

---

## Opérateur MACR\_ELEM\_DYNA

---

### 1 But

---

Définir un macro-élément de sous-structuration dynamique.

Dans le cadre d'une analyse transitoire, modale ou harmonique, avec sous-structuration dynamique l'opérateur `MACR_ELEM_DYNA` effectue la projection des matrices de rigidité, de masse et éventuellement d'amortissement (analyse harmonique) sur la base modale de la sous-structure définie par `DEFI_BASE_MODAL` [U4.64.02], et l'extraction des matrices de liaison des interfaces. Le résultat est constitué des matrices projetées et des matrices de liaison. Il peut être utilisé plusieurs fois avec des orientations différentes dans le même modèle (cf. `DEFI_MODELE_GENE` [U4.65.02]). Il peut être imprimé sur fichier par la commande `IMPR_MACR_ELEM` [U7.04.33].

Produit un concept de type `macr_elem_dyna`.

## Table des matières

|  |   |
|--|---|
| 1But.....  | 1 |
| 2Syntaxe.....  | 3 |
| 3Opérandes.....  | 4 |
| 3.1Opérande BASE_MODAL.....                                    | 4 |
| 3.2Opérande MATR_RIGI.....                                     | 4 |
| 3.3Opérande MATR_MASS.....                                     | 4 |
| 3.4Opérande MATR_AMOR / AMOR_REDUIT.....                       | 4 |
| 3.5Opérandes MATR_IMPE / FREQ_EXTR / AMOR_SOL.....             | 4 |
| 3.6Opérande MATR_IMPE_INIT.....                                | 5 |
| 3.7Opérandes MATR_IMPE_RIGI/MATR_IMPE_AMOR/MATR_IMPE_MASS..... | 5 |
| 3.8Opérande SANS_GROUP_NO.....                                 | 5 |
| 3.9Mot clé CAS_CHARGE.....                                     | 5 |
| 3.9.1Opérande NOM_CAS.....                                     | 5 |
| 3.9.2Opérande VECT_ASSE_GENE.....                              | 6 |
| 3.10Opérande MODELE_MESURE.....                                | 6 |
| 3.10.1Opérande FREQ.....                                       | 6 |
| 3.10.2Opérande MASS_GENE.....                                  | 6 |
| 3.10.3Opérande AMOR_REDUIT.....                                | 6 |
| 4Exemple.....  | 6 |

## 2 Syntaxe

---

```
macro_dyna [macr_elem_dyna] = MACR_ELEM_DYNA

(
  ♦ BASE_MODALE = bamo, [mode_meca.]

  # Données matrices :

  ◇ / MATR_RIGI = mr, [matr_asse_DEPL_R]
    [matr_asse_DEPL_C]

    / MATR_MASS = mm, [matr_asse_DEPL_R]

    / MATR_IMPE = mi, [matr_asse_gene_C]

    # Si MATR_IMPE renseigné :
    ♦ FREQ_EXTR = freq, [R]
    ◇ AMOR_SOL = / 0.0, [DEFAULT]
      / amosol, [R]
    ◇ MATR_IMPE_INIT = mi0, [matr_asse_gene_C]
    / | MATR_IMPE_RIGI = mr, [matr_asse_gene_C]
      | MATR_IMPE_AMOR = ma, [matr_asse_gene_C]
      | MATR_IMPE_MASS = mm, [matr_asse_gene_C]

    ◇ / MATR_AMOR = ma, [matr_asse_DEPL_R]
      / AMOR_REDUIT = la, [l_R]

    ◇ SANS_GROUP_NO = grno, [group_no]

  # Sous-structuration statique :

  ◇ CAS_CHARGE = _F(
    ♦ NOM_CAS = nocas, [k8]
    ♦ VECT_ASSE_GENE= vgen, [vect_asse_gene]
    ),

  # Remplissage manuel des matrices réduites (données expérimentales) :

  ◇ MODELE_MESURE = _F(
    ♦ FREQ = freq, [l_R]
    ♦ MASS_GENE = mgen, [l_R]
    ◇ AMOR_REDUIT = xsi, [l_R]
    ),

)
```

## 3 Opérandes

### 3.1 Opérande BASE\_MODAL

◆ BASE\_MODAL = bamo

Nom du concept mode\_meca produit par l'opérateur DEFI\_BASE\_MODAL [U4.64.02].

### 3.2 Opérande MATR\_RIGI

◇ MATR\_RIGI = mr

Nom du concept matrice assemblée de type matr\_asse\_DEPL\_R ou matr\_asse\_DEPL\_C produit par l'opérateur ASSE\_MATRICE [U4.61.22] ou la macro-commande ASSEMBLAGE [U4.61.21] correspondant à la matrice de rigidité de la sous-structure.

### 3.3 Opérande MATR\_MASS

◇ MATR\_MASS = mm

Nom du concept matrice assemblée de type matr\_asse\_DEPL\_R produit par l'opérateur ASSE\_MATRICE [U4.61.22] ou la macro-commande ASSEMBLAGE [U4.61.21] correspondant à la matrice de masse.

Ces deux opérandes sont à employer si on utilise la base modale bamo est de type 'RITZ'.

### 3.4 Opérande MATR\_AMOR / AMOR\_REDUIT

◇ / MATR\_AMOR = ma

Nom du concept matrice assemblée de type matr\_asse\_DEPL\_R produit par l'opérateur ASSE\_MATRICE [U4.61.22] ou la macro-commande ASSEMBLAGE [U4.61.21] correspondant à la matrice d'amortissement visqueux, propre au macro-élément. Cet amortissement doit être de type RAYLEIGH par élément (combinaison linéaire de la rigidité et de la masse au niveau de l'élément) et est donc défini par les propriétés du matériau (opérateur : DEFI\_MATERIAU [U4.43.01], opérandes AMOR\_ALPHA et AMOR\_BETA).

/ AMOR\_REDUIT = la

Liste des amortissements réduits (pourcentage de l'amortissement critique) correspondant à chaque mode de vibration du macro-élément. La longueur de la liste est (au plus) égale au nombre de modes propres de la base modale; si elle est inférieure, on complète la liste avec des amortissements réduits égaux au dernier terme de la liste entré par l'utilisateur. Aucun amortissement n'est associé aux modes statiques. La matrice d'amortissement généralisée du macro-élément  $k$  est donc diagonale incomplète ( $j$  indice du mode propre) :

$$\bar{c}^k = \begin{pmatrix} \xi_j & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

### 3.5 Opérandes MATR\_IMPE / FREQ\_EXTR / AMOR\_SOL

◇ MATR\_IMPE = mi

Nom du concept matrice assemblée de type matr\_asse\_gene\_C produit par l'opérateur LIRE\_IMPE\_MISS [U7.02.32] correspondant à la matrice d'impédance de sol constitutive du macro-élément.

◆ FREQ\_EXTR = freq

Fréquence d'extraction de la matrice d'impédance de sol nécessaire pour le calcul de la matrice d'amortissement radiatif de sol à partir de la partie imaginaire de la matrice  $mi$ .

◇ AMOR\_SOL = amosol

Valeur d'amortissement réduit matériel du sol. Il sert à distinguer dans l'amortissement du sol la partie proprement matérielle et la partie radiative. S'il est non nul, la partie radiative  $C$  s'exprime alors telle que :

$$2\pi \text{freq} C = \text{Imag}(mi(\text{freq})) - 2 \text{amosol} \text{Reel}(mi(\text{freq}))$$

## 3.6 Opérande MATR\_IMPE\_INIT

◇ MATR\_IMPE\_INIT = mi0

Nom du concept matrice assemblée de type `matr_asse_gene_C` produit par l'opérateur `LIRE_IMPE_MISS` [U7.02.32] correspondant à une matrice d'impédance de sol constitutive du macro-élément extraite à une fréquence quasi-nulle. En particulier dans les cas d'interaction sol-structure-fluide avec le mot clé `ISSF='OUI'` dans l'appel à `LIRE_IMPE_MISS`, cela permet d'extraire une contribution de masse  $M$  telle que :

$$(2\pi \text{freq})^2 M = \text{Reel}(mi0) - \text{Reel}(mi(\text{freq}))$$

## 3.7 Opérandes MATR\_IMPE\_RIGI/MATR\_IMPE\_AMOR/MATR\_IMPE\_MASS

| MATR\_IMPE\_RIGI = mr  
| MATR\_IMPE\_AMOR = ma  
| MATR\_IMPE\_MASS = mm

Nom des concepts de matrice assemblée de type `matr_asse_gene_C` produits par des appels successifs à l'opérateur `LIRE_IMPE_MISS` [U7.02.32] afin d'extraire les contributions respectives constitutives du macro-élément en rigidité, amortissement ou masse d'une matrice d'impédance de sol temporelle. Si un au moins des opérandes est renseigné, sans que d'autres soient présents, alors les contributions de ces derniers aux termes du macro-élément seront remplies et mises à 0. Un exemple d'utilisation est fourni par le test `MISS03B` [V1.10.122].

## 3.8 Opérande SANS\_GROUP\_NO

◆ SANS\_GROUP\_NO = grno

Nom du groupe de nœuds comprenant la liste des nœuds de l'interface physique de la partie de modèle sur laquelle on calcule le macro-élément dynamique. Sa donnée n'est nécessaire que si ce macro-élément est utilisé comme super-maille de sous-structures définies par le mot clé `AFFE_SOUS_STRUC` dans un modèle mixte comprenant également des éléments finis classiques, et dans ce cas, seulement quand les nœuds des interfaces physique et dynamique (cette dernière définie par `DEFI_INTERF_DYNA`) ne coïncident pas. Par exemple dans le cas de l'interface dynamique réduite à un nœud relié par une liaison solide à l'interface physique.

## 3.9 Mot clé CAS\_CHARGE.

◇ CAS\_CHARGE

Ce mot clé facteur permet de définir un ensemble de cas de charge **nommés** (mot clé `NOM_CAS`). Ces cas de charge servent à appliquer des vecteurs de charge généralisés appliqués sur la partie de modèle sur laquelle on calcule le macro-élément dynamique si ensuite ce macro-élément est utilisé comme super-maille de sous-structures dans un modèle mixte comprenant également des éléments finis classiques.

### 3.9.1 Opérande NOM\_CAS

◆ NOM\_CAS = nocas

Le chargement condensé sous le nom `nocas` (entre "quotes") correspond au chargement défini par l'argument `VECT_ASSE_GENE` sur la partie de modèle sur laquelle on calcule le macro-élément dynamique.

## 3.9.2 Opérande VECT\_ASSE\_GENE

◆ VECT\_ASSE\_GENE = vgen

Le chargement condensé sous le nom `nocas` (entre "quotes") correspond au chargement défini par l'argument `VECT_ASSE_GENE`. Il est obtenu par la projection d'une charge, appliquée sur la partie de modèle sur laquelle on calcule le macro-élément dynamique, sur la base modale `bamo` définie plus haut.

## 3.10 Opérande MODELE\_MESURE

◆ MODELE\_MESURE

Ce mot clé facteur permet de remplir manuellement les matrices réduites du macro-élément, en utilisant, par exemple, des données issues de mesures (et importées avec `LIRE_RESU`). On doit, a minima, rentrer la masse généralisée et les fréquences propres. On peut également renseigner la liste d'amortissements réduits.

Le nombre de données renseigné doit être égal au nombre de modes de la base modale sur laquelle est construite le macro-élément.

Point méthodologique : ce type d'utilisation de `MACR_ELEM_DYNA` se justifie pour l'utilisation de la méthode de modification structurale à partir d'un modèle expérimental. Une présentation de la méthode est donnée dans U2.07.03. **La base modale utilisée pour construire le macro-élément ne doit être composée que des modes propres de la structure mesurée**, et ne doit pas comporter les relevés statiques à l'interface, car ceux-ci sont faux (car non mesurés et, dans l'état actuel des connaissances, non mesurables).

Le cas-test `sdl137e` est un exemple de la mise en œuvre de la méthodologie.

### 3.10.1 Opérande FREQ

◆ FREQ = freq

Liste des fréquences propres identifiées.

### 3.10.2 Opérande MASS\_GENE

◆ MASS\_GENE = mass

Liste des masses généralisées identifiées.

### 3.10.3 Opérande AMOR\_REDUIT

◆ AMOR\_REDUIT = xsi

Liste des amortissements réduits identifiées.

## 4 Exemple

Un exemple d'utilisation de cet opérateur est donné dans la documentation de l'opérateur `DEFI_SQUELETTE` [U4.24.01].