Macro-commande MACRO_MATR_AJOU

1 But

Calculer de façon plus condensée qu'avec CALC_MATR_AJOU des matrices de masse, d'amortissement ou de rigidité ajoutés [R4.07.03]. Les matrices sont induites par un fluide parfait, incompressible, au repos ou en écoulement potentiel, sur une structure en 2D, 2D axisymétrique ou en 3D.

Les termes de ces matrices sont calculés sur la base modale de la structure dans le vide.

On peut également calculer par le lancement de CALC_FORC_AJOU [U4.66.03] les vecteurs des forces ajoutées induites par un mouvement sismique d'entraînement également calculées sur la base modale de la structure dans le vide.

L'intérêt de cette macro-commande est essentiellement de masquer les appels aux opérateurs de thermique linéaire qui calculent les pressions hydrodynamiques provoquées par la vibration de la structure dans le fluide. L'utilisateur ne doit désormais renseigner que les caractéristiques de son domaine fluide et les modes propres en air de la structure, l'opérateur se chargeant de calculer les matrices ajoutées.

Les possibilités de la commande conservent celles de l'opérateur CALC_MATR_AJOU [U4.66.01].

Des exemples d'utilisation de la macro-commande MACRO_MATR_AJOU sont présentés dans le cas-test :

- FDLV101 [V8.01.101],
- FDLV102 [V8.01.102],
- FDLV106 [V8.01.106],
- FDLV108 [V8.01.108],
- FDLV109 [V8.01.109],
- FDLV112 [V8.01.112].

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

2 Syntaxe

```
MACRO_MATR_AJOU

  (  ♦  MAILLAGE            = mailla                        [maillage]
     ♦  GROUP_MA_FLUIDE     = fluide                        [gr_ma]
     ♦  GROUP_MA_INTERF     = interf                        [gr_ma]
     ♦  MODELISATION =   / '3D'
                         / 'PLAN'
                         / 'AXIS'
     ♦  FLUIDE =      _F(    ♦  RHO       = rho            [R]
                             ◊  TOUT      = 'OUI'
                             ◊  GROUP_MA  = grma           [group_ma]
                        )

     ♦  DDL_IMPO =    _F(♦   /  PRES_FLUIDE = pfluide      [R]
                             /  PRES_SORTIE = psortie      [R]
                         ♦   GROUP_NO    = grno         [group_no]
                        )

     ◊  ECOULEMENT = _F(    ♦  VNOR_1       = vnor1       [R]
                            ◊  VNOR_2       = vnor2       [R]
                            ♦  GROUP_MA_1   = grma1       [group_ma]
                            ♦  GROUP_MA_2   = grma2       [group_ma]
                            ◊  POTENTIEL    = phi         [evol_ther]
                        )

     ♦  /  MODE_MECA     =  modes                    [mode_meca]
        /  DEPL_IMPO     =  chamno                   [cham_no_DEPL_R]
        /  MODELE_GENE   =  modgen                   [modele_gene]

      Si MODE_MECA ou MODELE_GENE
        ♦  NUME_DDL_GENE    =  numgen                   [nume_ddl_gene]

      Si DEPL_IMPO
        ◊  NUME_DDL_GENE    =  numgen                   [nume_ddl_gene]

     ◊  DIST_REFE =  /  distance                  [R]
                     /  1.0 D-2                   [DEFAUT]

     ♦  |  MATR_MASS_AJOU   =  massaj             [matr_asse_gene_R]
        |  MATR_RIGI_AJOU   =  rigiaj             [matr_asse_gene_R]
        |  MATR_AMOR_AJOU   =  amoraj             [matr_asse_gene_R]

     ◊  /  MONO_APPUI    = 'OUI'
        /  MODE_STAT     = mode                   [mode_meca]

     ◊  FORC_AJOU = _F( ◊  GROUP_NO  = grno       [l_group_no]
                        ♦  DIRECTION = direction  [l_R]
                        ♦  VECTEUR   = vecteur    [vect_asse_gene]
                    .

     ◊  SOLVEUR = voir [U4.50.01]
     ◊  INFO =    /  1                            [DEFAUT]
                  /  2

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


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

```
        ◊  AVEC_MODE_STAT=  /   'OUI'                  [DEFAUT]
                            /   'NON'
    );
```

Table des matières

Table des Matières

1But....1
2Syntaxe....2
3Opérandes....5
3.1Opérande MAILLAGE....5
3.2Opérande GROUP_MA_FLUIDE....5
3.3Opérande GROUP_MA_INTERF....5
3.4Opérande MODELISATION....5
3.5Mot clé FLUIDE....5
3.5.1Opérande RHO....5
3.5.2Opérandes TOUT / GROUP_MA....5
3.6Mot clé DDL_IMPO....5
3.6.1Opérande GROUP_NO....5
3.6.2Opérande PRES_FLUIDE....6
3.6.3Opérande PRES_SORTIE....6
3.7Mot clé ECOULEMENT....6
3.7.1Opérandes GROUP_MA_1 / GROUP_MA_2....6
3.7.2Opérandes VNOR_1 / VNOR_2....6
3.7.3Opérande POTENTIEL....6
3.8Opérandes MODE_MECA / DEPL_IMPO / MODELE_GENE....6
3.9Opérandes MATR_MASS_AJOU/MATR_AMOR_AJOU/MATR_RIGI_AJOU....7
3.10Opérande DIST_REFE....7
3.11Opérande NOEUD_DOUBLE....8
3.12Opérande AVEC_MODE_STAT....8
3.13Opérande NUME_DDL_GENE....8
3.14Description du mouvement d'entraînement sismique....8
3.14.1Opérande MONO_APPUI....8
3.14.2Excitation multi appuis : opérande MODE_STAT....9
3.15Forces ajoutées dues au mouvement d'entraînement sismique : mot clé FORC_AJOU....9
3.15.1Opérande GROUP_NO....9
3.15.2Opérande DIRECTION....9
3.15.3Opérande VECTEUR....9
3.16Mot clé SOLVEUR....9
3.17Opérande INFO....9

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

4Phase d'exécution....10
5Exemple....10
5.1Exemple 1 : Calcul de la matrice de masse ajoutée d'une structure constituée de deux cylindres concentriques séparés par un fluide incompressible....10
5.2Exemple 2 : cylindre soumis à un écoulement annulaire....12

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

3 Opérandes

3.1 Opérande MAILLAGE

Nom du maillage contenant le domaine fluide et l'interface fluide / structure. Ce maillage peut aussi inclure la structure.

3.2 Opérande GROUP_MA_FLUIDE

♦ GROUP_MA_FLUIDE = fluide

Groupes de mailles (mailles planes en 2D et 2D axisymétrique, mailles volumiques en 3D) représentant le domaine fluide agissant sur la structure étudiée.

3.3 Opérande GROUP_MA_INTERF

♦ GROUP_MA_INTERF = interf

Groupes de mailles représentant l'interface entre le fluide et la structure (mailles planes ou filaires). Il faut souligner que ce groupe de mailles peut être un de ceux utilisés pour modéliser la surface de la structure, notamment si celle-ci est modélisée par des éléments de coque. Il n'est pas toujours nécessaire de créer un groupe de mailles d'interface spécifique avec des mailles à part entière.

3.4 Opérande MODELISATION

Type de modélisation à affecter au domaine fluide et à l'interface fluide/structure. Actuellement, les modélisations 'PLAN' (domaine fluide 2D), '3D' (domaine fluide volumique) et 'AXIS' (domaine fluide axisymétrique) sont les seules autorisées.

3.5 Mot clé FLUIDE

Mot clé facteur où l'on affecte les caractéristiques de matériau fluide. Si la masse volumique du fluide varie sur le domaine fluide, il faut spécifier ces différentes masses volumiques par plusieurs occurrences du mot clé facteur FLUIDE.

3.5.1 Opérande RHO

♦ RHO = rho

Valeur de la masse volumique du fluide à affecter sur les entités topologiques définies ci-dessous.

3.5.2 Opérandes TOUT / GROUP_MA

Groupe de mailles ou totalité du domaine fluide où on affecte la masse volumique RHO.

3.6 Mot clé DDL_IMPO

Mot clé facteur par lequel on spécifie les conditions aux limites du fluide (de type Dirichlet).

3.6.1 Opérande GROUP_NO

Groupes de nœuds où l'on impose les conditions aux limites sur le domaine fluide.

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

3.6.2 Opérande PRES_FLUIDE

Mot clé sous lequel on spécifie la valeur qu'on impose à la pression hydrodynamique (c'est-à-dire la perturbation de pression créée par la vibration de la structure) sur l'entité topologique déterminée ci-dessus. Ce mot clé doit apparaître au moins une fois car il permet de calculer les champs de pression instationnaires générateurs des grandeurs mécaniques ajoutées.

3.6.3 Opérande PRES_SORTIE

Pression de sortie à imposer à un écoulement permanent. Mot clé à employer (dans une occurrence différente du mot clé facteur DDL_IMPO où on a utilisé PRES_FLUIDE) pour spécifier les conditions aux limites sur les grandeurs permanentes à calculer (comme le potentiel des vitesses fluides permanentes caractérisant un écoulement permanent perturbé par les vibrations). Ce mot clé n'est à utiliser que si l'on veut calculer les matrices d'amortissement et de rigidité ajoutées qui requièrent le calcul d'un écoulement permanent supposé potentiel.

3.7 Mot clé ECOULEMENT

Ce mot clé facteur permet de déterminer les conditions aux limites de type Neumann lorsqu'on veut calculer un écoulement permanent supposé potentiel, pour pouvoir calculer amortissement et rigidité ajoutées.

3.7.1 Opérandes GROUP_MA_1 / GROUP_MA_2

Noms des groupes de mailles respectivement d'entrée et de sortie du domaine fluide où on impose des conditions de vitesse normale d'entrée ou de sortie du fluide.

3.7.2 Opérandes VNOR_1 / VNOR_2

Valeurs réelles des vitesses normales du fluide respectivement à l'entrée et à la sortie du domaine fluide.

3.7.3 Opérande POTENTIEL

Nom donné par l'utilisateur au potentiel des vitesses fluides permanentes s'il veut éventuellement le post-traiter.

3.8 Opérandes MODE_MECA / DEPL_IMPO / MODELE_GENE

♦ / MODE_MECA = modes

Modes dynamiques calculés sur le modèle structure. Si on a plusieurs structures non connexes immergées dans un même fluide, pour lesquelles on veut déterminer les matrices ajoutées comprenant les termes de couplage par le fluide, le modèle structure qu'on définit rassemble la totalité des structures immergées. Les modes utilisés par l'opérateur sont les modes calculés pour la structure globale.

/ DEPL_IMPO = chamno

Champs aux nœuds de déplacements affectés sur des groupes de nœuds définissant l'interface fluide/structure. En affectant un tel champ de déplacement sur le(s) groupe(s) de nœuds d'interface grâce à l'opérateur CREA_CHAMP, on peut par exemple simuler facilement des modes de corps rigide des structures. Cet opérande est à utiliser si l'on veut estimer les termes des matrices ajoutées et de couplage pour une géométrie plane **sans faire au préalable de calcul modal** de la structure dans le vide, et qu'on veuille affecter ces termes dans des éléments discrets (modélisation DIS_T). L'opérande INFO doit impérativement être actif pour visualiser les termes calculés.

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

Attention :

*L'utilisation de cet opérande **exclut** celle de l'opérande NUME_DDL_GENE . On ne peut donc pas faire de calcul modal, transitoire ou harmonique en utilisant l'opérande CHAM_NO .*

En effet, pour faire du calcul de modes en eau, il faut avoir une matrice de masse généralisée et une matrice de rigidité généralisée de la structure. Ceci suppose d'avoir fait un calcul modal sur la structure dans le vide (ce qu'on veut précisément éviter).

*Cet opérande ne s'utilise en définitive que pour **évaluer la matrice de masse, de rigidité et d'amortissement ajoutées** , et les utiliser pour coupler des structures de type poutre par des éléments discrets de masse, par exemple.*

/ MODELE_GENE = modgen

Modèle généralisé construit par l'opérateur DEFI_MODELE_GENE [U4.65.02]. Ce mot clé est à utiliser lorsque l'on fait un calcul par sous-structuration dynamique, et que l'on veut calculer la matrice de masse ajoutée couplant l'ensemble des sous-structures. Dans ce cas, les sous-structures peuvent être dans des fichiers de maillage différents, ces fichiers pouvant être eux-mêmes distincts du fichier de maillage fluide. Les sous-structures qui présentent une répétitivité au sein du fluide ne sont à mailler qu'une seule fois, mais on prendra soin au niveau du maillage fluide de mailler toutes les interfaces fluide/structure. De plus, il faut veiller à ce que les nœuds d'interface fluide coïncident au mieux avec les nœuds d'interface de structure, afin de pouvoir recopier, sur la base d'un critère géométrique de proximité, les valeurs du champs de déplacement de structure sur les nœuds d'interface fluide (voir opérande DIST_REFE).

3.9 Opérandes MATR_MASS_AJOU/MATR_AMOR_AJOU/MATR_RIGI_AJOU

Ces mots clés précisent le nom utilisateur des matrices de masse, rigidité ou amortissement ajouté(e) que l'on veut calculer. Il faut au moins un de ces mots clés pour opérer le calcul. Les 3 mots clés peuvent être utilisés simultanément, mais dans le cas de l'utilisation de MATR_AMOR_AJOU ou MATR_RIGI_AJOU, il faut renseigner les mots clés ECOULEMENT et DDL_IMPO avec PRES_SORTIE.

3.10 Opérande DIST_REFE

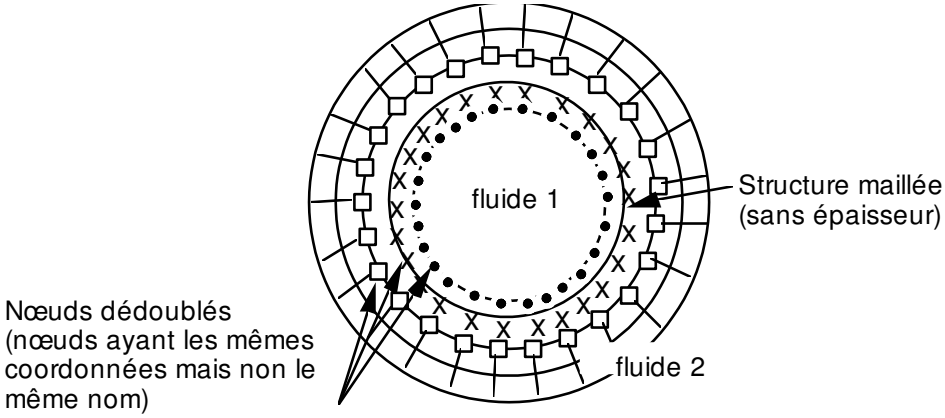
Distance de référence à renseigner lorsqu'on fait un calcul de **masse ajoutée** sur un modèle généralisé. Cette distance est un critère absolu géométrique de proximité destiné à recopier des valeurs de déplacements structuraux dans un domaine fluide, afin d'y résoudre l'équation de Laplace du champ de pression instationnaire. Par défaut, il est égal à 10^{-2}.

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

3.11 Opérande NOEUD_DOUBLE

◊ NOEUD_DOUBLE = 'OUI'

Cet opérande est à utiliser lorsqu'on fait un calcul de **masse ajoutée** à partir d'un modèle généralisé qui comprend une sous-structure maillée par un maillage filaire ou surfacique (*i.e.* sans épaisseur comme poutre ou coque) et entourée par deux fluides. Il faut dans ce cas au niveau du maillage dédoubler les nœuds des interfaces fluides de ceux de la structure, afin de pouvoir calculer le saut de pression hydrodynamique de part et d'autre de la structure (*cf.* figure ci-dessous).



3.12 Opérande AVEC_MODE_STAT

◊ AVEC_MODE_STAT = 'NON'

Cet opérande permet de débrancher le calcul des termes de masse ajoutée sur les modes statiques contenus dans la base modale des sous-structures dans le cas d'un calcul avec un modèle généralisé (*cf.* [§3.8]).

3.13 Opérande NUME_DDL_GENE

◊ NUME_DDL_GENE = numgen

Numérotation généralisée basée sur les modes mécaniques de la structure globale. La présence de cet opérande permet de calculer une matrice de masse ajoutée de type matr_asse_gene_R. Il doit être nécessairement présent si on veut par la suite faire du calcul modal, harmonique ou transitoire.

3.14 Description du mouvement d'entraînement sismique

3.14.1 Opérande MONO_APPUI

♦ / MONO_APPUI = 'OUI'

La structure est excitée uniformément à tous les appuis (mouvement d'entraînement de corps solide).

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

3.14.2 Excitation multi appuis : opérande MODE_STAT

Dans ce cas, les accélérations subies par l'ensemble des points d'ancrage de la structure étudiée ne sont pas forcément identiques et en phase.

/ ♦ MODE_STAT = mode

Modes statiques de la structure : concept de type mode_meca produit par l'opérateur MODE_STATIQUE [U4.52.14] avec l'option DDL_IMPO. Ils correspondent aux 3 ou 6*nb_supports modes statiques où nb_supports est le nombre d'accélérogrammes différents subis par la structure.

Remarque :

Si la structure n'est sollicitée que par des translations, il y a alors 3 nb_supports modes statiques.

3.15 Forces ajoutées dues au mouvement d'entraînement sismique : mot clé FORC_AJOU

3.15.1 Opérande GROUP_NO

♦ GROUP_NO = g_noeu

Groupes de nœuds (g_noeu) de la structure soumis à l'excitation sismique : ces nœuds supportent les ddl des appuis de la structure auxquels sont appliqués les mouvements imposés.

3.15.2 Opérande DIRECTION

♦ DIRECTION = (d1 , d2 , d3 , r1 , r2 , r3)

Composantes d'un vecteur donnant la direction du séisme d'entraînement dans le repère global. C'est une liste de trois réels si les accélérogrammes imposés sont uniquement des translations. Si on impose également des accélérations de rotations, on attend une liste de six réels (valable pour des modélisations avec des éléments discrets).

3.15.3 Opérande VECTEUR

♦ VECTEUR = vecteur [vect_asse_gene]

Nom du vecteur force ajoutée créé par le lancement de l'opérateur CALC_FORC_AJOU [U4.66.03]. Il y autant de vecteurs créés que d'occurrences du mot clé FORC_AJOU.

3.16 Mot clé SOLVEUR

Mot clé facteur précisant la technique de résolution de système linéaire apparaissant ici dans le calcul des champs de pression instationnaires. Voir [U4.50.01].

3.17 Opérande INFO

◊ INFO =

Indique le niveau d'impression des résultats de l'opérateur,

1 : aucune impression,
2 : impression de la partie triangulaire supérieure des matrices de masse ajoutée, amortissement ou rigidité ajoutés.

Présentation en colonne.

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

4 Phase d'exécution

On vérifie que le stockage des matrices ajoutées se fait sur un profil **plein**.

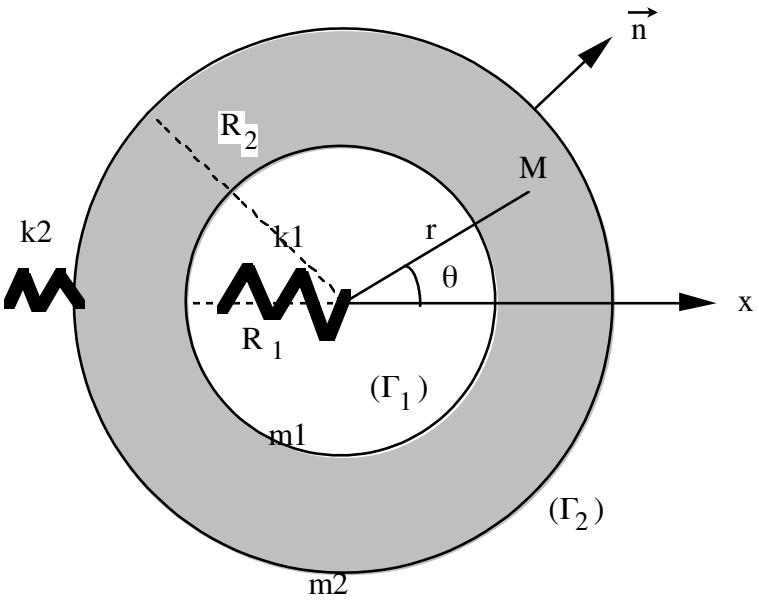
On vérifie que les coefficients d'auto masse ajoutée (termes diagonaux de la matrice) sont bien tous positifs. Dans le cas contraire, un message d'alarme est émis pour que l'utilisateur vérifie l'orientation des normales.

Dans le cas d'un calcul de masse ajoutée sur un modèle généralisé, on informe l'utilisateur sur les recopies de champs de déplacements structuraux dans le fluide (nombre de valeurs recopiées) et on indique comment changer la distance de référence (DIST_REFE).

5 Exemple

5.1 Exemple 1 : Calcul de la matrice de masse ajoutée d'une structure constituée de deux cylindres concentriques séparés par un fluide incompressible

Les cylindres sont supportés chacun par des ressorts. La matrice de masse ajoutée est calculée pour les deux premiers modes de la structure, à savoir les modes de corps rigide de chacun des cylindres dans la direction Ox (*cf.* schéma). On ne va présenter ici que les étapes du fichier de commande, car cet exemple est inspiré du cas-test FDLV101 [V8.01.101]. Pour le détail de la syntaxe des autres opérateurs, l'utilisateur pourra donc se reporter au fichier de commande de ce cas-test.



1) Affectation du modèle structure global (comprenant les deux cylindres et leurs ressorts de supportage).

2) Calcul des modes propres de la structure dans le vide

3) Numérotation généralisée basée sur les modes mécaniques calculés

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

4) Calcul de la matrice de masse ajoutée de type matr_asse_gene_r (opérande NUME_DDL_GENE présent). De ce fait, on peut ensuite calculer les modes propres de la structure "mouillée"

```
MACRO_MATR_AJOU( MAILLAGE = maya ,
                 GROUP_MA_FLUIDE = ' grfluide ' ,
                 GROUP_MA_INTERF = grinter ,
                 MODELISATION = 'PLAN' ,
                 FLUIDE = _F( RHO = rho ,
                              GROUP_MA = 'grtotal' ) ,
                 DDL_IMPO = _F( GROUP_NO = 'noflui' ,
                                PRES_FLUIDE = 0. ) ,
                 MATR_MASS_AJOU = massaj ,
                 MODE_MECA = modes ,
                 NUME_DDL_GENE = numgen ,
                 INFO =1 )
```

5) Calcul des matrices de masse et de raideur généralisées sur la numérotation généralisée basée sur les modes mécaniques calculés numgen. Ces matrices sont de type [matr_asse_gene_r]

6) Calcul de la matrice de masse totale de la structure (matrice de masse généralisée plus matrice de masse ajoutée)

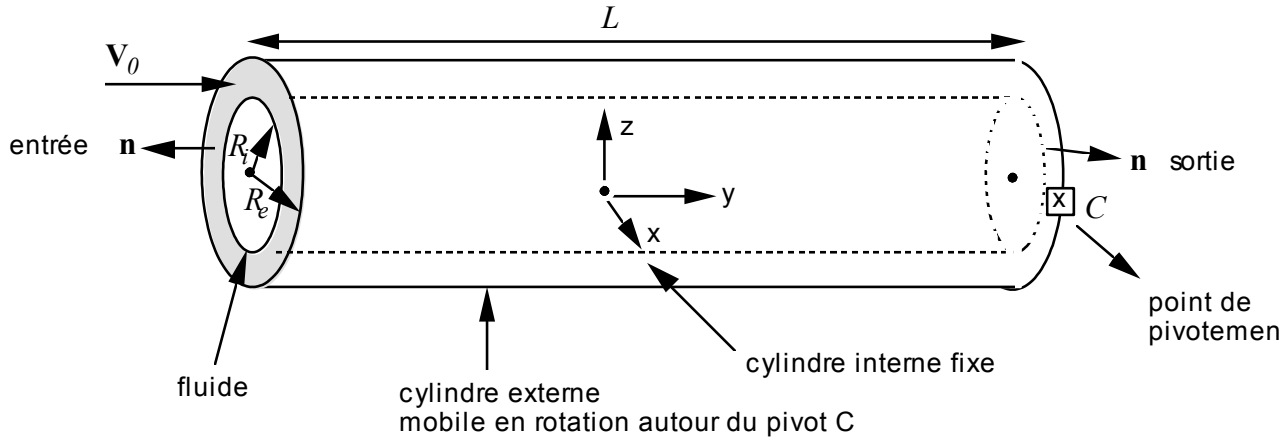
7) Calcul des modes de la structure immergée.

8) Restitution des modes "mouillés" sur base physique.

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

5.2 Exemple 2 : cylindre soumis à un écoulement annulaire

Ce cas (très proche du cas-test FDLV106 [V8.01.106]) met en œuvre le calcul de masse, d'amortissement ajoutés, et de rigidité ajoutée sur une structure cylindrique soumise à un écoulement annulaire qu'on suppose potentiel. On calcule dans un premier temps masse et amortissement ajoutés par l'écoulement sur la structure pour différentes vitesses amont (4 m/s, 4.24 m/s et 6 m/s), ceci sur un modèle 3D pour le fluide et coque pour la structure. La structure a un déplacement de rotation autour d'un pivot situé à l'extrémité aval du cylindre par rapport à l'écoulement .



1) Après avoir modélisé la structure cylindrique et calculé ses modes en air, la commande MACRO_MATR_AJOU permet de calculer la masse, la rigidité et l'amortissement ajoutés par le fluide en écoulement sur cette structure :

```
MACRO_MATR_AJOU ( MAILLAGE = MAYA,
                  GROUP_MA_FLUIDE = 'FLUIDE',
                  GROUP_MA_INTERF = 'INTERFACE',
                  FLUIDE = _F( RHO = 1000.),
                  INFO = 2,
                  MODELISATION = '3D',
                  DDL_IMPO = (
                             _F( GROUP_NO = 'TEMPIMPO', PRES_FLUIDE = 0.),
                             _F( GROUP_NO = 'NOSORT', PRES_SORTIE = 0.)),
                  ECOULEMENT = _F( GROUP_MA_1 = 'ENTREE',
                                   GROUP_MA_2 = 'SORTIE',
                               VNOR_1 = -4.,
                               VNOR_2 =  4.  ),
                  MATR_MASS_AJOU = CO("MASSAJ"),
                  MATR_AMOR_AJOU = CO("AMORAJ"),
                  MATR_RIGI_AJOU = CO("RIGIAJ"),
                  MODE_MECA: = MODES ,
                  NUME_DDL_GENE = NUMGEN ,
                  )
```


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