

Manuel d'Utilisation
Fascicule U4.5- : Méthodes de résolution
Document : U4.52.14

Opérateur MODE_STATIQUE

1 But

Calculer des modes statiques pour un déplacement, une force ou une accélération unitaire imposé.

Un mode statique est la déformée statique d'une structure isostatique ou hyperstatique à laquelle on impose :

- en un **ddl bloqué** (nœud - composante) un déplacement imposé unitaire,
- en un **ddl libre** (nœud - composante) une force nodale unitaire,
- en un **ddl** (nœud - composante) une accélération imposée unitaire,
- dans une direction, une accélération imposée unitaire.

L'opérateur permet de calculer l'ensemble des modes statiques correspondant à plusieurs couples nœud - composante. La matrice de rigidité doit être assemblée en utilisant un ensemble de conditions aux limites cinématiques suffisant pour que tous les modes de corps solides soient supprimés (opérateurs `AFFE_CHAR_MECA` [U4.44.01] ou `AFFE_CHAR_CINE` [U4.44.03]). Il est possible de ne demander qu'une partie des modes statiques correspondant à ces conditions cinématiques.

Le concept produit peut être utilisé pour compléter une base modale de modes propres de vibration (opérateur `DEFI_BASE_MODAL` [U4.64.02] ou `DYNA_ALEA_MODAL` [U4.53.22]) ou pour déterminer les chargements nécessaires au calcul du mouvement d'entraînement sous une excitation sismique (opérateur `CALC_CHAR_SEISME` [U4.63.01]).

Produit un concept de type `mode_stat_depl`, `mode_stat_acce` ou `mode_stat_forc` suivant l'option de calcul choisie.

2 Syntaxe

```
mode_stat_xxx = MODE_STATIQUE
```

```
(
  ♦ MATR_RIGI = rigi [matr_asse_DEPL_R]
  ◇ MATR_MASS = masse [matr_asse_DEPL_R]

  ♦ / MODE_STAT =_F(
    ♦ / TOUT = 'OUI'
    / NOEUD = noe [1_Kn]
    / GROUP_NO = g_noeu [1_Kn]

    ♦ / TOUT_CMP = 'OUI'
    / AVEC_CMP = l_cmp [1_Kn]
    / SANS_CMP = l_cmp [1_Kn]
  )
  / FORCE_NODALE =_F(
    ♦ / TOUT = 'OUI'
    / NOEUD = noe [1_Kn]
    / GROUP_NO = g_noeu [1_Kn]

    ♦ / TOUT_CMP = 'OUI'
    / AVEC_CMP = l_cmp [1_Kn]
    / SANS_CMP = l_cmp [1_Kn]
  )

  / PSEUDO_MODE =_F(
    ♦ / AXE = | 'X'
    | 'Y'
    | 'Z'
    / ♦ DIRECTION = l_dir [1_R]
    ◇ NOM_DIR = n_dir [1_Kn]

    / ♦ / TOUT = 'OUI'
    / NOEUD = noe [1_Kn]
    / GROUP_NO = g_noeu [1_Kn]

    ♦ / TOUT_CMP = 'OUI'
    / AVEC_CMP = l_cmp [1_Kn]
    / SANS_CMP = l_cmp [1_Kn]
  )

  ◇ TITRE = titre [1_Kn]

  ◇ INFO = / 1 [DEFAULT]
           / 2
);
```

```
xxx = depl si l'option de calcul est MODE_STAT
      = acce si l'option de calcul est PSEUDO_MODE
      = forc si l'option de calcul est FORCE_NODALE
```

3 Opérandes

3.1 Opérande **MATR_RIGI**

- ◆ `MATR_RIGI = rigi`
Matrice de rigidité de la structure isostatique ou hyperstatique.

3.2 Opérande **MATR_MASS**

- ◇ `MATR_MASS = masse`
Matrice de masse de la structure isostatique ou hyperstatique.

3.3 Nature des sollicitations appliquées

3.3.1 Mot clé **MODE_STAT**

- ◆ `/ MODE_STAT`
Mot clé facteur pour la définition des modes statiques à déplacement imposé.

3.3.1.1 Opérandes **TOUT/NOEUD/GROUP_NO**

- ◆ `/ TOUT = 'OUI'`
Calcul des modes sur tous les nœuds du système qui ont des ddl bloqués.
- `/ NOEUD = noe`
Calcul des modes sur tous les nœuds `noeu` (sous-ensemble des nœuds bloqués).
- `/ GROUP_NO = g_noeu`
Calcul des modes sur les groupes de nœuds `g_noeu` (sous-ensemble des nœuds bloqués).

3.3.1.2 Opérandes **TOUT_CMP/AVEC_CMP/SANS_CMP**

- ◆ `/ TOUT_CMP = 'OUI'`
Calcul des modes sur toutes les composantes bloquées aux nœuds définis précédemment.
- `/ AVEC_CMP = l_cmp`
Calcul des modes sur les composantes citées seulement.
- `/ SANS_CMP = l_cmp`
Calcul des modes en excluant les composantes citées.

3.3.2 Mot clé **FORCE_NODALE**

/ **FORCE_NODALE**

Mot clé facteur pour la définition des modes statiques à force imposée.

3.3.2.1 Opérande **TOUT/NOEUD/GROUP_NO**

♦ / **TOUT** = 'OUI'

Calcul des modes sur tous les nœuds du système qui ont des ddl **libres**.

/ **NOEUD** = noe

Calcul des modes sur tous les nœuds noe.

/ **GROUP_NO** = g_noe

Calcul des modes sur les groupes de nœuds g_noe.

3.3.2.2 Opérandes **TOUT_CMP/AVEC_CMP/SANS_CMP**

♦ / **TOUT_CMP** = 'OUI'

Calcul des modes sur toutes les composantes **libres** aux nœuds définis précédemment.

/ **AVEC_CMP** = l_cmp

Calcul des modes sur les composantes citées seulement.

/ **SANS_CMP** = l_cmp

Calcul des modes en excluant les composantes citées.

3.3.3 Mot clé **PSEUDO_MODE**

/ **PSEUDO_MODE**

Mot clé facteur pour la définition des modes statiques à accélération imposée.

3.3.3.1 Opérandes **AXE/DIRECTION/NOM_DIR**

♦ / **AXE** = l_axe

Calcule des modes suivant les axes du repère global donnés (l_axe), ces axes étant 'X', 'Y' et 'Z'.

/ ♦ **DIRECTION** = l_dir

Calcule le mode suivant la direction donnée (l_dir)
(l_dir) : vecteur directeur à 3 composantes.

◇ **NOM_DIR** = n_dir

Nom utilisateur que l'on désire donner au mode calculé dans la direction (n_dir).
Par défaut le nom est DIR_N, N étant le numéro du mode statique.

3.3.3.2 Opérandes TOUT/NOEUD/GROUP_NO

/ ♦ / TOUT = 'OUI'
Calcul des modes sur tous les noeuds du système.

/ NOEUD = noe
Calcul des modes sur tous les noeuds noe.

/ GROUP_NO = g_noe
Calcul des modes sur les groupes de noeuds g_noeud.

3.3.3.3 Opérandes TOUT_CMP/AVEC_CMP/SANS_CMP

♦ / TOUT_CMP = 'OUI'
Calcul des modes sur toutes les composantes aux noeuds définis précédemment.

/ AVEC_CMP = l_cmp
Calcul des modes sur les composantes citées seulement.

/ SANS_CMP = l_cmp
Calcul des modes en excluant les composantes citées.

3.4 Opérande TITRE

◇ TITRE = titre
Attaché au concept produit par cet opérateur [U4.03.01].

3.5 Opérande INFO

◇ INFO
Indique le niveau d'impression d'informations sur le fichier "MESSAGE" :
1 : aucune impression
2 : impression des modes statiques calculés.

4 Phase d'exécution

- pour l'option `MODE_STAT` ou `PSEUDO_MODE` (sur des groupes de nœuds), l'opérateur vérifie que le couple noeud - composante est bien un ddl bloqué,
- pour l'option `FORCE_NODALE`, l'opérateur vérifie que le couple noeud - composante est un ddl libre,
- pour l'option `PSEUDO_MODE` (sur une direction), l'opérateur norme le vecteur directeur donné sous le mot clé `DIRECTION`,
- la matrice de masse est nécessaire pour le calcul des options `PSEUDO_MODE`,
- si un couple noeud - composante apparaît plus d'une fois, on ne fait le calcul demandé qu'une seule fois.

5 Exemples

5.1 Calcul des modes statiques en accélération uniforme unitaire dans les 3 directions

% calcul des modes statiques en accélération uniforme unitaire dans les 3 directions.

$\text{mode}_i = \mathbf{K}^{-1} (\mathbf{M} \mathbf{U}_i)$ avec **K** : matrice de rigidité
M : matrice de masse
U_i : vecteur unitaire dans la direction **i**

```
mstat = MODE_STATIQUE ( MATR_RIGI = rigidite,  
                        MATR_MASS = masse,  
                        PSEUDO_MODE=_F(AXE=('X','Y','Z')),  
                        ) ;
```

5.2 Calcul des modes statiques en déplacement imposé unitaire

% calcul des modes statiques en déplacement imposé unitaire.

$\text{mode} = \mathbf{K}^{-1} \mathbf{V}_i$ avec **K** : matrice de rigidité
V_i : vecteur valant 1. pour les composantes DX et DY du groupe de nœuds *base*.

```
mstat = MODE_STATIQUE ( MATR_RIGI = rigidite,  
                        MODE_STAT =_F( GROUP_NO = 'base',  
                                      ( AVEC_CMP = ( 'DX', 'DY' ) ),  
                        ) ;
```