Opérateur CALC_ERC_DYN

1 But

Pour le cas de la dynamique linéaire, il permet d'obtenir les champs solution d'un problème de minimisation d'une fonctionnelle énergétique de type erreur en relation en comportement (ERC) sous une formulation modale.

Par ailleurs, il permet d'évaluer la fonctionnelle d'erreur pour les champs solution.

Produit une structure de données de type mode_meca.

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

2 Syntaxe

```
mode_meca [*] =  CALC_ERC_DYN
    (  ♦  MATR_MASS                 =  m,          /  [matr_asse_DEPL_R]

       ♦  MATR_RIGI                 =  k,          /  [matr_asse_DEPL_R]

       ♦  MATR_NORME                =  g,          /  [matr_asse_GENE_R]

       ♦  MATR_PROJECTION           =  h,          /  [corresp_2_mailla]

       ♦  MESURE                    =  me,         /  [mode_meca]
                                                   /  [dyna_harmo]

       ◊  CHAMP_MESURE              =  |  'DEPL',     [DEFAUT]
                                       |  'VITE',
                                       |  'ACCE',

       ◊  /  FREQ                   =  lf,            [l_R]
          /  LIST_FREQ              =  cf,            [listr8]

       ♦  ALPHA                     =  al,            [R]

       ♦  GAMMA                     =  ga,            [R]

       ◊  EVAL_FONC                 =  |  'NON',       [DEFAUT]
                                       |  'OUI',

       ◊  SOLVEUR                   =  (
                                       . . . voir [U4.50.01] . . .
                                       ),

       ◊  TITRE  =  tx,                               [l_Kn]
    );
```


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

3 Rappels

3.1 Problème d'optimisation associé à une fonctionnelle énergétique

Cet opérateur résout le problème suivant :

Trouver le triplet de champs admissibles (u, v, w) qui minimisent la fonctionnelle :

$$e_{\omega}^{2}(u,v,w)=\frac{\gamma}{2}(u-v)^{T}[K](u-v)+\frac{1-\gamma}{2}(u-w)^{T}\omega^{2}[M](u-w)+\frac{1-\alpha}{\alpha}(Hu-\hat{u})^{T}[Gr](Hu-\hat{u})$$

sous la contrainte :

$$[K]v-\omega^{2}[M]w=0$$

Où :

K représente une matrice de rigidité réelle

M représente une matrice de masse

H représente une matrice d'observation

Gr représente une matrice symétrique définie positive servant de norme des erreurs dans l'espace d'observation

$\omega=2\pi f$: pulsation d'excitation

$\hat{u}$ observation des déplacements à la pulsation ω

γ paramètre de pondération des erreurs $(u-v)$ et $(u-w)$

α paramètre de pondération de la fonctionnelle assimilable à un terme de régularisation

3.2 Équations de résolution du problème

L'obtention du triplet (u, v, w) associé au problème sous contrainte plus haut amène, à chaque fréquence considérée, à la résolution du système d'équations linéaire suivant :

$$A\,l=b$$

avec, pour chaque pulsation propre ω_i :

$$A_i=\begin{pmatrix}\gamma\left(K+\gamma/(1-\gamma)\omega_i^2 M\right) & -\gamma\left(K-\omega_i^2 M\right)\\ -\gamma\left(K-\omega_i^2 M\right) & \left(-2\alpha/(1-\alpha)\right)H^T G_r H\end{pmatrix}$$; et $$b_i=\begin{pmatrix}0_n\\ \left(-2\alpha/(1-\alpha)\right)H^T G_r \hat{u}_i\end{pmatrix}$$

Pour davantage de détails sur la formulation, on se reportera au document [R4.10.07].

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

4 Opérandes

4.1 Opérande MATR_MASS

♦ MATR_MASS = m

Nom du concept matrice assemblée correspondant à la matrice de masse du système.

4.2 Opérande MATR_RIGI

♦ MATR_RIGI = k

Nom du concept matrice assemblée correspondant à la matrice de rigidité du système.

4.3 Opérande MATR_NORME

♦ MATR_NORME = g

Nom du concept matrice assemblée généralisée correspondant à la matrice symétrique définie positive servant de norme des erreurs dans l'espace d'observation.

4.4 Opérande MATR_PROJECTION

♦ MATR_PROJECTION = h

Nom de la matrice de projection permettant de faire la correspondance géométrique entre le maillage associé aux matrices de masse et rigidité d'un côté, et du maillage associé aux observations $\hat{u}$ d'un autre côté.
La matrice de projection h doit être issue d'un calcul avec l'opérateur PROJ_CHAMP [U4.72.05] avec la méthode 'COLLOCATION'.

4.5 Opérande MESURE

♦ MESURE = me

Nom du concept de type mode_meca ou dyna_harmo contant les champs qui seront utilisés en tant qu'observation. Ce concept doit contenir autant de numéros d'ordre que le nombre de fréquences qui seront étudiées lors de l'appel de l'opérateur (opérandes FREQ/LIST_FREQ).
Par ailleurs, les champs contenus dans me ne doivent pas comporter des degrés de liberté de type Lagrange.

La dimension des champs contenus dans ce concept doit être cohérente avec la dimension de la matrice norme g renseignée sous l'opérande MATR_NORME.

L'utilisation de l'opérateur OBSERVATION [U4.90.03] peut être un moyen approprié pour conditionner un concept de type mode_meca ou dyna_harmo en tant que mesure me.

4.6 Opérande CHAMP_MESURE

◊ CHAMP _MESURE = | 'DEPL', [DEFAUT]
| 'VITE',
| 'ACCE',

Choix des champs déterminant le type de champ contenu dans la mesure me.

4.7 Opérandes FREQ/LIST_FREQ

◊ / FREQ = lf

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

Liste de toutes les fréquences de calcul: (f1, f2, ..., fn).

/ LIST_FREQ = cf

Nom du concept de type listr8 contenant la liste des fréquences de calcul.

4.8 Opérande ALPHA

♦ ALPHA = al,

Valeur du paramètre de pondération de la fonctionnelle assimilable au terme de régularisation.

4.9 Opérande GAMMA

♦ GAMMA = ga,

Valeur du paramètre de pondération des erreurs $(u-v)$ et $(u-w)$ de la fonctionnelle.

4.10 Opérande EVAL_FONC

◊ EVAL_FONC = | 'OUI', [DEFAUT]
| 'NON',

Choix déterminant si la valeur de la fonctionnelle pour le triplet de champs optimal sera évaluée et stocké dans le résultat.
Dans l'affirmatif, l'opérateur stockera sous le paramètre dédié 'ERC_EVAL_FONC' les valeurs calculés.

Le stockage de la valeur de 'ERC_EVAL_FONC' est fait de la manière suivante dans le concept mode_meca sortant :

Pour la i[ème]-fréquence de calcul, deux valeurs de 'ERC_EVAL_FONC' sont stockés :

- dans le (2*(i-1)+1)[ème] nume_ordre du concept sortant on stocke la valeur de $e^2_{\omega_i}(u,v,w)$
- dans le (2*(i-1)+2)[ème] nume_ordre du concept sortant on stocke la valeur associée au terme des champs d'erreur $(u-v)$ et $(u-w)$ suivant :

$$\frac{\gamma}{2}(u-v)^T[K](u-v)+\frac{1-\gamma}{2}(u-w)^T\omega^2[M](u-w)$$

4.11 Opérandes SOLVEUR

◊ SOLVEUR

Ce mot clé facteur est facultatif. Il permet de définir la méthode de résolution du système. La syntaxe est décrite dans le document [U4.50.01].
Dans la version actuelle, les solveurs disponibles sont MUMPS (défaut) et LDLT.

4.12 Opérande TITRE

◊ TITRE = tx

Titre attaché au concept produit par cet opérateur [U4.03.01].

5 Stockage des champs solution

L'opérateur CALC_ERC_DYN produit un concept résultat de type mode_meca.
A chaque fréquence souhaitée, il calcule les champs solution u et $(u-v)$ qui sont stockés de la manière suivante :

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

Pour la i[ème]-fréquence de calcul, sont stockés :

- dans le (2*(i-1)+1)[ème] nume_ordre du concept sortant est stocké le champ u
- dans le (2*(i-1)+2)[ème] nume_ordre du concept sortant est stocké le champ $(u-v)$

Il est rappelé que le champ $(u-w)$ n'est pas calculé directement car peut être obtenu par la relation scalaire :

$$(u-w)=\frac{-\gamma}{1-\gamma}(u-v)$$

6 Exemple d'utilisation

```
# CONSTRUCTION DES MATRICES DU MODELE MECANIQUE

ASSEMBLAGE(MODELE=MODNUM,
           CARA_ELEM=CARE,
           CHARGE=CHARGE_L,
           NUME_DDL=CO("NU"),
           SOLVEUR=_F( METHODE = 'MUMPS'),
           MATR_ASSE=(_F(  MATRICE = CO("K"),  OPTION = 'RIGI_MECA'),
                      _F(  MATRICE = CO("M"),  OPTION = 'MASS_MECA'),),
           );

# CONSTRUCTION DE LA MATRICE REDUITE DE GUYAN SERVANT DE MATRICE_NORME

# CL POUR LA CONSTRUCTION DE LA MATRICE REDUITE DE GUYAN

CHAR_G=AFFE_CHAR_MECA(MODELE=MODNUM,DDL_IMPO=(_F(  GROUP_NO = 'OBSPOINT',
DX=0.  ),),);

ASSEMBLAGE(MODELE=MODNUM,
           CARA_ELEM=CARE,
           CHARGE=(CHAR_G,CHARGE_L),
           NUME_DDL=CO("NU_G"),
           SOLVEUR=_F( METHODE = 'MUMPS'),
           MATR_ASSE=(_F(  MATRICE = CO("K1"),  OPTION = 'RIGI_MECA'),
                      _F(  MATRICE = CO("M1"),  OPTION = 'MASS_MECA'),),
           );

MOD_STA=MODE_STATIQUE(MATR_RIGI=K1,
                      MATR_MASS=M1,
                      MODE_STAT=(_F(GROUP_NO='OBSPOINT',
                                    AVEC_CMP=('DX',),),),);

NUME_RED=NUME_DDL_GENE(BASE=MOD_STA,STOCKAGE='PLEIN');

MA_RE=PROJ_MATR_BASE(BASE=MOD_STA,NUME_DDL_GENE=NUME_RED,MATR_ASSE=M);
K_RE=PROJ_MATR_BASE(BASE=MOD_STA,NUME_DDL_GENE=NUME_RED,MATR_ASSE=K);

# ON CHOISIT (par exemple)LA MATRICE NORME COMME UNE COMBINAISON DES
# MATRICES REDUITES DE MASSE ET RAIDEUR

G_GUY=COMB_MATR_ASSE(COMB_R=(_F(MATR_ASSE = MA_RE,COEF_R = 1.),
                             _F(MATR_ASSE = K_RE, COEF_R = 1.),),);
```


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

```
## CALCUL DE LA MATRICE DE PROJECTION ENTRE MODELE NUMERIQUE ET EXPERIMENTAL
## (concept corresp_2_mailla)
## METHODE COLLOCATION OBLIGATOIRE POUR CALC_ERC_DYN

MATPROJ = PROJ_CHAMP(METHODE='COLLOCATION',
                     PROJECTION='NON',
                     MODELE_1=MODNUM,
                     MODELE_2=MODEXP);

### CONDITIONNEMENET DES MESURES (concept MODES) SUR LES DDL QUI NOUS
### INTERESSENT
OBS = OBSERVATION( RESULTAT = MODES,
                   MODELE_1 = MODNUM,
                   MODELE_2 = MODEXP,
                   PROJECTION = 'OUI',
                   TOUT_ORDRE = 'OUI',
                   MATR_RIGI = KASEXP,
                   MATR_MASS = MASEXP,
                   NOM_CHAM = 'DEPL',
                   FILTRE = _F( GROUP_MA = 'MESURE',
                                NOM_CHAM = ('DEPL'),
                                DDL_ACTIF = ('DX',),),);

### RESOLUTION DU PROBLEME DE L'ERC

# CHOIX DES FREQUENCES SUR LESQUELLES ON VA RESOUDRE L'ERC:
LFREQ=DEFI_LIST_REEL(VALE=[0.12181191980055407,1.25*0.22507907903927654],);

# CHOIX DES FREQUENCES SUR LESQUELLES
ERC=CALC_ERC_DYN( EVAL_FONCTIONNELLE='OUI',
                  MATR_PROJECTION=MATPROJ,
                  MESURE=OBS,
                  CHAMP_MESURE='DEPL',
                  MATR_MASS=M,
                  MATR_RIGI=K,
                  MATR_NORME=G_GUY,
                  LIST_FREQ=LFREQ,
                  GAMMA=0.5,
                  ALPHA=0.5,
                  INFO=1,
                  SOLVEUR=_F(METHODE='MUMPS',),);
```


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