

**Manuel d'Utilisation**  
**Fascicule U4.5- : Méthodes de résolution**  
**Document : U4.51.01**

## Opérateur MECA\_STATIQUE

---

### 1 But

---

Résoudre un problème de mécanique statique linéaire.

Cet opérateur permet de résoudre soit :

- un problème mécanique statique linéaire avec superposition de différentes conditions aux limites et de différents chargements,
- une analyse thermo-mécanique pour une liste donnée d'instants.
  - dans ce cas les caractéristiques mécaniques des matériaux peuvent dépendre de la température : le concept de type `cham_mater` doit alors être défini à partir de fonctions (Cf. opérateur `DEFI_MATERIAU` [U4.43.01] opérande `ELAS_FO`),
  - le chargement de dilatation ne peut être déterminé que si l'on a défini le coefficient de dilatation et la température de référence (Cf. opérateurs `DEFI_MATERIAU` [U4.43.01] et `AFFE_MATERIAU` [U4.43.03]).

Le concept produit par cet opérateur est de type `evol_elas` contenant un ou plusieurs champs de déplacements aux différents instants de calcul.

Dans le cas de l'analyse mécanique statique, on affecte le numéro d'ordre 0 (instant 0) au champ `solution`.

Produit une structure de données de type `evol_elas`.

Quand un calcul de sensibilité du résultat par rapport à un paramètre est demandé, il y a production d'autant de structures de données de type `evol_elas` que de paramètres de sensibilité définis.

## 2    Syntaxe

```
mestat [evol_elas] = MECA_STATIQUE , reuse = mestat ,  
      ( ♦    MODELE =                    mo ,                    [modele]  
        ♦    |    CHAM_MATER =        chmat ,                [cham_mater]  
          |    CARA_ELEM =        carac ,                [cara_elem]  
        ♦    EXCIT =(_F(    ♦    CHARGE = char ,            /    [char_meca]  
                               /    [char_cine_meca]  
                               ♦    FONC_MULT= fmult ,    /    [fonction]  
                               /    [formule]  
                               ), )  
        ♦    /    INST =                    /    tps ,                    [R]  
                               /    0. ,                    [DEFAULT]  
        /    LIST_INST =            /    litps ,            [litr8]  
          ♦    INST_FIN = tf,  
        ♦    SOLVEUR = ( ... voir [U4.50.01] ) ,  
        ♦    SENSIBILITE = ( ... voir [U4.50.02] ) ,  
        ♦    OPTION =    /    'SIEF_ELGA_DEPL',            [DEFAULT]  
          /    'SANS',  
        ♦    INFO =        /    1 ,                    [DEFAULT]  
          /    2 ,  
        ♦    TITRE =        titre ,                    [l_k80]  
      );
```

## 3 Opérandes

### 3.1 Opérandes **MODELE** / **CHAM\_MATER** / **CARA\_ELEM**

On fournit les arguments permettant de calculer la matrice de rigidité (et le second membre) :

- ◆ **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 Mot clé **EXCIT** et opérandes **INST** / **LIST\_INST**

On définit ici les conditions aux limites et les chargements.

- ◆ **EXCIT** =  
Ce mot clé facteur permet de définir plusieurs concepts de type *charge*, un par occurrence ; la solution est calculée en **superposant** les effets des différentes charges appliquées.

#### 3.2.1 Opérandes **CHARGE** / **FONC\_MULT**

- ◆ **CHARGE** = *char* ,  
Nom d'un concept de type *char\_meca* produit par **AFFE\_CHAR\_MECA** ou **AFFE\_CHAR\_MECA\_F** [U4.44.01] à partir du modèle *mo*. Une seule occurrence doit faire référence à la température (charge avec **TEMP\_CALCULEE**).  
  
On peut également donner le nom d'une "charge cinématique" (type *char\_cine\_meca*) résultat des opérateurs **AFFE\_CHAR\_CINE** et **AFFE\_CHAR\_CINE\_F** [U4.44.03].
- ◇ **FONC\_MULT** = *fmult* ,  
Nom d'un concept de type *fonction* (ou *formule*) qui permet de définir pour chaque instant de calcul un coefficient multiplicateur appliqué à la charge *char*.  
Pour un chargement d'origine thermique (dilatation) défini par **TEMP\_CALCULEE** dans la commande **AFFE\_CHAR\_MECA** [U4.44.01] le champ de température **n'est pas multiplié** par *fmult*.  
  
*fmult* est une fonction du temps : par défaut c'est une fonction constante qui vaut 1.

### 3.2.2 Opérandes INST / LIST\_INST

◇ / INST = tps,

Mot clé utilisé pour effectuer le calcul à un seul instant tps avec la température correspondant à cet instant.

/ LIST\_INST = litps,

◇ INST\_FIN = tf,

La liste litps produite par DEFI\_LIST\_REEL [U4.34.01] définit les instants pour lesquels on demande le calcul d'une évolution thermo-mécanique.

Le mot clé INST\_FIN permet de ne calculer que les instants antérieurs ou égaux à tf.

Ce mot clé (INST\_FIN) combiné au mot clé "reuse" (commande réentrante) permet de fractionner un long transitoire thermo-mécanique.

On fera par exemple :

```
resu = MECA_STATIQUE (... LIST_INST = linst, INST_FIN = 10., ...)  
MECA_STATIQUE (reuse = resu, LIST_INST = linst, INST_FIN = 20., ...)  
MECA_STATIQUE (reuse = resu, LIST_INST = linst, INST_FIN = 30., ...)
```

### 3.3 Mot clé facteur SOLVEUR

Voir [U4.50.01].

### 3.4 Mot clé SENSIBILITE

Active le calcul des dérivées du champ de déplacement par rapport à un paramètre du problème.  
Voir [U4.50.02].

### 3.5 Opérande OPTION

◇ OPTION = / 'SANS' / 'SIEF\_ELGA\_DEPL'

Par défaut la commande MECA\_STATIQUE calcule les contraintes aux points de Gauss (ou efforts généralisés pour les éléments de structure).

Les autres options de post-traitement seront calculées à posteriori par la commande CALC\_ELEM [U4.81.01].

Si l'utilisateur indique OPTION = 'SANS', ces contraintes ne seront pas calculées et la structure de données produite sera moins volumineuse.

### 3.6 Opérande INFO

◇ INFO = 1,

Imprime les principales caractéristiques des systèmes linéaires à résoudre : nombre d'inconnues, taille de la matrice.

### 3.7 Opérande TITRE

◇ TITRE = titr,

Titre que l'on veut donner au résultat [U4.03.01].

---

## 4 Exemples de calculs

---

### 4.1 Calcul statique avec superposition de 2 cas de charge

```
mest1 = MECA_STATIQUE (  MODELE = mo,  CHAM_MATER = chmat,
                        CARA_ELEM = carac,
                        EXCIT = ( _F( CHARGE = ch1 , FONC_MULT = COS ),
                                _F( CHARGE = ch2 ), ), )
```

### 4.2 Calcul thermo-élastique à différents instants

```
ch_temp = AFFE_CHAR_MECA ( ... TEMP_CALCULEE = evoth ... );

mest2 = MECA_STATIQUE (  MODELE = mo , CHAM_MATER = chmat ,
                        EXCIT = ( _F( CHARGE = ch_temp ),
                                _F( CHARGE = bloq ), ),
                        LIST_INST = litps )
```

### 4.3 Sensibilité à un déplacement imposé

```
psx= DEFI_PARA_SENSI( VALE=7.0 )
psy= DEFI_PARA_SENSI( VALE=3.0 )

ch=AFFE_CHAR_MECA_F( MODELE=mo,
                    FACE_IMPO=_F( GROUP_MA='BORD_SUP', DX=psx, DY=psy))

mest3 = MECA_STATIQUE (  MODELE = mo , CHAM_MATER = chmat ,
                        EXCIT = _F( CHARGE = ch ),
                        SENSIBILITE=(psx,psy), )
```

Ce calcul produira la structure de données mest3 de type `evol_elas`, contenant le champ de déplacement sous le nom 'DEPL'. Il produira deux autres structures de données de type `evol_elas`. La première contiendra sous le nom de champ 'DEPL', le champ de la dérivée du déplacement par rapport au paramètre psx. La seconde contiendra la dérivée par rapport au paramètre psy.

Le nom de ces 2 structures est créé automatiquement par le code et reste inconnu de l'utilisateur. L'accès à leur contenu (impression, test, post\_releve, ...) se fait en invoquant la commande correspondante avec le nom de la structure principale, mest3, et le nom du paramètre sensible concerné (psx ou psy).

---

## 5 Remarque

---

Pour certaines études en élasticité linéaire pour lesquelles les caractéristiques de rigidité de la structure sont indépendantes de l'histoire thermique et les conditions aux limites cinématiques indépendantes des autres charges, on peut déterminer les déformées pour plusieurs cas de chargement en utilisant `MACRO_ELAS_MULT` [U4.51.02].

Page laissée intentionnellement blanche.