

## Opérateur POST\_RELEVE\_T

---

### 1 But

---

Extraire des valeurs de composantes de champs de grandeurs et effectuer des calculs de moyennes et d'invariants. Les valeurs sont relevées sur des nœuds, mailles, lignes brisées reliant des nœuds. Elles peuvent faire l'objet, par cette même procédure :

- de calculs de :
  - moyennes,
  - résultantes et moments de champs vectoriels,
  - invariants de champs tensoriels,
  - trace directionnelle de champs,
  - extrema et moyenne arithmétique sur des nœuds ou des mailles
- d'expression dans les repères GLOBAL, LOCAL, POLAIRE, UTILISATEUR ou CYLINDRIQUE.

POST\_RELEVE\_T produit un concept de type `table`, qui peut être imprimé à l'aide de `IMPR_TABLE` [U4.91.03].

## 2 Syntaxe générale

```
tresu [tabl_sdaster] = POST_RELEVE_T (

  ♦ ACTION = _F (

    ♦ INTITULE = nom, [K8]
    ♦ OPERATION = | 'EXTRACTION', [K16]
                  | 'MOYENNE',
                  | 'EXTREMA',
                  | 'MOYENNE_ARITH',

    ♦ / cas OPERATION = 'EXTRACTION' ou 'MOYENNE' :

      ♦ GROUP_NO = lgrno, [l_gr_noeud]
      ♦ / TOUT = 'OUI',
        / GROUP_MA= lgrma, [l_gr_maille]

      / cas OPERATION = 'EXTREMA' ou 'MOYENNE_ARITH' :

        | TOUT = 'OUI',
        | GROUP_NO = lgrno, [l_gr_noeud]
        | GROUP_MA= lgrma, [l_gr_maille]

    ♦ FORMAT_C = / 'MODULE', [DEFAULT]
                  / 'REEL' ,
                  / 'IMAG' ,

    ♦ / CHAM_GD = chpgd, / [cham_no_sdaster]
                  / [cham_elem]

    / RESULTAT = resu, / [evol_elas]
                      / [evol_ther]
                      / [evol_noli]
                      / [mode_flamb]
                      / [dyna_trans]
                      / [dyna_harmo]
                      / [mode_meca]
                      / [mode_stat]
                      / [fourier_elas]
                      / [fourier_ther]
                      / [mult_elas]
                      / [mode_acou]
                      / [acou_harmo]
                      / [base_modale]

    ♦ NOM_CHAM = chpsymbo, [K16]
    ♦ / TOUT_ORDRE = 'OUI',
      / NUME_ORDRE = lordre, [l_I]
      / LIST_ORDRE = lenti, [listis]
      / NUME_MODE = lmode, [l_I]
      / LIST_MODE = lenti, [listis]
      / NOM_CAS = nomcas, [K24]
      / NOEUD_CMP = noeucmp, [K24]
      / / FREQ = lfreq, [l_R]
      / LIST_FREQ = lreel, [listr8]
      / INST = linst, [l_R]
      / LIST_INST = lreel, [listr8]
```

```

        ◇ | PRECISION=/ prec, [R]
              / 1.D-6, [DEFAULT]
        ◇ | CRITERE=/ 'RELATIF', [DEFAULT]
              / 'ABSOLU',
    ◇ / TOUT_CMP = 'OUI',
      / NOM_CMP = lcmp, [l_K8]
        ◇ REPERE = / 'GLOBAL' , [DEFAULT]
              / 'POLAIRE',
              / 'LOCAL' ,
              ◇ VECT_Y = (oy1,oy2,oy3), [l_R]
              / 'UTILISATEUR',
              ◇ ANGL_NAUT = (a,b,c), [l_R]
              / 'CYLINDRIQUE',
              ◇ ORIGINE = (x,y,z), [l_R]
              ◇ AXE_Z= (oz1,oz2,oz3), [l_R]
        | TRAC_NOR = 'OUI',
        | TRAC_DIR = 'OUI',
        ◇ DIRECTION = (x,y,[z]), [l_R]
      / INVARIANT = 'OUI',
      / ELEM_PRINCIPAUX= 'OUI',
      / RESULTANTE = lcmp, [l_K8]
        ◇ MOMENT = lcmp, [l_K8]
        ◇ POINT = (x,y,[z]), [l_R]
    ◇ MOYE_NOEUD= / 'OUI', [DEFAULT]
      ) / 'NON',
    ◇ TITRE = titre [l_Kn]
  )
```

## 3 Principes d'utilisation de POST\_RELEVE\_T : opérande ACTION

Le post-traitement réalisé par POST\_RELEVE\_T nécessite la donnée de trois informations :

- lieu,
- objet,
- nature.

Chaque occurrence du mot-clé facteur ACTION définit ce triplet.

Le **lieu** du post-traitement désigne une figure géométrique reliant les points de post-traitement. Ce lieu est défini au moyen du mot-clé GROUP\_NO.

L'**objet** du post-traitement est défini par le choix d'un champ de grandeur, de composantes et éventuellement de quantités associées choisies par différents mots-clés.

Les champs de grandeur sont choisis par un des mots-clés :

RESULTAT et les mots-clés permettant de choisir les champs aux nœuds ou les champs aux éléments de la structure de données resultat.

CHAM\_GD champ de grandeur produit par un opérateur élémentaire, ou extrait d'un concept résultat par CREA\_CHAMP [U4.72.04].

les composantes par :

TOUT\_CMP

NOM\_CMP

et les quantités associées par :

INVARIANT

ELEM\_PRINCIPAUX

TRAC\_NOR

TRAC\_DIR et DIRECTION

RESULTANTE et, facultativement, MOMENT et POINT

La **nature** du post-traitement correspond aux opérations : mot-clé OPERATION

- d'extraction de valeurs : 'EXTRACTION'
- de calcul de moyennes (au sens intégration), de minimum et de maximum sur un groupe ordonné de nœuds : 'MOYENNE'
- de calcul de minimum et de maximum sur des groupes ou des entités : 'EXTREMA'
- de calcul de moyennes au sens arithmétique sur des groupes ou des entités : 'MOYENNE\_ARITH'

## 4 Choix du lieu du post-traitement

## 4.1 OPERATION = 'EXTRACTION' ou 'MOYENNE'

### 4.1.1 Syntaxe

```
♦ GROUP_NO = lgrno, [l_gr_noeud]
  / TOUT = 'OUI',
  / GROUP_MA = lgrma, [l_gr_maille]
```

### 4.1.2 Opérandes GROUP\_NO / TOUT / GROUP\_MA

- L'argument de GROUP\_NO est une liste de groupes de nœuds. Les nœuds sont traités dans l'ordre fourni par l'utilisateur. Pour réordonner les nœuds d'une liste, il faut utiliser la commande `DEFI_GROUP/OPTION = 'NOEUD_ORDO'` [U4.22.01]
- Le mot-clé GROUP\_MA permet de limiter le post-traitement à une liste de groupes de mailles.

TOUT = 'OUI' revient au cas standard (on considère toutes les mailles). Ces mots-clés ne sont utilisables qu'avec GROUP\_NO.

#### Remarques :

*Il est déconseillé d'utiliser GROUP\_MA avec l'opération MOYENNE sauf si les éléments sont des segments. Rappelons que l'opération MOYENNE calcule des grandeurs suivant une longueur L. Pour de plus amples information, il faut se référer au paragraphe dédié au mot-clé OPERATION où sont présentées les quantités calculées à l'aide de cette option.*

*Le mot clé TOUT='OUI' veut dire « toutes les mailles du maillage » Les éléments nodaux affectés directement sur les nœuds du maillage (AFFE\_MODELE / NOEUD), par ailleurs déconseillés, sont ignorés du post-traitement.*

### 4.1.3 Notions de points de post-traitement et exemples

Les points de post-traitement sont les points de  $\Omega$  où les composantes (ou quantités dérivées) sont évaluées. L'opération d'extraction effectue cette évaluation.

## 4.1.4 Exemple de points de post-traitement spécifiés par le mot-clé GROUP\_NO

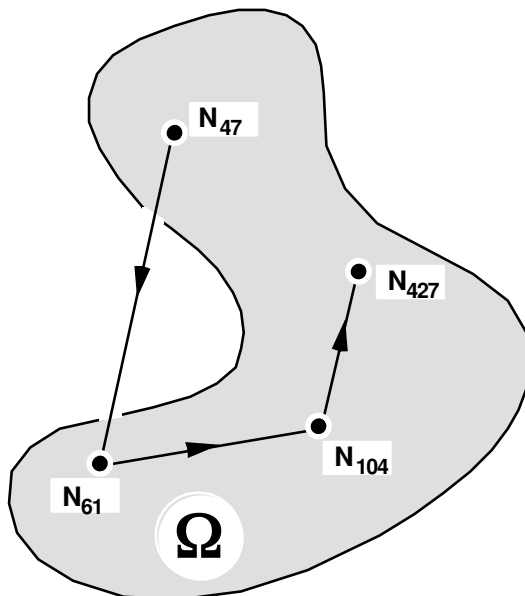


Figure 4.3.3-a

Cette figure visualise un lieu de post-traitement construit à partir d'une liste de nœuds.

Les points de post-traitement sont les nœuds représentés, le lieu de post-traitement est la ligne brisée les reliant suivant l'ordre fourni par l'utilisateur, ce qui permet de définir une abscisse curviligne. La valeur extraite sur ces lignes est interpolée linéairement entre les valeurs relevées sur les nœuds. Ainsi il faut remarquer que si l'opération de post-traitement est un calcul de moyenne, tout se passe comme si le segment  $[N_{47} N_{61}]$  était contenu tout entier dans  $\Omega$ .

Dans ce cas, l'abscisse curviligne est calculée à partir du parcours des nœuds, tels que définis dans la liste de nœuds.

## 4.2 OPERATION = 'EXTREMA' ou 'MOYENNE\_ARITH'

### 4.2.1 Syntaxe

```
♦ | TOUT = 'OUI',  
  | GROUP_NO = lgrno, [l_gr_noeud]  
  | GROUP_MA = lgrma, [l_gr_maille]
```

### 4.2.2 Opérandes TOUT / GROUP\_NO / GROUP\_MA

- L'argument de GROUP\_NO est une liste de groupes de nœuds. Les nœuds ne sont pas ordonnés.
- Le mot-clé GROUP\_MA permet de limiter le post-traitement à une liste de groupes de mailles.
- TOUT = 'OUI' revient au cas standard (on considère toutes les mailles).

## 5 Choix de l'objet du post-traitement

Ces mots-clés permettent de définir l'objet du post-traitement. Ils désignent :

- un champ de grandeur : mots-clés CHAM\_GD, RESULTAT (et ses mots-clés associés),
- une quantité associée aux composantes du champ : mots-clés TOUT\_CMP, NOM\_CMP, INVARIANT, ELEM\_PRINCIPAUX, TRAC\_NOR, TRAC\_DIR, DIRECTION, REPERE, SOMME, RESULTANTE, MOMENT, POINT.

### 5.1 Champ de grandeur

#### 5.1.1 Syntaxe

```
♦ / CHAM_GD = chpgd,  
  / RESULTAT = resu,  
♦ NOM_CHAM = chpsymbo, [K16]  
♦ / TOUT_ORDRE = 'OUI',  
  / NUME_ORDRE = lordre, [1_I]  
  / LIST_ORDRE = lenti, [listis]  
  / NUME_MODE = lmode, [1_I]  
  / LIST_MODE = lenti, [listis]  
  / NOM_CAS = nomcas, [K24]  
  / / FREQ = lfreq, [1_R]  
  / LIST_FREQ = lreel, [listr8]  
  / INST = linst, [1_R]  
  / LIST_INST = lreel, [listr8]  
  ◇ | PRECISION = / prec, [R]  
  / 1.D-6, [DEFAULT]  
  ◇ | CRITERE = / 'RELATIF', [DEFAULT]  
  / 'ABSOLU' ,  
◇ FORMAT_C = / 'MODULE', [DEFAULT]  
  / 'REEL' ,  
  / 'IMAG' ,
```

#### 5.1.2 Opérande CHAM\_GD

L'argument de CHAM\_GD est le nom d'un concept de type cham\_no\_\* ou cham\_elem\_\*.

#### 5.1.3 Opérandes RESULTAT / NOM\_CHAM / TOUT\_ORDRE / NUME\_ORDRE / LIST\_ORDRE / NUME\_MODE / LIST\_MODE / NOM\_CAS / FREQ / LIST\_FREQ / INST / LIST\_INST / PRECISION / CRITERE

Voir [U4.71.00].

#### 5.1.4 Opérande FORMAT\_C

Dans le cas des champs complexes, on peut extraire :

```
/ 'MODULE' le module  
/ 'REEL' la partie réelle  
/ 'IMAG' la partie imaginaire
```

## 5.2 Composantes du champ et quantités dérivées



Pour les vecteurs et les tenseurs d'ordre 2, il est possible de demander l'évaluation des composantes dans un repère et de dériver des quantités obtenues par produit contracté. Les mots-clés `REPERE`, `TRAC_NOR`, `TRAC_DIR` et `DIRECTION` permettent de définir ces quantités.

## 5.2.1 Syntaxe

```
♦ / TOUT_CMP = 'OUI',  
  / NOM_CMP = lcmp, [1_K8]  
  ◇ / REPERE = / 'GLOBAL' , [DEFAULT]  
            / 'POLAIRE',  
            / 'LOCAL' ,  
            ◇ VECT_Y = (oy1,oy2,oy3) , [1_R]  
            / 'UTILISATEUR',  
            ♦ ANGL_NAUT = (a,b,c) , [1_R]  
            / 'CYLINDRIQUE',  
            ♦ ORIGINE = (x,y,z) , [1_R]  
            ♦ AXE_Z = (oz1,oz2,oz3) , [1_R]  
  ◇ / TRAC_NOR = 'OUI',  
    / TRAC_DIR = 'OUI',  
    ♦ DIRECTION = (x,y,[z]) , [1_R]  
  / INVARIANT = 'OUI',  
  / ELEM_PRINCIPAUX = 'OUI',  
  / RESULTANTE = lcmp, [1_K8]  
  ◇ MOMENT = lcmp, [1_K8]  
  ♦ POINT = (x,y,[z]) , [1_R]
```

## 5.2.2 Opérande TOUT\_CMP

```
/ TOUT_CMP
```

Ce mot-clé n'admet pour argument que le texte 'OUI' et sélectionne toutes les composantes définies au catalogue des grandeurs pour la grandeur relative aux champs spécifiés par les mots-clés `RESULTAT` et `CHAM_GD`.

## 5.2.3 Opérandes NOM\_CMP

Permet de définir les composantes de la grandeur du champ traité :

```
/ NOM_CMP : les composantes sont introduites par nom
```

## 5.2.4 Opérande REPERE

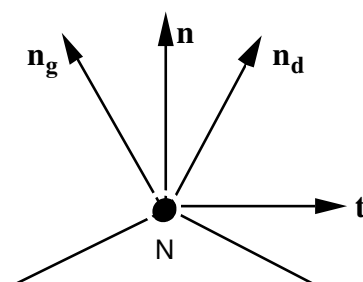
```
/ REPERE
```

Permet le choix d'un repère parmi les repères suivants :

- repère `GLOBAL` : repère cartésien de définition du maillage,
- repère `POLAIRE` : repère polaire standard du plan ( $OXY$ ) (ordre des composantes :  $(r, \theta)$  ,
- repère `LOCAL` : repère du plan constitué des vecteurs tangents et normaux (dans cet ordre) au lieu de post-traitement. Le vecteur normal est défini en chaque point de post-traitement comme moyenne des normales à droite et à gauche.

### Définition de la normale au lieu de post-traitement.

En chaque point de post-traitement la normale est définie comme moyenne des normales à droite et à gauche.



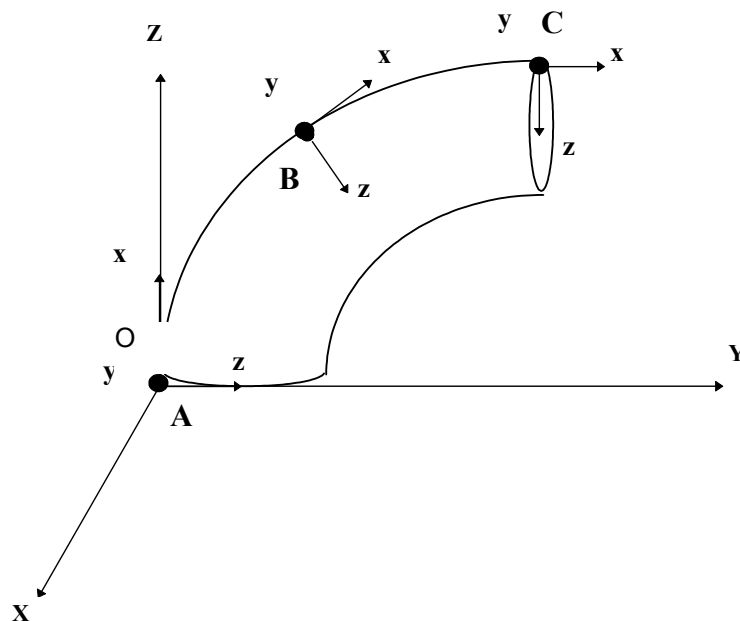
**Figure 5.2.4-a**

Le vecteur tangent est obtenu par une rotation de  $-\pi/2$  à partir du vecteur normal.

Dans le cas du repère `LOCAL` et d'une ligne 3D, il faudra fournir :

`VECT_Y = (oy1, oy2, oy3)`

Les coordonnées d'un vecteur dont la projection sur le plan orthogonal à l'axe directeur de la ligne sera prise comme la normale à la ligne. L'ordre des composantes dans un repère local est  $(t, n, k)$ .

**Exemple d'utilisation :****Figure 5.2.4-b**

On veut faire une extraction sur la ligne  $ABC$  suivant le repère local défini ci-dessus (axe local  $y$  dans la direction globale  $OX$ ).

Ici, on peut trouver un vecteur constant en tout point de la ligne pour définir le vecteur  $VECT\_Y = (1., 0., 0.)$ .

Ceci est possible car en tout point ce vecteur est déjà dans le plan orthogonal à la ligne.

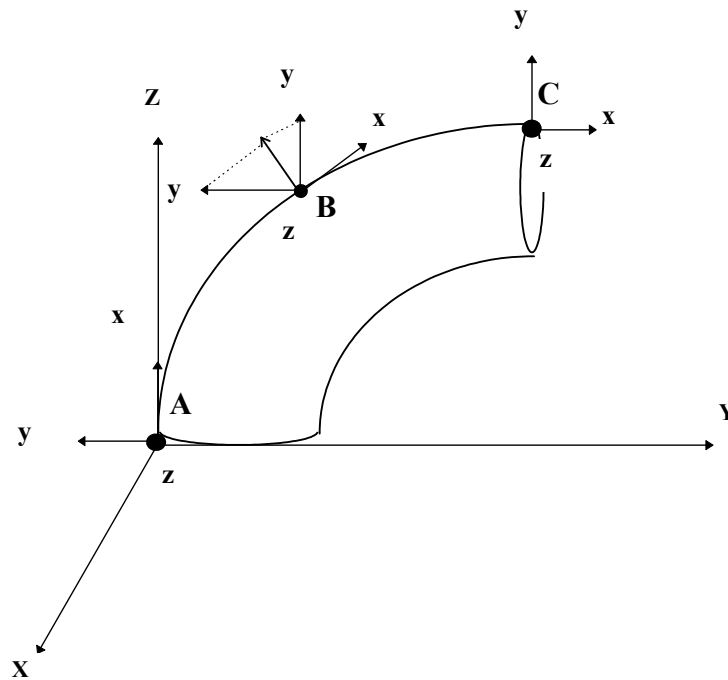


Figure 5.2.4-c

Si par contre, on souhaite avoir l'axe local  $z$  dans la direction globale  $OX$  [Figure 5.2.4-c], le vecteur  $VECT\_Y$  dépendra du point considéré :

- $(0., 0., 1.)$  convient sauf en  $A$  (où  $(0., -1., 0.)$  convient)
- $(0., -1.0.)$  convient sauf en  $C$  (où  $(0., 0., 1.)$  convient)

Il faudra donc dans ce cas découper la ligne en deux morceaux ( $AB$  et  $BC$ ) et définir un  $VECT\_Y$  différent sur chaque morceau.

- repère UTILISATEUR : défini par la donnée de 3 angles nautiques (en degrés) :

ANGL\_NAUT = (a, b, c)

- repère CYLINDRIQUE défini par :

ORIGINE = (x, y, z) les coordonnées de l'origine  $O$  du repère  
 AXE\_Z = (oz1, oz2, oz3) les coordonnées d'un vecteur définissant l'axe  $Oz$  (axe du cylindre).  
 L'ordre des composantes dans un repère cylindrique est  $(r, z, \theta)$ .

## 5.2.5 Opérande TRAC\_NOR

/ TRAC\_NOR : uniquement pour les modélisations 2D et 3D.

Détermination de la trace normale d'un vecteur ou d'un tenseur d'ordre 2 : c'est le cas particulier de la trace directionnelle obtenue quand la direction  $u$  s'identifie à la normale  $n$  au lieu de post-traitement.

## 5.2.6 Opérandes TRAC\_DIR / DIRECTION

/ TRAC\_DIR : uniquement pour les modélisations 2D et 3D.

♦ DIRECTION

Détermination de la trace directionnelle d'un vecteur  $v = (v_i)$  ou d'un tenseur d'ordre 2  $\sigma = (\sigma_{ij})$  dans la direction  $u = (u_i)$  ; c'est-à-dire du scalaire  $v_k u_k$  ou du vecteur  $\sigma_{ik} u_k$ .

La direction  $u$  est définie au moyen du mot-clé DIRECTION dont les arguments sont les composantes du vecteur  $u$  données dans l'ordre  $X, Y, Z$  et évaluées dans le repère global. Si cette liste ne contient que deux valeurs alors, conventionnellement, la composante suivant  $Z$  du vecteur  $u$  est considérée comme nulle.

## 5.2.7 Opérande INVARIANT

Post-traitement d'un tenseur de contrainte ou de déformation d'ordre 2 associées aux directions principales du tenseur :

|         |  |
|---------|--|
| TRACE   | $Tr(\sigma) = \sum_{i=1}^{2 \text{ ou } 3} \sigma_{ii}$  |
| VON_MIS | $VM(\sigma) = \sqrt{\sum_{i=1}^{2 \text{ ou } 3} \frac{3}{2} \left( \sigma_{ij} - \frac{1}{3} Tr(\sigma) \delta_{ij} \right)^2}$ |
| TRESCA  | $TR(\sigma) = \max( \lambda_i - \lambda_j )$ avec $\lambda_i$ valeurs propres de $\sigma$  |
| DETER   | $DET(\sigma) = \text{déterminant de } \sigma$  |

## 5.2.8 Opérande ELEM\_PRINCIPAUX

/ ELEM\_PRINCIPAUX

Détermination des valeurs principales d'un tenseur  $2 \times 2$  ou  $3 \times 3$  d'ordre 2. Elles sont rangées dans l'ordre croissant de leurs valeurs.

## 5.2.9 Opérands RESULTANTE / MOMENT / POINT

Détermination de la résultante et du moment d'un champ de torseur sur le lieu de post-traitement.

RESULTANTE ne peut être utilisée que si OPERATION='EXTRACTION'.

Informatiquement, ces mots-clés peuvent s'appliquer à n'importe quel champ de grandeur mais pour que les résultats aient un sens physique, on devra se limiter aux champs de forces nodales et réactions nodales.

Dans ce dernier cas, 2 possibilités se présentent :

- l'utilisateur veut calculer la résultante de certaines composantes du champ : il entrera derrière le mot-clé RESULTANTE une liste de composantes à prendre parmi  $\{'DX', 'DY'\}$  en 2D et  $\{'DX', 'DY', 'DZ'\}$  en 3D ou en éléments structuraux (la résultante de composantes de rotations n'ayant pas de sens physique),
- l'utilisateur veut calculer la résultante et le moment de certaines composantes du champ : il entrera derrière les mot-clés RESULTANTE et MOMENT 2 listes de composantes de même longueur à prendre parmi

|                                   |                                |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| formule $\{'DX', 'DY', 'DZ'\}$    | derrière le mot-clé RESULTANTE |
| formule $\{'DRX', 'DRY', 'DRZ'\}$ | derrière le mot-clé MOMENT     |

De plus, il introduira derrière le mot-clé POINT la liste des coordonnées du point par rapport auquel le moment est évalué.

Si on note  $P$  ce point et  $M_i$  les points de post-traitement, les quantités évaluées seront :

- Résultante :  $\mathbf{F} = \sum_i \mathbf{F}_i = \sum_i (FX_{M_i}, FY_{M_i}, FZ_{M_i})$
- Moment :  $\mathbf{m} = \sum_i (P\vec{M}_i \wedge \mathbf{F}_i) + \sum_i \mathbf{m}_i^c$

où  $\mathbf{m}_i^c$  désigne la liste des moments concentrés correspondants aux composantes de rotation introduites par le mot-clé MOMENT, pertinentes seulement dans le cas des éléments de structure (poutres, coques, discrets).

### Remarques :

- 1) En milieux continus, il ne faut pas introduire derrière MOMENT des composantes de translation qui seraient considérées comme des moments concentrés et donc sommées avec les véritables moments.
- 2) Le calcul de RESULTANTE et/ou de MOMENT est effectué par une somme sur un ensemble de nœuds. Cette somme n'a de sens que si toutes les forces nodales (ou moments) sont exprimées dans le même repère. Cela veut dire que le mot clé REPERE ne peut prendre comme valeur que 'GLOBAL' ou 'UTILISATEUR'.

## 6 Nature du post-traitement

### 6.1 Opérande OPERATION

♦ OPERATION =  
| 'EXTRACTION'

L'opération extraction d'un champ de grandeur permet de récupérer les valeurs d'une ou plusieurs composantes ou de quantités dérivées de ces composantes aux points du lieu de post-traitement.

Dans le cas d'une extraction sur un `cham_elem`, les valeurs des composantes extraites de ce champ sont calculées comme suit :

- Si le lieu de post-traitement est déterminé par le mot-clé `GROUP_NO`, pour chaque nœud les composantes sont moyennées sur tous les éléments concourant en ce nœud. Dans le cas de l'extraction d'un champ de type `ELNO`, on obtient les mêmes valeurs en donnant le champ de type `NOEU`.

**Remarque :**

*Les moyennations aux nœuds de champs calculés dans des repères locaux ne sont licites que si les angles entre ces repères sont faibles. Dans le cas contraire, elles n'ont pas de sens.*

Si le lieu de post-traitement est défini par `GROUP_NO = (GN 1, GN 2, GN 3, GN 4, GN 5)`, les valeurs sont moyennées sur tous les éléments du maillage ci-dessus.

Si le lieu de post-traitement est défini comme étant le segment d'origine `NI` et d'extrémité `N5`, les valeurs seront moyennées sur les éléments hachurés.

Dans le cas d'éléments quadratiques (présence de nœuds milieux), la moyenne aux nœuds sommets peut conduire à des poids plus importants de certains éléments (fonction du découpage) par rapport aux nœuds milieux qui moyennent sur 2 éléments (donc de même poids). On peut donc se trouver en présence d'oscillations entre les valeurs aux sommets et aux milieux.

| 'MOYENNE'

Cette opération est limitée à 6 composantes de champ à la fois. Etant donné un champ scalaire  $U$  (typiquement une composante d'une grandeur), l'opération 'MOYENNE' calcule les quantités suivantes ( $L$  désignant la longueur du lieu de post-traitement  $C$  considéré) :

$$\begin{aligned}\text{MOMENT\_0} &= \frac{1}{L} \int_c U(s) ds \\ \text{MOMENT\_1} &= \frac{12}{L^2} \int_c U(s) \left(s - \frac{L}{2}\right) ds \\ \text{MINIMUM} &= \underset{c}{\text{Min}} U \\ \text{MAXIMUM} &= \underset{c}{\text{Max}} U \\ \text{MOYE\_INT} &= \text{MOMENT\_0} - \frac{1}{2} \text{MOMENT\_1} \\ \text{MOYE\_EXT} &= \text{MOMENT\_0} + \frac{1}{2} \text{MOMENT\_1}\end{aligned}$$

Il est important que le lieu de post-traitement soit parcouru dans un sens. Si on utilise un groupe de nœuds, on prendra soin de réordonner les nœuds, en utilisant la commande `DEFI_GROUP OPTION 'NOEUD_ORDO'`, [U4.22.01]. Ainsi, l'abscisse curviligne est définie depuis le nœud origine du groupe, en suivant la ligne brisée constituée par les nœuds.

Les intégrales ci-dessus sont évaluées en supposant  $U$  linéaire entre deux nœuds. Ainsi, en notant  $U_i$  les valeurs du champ aux nœuds (numérotés par  $i = 1, \dots, N$ ) d'abscisse  $s_i$ , on a :

$$\begin{aligned}\text{MOMENT\_0} &= \frac{1}{2(s_N - s_1)} \sum_{i=1}^{N-1} (s_{i+1} - s_i)(U_i + U_{i+1}) \\ \text{MOMENT\_1} &= \frac{2}{(s_N - s_1)^2} \sum_{i=1}^{N-1} (s_{i+1} - s_i) \left( U_i(s_{i+1} + 2s_i) + U_{i+1}(2s_{i+1} + s_i) \right) \\ &\quad - \frac{3}{(s_N - s_1)} \sum_{i=1}^{N-1} (s_{i+1} - s_i)(U_i + U_{i+1})\end{aligned}$$

| 'EXTREMA'

calcule les `MIN`, `MAX`, `MINI_ABS`, `MAXI_ABS` d'un champ réduit éventuellement sur une liste de nœuds ou de mailles, sur toutes les composantes ou une liste de composantes.

## 6.1 Opérande MOYE\_NOEUD

Mot-clé permettant de choisir une impression détaillée ou moyennée en un point. Ce mot-clé n'est significatif que pour les grandeurs de type `cham_elem` et pour l'opération `EXTRACTION`.

`MOYE_NOEUD = 'OUI'`

Pour chaque point de post-traitement, la valeur affichée d'une composante ou d'une quantité déduite est obtenue comme moyenne des valeurs données par chaque maille concourante en ce point. La façon de faire la moyenne est la même que pour les champs `XXXX_NOEU` calculés par `CALC_CHAMP` [U4.81.04].

`MOYE_NOEUD = 'NON'`

La liste des valeurs obtenues pour chaque maille concourante au point de post-traitement est affichée.



## 7 Opérands d'accès et d'impression du contenu des tables créées par POST\_RELEVE\_T

### 7.1 Principes d'adressage du contenu des tables

Les relevés de valeurs sont rangés dans des concepts de type `table`. Les tables sont bi-indicées. Le premier indice est le paramètre, celui-ci est défini par l'opérateur suivant l'action envisagée (voir [Tableau 7.4-a]). Le deuxième indice est la variable, celle-ci est définie par l'utilisateur. Les variables peuvent être les noms des nœuds, les noms des composantes.

### 7.2 Opérande INTITULE

♦ `INTITULE = matable` [K8]  
Nom de la table de relevés de valeurs.

### 7.3 Opérande TITRE

♦ `TITRE = titre`  
Titre que l'on veut donner à la table de relevés de valeurs. Pour plus de détails, voir [U4.03.01].

### 7.4 Définition des paramètres et des variables

A l'impression sur le fichier `RESULTAT`, chaque paramètre s'imprime sur une colonne, les variables étant imprimées ligne par ligne.

| Mots-clés   | Paramètres  | Variables   |
|---|---|---|
| <code>OPERATION = 'MOYENNE'</code><br>(mots-clés <code>TOUT_CMP</code> , <code>NOM_CMP</code> )<br>(exemple [§9.2.2]) | <code>MOMENT_0</code> <code>MOMENT_1</code> <code>MINIMUM</code><br><code>MAXIMUM</code> <code>MOYE_INT</code> <code>MOYE_EXT</code>                                    | Noms des composantes  |
| <code>OPERATION = 'MOYENNE_ARITH'</code><br>(mots-clés <code>TOUT_CMP</code> , <code>NOM_CMP</code> )                 | <code>MOYENNE</code>  | Noms des composantes  |
| <code>OPERATION = 'EXTREMA'</code><br>(mots-clés <code>TOUT_CMP</code> , <code>NOM_CMP</code> )                       | <code>VALE</code>   | Noms des composantes  |
| <code>OPERATION = 'EXTRACTION'</code><br>(mot-clé <code>IMPR_NOEUD = 'OUI'</code> )                                   | -   | Noms des <code>GROUP_NO</code>                                    |
| <code>OPERATION = 'EXTRACTION'</code><br>(mot-clé <code>IMPR_NOEUD = 'NON'</code> )                                   | -   | Noms des <code>GROUP_NO</code> concaténés<br>aux noms des mailles |
| <code>TOUT_CMP</code> <code>NOM_CMP</code><br>(exemples [§9.1] et [§9.2.1])   | <code>ABSC_CURV</code> <code>COOR_X</code> <code>COOR_Y</code><br><code>COOR_Z</code> suivi du nom des<br>composantes   | -   |
| <code>NOM_CMP</code> <code>TRAC_NOR</code> <code>TRAC_DIR</code><br>(exemples [§9.3] et [§9.4])                       | <code>ABSC_CURV</code> <code>COOR_X</code> <code>COOR_Y</code><br><code>COOR_Z</code><br><code>DIR_1</code> <code>DIR_2</code> <code>DIR_3</code>                       | -   |
| <code>INVARIANT</code><br>(exemple [§9.5])  | <code>ABSC_CURV</code> <code>COOR_X</code> <code>COOR_Y</code><br><code>COOR_Z</code> <code>VON_MIS</code> <code>TRESCA</code><br><code>TRACE</code> <code>DETER</code> | -   |
| <code>ELEM_PRINCIPAUX</code><br>(exemple [§9.6])  | <code>ABSC_CURV</code> <code>COOR_X</code> <code>COOR_Y</code><br><code>COOR_Z</code> <code>VAL_PR_1</code> <code>VAL_PR_2</code><br><code>VAL_PR_3</code>              | -   |
| <code>RESULTANTE</code> <code>MOMENT</code><br>(exemples [§9.7] et [§9.8])  | Noms des composantes  | -   |

| Mots-clés                              | Paramètres  | Variables |
|--|---|-----------|
| REPERE = 'POLAIRE'<br>(exemple [§9.9]) | ABSC_CURV COOR_X COOR_Y<br>COOR_Z suivi du nom des<br>composantes | -         |
| REPERE = 'CYLINDRIQUE'                 | ABSC_CURV COOR_X COOR_Y<br>COOR_Z suivi du nom des<br>composantes |           |

**Tableau 7.4-a**

Pour la signification du paramètre ABSC\_CURV, voir §4.1.5 et §4.1.6

Pour les repères POLAIRE et CYLINDRIQUE, la signification des composantes est :

DX : rayon  $r$ , DY : ordonnée sur l'axe du cylindre  $z$ , DZ : angle  $\theta$  (voir U2.07.01 §2 et §5.2)

Pour l'expression des contraintes en repère cylindrique on fait les correspondances suivantes :

|         | Contraintes en repère cartésien | Contraintes en repère cylindrique |
|---------|---------------------------------|-----------------------------------|
| vecteur | $X$                             | $R$                               |
|         | $Y$                             | $Z$                               |
|         | $Z$                             | $\theta$                          |
| tenseur | $XX$                            | $RR$                              |
|         | $YY$                            | $ZZ$                              |
|         | $ZZ$                            | $\theta\theta$                    |
|         | $XY$                            | $RZ$                              |
|         | $XZ$                            | $R\theta$                         |
|         | $YZ$                            | $Z\theta$                         |

## 8 Phase de vérification

On vérifie que les intitulés sont tous différents.

### 8.1 Lors de l'exécution

Cette phase vérifie la cohérence des arguments entre eux. Elle concerne toutes les occurrences du mot-clé facteur ACTION. On distingue 2 groupes de vérifications.

Le **premier** groupe est commun aux arguments du mot-clé CHAM\_GD et RESULTAT (qui s'excluent mutuellement) et se réduit aux vérifications suivantes :

- acceptabilité des composantes :  
on vérifie que les composantes demandées sont bien présentes au catalogue de description de la grandeur à traiter,

Le **second** groupe est spécifique au mot-clé RESULTAT, et se réduit aux vérifications :

- vérification de l'acceptabilité du champ symbolique :  
on s'assure que le champ symbolique argument du mot-clé NOM\_CHAM existe bien pour le type de concept resultat argument du mot-clé RESULTAT,
- existence d'au moins une structure de données pour le champ symbolique à traiter.

A l'issue de la phase de vérification, en phase d'exécution l'alternative suivante se présente :

- toutes les occurrences de ACTION sont correctes et les opérations sont lancées,
- au moins une occurrence de ACTION est incorrecte, alors un message d'erreur fatale est produit avec arrêt de la commande. Des informations renseignent sur la nature des erreurs et le moyen de les corriger.

## 8.2 Lors du traitement

Un nouveau filtre de vérification se présente mais ne provoque jamais l'arrêt de la commande. Ce filtre se réduit aux vérifications suivantes :

- existence de la structure de données désigné par `CHAM_GD` ou `RESULTAT` et un des mots-clés permettant l'accès dans une structure de données `RESULTAT`.  
En cas d'échec un message est émis et l'occurrence suivante est traitée,
- dans le cas d'un calcul d'invariants tensoriels, on vérifie que l'objet du traitement désigne bien un tenseur d'ordre 2,
- dans le cas d'un calcul de moyenne ou d'une demande d'extraction de valeurs, on vérifie que les composantes à traiter ont bien été calculées sur le lieu du post-traitement. En cas d'échec de cette vérification, un message détaille les composantes non disponibles en fonction des mailles ou nœuds du lieu de post-traitement.

Dans le cas où ce dernier filtre ne détecte aucune impossibilité de calcul, le post-traitement est lancé et les résultats sont insérés dans la table.

## 9 Exemples

Les exemples qui suivent s'appliquent au même problème physique (cas test SHLV100G).

### 9.1 Mots-clés 'EXTRACTION' 'MOYENNE' 'EXTREMA' 'MOYENNE\_ARITH'

#### 9.1.1 'EXTRACTION'

##### 9.1.1.1 Commandes

```
# extraction des CMP du tenseur des contraintes sur une liste de noeuds
#
t2 = POST_RELEVE_T( ACTION = _F (
    INTITULE = 'ex_2',
    GROUP_NO =
        ('GN1', 'GN347', 'GN21', 'GN432', 'GN39', 'GN229'),
    CHAM_GD = SIGMA,
    NOM_CMP = ('SIXX', 'SIYY', 'SIZZ', 'SIXY'),
    OPERATION = 'EXTRACTION' ) )
```

##### 9.1.1.2 Résultat

```
--- POST_TRAITEMENT NUMERO : 1 - CHAMP NUMERO : 1
CHAMP PAR ELEMENT AUX NOEUDS
EXTRACTION TENSEUR CONTRAINTE
REPÈRE GLOBAL
CHEMIN DE NOEUDS
CONCEPT T2 DE TYPE TABL_POST_RELE CALCULE A PARTIR DU CONCEPT SIGMA
TABLE : EX_2 ISSUE DE LA TABLE T2
```

|      | ABSC_CURV   | COOR_X      | COOR_Y      | COOR_Z      | SIXX         | SIYY        | SIZZ        | SIXY         |
|------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| N1   | 0.00000E+00 | 1.00000E-01 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | -9.96843E-01 | 1.66549E+00 | 2.00595E-01 | -2.97371E-04 |
| N347 | 1.00000E-01 | 2.00000E-01 | 0.00000E+00 | 0.00000E+00 | -2.39383E-04 | 6.67596E-01 | 2.00207E-01 | -2.65146E-05 |
| N21  | 2.14214E-01 | 9.23880E-02 | 3.82683E-02 | 0.00000E+00 | -6.06951E-01 | 1.27563E+00 | 2.00603E-01 | -9.41280E-01 |
| N432 | 3.14214E-01 | 1.84776E-01 | 7.65367E-02 | 0.00000E+00 | 9.75617E-02  | 5.69793E-01 | 2.00206E-01 | -2.36114E-01 |
| N39  | 4.28428E-01 | 7.07107E-02 | 7.07107E-02 | 0.00000E+00 | 3.34029E-01  | 3.34628E-01 | 2.00597E-01 | -1.33117E+00 |
| N229 | 5.28428E-01 | 1.41421E-01 | 1.41421E-01 | 0.00000E+00 | 3.33660E-01  | 3.33711E-01 | 2.00211E-01 | -3.33924E-01 |

#### 9.1.2 'MOYENNE'

##### 9.1.2.1 Commandes

```
# moyenne des CMP du tenseur des contraintes sur une liste de noeuds
#
t3 = POST_RELEVE_T(ACTION=_F ( INTITULE = 'ex_3',
    NOEUD = ('N1', 'N347', 'N21', 'N432', 'N39', 'N229'),
    CHAM_GD = SIGMA,
    NOM_CMP = ('SIXX', 'SIYY', 'SIZZ', 'SIXY'),
    OPERATION = 'MOYENNE' , , ) )
```

##### 9.1.2.2 Résultat

```
--- POST_TRAITEMENT NUMERO : 1 - CHAMP NUMERO : 1
CHAMP PAR ELEMENT AUX NOEUDS
MOYENNE TENSEUR CONTRAINTE
REPÈRE GLOBAL
CHEMIN RELIANT LES NOEUDS :
N1      N347      N21      N432      N39      N229
CONCEPT T3 DE TYPE TABL_POST_RELE CALCULE A PARTIR DU CONCEPT SIGMA
TABLE : EX_3 ISSUE DE LA TABLE T3
```

| MOMENT_0 | MOMENT_1 | MINIMUN | MAXIMUN | MOYE_INT | MOYE_EXT |
|----------|----------|---------|---------|----------|----------|
|----------|----------|---------|---------|----------|----------|

```
SIXX -9.83430E-02  1.17015E+00 -9.96843E-01  3.34029E-01 -6.83419E-01  4.86733E-01
SIYY  7.66354E-01 -1.17020E+00  3.33711E-01  1.66549E+00  1.35145E+00  1.81254E-01
SIZZ  2.00403E-01 -1.44941E-05  2.00206E-01  2.00603E-01  2.00411E-01  2.00396E-01
SIXY -5.40089E-01 -1.03327E+00 -1.33117E+00 -2.65146E-05 -2.34562E-02 -1.05672E+00
```

## 9.1.3 'EXTREMA'

### 9.1.3.1 Commandes

```
# extrema des déplacements dx et drz
#
t3 = POST_RELEVE_T(ACTION=_F (
    INTITULE = 'DEPL',
    RESULTAT = RESU1,
    NOM_CHAM = 'DEPL',
    NOM_CMP = ('DX', 'DRZ', ),
    OPERATION = 'EXTREMA' , , )
```

### 9.1.3.2 Résultat

| INTITULE | RESU  | NOM_CHAM | NUME_ORDRE | EXTREMA  | NOEUD | CMP | VALE      |
|----------|-------|----------|------------|----------|-------|-----|-----------|
| DEPL     | RESU1 | DEPL     | 1          | MAX      | D     | DX  | 3.47E-03  |
| DEPL     | RESU1 | DEPL     | 1          | MIN      | D     | DRZ | -6.27E-03 |
| DEPL     | RESU1 | DEPL     | 1          | MAXI_ABS | D     | DRZ | 6.27E-03  |
| DEPL     | RESU1 | DEPL     | 1          | MINI_ABS | A     | DX  | 8.99E-22  |

## 9.1.4 'MOYENNE\_ARITH'

### 9.1.4.1 Commandes

```
# moyenne des déplacements dx et dz sur des noeuds
#
t4 = POST_RELEVE_T(ACTION=_F (
    INTITULE = 'DEPL',
    RESULTAT = RESU1,
    NOM_CHAM = 'DEPL',
    GROUP_NO = ('GNAB', ),
    GROUP_NO = ('C', 'D', ),
    NOM_CMP = ('DX', 'DZ', ),
    OPERATION = 'MOYENNE_ARITH' , , )
```

### 9.1.4.2 Résultat

| INTITULE | RESU  | NOM_CHAM | NUME_ORDRE | CMP | MOYENNE     |
|----------|-------|----------|------------|-----|-------------|
| DEPL     | RESU1 | DEPL     | 1          | DX  | 9.47536E-04 |
| DEPL     | RESU1 | DEPL     | 1          | DZ  | 0.00000E+00 |

## 9.2 Opérande RESULTANTE

### 9.2.1 Commandes

```
# calcul des résultantes des CMP citées sur un group_no
T8 = POST_RELEVE_T( ACTION = _F(
    RESULTAT = resu,
    NOM_CHAM = 'FORC_NODA',
    INTITULE = 'RESULTANTE',
    REPERE = 'GLOBAL',
    OPERATION = 'EXTRACTION',
    GROUP_NO = 'su',
    RESULTANTE= ('DX', 'DY', 'DZ')))
```

### 9.2.2 Résultat

---POST\_TRAITEMENT NUMERO : 1 - CHAMP NUMERO : 1

```
NUME_ORDRE          : 1
CHAMP AUX NOEUDS DE NOM SYMBOLIQUE FORC_NODA
NUMERO D'ODRDRE : 1 INST : 0.00000E+00

RESULTANTE_MOMENT   DEPLACEMENTS
REPERE GLOBAL

CHEMIN RELIANT LES NOEUDS :
N69 N70  N71 N87  N88 N89  N97  N98

CONCEPT T8 DE TABL_POST_RELE CALCULE A PARTIR DU CONCEPT RESU TABLE :
RESULTAN_1      ISSUE DE LA TABLE T8                      INST:0.00000E+00
RESULTANTE      -1.000000000E+01 -2.724281611E-11 7.218027734E-11
```

## 9.3 Opérandes MOMENT et POINT

### 9.3.1 Commandes

```
# calcul des résultantes et des moments des CMP citées sur un group_no
T9 = POST_RELEVE_T( ACTION = _F
(   RESULTAT = resu,          NOM_CHAM='FORC_NODA',
    INTITULE  = 'RESULTANTE-MOMENT',
    REPERE    = 'GLOBAL',      OPERATION = 'EXTRACTION',
    GROUP_NO  = 'su',
    MOMENT     = ('DRX','DRY','DRZ'), POINT= ( 0.,0.,0.) ,)
)
```

### 9.3.2 Résultat

```
---POST_TRAITEMENT NUMERO : 1 - CHAMP NUMERO          : 1
NUME_ORDRE          : 1
CHAMP AUX NOEUDS DE NOM SYMBOLIQUE FORC_NODA
NUMERO D'ODRDRE : 1 INST : 0.00000E+00

RESULTANTE_MOMENT DEPLACEMENTS
MOMENT PAR RAPPORT AU POINT : 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00
REPERE GLOBAL

CHEMIN RELIANT LES NOEUDS :
N69 N70  N71 N87  N88 N89  N97  N98

CONCEPT T9 DE TYPE TABL_POST_RELE CALCULE A PARTIR DU CONCEPT RESU TABLE :
RESULTAN_1      ISSUE DE LA TABLE T9                      INST: 0.00000E+00
                RESULT_X      RESULT_Y      RESULT_Z      MOMENT_X
RESULTANTE -1.000000000E+01 -2.724281611E-11 7.218027734E-11 -9.744077883E-
12
RESULTANTE -2.000000000E+00 -3.000000000E+00
```