
Opérateur DYNA_VISCO

1 But

Cette commande permet de **calculer les modes propres réels ou complexes**, ainsi que la **réponse harmonique** (déplacement, vitesse, accélération) d'une **structure comportant des matériaux viscoélastiques dont les propriétés dépendent de la fréquence** (ce qui se traduit par une matrice de rigidité dépendante de la fréquence).

Les actions suivantes sont possibles :

- obtention des modes par méthode itérative ; 3 types de modes au choix : modes réels, beta-modes réels ou modes complexes, avec prise en compte de la dépendance en fréquence des propriétés mécaniques des matériaux viscoélastiques ;
- s'il y a une excitation, calcul de la réponse harmonique de la structure ; le calcul est fait par projection sur la base modale établie à l'étape précédente, puis restitution sur la base physique.

Pour plus de détails théoriques, se référer au document de référence [R5.05.10].

La commande peut produire un concept de type `mode_meca`, `mode_meca_c`, `dyna_harmo`.

Remarque :

*La commande ne permet pas actuellement le calcul des modes doubles ;
Le calcul de structures avec modes de corps rigide peut ne pas converger.*

2 Syntaxe

```
visco [*] = DYNA_VISCO (
```

Affectation du modèle et du maillage

```
♦ MODELE = modele, [modele_sdaster]
```

Affectation des caractéristiques des éléments et des conditions limites

```
◊ CARA_ELEM = caraelem, [cara_elem]
```

Affectation des matériaux

matériaux élastiques classiques (propriétés constantes)

```
◊ MATER_ELAS = _F(  
    ♦ / MATER = mat [mater_sdaster]  
    /♦ E = e [R]  
    ♦ AMOR_HYST = amorhyst [R]  
    ♦ RHO = rho [R]  
    ♦ NU = nu [R]  
    ♦ GROUP_MA = gma [l_gr_maille]  
)
```

matériaux viscoélastiques (propriétés dépendantes de la fréquence)

```
♦ MATER_ELAS_FO = _F(  
    ♦ E = l_e [fonction_sdaster]  
    ♦ AMOR_HYST = l_amor [fonction_sdaster]  
    ♦ RHO = rho [R]  
    ♦ NU = nu [R]  
    ♦ GROUP_MA = gma [grma]  
)
```

Choix du calcul à effectuer

```
◊ TYPE_RESU = / 'HARM' [DEFAULT]  
/ 'MODE'  
  
◊ TYPE_MODE = / 'REEL' [DEFAULT]  
/ 'BETA'  
/ 'COMPLEXE' (uniquement si TYPE_RESU='MODE')
```

choix des fréquences du calcul :

```
♦/ FREQ = l_f [l_R]  
/ LIST_FREQ = lfreq [listr8]
```

Rq : si TYPE_RESU='MODE' , ces mot-clés renseignent la bande fréquentielle de recherche des modes propres et doivent donc comporter exactement 2 valeurs

Rq : si TYPE_RESU='HARM' , ces mot-clés renseignent les fréquences discrètes de calcul de la réponse harmonique ; la valeur maximale de la liste, multipliée par COEF_FREQ_MAX , est la borne supérieure de recherche des modes propres.

Paramétrage de la convergence sur les modes propres

```
◊ RESI_RELA =/ 1.E-3 [DEFAULT]  
/ eps [R]
```

Si TYPE_RESU='HARM' :

```
◊ COEF_FREQ_MAX = cfmax [R]
```

Affectation du chargement

```
◆ EXCIT = _F(  
    ◆ CHARGE = charge [l_char_meca]  
)
```

Choix du (des) champ(s) de résultat à sauvegarder

```
◆ NOM_CHAM = / 'DEPL' [DEFAULT]  
             / 'VITE'  
             / 'ACCE'
```

Stockage éventuel des modes propres calculés

```
◆ MODE_MECA = CO (« modes ») [TXM]
```

Affichage des informations relatives au calcul

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

Type de concept résultat

```
Si TYPE_RESU = 'HARM' alors [*] = dyna_harmo  
                    si MODE_MECA présent, le concept CO est de type mode_meca.  
  
Si TYPE_RESU = 'MODE' alors [*] = mode_meca si TYPE_MODE = 'REEL' ou 'BETA'  
                                     mode_meca_c si TYPE_MODE = 'COMPLEXE'.
```

3 Opérandes

3.1 Opérandes MODELE / CARA_ELEM

- ◆ MODELE = modele,
- ◇ CARA_ELEM = caraelem,

Ces mots-clés permettent de renseigner :

- le nom du modèle (modele) dont les éléments font l'objet du calcul mécanique.
- le nom des caractéristiques des éléments structuraux (plaques, poutres, discrets,...) s'ils sont utilisés dans le modèle.

3.2 Mot-clé facteur MATER_ELAS

```
◇ MATER_ELAS = _F(  
    ◆ / MATER = mat  
    / ◆ E = e  
    ◆ AMOR_HYST = amorhyst  
    ◆ RHO = rho  
    ◆ NU = nu  
    ◆ GROUP_MA = gma  
)
```

Ce mot-clé permet d'affecter un matériau élastique **sans dépendance en fréquence** aux éléments appartenant à GROUP_MA.

Le matériau peut être défini avant la macro-commande grâce à l'opérateur DEFINI_MATERIAU [U4.43.01] ; dans ce cas, ce matériau est rappelé avec le mot-clé MATER. Le matériau peut aussi être défini ici par ses propriétés : module d'Young E, masse volumique RHO, coefficient de Poisson NU, et amortissement hystérétique AMOR_HYST.

Ce mot-clé facteur peut être répété autant de fois qu'il y a de matériaux élastiques **sans dépendance en fréquence** dans la structure.

3.3 Mot-clé facteur MATER_ELAS_FO

```
◇ MATER_ELAS_FO = _F(  
    ◆ E = l_e  
    ◆ AMOR_HYST = l_amor  
    ◆ RHO = rho  
    ◆ NU = nu  
    ◆ GROUP_MA = gma  
)
```

Ce mot-clé permet d'affecter un matériau viscoélastique **avec dépendance en fréquence** aux éléments appartenant à GROUP_MA.

Les propriétés mécaniques du matériau viscoélastique sont de deux types :

- celles qui dépendent de la fréquence : le module d'Young E et le facteur d'amortissement AMOR_HYST ; elles sont renseignées par des fonctions indexées par la fréquence, produites par DEFINI_FONCTION / NOM_PARA='FREQ' [U4.31.02] ;
- celles qui sont constantes : la masse volumique RHO et le coefficient de Poisson NU.

Ce mot-clé facteur peut être répété autant de fois qu'il y a de matériaux viscoélastiques **avec dépendance en fréquence** dans la structure.

3.4 Mot-clé TYPE_RESU

```
◇ TYPE_RESU = / 'HARM' [DEFAULT]
               / 'MODE'
```

Ce mot-clé permet de définir le type de calcul à effectuer :

- le choix 'MODE' permet de calculer les modes propres de la structure;
- le calcul 'HARM' , permet d'obtenir la réponse en fréquence de la structure à une excitation donnée ; on peut aussi récupérer les modes propres calculés grâce au mot-clé `MODE_MECA` .

3.5 Mots-clés FREQ / LIST_FREQ

```
◆ / FREQ = l_f
  / LIST_FREQ = lfreq
```

Dans le cas d'un calcul modal de la structure (`TYPE_RESU='MODE'`), ce mot-clé permet de définir la bande fréquentielle de recherche des modes. La liste doit alors contenir exactement 2 valeurs (strictement croissantes).

Dans le cas d'un calcul harmonique de la structure (`TYPE_RESU='HARM'`), ce mot-clé permet de définir les fréquences discrètes pour lesquelles la réponse de la structure est calculée. La liste doit alors contenir au moins 2 valeurs strictement croissantes.

3.6 Mot-clés TYPE_MODE / RESI_RELA

```
◇ TYPE_MODE = / 'REEL' [DEFAULT]
               / 'BETA'
               / 'COMPLEXE'
```

Plusieurs choix de calcul des modes propres sont possibles : modes réels, beta-modes (qui sont des modes réels améliorés donnant une meilleure précision des résultats, cf [R5.05.09]), ainsi que modes complexes.

Le calcul des modes complexes permet d'obtenir les amortissements modaux. En revanche ce type de mode ne peut pas être utilisé pour mener un calcul harmonique (`TYPE_RESU='HARM'`).

Remarque :

Si on calcule des modes complexes, on peut récupérer les amortissements modaux dans une liste python avec cette fonction : `liste_python=modes.LIST_PARA()['AMOR_REDUIT']` (cela nécessite d'utiliser `PAR_LOT='NON'` dans la commande `DEBUT`).

```
◇ RESI_RELA = / 1.E-3 [DEFAULT]
               / eps
```

Le calcul des modes propres avec la méthode itérative possède un critère de convergence nommé `RESI_RELA`. Un mode propre est retenu dans la base modale lorsque l'écart relatif entre les fréquences propres calculées entre deux itérations successives est inférieur à `RESI_RELA`.

3.7 Mot-clé facteur EXCIT

```
◆ EXCIT =_F(
           ◆ CHARGE = charge
           )
```

Ce mot-clé permet l'affectation de charges (conditions aux limites, forces d'excitation, ...) qui ont été définies auparavant par l'opérateur `AFFE_CHAR_MECA` [U4.44.01].

Remarque :

Actuellement, pour les excitations extérieures, seules les excitations de type `FORCE_NODALE` sont compatibles avec la commande `DYNA_VISCO`.
Pour le calcul harmonique, la base des modes propres est enrichie, de manière transparente pour l'utilisateur, par les modes statiques associés aux nœuds excités.

3.8 Mot-clé `NOM_CHAM` (si `TYPE_RESU='HARM'`)

```
◇ NOM_CHAM = / 'DEPL' [DEFAULT]
              / 'VITE'
              / 'ACCE'
```

Ce mot-clé permet de définir quels champs seront sauvegardés dans le concept résultat (déplacement, vitesse ou accélération). Il est possible de sauvegarder plusieurs champs en donnant une liste, par exemple `NOM_CHAM= ('DEPL', 'ACCE')`.

3.9 Mot-clé `MODE_MECA` (si `TYPE_RESU='HARM'`)

```
◇ MODE_MECA = CO( 'modes' )
```

Si ce mot-clé est présent, deux concepts seront produits par la macro-commande :

- le concept `modes` de type `mode_meca`
- le concept `visco` de type `dyna_harmo`

Le concept `modes` peut par exemple être imprimé classiquement avec la commande `IMPR_RESU [U4.91.01]`.

3.10 Mot-clé `COEF_FREQ_MAX` (si `TYPE_RESU='HARM'`)

```
◇ COEF_FREQ_MAX = cfmax [R]
```

Lors d'un calcul harmonique, le coefficient multiplicateur `COEF_FREQ_MAX` permet d'obtenir des valeurs de réponses en fréquence plus précises, en multipliant par `COEF_FREQ_MAX` la valeur de la fréquence maximale de calcul de la base modale de projection.
La valeur minimale de ce paramètre est 1,5.

3.11 Mot-clé `INFO`

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

Indique le niveau d'impression dans le fichier `MESSAGE`.

4 Exemples

4.1 Définition de la dépendance en fréquence des propriétés des matériaux viscoélastiques

```
# fréquences pour lesquelles les paramètres du matériaux sont donnés
list_f=DEFI_LIST_REEL(VALE=(1,10,50,100,500,1000,1500,)),);

# valeurs (de la partie réelle) du module de Young aux fréquences de list_f
list_E=DEFI_LIST_REEL(VALE=(23.2E6,58.E6,145.E6,203.E6,348.E6,435.E6,464.E6,
),);

# valeurs du facteur de perte aux fréquences de list_f
list_eta=DEFI_LIST_REEL(VALE=(1.1,0.85,0.7,0.6,0.4,0.35,0.34,)),);

fonc_E=DEFI_FONCTION(NOM_PARA='FREQ',
                    VALE_PARA=list_f,
                    VALE_FONC=list_E,
                    INTERPOL=('LIN','LIN',),
                    PROL_DROITE='LINEAIRE',
                    PROL_GAUCHE='CONSTANT',);

fonc_eta=DEFI_FONCTION(NOM_PARA='FREQ',
                      VALE_PARA=list_f,
                      VALE_FONC=list_eta,
                      INTERPOL=('LIN','LIN',),
                      PROL_DROITE='LINEAIRE',
                      PROL_GAUCHE='CONSTANT',);
```

4.2 Calcul des modes propres complexes

```
modes=DYNA_VISCO(MODELE=modele,
                 CARA_ELEM=cara_ele,
                 # matériaux à propriétés constantes :
                 MATER_ELAS=_F(E=2.1e11,
                               NU=0.3,
                               RHO=7800.,
                               AMOR_HYST=0.002,
                               GROUP_MA='SUPPORT'),
                 # matériaux à propriétés dépendantes de la fréquence :
```

```
MATER_ELAS_FO = _F(E=fonc_E,  
                  AMOR_HYST=fonc_eta,  
                  RHO=1200.,  
                  NU=0.45,  
                  GROUP_MA='VISCO'),  
TYPE_RESU='MODE',  
TYPE_MODE='BETA',  
# bande fréquentielle de recherche  
FREQ=(1.,1500.),  
EXCIT=_F(CHARGE=condlim),  
);
```

4.3 Calcul de la réponse harmonique

```
# DEFINITION DU CHARGEMENT  
excit=AFFE_CHAR_MECA(MODELE=modele,  
                    FORCE_NODALE=_F(GROUP_NO='A',  
                                    FZ=1.,),),);  
  
# DEFINITION DES FREQUENCES DE CALCUL DE LA REPONSE  
listfr=DEFI_LIST_REEL(DEBUT=1.,  
                    INTERVALLE=( _F(JUSQU_A=500.,  
                                     PAS=1.,),),),);  
  
# REPONSE HARMONIQUE  
visco=DYNA_VISCO(MODELE=modele,  
                CARA_ELEM=cara_ele,  
                EXCIT=_F(CHARGE=(condlim, excit),),  
                MATER_ELAS=( _F(E=2.1E11,  
                                NU=0.3,  
                                RHO=7800.,  
                                AMOR_HYST=0.002,  
                                GROUP_MA='DESSOUS'),  
                            _F(E=7.0E10,  
                                NU=0.3,  
                                RHO=2700.,  
                                AMOR_HYST=0.001,  
                                GROUP_MA='DESSUS'),),),  
                MATER_ELAS_FO=( _F(E=fonc_E,
```



```
AMOR_HYST=fonc_eta,  
RHO=1200.,  
NU=0.45,  
GROUP_MA='VOLUME',),),),  
TYPE_RESU='HARM',  
TYPE_MODE='REEL',  
LIST_FREQ=listfr,  
# champs à sauvegardés  
NOM_CHAM=('DEPL','VITE'),  
# sauvegarde des modes propres de la structure :  
MODE_MECA=CO('modes'),  
);
```