

## Manuel d'Utilisation

### Fascicule U4.8- : Post-traitement et analyses dédiées

#### Document : U4.82.31

# Macro-commande *POST\_GP*

## 1 But

L'objet de cette macro-commande est de calculer le critère énergétique  $G_p$  à l'issue d'un calcul thermo-mécanique dans les deux situations suivantes :

- identifier les valeurs critiques du paramètre  $G_p$  en fonction de ténacités critiques données à une température fixée,
- prédire les instants de rupture sur un transitoire thermomécanique à partir de valeurs critiques de  $G_p$  précédemment identifiés pour chaque température.

Les différentes étapes accomplies par *POST\_GP* sont :

- création des champs  $\theta$  avec *CALC\_THETA*,
- calcul de  $G$  avec *CALC\_G*,
- calcul de l'énergie élastique avec *POST\_ELEM*,
- calcul de  $G_p = f(G, E_{tot})$ .

La macro-commande retourne deux tables :

- l'une (celle à gauche du signe =) contenant les évolutions de  $K_i$ ,  $G_i$ ,  $K_{moy}$ ,  $G_{moy}$ ,  $G_{p_{max}}$  en fonction du temps,
- l'autre (au mot-clé *TABL\_RESU*) contenant les résultats de l'identification ou de la prédiction.

L'utilisation est restreinte au 2D.

## 2 Syntaxe

```

tab[table] = POST_GP(
  ♦ RESULTAT      = resumea,           [resultat]
  ◇ RESU_THER     = resuther,         [evol_ther]
  ♦ MODELE        = modele,           [modele]
  ♦ MATER         = mater,            [matériau]

  ♦ COMP_ELAS     = _F(
    ◇ RELATION    = / 'ELAS',           [DEFAULT]
                  / 'ELAS_VMIS_LINE',
                  / 'ELAS_VMIS_TRAC',
    ◇ DEFORMATION = / 'PETIT',         [DEFAULT]
                  / 'GREEN',
    ),

  ◇ EXCIT         = _F(
    ♦ CHARGE      = charg,             / [char_meca]
                                      / [char_cine_meca]
    ◇ FONC_MULT   = fonct,             / [fonction]
                                      / [formule]
                                      / [nappe]

    ◇ TYPE_CHARGE = 'FIXE',

    ),

  ◇ SYME_CHAR     = / 'SANS',           [DEFAULT]
                  / 'SYME',
                  / 'ANTI',

  ♦ DIRECTION     = dir,               [l_R]
  ♦ THETA_2D      = _F(
    ♦ GROUP_NO    = fond_entaille,     [l_group_no]
    ♦ R_INF       = r_inf,              [R]
    ♦ R_SUP       = r_sup,              [R]
    ),

  ♦ GROUP_MA      = copeaux,           [l_group_ma]
  ♦ PAS_ENTAILLE  = pas,               [R]

  ◇ CRIT_MAXI_GP  = / 'ABSOLU',        [DEFAULT]
                  / 'RELATIF',

  ◇ RAYON_AXIS    = / R,               [R]
                  / 1.                 [DEFAULT]

  ♦ / IDENTIFICATION = _F(
    ♦ KJ_CRIT     = kj_crit,           [R]
    ♦ TEMP        = temp,              [l_R]
    ),
  / PREDICTION    = _F(
    ♦ GP_CRIT     = gp_crit,           [R]
    ♦ TEMP        = temp,              [l_R]
    ),

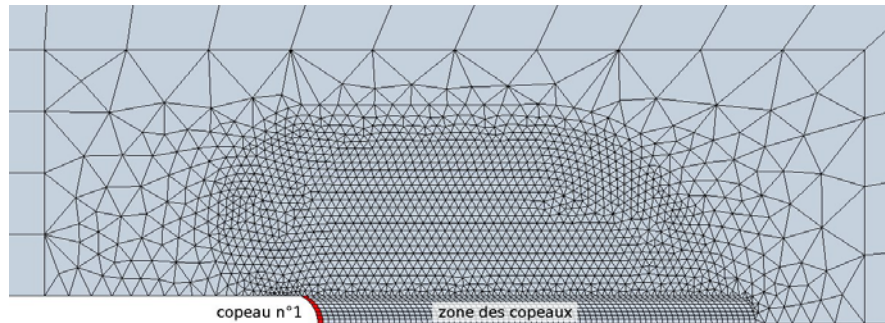
  ♦ TABL_RESU     = CO('tablresu'),    [CO]

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

```

### 3 Calcul du paramètre $G_p$

Le calcul du paramètre  $G_p$  nécessite un maillage bien particulier. La zone située en aval de l'entaille (ou zone de propagation virtuelle de l'entaille) doit être maillée en « copeaux », tous ayant la même épaisseur. Chaque copeau doit être identifié par un groupe de mailles et décrit dans la liste des copeaux en progressant à partir du premier copeau n°1 situé en fond d'entaille jusqu'au dernier copeau.



$G_p$  est calculé à partir de l'énergie élastique sur la zone des copeaux située entre le copeau n°1 et le copeau n°i, et ceci pour i variant de 1 à N, N étant le numéro du dernier copeau (cf. [U2.05.01]).

$$G_p = fact\_syme \times \frac{E_{totale}}{\Delta l \cdot i \cdot R}$$

où :  $\Delta l \cdot i$  est la distance au fond d'entaille (pas d'entaille . indice du copeau),  
 $R$  est la valeur fournie sous `RAYON_AXIS`,  
 $fact\_syme$  vaut 2 en cas de symétrie, 1 sinon.

La table `tab` produite par `POST_GP` contient l'évolution des  $K_j$ ,  $G_j$  ( $j=1$  au nombre de couronnes du champ theta),  $K_{moy}$ ,  $G_{moy}$  et  $G_{pmax}$  en fonction du temps.

Les résultats de l'identification ou de la prédiction sont fournis via le mot-clé `TABL_RESU`.

## 4 Opérandes

POST\_GP est une macro-commande et donc appelle en interne d'autres commandes de Code\_Aster. La plupart des mots-clés sont transmis tels quels aux autres commandes. On indiquera par la suite dans quelle(s) commande(s) sont utilisés les mots-clés.

### 4.1 Opérande RESULTAT

Désigne le résultat du calcul thermo-mécanique pour lequel on calcule le paramètre Gp.  
Utilisé par CALC\_G et POST\_ELEM.

### 4.2 Opérande RESU\_THER

Désigne le résultat du calcul thermique le cas échéant. Il est utilisé pour extraire la température en fond d'entaille.  
En l'absence de ce mot-clé, on utilise la température fournie au mot-clé TEMP de IDENTIFICATION ou PREDICTION.

### 4.3 Opérande MODELE

Désigne le modèle utilisé lors du calcul mécanique.  
Utilisé par CALC\_THETA et par POST\_ELEM.

### 4.4 Opérande EXCIT

Désigne le chargement utilisé lors du calcul mécanique.  
Utilisé par CALC\_G et la liste des charges est fournie à POST\_ELEM.

### 4.5 Opérande COMP\_ELAS

Désigne la relation de comportement utilisée lors du calcul mécanique.  
Utilisé par CALC\_G.

### 4.6 Opérande SYME\_CHAR

◇ SYME\_CHAR = / 'SANS', [DEFAULT]  
/ 'SYME',  
/ 'ANTI',

Indique si le chargement est symétrique ou antisymétrique dans le cas où on ne modélise que la moitié du solide par rapport à la fissure. Dans ce cas, un facteur multiplicatif de 2 apparaît dans le calcul de Gp.  
Utilisé également par CALC\_G.

### 4.7 Opérandes THETA\_2D et DIRECTION

◆ THETA\_2D = \_F( ◆ GROUP\_NO = fond\_entaille, ...),

Les mots-clés DIRECTION et THETA\_2D sont utilisés par CALC\_THETA pour créer le champ theta. Le groupe de nœuds fond\_entaille désigne le fond d'entaille (dont on récupérera l'évolution de température).  
Utilisé également par CALC\_G.

## 4.8 Opérands **GROUP\_MA** et **PAS\_ENTAILLE**

Ces mots-clés définissent les groupes de maille composant les copeaux.

Exemple :

```
GROUP_MA = ( 'COPS_1', 'COPS_2', 'COPS_3', 'COPS_4', 'COPS_5', ... )
```

L'ordre des copeaux est important : le premier copeau ('COPS\_1' dans l'exemple) est au niveau du fond d'entaille.

Le pas d'entaille est l'épaisseur de chaque copeau.

## 4.9 Opérande **CRIT\_MAXI\_GP**

```
◇ CRIT_MAXI_GP = / 'ABSOLU' [DEFAULT]  
/ 'RELATIF'
```

Désigne le critère utilisé pour extraire la valeur maximale de Gp :

- **ABSOLU** : Gp = valeur maximale de long de l'entaille
- **RELATIF** : Gp = dernier pic atteint le long de l'entaille

## 4.10 Opérande **RAYON\_AXIS**

```
◇ RAYON_AXIS = R
```

Désigne la valeur du rayon utilisé dans la formule d'Irwin (en déformations planes) :

$$K_J = \sqrt{\frac{G \cdot E}{R \cdot (1 - \nu^2)}}$$

## 4.11 Opérande **TABL\_RESU**

```
◇ TABL_RESU = CO('tablresu'),
```

tablresu est le nom dans le fichier de commandes de la table des résultats de l'identification ou de la prédiction.

Le contenu de la table est détaillé ci-après en fonction du type d'analyse.

## 4.12 Mot-clé **IDENTIFICATION**

```
◆ KJ_CRIT = kj_crit  
◆ TEMP = temp
```

On renseigne avec ses deux mots-clés N couples (kj\_crit, temp), valeur de K<sub>J</sub> critique à la température donnée.

Pour chaque couple (kj\_crit, temp) :

- on récupère le module d'Young et le coefficient de Poisson dans le matériau fourni au mot-clé **MATER** dont les valeurs permettent de calculer les valeurs des K<sub>i</sub> (i étant l'indice de la couronne du champ theta) à partir des G<sub>i</sub>
- on calcule les moyennes Kmoy, Gmoy.
- on cherche à quel instant Kmoy a atteint la valeur kj\_crit, ce qui permet de trouver la valeur Gp critique = Gpmax à cet instant.

La table des résultats est composée de ces colonnes :

KJ\_CRIT, INST, GP\_MAX, KGPMAX, DELTALMAX

## 4.13 Mot-clé PREDICTION

- ♦ GP\_CRIT = gp\_crit
- ♦ TEMP = temp

On renseigne avec ses deux mots-clés N couples (*gp\_crit*, *temp*), variation de Gp critique en fonction de la température.

Pour chaque instant du transitoire, on peut ainsi évaluer Gp critique à la température du fond d'entaille et le comparer au Gpmax obtenu.

La table des résultats est composée de ces colonnes :

NUME\_ORDRE, INST, TEMP, DELTALMAX, GPMAX, GP\_CRIT, PREDICTION

La colonne PREDICTION vaut 0 tant que Gpmax est inférieur au Gp critique, 1 quand Gpmax dépasse Gp critique.

## 5 Exemple d'utilisation

On trouvera des exemples et conseils d'utilisation dans le document [U2.05.01] et dans le test ssnp131 [V6.03.131].