
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 <i>MATR_RIGI</i>	4
3.2 Opérande <i>MATR_MASS</i>	4
3.3 Nature des sollicitations appliquées.....	4
3.3.1 Mot clé <i>MODE_STAT</i>	4
3.3.1.1 Opérandes <i>TOUT/NOEUD/GROUP_NO</i>	4
3.3.1.2 Opérandes <i>TOUT_CMP/AVEC_CMP/SANS_CMP</i>	4
3.3.2 Mot clé <i>FORCE_NODALE</i>	4
3.3.2.1 Opérande <i>TOUT/NOEUD/GROUP_NO</i>	5
3.3.2.2 Opérandes <i>TOUT_CMP/AVEC_CMP/SANS_CMP</i>	5
3.3.3 Mot clé <i>PSEUDO_MODE</i>	5
3.3.3.1 Opérandes <i>AXE/DIRECTION/NOM_DIR</i>	5
3.3.3.2 Opérandes <i>TOUT/NOEUD/GROUP_NO</i>	5
3.3.3.3 Opérandes <i>TOUT_CMP/AVEC_CMP/SANS_CMP</i>	6
3.4 Mot clé <i>SOLVEUR</i>	6
3.5 Opérande <i>TITRE</i>	6
3.6 Opérande <i>INFO</i>	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 = noeu`
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 `noeu`.
- / `GROUP_NO = g_noeu`
Calcul des modes sur les groupes de nœuds `g_noeu` .

3.3.2.2 Opérands `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 noeud.
- / GROUP_NO = g_noeud
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

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

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 \mathbf{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 \mathbf{K} : matrice de rigidité

\mathbf{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 $\Psi = \mathbf{K}^{-1}(\mathbf{M} \cdot \mathbf{A}_i)$ 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' ) ),  
                        ) ;
```