
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,
- dans une **direction**, une accélération imposée unitaire,
- en un **ddl** (nœud - composante) 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]), pour déterminer les chargements nécessaires au calcul du mouvement d'entraînement sous une excitation sismique (opérateur **CALC_CHAR_SEISME** [U4.63.01]) et pour introduire les déplacements aux ancrages multi-appuis ou les modes de correction en analyse spectrale (opérateur **COMB_SISM_MODAL** [U4.84.01]).

Produit un concept de type `mode_meca`.

Table de matières

1 But.....	1
2 Syntaxe.....	3
3 Opérandes.....	4
3.1 Opérande MATR_RIGI	4
3.2 Opérande MATR_MASS	4
3.3 Nature des sollicitations appliquées.....	4
3.3.1 Mot clé MODE_STAT	4
3.3.1.1 Opérandes TOUT/NOEUD/GROUP_NO	4
3.3.1.2 Opérandes TOUT_CMP/AVEC_CMP/SANS_CMP	4
3.3.2 Mot clé FORCE_NODALE	4
3.3.2.1 Opérande TOUT/NOEUD/GROUP_NO	5
3.3.2.2 Opérandes TOUT_CMP/AVEC_CMP/SANS_CMP	5
3.3.3 Mot clé PSEUDO_MODE	5
3.3.3.1 Opérandes AXE/DIRECTION/NOM_DIR.....	5
3.3.3.2 Opérandes TOUT/NOEUD/GROUP_NO	5
3.3.3.3 Opérandes TOUT_CMP/AVEC_CMP/SANS_CMP	6
3.4 Mot clé SOLVEUR	6
3.5 Opérande TITRE	6
3.6 Opérande INFO	6
4 Exemples.....	7
4.1 Calcul des modes statiques en déplacement imposé unitaire	7
4.2 Calcul des modes statiques en force imposée unitaire.....	7
4.3 Calcul des modes statiques (ou pseudo-modes) en accélération uniforme unitaire dans les 3 directions.....	7
4.4 Calcul des modes statiques (ou pseudo-modes) en accélération imposée unitaire.....	8

2 Syntaxe

```
R [mode_meca]      = MODE_STATIQUE (

    ♦  MATR_RIGI      =  rigi                                [matr_asse_DEPL_R]

    ◇  MATR_MASS      =  masse                                [matr_asse_DEPL_R]

    ♦  /  MODE_STAT   =  _F (
        ♦  /  TOUT      =  'OUI'
        /  NOEUD      =  noeu                                [l_Kn]
        /  GROUP_NO   =  g_noeu                                [l_Kn]

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

    /  FORCE_NODALE   =  _F (
        ♦  /  TOUT      =  'OUI'
        /  NOEUD      =  noeu                                [l_noeud]
        /  GROUP_NO   =  g_noeu                                [l_gr_noeud]

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

    /  PSEUDO_MODE   =  _F (
        ♦  /  AXE      =  /  'X'
                           /  'Y'
                           /  'Z'

        /  ♦  DIRECTION =  l_dir  [l_R]
        ◇  NOM_DIR     =  n_dir  [l_Kn]

        /  ♦  /  TOUT      =  'OUI'
        /  NOEUD      =  noeu  [l_noeud]
        /  GROUP_NO   =  g_noeu [l_gr_noeud]

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

    ◇  SOLVEUR      =  _F ( voir document [U4.50.01])

    ◇  TITRE        =  titre                                [l_Kn]

    ◇  INFO          =  /  1                                [DEFAULT]
                       /  2

    ) ;
```

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 unitaire. Ces modes interviennent pour déterminer le chargement dû au mouvement d'entraînement multi-appuis sous une excitation sismique (opérateur `CALC_CHAR_SEISME` [U4.63.01]) (cf. référence [R4.05.01]) ou pour introduire les déplacements aux ancrages multi-appuis en analyse spectrale (opérateur `COMB_SISM_MODAL` [U4.84.01]) (cf. référence [R4.05.03]). Voir exemple §4.1.

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 unitaire. Ces modes interviennent pour compléter une base modale de modes propres de vibration (opérateur **DEFI_BASE_MODAL** [U4.64.02] ou **DYNA_ALEA_MODAL** [U4.53.22]). Cf. référence [R5.06.01] et voir exemple §4.2.

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 (ou pseudo-modes) à accélération imposée unitaire. Ces modes interviennent pour compléter une base modale de modes propres de vibration (opérateur **DEFI_BASE_MODAL** [U4.64.02] ou **DYNA_ALEA_MODAL** [U4.53.22]) (cf. référence [R5.06.01], pour déterminer les modes de correction en analyse spectrale (opérateur **COMB_SISM_MODAL** [U4.84.01], mot clé **MODE_CORR**) (cf. référence [R4.05.03]). On traite le cas mono-appui (opérands **AXE/DIRECTION**, voir exemple §4.3) ou multi-appuis (opérands **NOEUD/GROUP_NO** et ***CMP**, voir exemple §4.4).

3.3.3.1 Opérands **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 Opérands **TOUT/NOEUD/GROUP_NO**

- ♦ / TOUT = 'OUI'
Calcul des modes sur tous les nœuds du système.
- / NOEUD = noeud
Calcul des modes sur tous les nœuds `noeu`.
- / GROUP_NO = g_noeu
Calcul des modes sur les groupes de nœuds `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 Mot clé **SOLVEUR**

à SOLVEUR = ...

Ce mot clé facteur est facultatif : il permet de choisir un autre solveur de résolution de système.
La syntaxe étant commune à plusieurs commandes, veuillez consulter le manuel [U4.50.01].

3.5 Opérande **TITRE**

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

3.6 Opérande **INFO**

- ◇ INFO
Indique le niveau d'impression d'informations sur le fichier "MESSAGE" :

1 : aucune impression
2 : impression des modes statiques calculés.

4 Exemples

4.1 Calcul des modes statiques en déplacement imposé unitaire

Calcul des modes statiques en déplacement imposé unitaire.

mode Ψ solution de

$$\begin{cases} \Psi = -K^{-1} \cdot {}^t B^{-1} \cdot \Lambda_i \\ B \cdot \Psi = V_i \end{cases} \quad \text{avec} \quad K : \text{matrice de rigidité}$$

V_i : vecteur valant 1. pour les composantes DX et DY du groupe de nœuds base.

Λ_i : réactions d'appui sur la liaison B du groupe de nœuds base.

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

4.2 Calcul des modes statiques en force imposée unitaire

Calcul des modes statiques en force imposée unitaire.

$$\text{mode } \Psi = K^{-1} \cdot F_i$$

avec K : matrice de rigidité

F_i : vecteur valant 1. pour les composantes DX et DY du groupe de nœuds base.

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

4.3 Calcul des modes statiques (ou pseudo-modes) en accélération uniforme unitaire dans les 3 directions

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

$$\text{mode } \Psi = K^{-1} (M \cdot A_i)$$

avec K : matrice de rigidité

M : matrice de masse

A_i : vecteur unitaire dans la direction i .

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

4.4 Calcul des modes statiques (ou pseudo-modes) en accélération imposée unitaire

Calcul des modes statiques en accélération imposée unitaire.

mode $\Psi = \mathbf{K}^{-1}(\mathbf{M}.\mathbf{A}_i)$ avec \mathbf{K} : matrice de rigidité
 \mathbf{M} : matrice de masse
 \mathbf{A}_i : vecteur unitaire pour les composantes DX et DY
du groupe de nœuds `base`

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