Macro-commande CALC_SPECTRE_IPM

1 But

Cette macro-commande permet un calcul de post-traitement rapide et efficace pour déterminer les spectres de plancher de tout bâtiment après une analyse dynamique sismique en prenant en compte l'interaction du plancher avec les masses des équipements (*cf.* documentation [R4.05.08]).

Elle peut par exemple être utilisée après un calcul dynamique transitoire d'un bâtiment au séisme, calcul dynamique transitoire sur une base modale réduite, calculée en repère relatif, ou encore à la suite d'une résolution dynamique transitoire non linéaire.

Cette macro-commande exécute successivement :

1) l'extraction de l'accélération relative en un ou plusieurs nœuds du maillage dans le concept résultat (RECU_FONCTION [U4.32.03]) ;
2) la combinaison avec l'accélération de sol pour obtenir l'accélération absolue (CALC_FONCTION [U4.32.04]) ;
3) calcul de la fonction de transfert qui prend en compte l'interaction du plancher et des masses
4) le calcul du spectre de réponse d'accélération avec plusieurs coefficients d'amortissement (CALC_FONCTION [U4.32.04]) ;
5) l'impression des spectres de plancher.

Pour des exemples pratiques de mise en œuvre, le lecteur peut se référer au cas test sdld 109 [V2.01.109] .

La macro-commande produit un concept de type table_sdaster .

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

2 Syntaxe

```
table_sdaster =  CALC_SPECTRE_IPM (
      ◊  MAILLAGE     =  ma                                        [maillage]
      ♦  EQUIPEMENT   = _F   (
                  ♦      NOM                    = floor          [Kn]
                  ## si MAILLAGE renseigné :
                  ♦  GROUP_NO                = l_gno          [l_gr_noeud]
                  ## si MAILLAGE non renseigné :
                  ♦  NOEUD                   = l_no           [l_noeud]

                  ♦  RAPPORT_MASSE_TOTALE    = r_mass         [R],
                  ♦  COEF_MASS_EQUIP         = coef_rap_mas   [l_R],
                  ♦  FREQ_EQUIP              = modes_equip    [l_R],
                  ♦  FREQ_SUPPORT            = freq_support   [R],
                  ♦  AMOR_EQUIP              = amor_equip     [l_R],
                  ♦  AMOR_SUPPORT            = amor_support   [R],
                        )
                )
      ♦  CALCUL       =     /  'ABSOLU'
                            /  'RELATIF'
      ♦  AMOR_SPEC    =   l_amor                                 [l_R]
      ◊  LIST_INST    =   linst                                  [listr8]
      ◊  /  FREQ      =   l_fr                                   [l_R]
         /  LIST_FREQ =   lfreq                                  [listr8]
      ♦  NORME        =     r                                    [R]
      ♦  RESU = _F (
                  ♦     'TABLE'              = tab              [table_sdaster]

      ## si CALCUL ='RELATIF' :
      ♦  ACCE_Z       =  ac_z                                    [fonction]

      ◊  TOLE_INIT    =  1e-3                                    [R]
      ◊  CORR_INIT    =  /  'NON'                                [DEFAULT]
                         /  'OUI'
               )
```


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

3 Opérandes

Le post-traitement classique d'une analyse sismique en dynamique transitoire consiste à procéder aux calculs suivants :

- Le spectre de plancher obtenu à partir des accélérations absolues, pour la direction Z, calculées en un nœud spécifié du maillage (par exemple dans le cas d'un modèle « brochette ») ;
- Trois opérateurs de *Code_Aster* peuvent produire des concepts `resultat` correspondant à des calculs dynamiques transitoires :
  - `DYNA_TRAN_MODAL` [U4.53.21] produit un concept `resu_gene`, incluant les champs d'accélération et de déplacements relatifs. Dans ce cas, on doit ajouter les accélérations de sol pour obtenir les accélérations absolues, nécessaires au calcul du spectre de plancher.
  - `CALC_MISS` [U7.03.12] produit un concept `dyna_trans`, incluant les champs d'accélération et de déplacements absolus. Dans ce cas, les accélérations sont directement employées pour le calcul du spectre de plancher ; inversement, la déduction des déplacements de sol est obligatoire (à lire avec la commande `LIRE_FONCTION` [U4.32.02] depuis un fichier spécifique donné par son unité logique) pour obtenir les déplacements relatifs.
  - `DYNA_NON_LINE` [U4.53.01]. Le traitement est alors le même que pour le point précédent.

Voici un schéma de principe de l'algorithme de calcul de cette macro-commande :

Boucle #1 sur les planchers

- *Récupération des propriétés* `du support et équipements`

Boucle #2 sur les nœuds de plancher

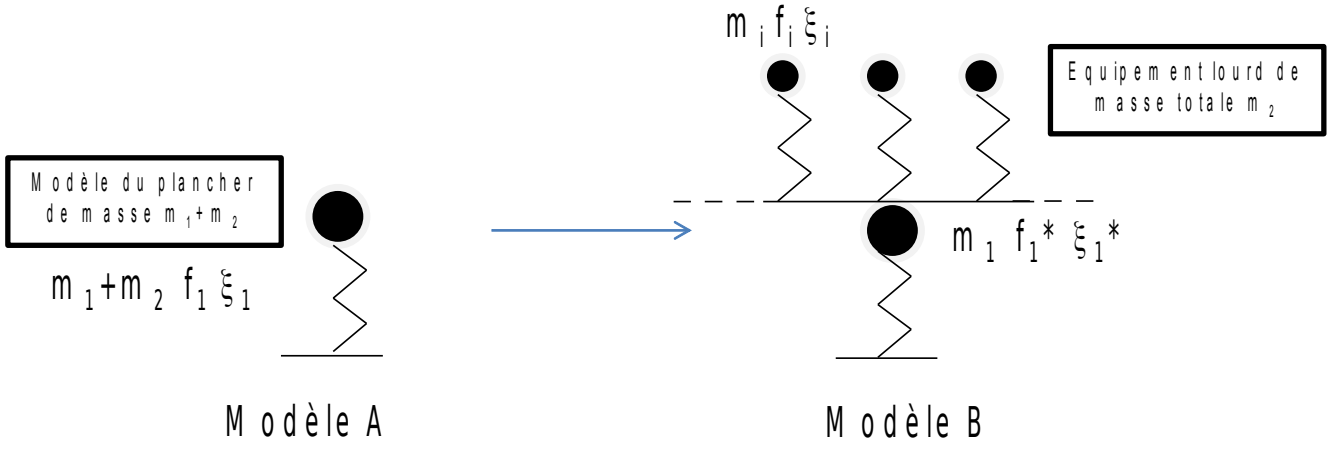
- *Récupération des fonctions accélérations relatives aux nœuds :* `RECU_FONCTION`
- *Si calcul relatif*

  Combinaison ou pas avec la fonction d'accélération du sol : `CALC_FONCTION/COMB`
- *Calcul d* `e la fonction de transfert`
- *Calcul du spectre de réponse, avec des valeurs spécifiées de fréquences et d'amortissement avec* `CALC_FONCTION/SPEC_OSCI`
- *Impression du spectre d'accélération pour chaque nœud :* `IMPR_FONCTION`

Fin de la boucle #2

Fin de la boucle #1

La prise en compte d 'interaction plancher-masse se fait grâce à la transformation de l'accélération mesuré au nœud N par une fonction de transfert. Cette fonction de transfert convertit la réponse d'un modèle A à un modèle B, comme illustré sur la figure ci-dessous. La documentation R4.07.05 donne des explications plus complètes de la méthode et des hypothèses.



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

3.1 Mot-clé MAILLAGE

Ce mot-clé correspond au maillage lu par l'opérateur LIRE_MAILLAGE [U4.21.01].
Ce mot clef est facultatif. La connaissance du maillage est nécessaire seulement dans le cas où l'utilisateur utilise le mot clef simple GROUP_NO du mot clef facteur PLANCHER. En effet comme décrit dans l'algorithme précédent, le traitement est réalisé sur les nœuds et si l'utilisateur donne directement le nom des nœuds présent dans la table le maillage n'est pas nécessaire.

3.2 Mot-clé PLANCHER

Ce mot-clé est obligatoire pour définir les noms des planchers, où les spectres seront calculés. Ces noms seront employés pour sélectionner ou filtrer les paramètres d'affichage dans la structure de table produite par la macro-commande table_sdaster.

3.2.1 Opérande NOM

Cet opérande obligatoire permet de nommer le plancher considéré.

3.2.2 Opérandes NOEUD / GROUP_NO

Ces opérandes permettent de définir les nœuds (individuellement ou par groupes) composants le plancher où les spectres seront calculés. Il est possible de renseigner GROUP_NO si le maillage a été renseigné.

3.2.3 Mot clé RAP_MASS

Il s'agit du rapport des masses des équipements par rapport à la masse du plancher $\lambda = \frac{m_2}{m_1}$. Il est compris entre 0 et 1.

3.2.4 Mot clé RAP_MASS_COEFF

Il s'agit de la liste des rapports des masses individuelles α_i de chaque équipement par rapport à la masse totale des équipement $m_i = \alpha_i m_2$. La somme des coefficients doit être égal à 1.

3.2.5 Mot clé FREQ_SUPP

Ce mot clé définit la fréquence du support f_1 du modèle A.

3.2.6 Mot clé FREQ_EQUI

Ce mot clé définit la liste des fréquences des équipements. f_i .

3.2.7 Mot clé AMOR _SUPP

Ce mot clé définit l'amortissement du support ξ_1 .

3.2.8 Mot clé AMOR _EQUI

Ce mot clé définit la liste des amortissements des équipements ξ_i .

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

3.3 Mot-clé CALCUL

Ce mot-clé obligatoire permet de définir les nature du calcul dynamique transitoire employé pour le post-traitement : dans le repère absolu ('ABSOLU') ou le repère relatif ('RELATIF').

3.4 Opérande AMOR_SPEC

Cet opérande obligatoire permet de définir les valeurs du coefficient d'amortissement réduit employées dans le calcul de la réponse spectrale. Voir également CALC_FONCTION [U4.32.04], mot-clé SPEC_OSCI.

3.5 Opérande LIST_INST

Cet opérande facultatif permet de spécifier la liste, produite par DEFI_LIST_REEL [U4.34.01], définissant tous les pas de temps pour le calcul de dynamique transitoire.

3.6 Opérande FREQ / LIST_FREQ

/ ◊ FREQ = L_FR
/ ◊ LIST_FREQ = LFREQ
Liste de fréquences préalablement définie par un concept listr8.
Cet opérande facultatif permet de définir les valeurs de fréquences, voir aussi CALC_FONCTION [U4.32.04], mot-clé SPEC_OSCI.

3.7 Opérande NORME

♦ NORME = r
Le spectre de réponse sera normalisé par la valeur r (valeur de pseudo-accélération). Les calculs sont faits dans la plupart des cas en Unités du Système International (USI) et les historiques d'accélérations sont souvent donnés en unité m/s^2. Les spectres de réponses sont généralement donnés avec $g=9.81\mathrm{m}/s^2$.
Ainsi, cet opérande obligatoire NORME peut être utilisé comme facteur de conversion d'unités entre les accélérations calculées et le spectre de réponse, voir aussi CALC_FONCTION [U4.32.04], mot-clé SPEC_OSCI.

3.8 Mot-clé RESU

Ce mot-clé obligatoire permet de spécifier les données d'entrée où les accélérations nodales sont extraites .
♦ 'TABLE' = TAB [TABLE_SDASTER]
Le post-traitement est réalisé à partir d'une table contenant les résultats à lire. Typiquement, une table d'observation déduite d'un calcul de dynamique transitoire.

3.8.1 Mot-clé ACCE_Z

♦ ACCE_Z = /AC_Z [FONCTION]
Dans ce cas CALCUL ='RELATIF', l'utilisateur doit fournir la fonction d'accélération de sol, définies sur la même liste d'instants, dans chaque direction d'espace, afin de les combiner avec les accélérations relatives pour calculer les accélérations absolues.

3.9 Opérande TOLE_INIT

◊ TOLE_INIT = 1e-3

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

Cet opérande facultatif permet de spécifier un critère limite pour la valeur initiale des accélérations initiales des signaux. On vérifie que le ratio entre la valeur initiale du signal est le maximum du signal est inférieur à la tolérance définie.

3.10 Opérande CORR_INIT

```
◊   CORR_INIT =     /   'NON'      [DEFAUT]
                    /   'OUI'
```

Cet opérande facultatif permet de corriger la valeur initiale du signal si celle-ci est plus grande que la tolérance donnée.

4 Exemples

L'exemple suivant est extrait du cas test sdld109 [V2.01.109] :

```
tabl_spe = CALC_SPECTRE_IPM(MAILLAGE = MAILLAGE,
                     AMOR_SPEC = 0.05,
                     EQUIPEMENT =(_F(NOM='NOEUD2',
                                   GROUP_NO='N02',
                                RAPPORT_MASSE_TOTALE = lbd,
                                COEF_MASS_EQUIP = (m2_1/m2,m2_2/m2,m2_3/m2),
                                FREQ_EQUIP = (f2_1,f2_2,f2_3),
                                FREQ_SUPPORT  = f1,
                                AMOR_SUPPORT = amor_supp,
                                AMOR_EQUIP = (amor_equi,amor_equi,amor_equi)
                                 ),),
                     LIST_INST = L_INST,
                     CALCUL ='RELATIF',
                     LIST_FREQ = L_FREQ,
                     NORME = 1.,
                     RESU = (_F(TABLE = TAB,
                               ACCE_Z = ACCE,),),
)
```

Dans ce cas-test, on utilise en entrée un résultat obtenu en repère relatif (mono-appui), on doit donc donner le signal d'entraînement nommé ici ACCE .

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