

**Manuel d'Utilisation**  
**Fascicule U4.6- : Matrices / Vecteurs élémentaires et assemblages**  
**Document U4.63.21**

## Opérateur *REST\_BASE\_PHYS*

### 1 But

Restituer dans la base physique des résultats en coordonnées généralisées.

Cet opérateur permet, à partir de résultats sur un système en coordonnées généralisées obtenus par des méthodes de recombinaison modale *tran\_gene*, des méthodes de sous structuration cyclique *mode\_cycl*, de sous structuration dynamique *mode\_gene* ou de sous structuration harmonique *harm\_gene*, de restituer les résultats dans le système physique initial.

Le concept produit est un concept de type :

- *dyna\_trans* si les résultats généralisés proviennent d'un calcul par recombinaison modale ou suite à l'extrapolation de résultats de mesures expérimentales sur un modèle numérique (le concept d'entrée est de type *tran\_gene*),
- *mode\_meca* suite à un calcul par sous-structuration cyclique (*mode\_cycl*), par sous-structuration dynamique (*mode\_gene*) ou si le calcul correspond à la restitution d'un concept *mode\_meca* sur un nouveau maillage de visualisation,
- *dyna\_harmo* suite à un calcul par sous-structuration harmonique (*harm\_gene*).
- *evol\_noli* suite à un calcul non-linéaire mélangé à un calcul modal sur sa partie non-linéaire selon la méthode géorgienne.

---

## Table des matières

---

1 But .....	1
2 Syntaxe .....	3
3 Opérandes .....	5
3.1 Opérandes RESU_GENE / RESULTAT.....	5
3.2 Opérande MODE_MECA .....	5
3.3 Opérandes TOUT_ORDRE / NUME_ORDRE / TOUT_INST / LIST_INST / INST.....	5
3.4 Opérandes FREQ / LIST_FREQ .....	6
3.5 Opérandes TOUT_CHAM / NOM_CHAM.....	6
3.6 Opérande INTERPOL .....	6
3.7 Opérandes PRECISION / CRITERE.....	7
3.8 Opérande SECTEUR.....	7
3.9 Opérande SQUELETTE .....	7
3.10 Opérande SOUS_STRUC.....	7
3.11 Opérande MULT_APPUI .....	7
3.12 Opérandes ACCE_MONO_APPUI et DIRECTION.....	7
3.13 Opérande CORR_STAT .....	9
3.14 Opérande NOEUD / GROUP_NO.....	9
3.15 Opérande TITRE.....	9
4 Exemples .....	10
4.1 Restitution d'un mode_meca sur un squelette enrichi : utilisation du mot clé RESULTAT.....	10
4.2 Restitution d'un résultat de calcul transitoire effectué sur base modale calculée par sous-structuration dynamique : double restitution.....	10

## 2 Syntaxe

```

resphy = REST_BASE_PHYS
( ♦ / RESULTAT = resu,
/ RESU_GENE = tg,
/ RESU_PHYS = evol
  ♦ BASE_MODALE = bamo,
♦ MODE_MECA = mode,
♦ / TOUT_ORDRE = 'OUI',
/ NUME_ORDRE = num,
/ TOUT_INST = 'OUI',
/ LIST_INST = list,
/ INST = inst,
/ FREQ = freq,
/ LIST_FREQ = list,
♦ / TOUT_CHAM = 'OUI',
/ NOM_CHAM = ( 'DEPL',
               'VITE',
               'ACCE',
               'ACCE_ABSOLU',
               'EFGE_ELNO_DEPL',
               'SIPO_ELNO_DEPL',
               'SIGM_ELNO_DEPL',
               'FORC_NODA', ),
♦ INTERPOL = / 'LIN',
              / 'NON',
♦ CRITERE = / 'ABSOLU',
             / 'RELATIF',
♦ PRECISION = / prec,,
              / 1.E-03,
♦ / SECTEUR = / 1,
              / numsec,
/ SQUELETTE = squel,
/ SOUS_STRUC = nom_sstruc,
♦ MACR_ELEM_DYNA = mael,
♦ / MULT_APPUI = / 'OUI',
                 / 'NON',
/ CORR_STAT = / 'OUI',
              / 'NON',
♦ ACCE_MONO_APPUI = gamma,
  DIRECTION = (dx, dy, dz),
♦ / NOEUD = lno,
/ GROUP_NO = lgrno,
/ MAILLE = lma,
/ GROUP_MA = lgrma,

```

```

[*]
[mode_meca]
[base_modale]
[mode_stat_depl]
[dyna_trans]
[evol_elas]
[evol_noli]
[evol_char]
[dyna_trans]
[tran_gene]
[mode_cycl]
[mode_gene]
[harm_gene]
[evol_noli]
[mode_meca]
[base_modale]
[mode_meca]
[l_I]
[listr8]
[l_R]
[l_R]
[listr8]
[DEFAULT]
[DEFAULT]
[R]
[DEFAULT]
[DEFAULT]
[I]
[squelette]
[Kn]
[macr_elem_dyna]
[DEFAULT]
[DEFAULT]
[fonction]
[l_R]
[l_co]
[l_co]
[l_co]
[l_co]

```

Titre :           Opérateur REST\_BASE\_PHYS  
Auteur(s) :     **E. BOYERE**

Clé :    U4.63.21-11    Date : 28/12/07  
Page :   4/11

```

      ◇ CYCLIQUE = _F(
                                ◇ NB_SECTEUR = ns      [I]
                                ◇ NUME_DIAMETRE = nl    [I]
                                ◇ RESULTAT2 = res       [evol_elas]
                                                         [evol_noli]
                                                         [dyna_trans]
                                                         [evol_char]
                                                         [mode_meca]
                                                         [base_modale]
                                                         [mode_stat_depl]

      ◇ TITRE = titre,          [l_Kn]

                                )

Si RESU_GENE de type tran_gene alors      [*] = dyna_trans
Si RESU_GENE de type mode_cycl alors      [*] = mode_meca
Si RESU_GENE de type mode_gene alors      [*] = mode_meca
Si RESU_GENE de type harm_gene alors      [*] = dyna_harmo
Si RESULTAT de type mode_meca alors        [*] = mode_meca
Si RESULTAT de type evol_noli alors        [*] = evol_noli
Si RESULTAT de type evol_elas alors        [*] = evol_elas
Si RESULTAT de type evol_char alors        [*] = evol_char
Si RESULTAT de type dyna_trans alors       [*] = dyna_trans
Si RESULTAT de type mode_meca alors        [*] = mode_meca
Si RESULTAT de type mode_stat_depl alors   [*] = mode_stat_depl
Si RESULTAT de type base_modale alors      [*] = base_modale
Si RESU_PHYS de type evol_noli alors       [*] = dyna_trans
```

## 3 Opérandes

### 3.1 Opérandes RESU\_GENE / RESULTAT

- ♦ /    RESU\_GENE = tg
  - /    concept du type `tran_gene` contenant pour différents instants des vecteurs généralisés de type déplacement, vitesse et accélération. Si les résultats proviennent de l'extrapolation de résultats de mesure sur un modèle numérique (commande `PROJ_MESU_MODAL`), les vecteurs généralisés sont de type déplacement, déformation et contrainte. Dans ce cas, la base de recombinaison peut être de type `base_modale` ou `mode_meca`.
  - /    concept du type `mode_cycl` contenant les vecteurs généralisés des modes calculés par sous structuration cyclique.
  - /    concept du type `mode_gene` contenant les vecteurs généralisés des modes calculés par sous structuration dynamique.
  - /    concept du type `harm_gene` contenant les vecteurs généralisés de type déplacement, vitesse et accélération de la réponse harmonique d'une structure calculée par sous structuration.
- ♦ /    RESULTAT

Ce mot clé peut être utilisé suite à un calcul par sous - structuration dynamique. On restitue dans un premier temps, un résultat issu d'un calcul par sous-structuration dynamique sur un premier squelette (maillage de visualisation). On définit ensuite un squelette enrichi dans lequel on a fusionné les noeuds aux interfaces des sous structures et récupéré tout ou partie des groupes de noeuds ou mailles du maillage initial. Le mot clé `resultat` correspond alors à la restitution d'un concept `mode_meca`, `base_modale`, `mode_stat_depl`, `dyna_trans`, `evol_elas`, `evol_noli`, `evol_char` sur un nouveau squelette enrichi (cf. exemple au [§5]).
- ♦ /    RESU\_PHYS

Dans le cas où on aurait pu réussir un calcul mixte non-linéaire/modal, ce mot-clef est alternatif à `RESU_GENE` afin d'exploiter les évolutions de coordonnées généralisées produites par `DYNA_TRAN_EXPLI` [U4.53.03].

### 3.2 Opérande MODE\_MECA

- ◇    MODE\_MECA = mode

Concept du type `mode_meca` contenant une base de modes propres obtenue par sous-structuration dynamique.

Cet opérande est utilisé dans le cas d'une restitution dans le système physique d'un résultat de calcul transitoire effectué sur base modale calculée par sous-structuration dynamique. La base modale contenue dans le concept `mode_meca` a été obtenue par un précédent `REST_BASE_PHYS`. Il s'agit donc d'une double restitution, après avoir fait une double projection (cf. exemple au [§5]).

### 3.3 Opérandes TOUT\_ORDRE / NUME\_ORDRE / TOUT\_INST / LIST\_INST / INST

- ◇    /    TOUT\_ORDRE = 'OUI'

Pour restituer sur tous les modes du concept `mode_cycl` ou `mode_gene`.
- /    NUME\_ORDRE = num

Liste d'entiers contenant les numéros des modes sur lesquels s'opère la restitution.

/ TOUT\_INST = 'OUI'

Si l'on souhaite restituer sur tous les instants contenus dans le résultat généralisé (*tran\_gene*).

/ LIST\_INST = list

Liste de réels croissants de type *listr8* contenant les instants pour lesquels on souhaite effectuer la restitution.

/ INST = inst

Liste de réels contenant les instants sur lesquels s'opère la restitution.

Pour un calcul transitoire, on vérifie que les instants demandés par l'option *LIST\_INST* sont bien dans le domaine de définition du *tran\_gene*.

Les résultats à un instant quelconque peuvent être obtenus par interpolation linéaire entre les résultats de deux instants de calcul effectivement contenus par le *tran\_gene*.

### 3.4 Opérandes **FREQ** / **LIST\_FREQ**

Ces opérandes sont utilisées dans le cas d'une restitution sur base physique de calculs harmoniques généralisés (*harm\_gene*).

/ FREQ = freq

Fréquence à laquelle on souhaite restituer le calcul harmonique

/ LIST\_FREQ = list

Liste de réels contenant les fréquences pour lesquelles on souhaite effectuer la restitution.

Pour chaque fréquence indiquée, on restitue les champs obtenus à la fréquence de calcul la plus proche. Il n'y a pas d'interpolation.

### 3.5 Opérandes **TOUT\_CHAM** / **NOM\_CHAM**

◇ / TOUT\_CHAM = 'OUI'

Permet de restituer les champs de nom symbolique *DEPL*, *VITE* et *ACCE* contenus dans le résultat généralisé (*tran\_gene*, *harm\_gene*).

/ NOM\_CHAM = nomcha

Liste des noms symboliques de champ que l'on souhaite restituer : '*DEPL*', '*VITE*', '*ACCE*' et éventuellement s'ils ont été calculés, '*ACCE\_ABSOLU*', '*EFGE\_ELNO\_DEPL*', '*SIPO\_ELNO\_DEPL*', '*SIGM\_ELNO\_DEPL*' ou '*FORC\_NODA*'.

La restitution des champs '*EFGE\_ELNO\_DEPL*', '*SIPO\_ELNO\_DEPL*', '*SIGM\_ELNO\_DEPL*' et '*FORC\_NODA*' n'est pas disponible en sous-structuration et en multi-appuis.

### 3.6 Opérande **INTERPOL**

◇ INTERPOL =

'LIN' : une interpolation est autorisée entre deux instants ; cette interpolation n'est utilisable qu'entre deux instants de calcul, mais peut conduire à des erreurs si les deux instants d'archivage [U4.53.21] sont séparés d'un temps très long vis-à-vis des périodes des phénomènes étudiés.

'NON' : la restitution doit être faite stricto sensu.

### 3.7 Opérandes **PRECISION** / **CRITERE**

◇   **PRECISION** = prec

◇   **CRITERE** =

Lorsque **INTERPOL** vaut 'NON' indique avec quelle précision la recherche de l'instant à restituer doit se faire

'ABSOLU' :   intervalle de recherche [Inst - prec, Inst + prec],  
'RELATIF' :   intervalle de recherche [(1 - prec).Inst, (1 + prec) .Inst]  
                  Inst étant l'instant de restitution.

### 3.8 Opérande **SECTEUR**

◇   /   **SECTEUR**

Numéro de secteur de la structure cyclique sur lequel le résultat (de type *mode\_cycl*) sera restitué dans le système physique en sous-structuration cyclique.

### 3.9 Opérande **SQUELETTE**

/   **SQUELETTE**

Nom du maillage squelette de la structure globale sur lequel le résultat sera restitué : voir l'opérateur **DEFI\_SQUELETTE** [U4.24.01].

### 3.10 Opérande **MACR\_ELEM\_DYNA**

**MACR\_ELEM\_DYNA**

Ce mot clé va de pair avec la présence du mot clé **RESU\_PHYS**. Il permet d'introduire le nom d'un macro-élément dynamique calculé sur une partie de modèle sur laquelle on va procéder à la restitution sur base physique. Sa donnée est nécessaire quand ce macro-élément est utilisé comme super-maille de sous-structures définies par le mot clé **AFFE\_SOUS\_STRUC** dans le modèle mixte, comprenant également des éléments finis classiques, sur lequel on a calculé l'évolution non linéaire entrée derrière le mot clé **RESU\_PHYS**.  
Exemple dans le test **MISS06B**.

### 3.11 Opérande **SOUS\_STRUC**

/   **SOUS\_STRUC** = nom\_sstruc

Nom de la sous-structure sur laquelle le résultat sera restitué : voir l'opérateur **DEFI\_MODELE\_GENE** [U4.65.02].

### 3.12 Opérande **MULT\_APPUI**

Après le calcul transitoire de la réponse sismique généralisée d'une structure, l'utilisateur doit indiquer 'OUI' sous le mot clé **MULT\_APPUI** pour restituer les déplacements (et/ou vitesses et/ou accélérations) absolus. S'il ne précise rien, l'opérateur restitue les grandeurs relatives.

### 3.13 Opérandes **ACCE\_MONO\_APPUI** et **DIRECTION**

Après le calcul de la réponse sismique généralisée d'une structure mono excitée, l'utilisateur indique le nom de l'accélérogramme imposé (mot clé **ACCE\_MONO\_APPUI**) **et** la direction du séisme (mot clé **DIRECTION**) pour restituer les accélérations absolues (accélérations uniquement). S'il ne précise rien, l'opérateur restitue les grandeurs relatives.

**Remarque :**

---

Titre :           Opérateur REST\_BASE\_PHYS

Date : 28/12/07

Auteur(s) :    **E. BOYERE**

Clé :    U4.63.21-I1    Page :    8/11

L'accélérogramme imposé sous ACCE\_MONO\_APPUI doit être le même que celui imposé sous le mot clé FONC\_MULT de la commande DYNA\_TRAN\_MODAL.

### 3.14 Opérande CORR\_STAT

Après le calcul transitoire de la réponse sismique généralisée d'une structure, à condition que l'utilisateur ait demandé 'CORR\_STAT' = 'OUI' dans DYNATRAN\_MODAL, il peut alors restituer les déplacements (et/ou vitesses et/ou accélérations) avec correction par les modes statiques de la troncature de la base modale. L'utilisateur doit indiquer 'OUI' sous le mot clé CORR\_STAT. S'il ne précise rien, l'opérateur restitue les grandeurs sans correction statique.

### 3.15 Opérande NOEUD / GROUP\_NO

```

◇ / NOEUD = lno
  / GROUP_NO = lgrno
  / MAILLE = lma
  / GROUP_MA = lgrma

```

Après un calcul de dynamique transitoire sur base modale, l'utilisateur peut restituer des champs cinématiques sur une partie seulement des noeuds ou mailles du maillage.

Liste des noms des noeuds/mailles ou des groupes de noeuds/mailles correspondant aux lieux où l'utilisateur veut restituer des champs cinématiques.

### 3.16 Opérande TITRE

```

◇ TITRE = titre

```

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

### 3.17 Opérande CYCLIQUE

```

◇ CYCLIQUE      = _F(
                                ◇ NB_SECTEUR   = ns           [I]
                                ◇ NUME_DIAMETRE = nl           [I]
                                ◇ RESULTAT2     = res           [evol_elas]
                                                                [evol_noli]
                                                                [dyna_trans]
                                                                [evol_char]
                                                                [mode_meca]
                                                                [base_modale]
                                                                [mode_stat_depl]
                                )

```

L'opérateur DEFI\_SQUELETTE [U4.24.01] permet de régénérer le maillage complet d'une structure à symétrie cyclique à partir du maillage d'un secteur de cette structure.

L'option CYCLIQUE dans REST\_BASE\_PHYS permet de restituer sur ce nouveau maillage squelette les champs aux noeuds calculés sur le modèle du seul secteur et prise en compte de la symétrie cyclique (avec LIAISON\_MAIL ou LIAISON\_CYCL par exemple).

L'action de cet option de REST\_BASE\_PHYS consiste :

1/ dans le cas statique (un seul champ au noeud fourni) à faire tourner ce champ aux noeuds sur le maillage squelette

2/ dans le cas dynamique (2 champs aux noeuds fournis RESULTAT et RESULTAT2) à faire la combinaison des champs aux noeuds et les faire tourner sur le nouveau maillage.

## 4 Exemples

### 4.1 Restitution d'un mode\_meca sur un squelette enrichi : utilisation du mot clé RESULTAT

On propose ci dessous un exemple d'utilisation du mot clé RESULTAT. Le fichier de commande complet correspond au cas test SDLS106A.

Première étape : calcul des modes propres généralisés (obtenue par sous-structuration dynamique) de la structure globale

```
resgen = MODE_ITER_SIMULT (MATR_A = risgen,
                           MATR_B = masgen,
                           CALC_FREQ = _F(OPTION = 'PLUS_PETITE',
                                           NMAX_FREQ = 6 ) )
```

% définition du premier maillage de visualisation des grandeurs calculées

```
squel = DEFI_SQUELETTE (MODELE_GENE = modege,
                        SOUS_STRUC = _F(NOM = 'carrel', TOUT = 'OUI' ),
                        SOUS_STRUC = _F(NOM = 'carre2', TOUT = 'OUI' ) )
```

% restitution du mode\_gene sur ce premier squelette :

```
modglo = REST_BASE_PHYS (RESU_GENE = resgen,
                         SQUELETTE = squel,
                         TOUT_ORDRE = 'OUI', TOUT_CHAM = 'OUI')
```

% définition du squelette enrichi dans lequel on a fusionné les noeuds aux interfaces des sous structures et récupéré tout ou partie des groupes de noeuds ou mailles du maillage initial :

```
squelbis = DEFI_SQUELETTE (MODELE_GENE = modege,
                           SQUELETTE = squel,
                           RECO_GLOBAL = _F( TOUT = 'OUI', DIST_REFE = 0.1 ) )
```

% restitution du premier mode\_meca sur le nouveau squelette :

```
modglbis = REST_BASE_PHYS (SQUELETTE = squelbis,
                           RESULTAT = modglo)
```

### 4.2 Restitution d'un résultat de calcul transitoire effectué sur base modale calculée par sous-structuration dynamique : double restitution

Calcul modal sur un modèle généralisé :  $(\bar{\mathbf{K}} - \bar{\mathbf{M}} \omega^2) \boldsymbol{\eta} = 0$  avec  $\bar{\mathbf{K}} = \begin{pmatrix} \bar{\mathbf{K}}_1 & & \\ & \bar{\mathbf{K}}_2 & \\ & & \ddots \end{pmatrix}$  et

$\bar{\mathbf{M}} = \begin{pmatrix} \bar{\mathbf{M}}_1 & & \\ & \bar{\mathbf{M}}_2 & \\ & & \ddots \end{pmatrix}$  et équations de liaison  $\mathbf{L} \boldsymbol{\eta} = 0$

```
modgene = MODE_ITER_SIMULT ( MATR_A =  $\bar{\mathbf{K}}$ ,
                             MATR_B =  $\bar{\mathbf{M}}$ 
                           )
```

On obtient une base modale généralisée : les modes propres de la structure globale sont des combinaisons linéaires des modes propres des sous-structures : c'est sur cette base modale généralisée  $\Phi$  que l'on projette les matrices assemblées généralisées (double projection).

$$\begin{aligned}\overline{\overline{\mathbf{K}}} &= \Phi^T \overline{\mathbf{K}} \Phi && \text{opérateur PROJ\_MATR\_BASE} \\ \overline{\overline{\mathbf{M}}} &= \Phi^T \overline{\mathbf{M}} \Phi \\ \overline{\overline{\mathbf{C}}} &= \Phi^T \overline{\mathbf{C}} \Phi \\ \overline{\overline{\mathbf{F}}}_{ext} &= \Phi^T \overline{\mathbf{F}}_{ext} && \text{opérateur PROJ\_VECT\_BASE}\end{aligned}$$

Calcul transitoire sur la base modale  $\Phi$  obtenue par sous-structuration dynamique.

```
trangen = DYNA_TRAN_MODAL      (  MASS_GENE =  $\overline{\overline{\mathbf{M}}}$  ,
                                   RIGI_GENE  =  $\overline{\overline{\mathbf{K}}}$  ,
                                   AMOR_GENE  =  $\overline{\overline{\mathbf{C}}}$  ,
                                   EXCIT      = _F(VECT_GENE =  $\overline{\overline{\mathbf{F}}}_{ext}$  ) )
```

Restitution de la base modale  $\Phi$  dans le système physique initial :

```
modmeca = REST_BASE_PHYS      (  RESU_GENE = modgene ,
                                   SQUELETTE = squel   )
```

Restitution du calcul transitoire dans le système physique initial :

```
tran = REST_BASE_PHYS      (  RESU_GENE = trangen ,
                                   MODE_MECA = modmeca )
```