

**Manuel d'Utilisation**  
**Fascicule U4.5- : Méthodes de résolution**  
**Document : U4.51.02**

## Macro commande `MACRO_ELAS_MULT`

---

### 1 But

---

Calculer des réponses statiques linéaires pour différents cas de charges ou modes de Fourier.

On suppose que les conditions cinématiques (blocages de la structure) et les caractéristiques des matériaux sont invariantes pour tous les cas de charge, ce qui permet d'avoir la même matrice de rigidité.

La structure de données produite est de type `mult_elas` pour le multicas de charge ou `fourier_elas` pour les calculs de Fourier.

## 2 Syntaxe

```
resu = MACRO_ELAS_MULT      (  
    ◇ reuse                = resu,  
    ◆ MODELE               = mo,                                [modele]  
    ◇ CHAM_MATER           = chmat,                             [cham_mater]  
    ◇ CARA_ELEM            = carac,                             [cara_elem]  
    ◇ NUME_DDL             = nu,                                [nume_ddl]  
    ◆ / CHAR_MECA_GLOBAL   = lchmg,                             [l_char_meca]  
      / CHAR_CINE_GLOBAL   = lchcg,                             [l_char_cine]  
      / LIAISON_DISCRET    = 'OUI',  
    ◆ CAS_CHARGE=_F (  
        ◆ / NOM_CAS        = moncas,                             [Kn]  
          / MODE_FOURIER    = mode,                               [I]  
          TYPE_MODE        = / 'SYME',                          [DEFAULT]  
                           / 'ANTI',  
                           / 'TOUS',  
        ◆ / CHAR_MECA      = lcharm,                             [l_char_meca]  
          / CHAR_CINE      = lcharc,                             [l_char_cine_meca]  
          / VECT_ASSE      = chdep,                              [cham_no_depl_r]  
        ◇ OPTION          = option,                             [l_Kn]  
        ◇ NUME_COUCHE      = / 1,                               [DEFAULT]  
                           / nume,                               [I]  
        ◇ NIVE_COUCHE      = / 'MOY',                          [DEFAULT]  
                           / 'SUP',  
                           / 'INF',  
        ◇ SOUS_TITRE       = soustitre,                         [l_Kn]  
        )  
    ◇ SOLVEUR =_F ( ), [U4.50.01]  
    ◇ TITRE = titre,                                           [l_Kn]  
    )
```

`resu` est une structure de données RESULTAT de type :

`mult_elas` si le mot clé `NOM_CAS` est présent,  
`fourier_elas` si le mot clé `MODE_FOURIER` est présent.

## 3 Opérandes

### 3.1 Opérandes `MODELE` / `CHAM_MATER` / `CARA_ELEM`

On fournit les arguments permettant de calculer la matrice de rigidité (et les seconds membres).

- ◆ `MODELE = mo,`  
Nom du modèle dont les éléments font l'objet du calcul mécanique.
- ◇ `CHAM_MATER = chmat,`  
Nom du champ de matériau.
- ◇ `CARA_ELEM = carac,`  
Nom des caractéristiques des éléments structuraux (poutre, coque, discrets, ...) s'ils sont utilisés dans le modèle.

### 3.2 Opérande `NUME_DDL`

- ◇ `NUME_DDL = nu,`  
Mot clé utilisé pour nommer la numérotation pour une utilisation ultérieure ou pour utiliser une numérotation existante. Si aucun nom n'est fourni, une numérotation est créée temporairement pour chaque appel à `MACRO_ELAS_MULT`.

### 3.3 Opérandes `CHAR_MECA_GLOBAL` / `CHAR_CINE_GLOBAL` / `LIAISON_DISCRET`

- ◆ `/ CHAR_MECA_GLOBAL = lchmg,`  
Mot clé définissant les conditions aux limites mécaniques de blocage de la structure.  
Ces conditions sont les mêmes pour tous les cas de charge. Elles sont définies par `AFFE_CHAR_MECA` ou `AFFE_CHAR_MECA_F` [U4.44.01].
- `/ CHAR_CINE_GLOBAL = lchcg,`  
Mot clé définissant les conditions cinématiques de blocage (éliminées) de la structure.  
Ces conditions sont les mêmes pour tous les cas de charge. Elles sont définies par `AFFE_CHAR_CINE` ou `AFFE_CHAR_CINE_F` [U4.44.03].
- `/ LIAISON_DISCRET = 'OUI',`  
Pas de blocage explicite (structure statiquement déterminée).

### 3.4 Mot clé `CAS_CHARGE`

Mot clé facteur permettant de définir un cas de charge.

Pour chaque occurrence du mot clé facteur, on construit un second membre (sauf si on utilise `VECT_ASSE`) et on résout le système linéaire.

#### 3.4.1 Opérande `NOM_CAS`

- ◆ `NOM_CAS = moncas,`  
Chaîne de caractères, sert de variable d'accès à la structure de données résultat.

**Remarque :**

| Chaque cas est nommé par l'utilisateur et la notion de numéro d'ordre n'existe pas.

### 3.4.2 Opérandes **MODE\_FOURIER** / **TYPE\_MODE**

◇ **MODE\_FOURIER** = *mode*,

Entier positif ou nul indiquant l'harmonique de FOURIER sur laquelle on calcule la matrice élémentaire de rigidité et le vecteur élémentaire.

◇ **TYPE\_MODE** = *type*,

Le type de l'harmonique sera symétrique ('SYME'), ou antisymétrique ('ANTI') ou symétrique et antisymétrique ('TOUS') (cf. La notice d'utilisation Fourier [U2.01.07]).

### 3.4.3 Opérandes **CHAR\_MECA** / **CHAR\_CINE** / **VECT\_ASSE**

◇ **CHAR\_MECA** = *lcharm*,

Liste de concepts de type *char\_meca* produit par **AFFE\_CHAR\_MECA** [U4.44.01] ou **AFFE\_CHAR\_MECA\_F** [U4.44.01] à partir du modèle *mo*.

◇ **CHAR\_CINE** = *lcharc*,

Liste de concepts de type *char\_cine\_meca* produit par **AFFE\_CHAR\_CINE** [U4.44.03] à partir du modèle *mo*.

◇ **VECT\_ASSE** = *chdep*,

Concept de type *cham\_no\_depl\_r* représentant le second membre du système linéaire à résoudre.

### 3.4.4 Opérandes **OPTION** / **NUME\_COUCHE** / **NIVE\_COUCHE**

On demande, si on le souhaite, des options de calcul de post-traitement à partir des déplacements. On peut ne pas demander ces options à ce stade de l'étude pour analyser la solution en déplacement ; puis, dans un travail ultérieur, compléter le concept produit en utilisant la commande **CALC\_ELEM** [U4.81.01] ou la commande **CALC\_NO** [U4.81.02].

◇ **OPTION** = *option*,

La signification des options est donnée dans les commandes **CALC\_ELEM** [U4.81.01] et **CALC\_NO** [U4.81.02].

Quand le modèle contient des éléments de coque, on pourra préciser, si nécessaire, pour le calcul de certaines options :

◇ **NUME\_COUCHE** = *nume*,

Dans le cas d'un matériau multicouche, valeur comprise entre 1 et le nombre de couches, nécessaire pour préciser la couche où l'on désire effectuer le calcul élémentaire. Par convention la couche 1 est la couche inférieure. Par défaut le numéro de couche est 1 pour un élément de coque monocouche.

◇ **NIVE\_COUCHE** = *nive*,

Pour la couche *nume* définie par **NUME\_COUCHE**, permet de préciser le niveau dans l'épaisseur où on veut effectuer le calcul élémentaire :

'INF' ordonnée inférieure de la couche (peau inférieure),  
'SUP' ordonnée supérieure de la couche (peau supérieure),  
'MOY' ordonnée moyenne de la couche (feuillet moyen).

### 3.4.5 Opérande SOUS\_TITRE

♦ SOUS\_TITRE = soustitre,

Sous titre que l'on veut donner au champ de déplacement résultat.

## 3.5 Mot clé SOLVEUR [U4.50.01]

Ce mot clé permet de choisir la méthode de résolution des systèmes linéaires. Rappelons que, dans le cas du multicas de charges, une seule factorisation est faite pour chaque appel à *MACRO\_ELAS\_MULT* et une résolution pour chaque cas de charge.

## 3.6 Opérande TITRE

[U4.03.01].

# 4 Exemples

On pourra se reporter au test SLL14 A [V3.01.014].

```
% définition des conditions aux limites de blocage
bloqu = AFFE_CHAR_MECA( MODELE= modele,
                        DDL_IMPO=( _F( TOUT= 'OUI' , DZ=0. ),
                                   _F( GROUP_NO= ( 'A', 'B' ), DX=0., DY=0., ), ) )

% définition de 4 chargements
charg1 = AFFE_CHAR_MECA( MODELE= modele,
                        FORCE_POUTRE=_F( GROUP_MA= 'D2' , FY= P ) )
charg2 = AFFE_CHAR_MECA( MODELE= modele,
                        FORCE_NODALE=_F( GROUP_NO= 'C' , FY= F1 ) )
charg3 = AFFE_CHAR_MECA( MODELE= modele,
                        FORCE_NODALE=_F( GROUP_NO= 'D' , FX= F2 ) )
charg4 = AFFE_CHAR_MECA( MODELE= modele,
                        FORCE_NODALE=_F( GROUP_NO= 'D' , MZ= M ) )

statique = MACRO_ELAS_MULT ( MODELE = modele,
                             CHAM_MATER = ch_mater,
                             CARA_ELEM = cara_ele,
                             CHAR_MECA_GLOBAL = bloqu,

% on donne un nom afin de récupérer le concept NUME_DDL
                             NUME_DDL = nu_ddl,
                             CAS_CHARGE=_F( NOM_CAS = 'charge numero 1',
                                             CHAR_MECA = charg1,
                                             OPTION = ( 'SIEF_ELGA_DEPL', 'REAC_NODA', ),
                                             SOUS_TITRE='charge repartie verticale sur DC',
                                             ),
                             )
```

% deuxième série de cas de charge

```
statique= MACRO_ELAS_MULT (      reuse           = statique,
                                MODELE           = modele,
                                CHAM_MATER        = ch_mater,
                                CARA_ELEM         = cara_ele,
                                CHAR_MECA_GLOBAL = bloqu,
```

% on donne le concept NUME\_DDL calculé précédemment

```
                                NUME_DDL = nu_ddl,
CAS_CHARGE=( _F( NOM_CAS   = 'charge numero 2',
                  CHAR_MECA = charg2,
                  OPTION     = ( 'SIEF_ELGA_DEPL', 'REAC_NODA' ),
                  SOUS_TITRE= 'force ponctuelle verticale en C',
                  ),
_F (  NOM_CAS   = 'charge numero 3',
      CHAR_MECA = charg3,
      OPTION     = ( 'SIEF_ELGA_DEPL', 'REAC_NODA' ),
      SOUS_TITRE= 'force ponctuelle horizontale en C',
      ),
_F (  NOM_CAS   = 'charge numero 4',
      CHAR_MECA = charg4,
      OPTION     = ( 'SIEF_ELGA_DEPL', 'REAC_NODA' ),
      SOUS_TITRE= 'moment en C',
      ), ),
)
```