

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 | 8 |
| 3.14 Opérande NOEUD / GROUP_NO..... | 8 |
| 3.15 Opérande TITRE..... | 8 |
| 4 Exemples | 9 |
| 4.1 Restitution d'un mode_meca sur un squelette enrichi : utilisation du mot clé RESULTAT..... | 9 |
| 4.2 Restitution d'un résultat de calcul transitoire effectué sur base modale calculée par sous-structuration dynamique : double restitution..... | 9 |

2 Syntaxe

```

resphy = REST_BASE_PHYS
( ♦ / RESULTAT = resu,
/ RESU_GENE = tg,
/ RESU_PHYS = evol
  ♦ BASE_MODALÉ = 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,
♦ / 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,
♦ CYCLIQUE = _F(

```

Titre : *Opérateur REST_BASE_PHYS*
Auteur(s) : **E. BOYERE**

Clé : *U4.63.21-H* Date : *21/05/07*
Page : *4/10*

```

                                ◇ 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 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].

3.11 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.

3.12 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 :

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*.

3.13 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 DYNA_TRAN_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.

3.14 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.

3.15 Opérande TITRE

```

◇ TITRE = titre

```

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

3.16 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 $\mathbf{L} \boldsymbol{\eta} = \mathbf{0}$

```
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 Φ 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 Φ 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 Φ 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 )
```