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.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

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'                         [DEFAUT]
                       / 'MODE'

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

c hoix 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                               [DEFAUT]
                 / eps                                  [R]
```

 # Si *TYPE_RESU='HARM' :*

```
       ◊  COEF_FREQ_MAX = cfmax                         [R]
```


Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

 # Affectation du chargement

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

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

```
◊  NOM_CHAM = / 'DEPL'                               [DEFAUT]
              / 'VITE'
              / 'ACCE'
```

 # Stockage éventuel des modes propres calculés

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

 # Affichage des informations relatives au calcul

```
◊  INFO =    /  1                                    [DEFAUT]
             /  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'.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

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 DEFI_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 DEFI_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 visocélastiques avec **dépendance en fréquence** dans la structure.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3.4 Mot-clé TYPE_RESU

```
◊  TYPE_RESU =    / 'HARM'              [DEFAUT]
                  / '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 Mots-clés TYPE_MODE / RESI_RELA

```
◊  TYPE_MODE =  / 'REEL'              [DEFAUT]
                / '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               [DEFAUT]
                / 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].

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

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'              [DEFAUT]
                 / '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                      [DEFAUT]
             / 2
```

Indique le niveau d'impression dans le fichier MESSAGE.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

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 :
```


Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

```
                    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,
```


Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

```
                        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'),
    );
```


Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)