARFOR),  
    COMP_ELAS=_F(RELATION='ELAS'),  
    INCREMENT=_F(LIST_INST=LIST,  
                 NUME_INST_FIN=1),  
    IMPRESSION=_F(FORMAT='ASTER')  
)
```

4.2 Calcul thermomécanique élastique

```
RESU=MACR_ASPIC_CALC( TYPE_MALLAGE='FISS_AXIS_DEB',  
                      TUBULURE=_F( TYPE='TYPE_1', ),  
                      MAILLAGE=MA,  
                      MODELE=CO( "MOMEC" ),  
                      CHAM_MATER=CO( "CHMAT" ),  
                      CARA_ELEM=CO( "CARAEL" ),  
                      FOND_FISS_1=CO( "FD_FISS" ),  
                      CHARGE=CO( "CHMETH" ),  
                      RESU_THER=CO( "RESUTH" ),  
                      AFFE_MATERIAU=_F( TOUT='OUI',  
                                         MATER=TU42C,  
                                         RCCM='NON',  
                                         TEMP_REF=220.0, ),  
                      EQUILIBRE=_F( NOEUD='P1_CORP', ),  
                      PRES_REP=_F( PRES=7.45,  
                                   NOEUD='P2_CORP',  
                                   EFFE_FOND='OUI', ),  
                      ECHANGE=_F( COEF_H_TUBU=COEFHTUB,  
                                   COEF_H_CORP=COEFHCOR,  
                                   TEMP_EXT=VARTEMP, ),  
                      TORS_CORP=_F( NOEUD='P2_CORP',  
                                    FX=-1789.0,  
                                    FY=120.0,  
                                    FZ=480.0,  
                                    MX=-7.3E5,  
                                    MY=7.01E5,  
                                    MZ=3.25E5,  
                                    FONC_MULT=VARP, ),  
                      TORS_TUBU=_F( FX=3.5450E4,  
                                    FY=5984.0,  
                                    FZ=-9496.0,  
                                    MX=8.985E6,  
                                    MY=-2.3797E7,  
                                    MZ=-1.699E7,  
                                    FONC_MULT=VARP, ),  
                      COMP_ELAS=_F( RELATION='ELAS', ),  
                      THETA_3D=( _F( R_INF=0.2,  
                                     R_SUP=1.0, ),  
                                _F( R_INF=0.5,  
                                     R_SUP=1.5, ), ),  
                      NEWTON=_F( REAC_INCR=50,  
                                 MATRICE='ELASTIQUE',  
                                 REAC_ITER=10, ),  
                      INCREMENT=_F( LIST_INST=LIST, ),  
                      IMPRESSION=_F( FORMAT = 'CASTEM',  
                                     NOM_CHAM = ( 'DEPL', 'EQUI_ELNO_SIGM',  
                                                    'TEMP' ),  
                                     INST = ( 1.0, 20.0 ), ), )
```

Page laissée intentionnellement blanche.