

## Manuel d'Utilisation

### Fascicule U4.6- : Matrices/Vecteurs élémentaires et assemblage

#### Document : U4.61.01

## Opérateur *CALC\_MATR\_ELEM*

### 1 But

Calculer des matrices élémentaires assemblables par la commande *ASSE\_MATRICE*.

Les options de calculs possibles sont :

```
'AMOR_ACOU', 'MASS_MECA', 'RIGI_FLUI_STRU', 'RIGI_ROTA',  
'AMOR_MECA', 'AMOR_MECA_ABSO', 'MASS_MECA_DIAG', 'RIGI_GEOM', 'RIGI_THER',  
'IMPE_MECA', 'MASS_THER', 'RIGI_MECA', 'MASS_ACOU', 'ONDE_FLUI', 'RIGI_MECA_HYST',  
'MASS_FLUI_STRU', 'RIGI_ACOU', 'RIGI_MECA_LAGR', 'MASS_ID_MDEP_R',  
'MASS_ID_MDNS_R', 'MASS_ID_MTEM_R', 'MASS_ID_MTNS_R'
```

Produit une structure de données de type *matr\_elem\_\**.

## 2    Syntaxe

```

mel     [matr_elem_*] = CALC_MATR_ELEM

         (        /   ♦   OPTION = 'RIGI_MECA' ,
                ♦   |   ♦   MODELE =        mo ,        [modele]
                     ◇   CHAM_MATER =        chmat ,        [cham_mater]
                     ◇   CARA_ELEM =        caract ,        [cara_elem]
                     ◇   MODE_FOURIER =        /   nh ,        [I]
                             /   0 ,        [DEFAULT]
                |   ♦   CHARGE =        l_char ,        [l_char_meca]
                     ◇   INST =        /   tps ,        [R]
                             /   0.0 ,        [DEFAULT]

         /   ♦   OPTION =        'RIGI_MECA_LAGR' ,
                ♦   MODELE =        mo ,        [modele]
                ♦   CHAM_MATER = chmat ,        [cham_mater]
                ◇   CHARGE =        l_char ,        [l_char_meca]
                     ◇   INST =        /   tps ,        [R]
                             /   0.0 ,        [DEFAULT]
                ♦   THETA =        ch_theta ,        [theta_geom]
                ◇   PROPAGATION =  $\alpha$  ,        [R]

         /   ♦   OPTION =        /   'MASS_MECA' ,
                             /   'MASS_MECA_DIAG' ,
                ♦   MODELE =        mo ,        [modele]
                ◇   CHAM_MATER = chmat ,        [cham_mater]
                     ◇   CHARGE =        char ,        [char_meca]
                             ◇   INST =        /   tps ,        [R]
                                     /   0.0 ,        [DEFAULT]
                ◇   CARA_ELEM =        caract ,        [cara_elem]

         /   ♦   OPTION =        /   'MASS_ID_MDEP_R' ,
                             /   'MASS_ID_MDNS_R' ,
                             /   'MASS_ID_MTEM_R' ,
                             /   'MASS_ID_MTNS_R' ,
                ♦   MODELE =        mo ,        [modele]

         /   ♦   OPTION = 'RIGI_GEOM' ,
                ♦   MODELE =        mo ,        [modele]
                ◇   CARA_ELEM =        carac ,        [cara_elem]
                ♦   SIEF_ELGA =        sig ,        [cham_elem]
                ◇   MODE_FOURIER =        /   nh ,        [I]
                             /   0 ,        [DEFAULT]

         /   ♦   OPTION =        'RIGI_ROTA' ,
                ♦   MODELE =        mo ,        [modele]
                ♦   CHAM_MATER = chmat ,        [cham_mater]
                ♦   CHARGE =        l_char ,        [l_char_meca]
                     ◇   INST =        /   tps ,        [R]
                             /   0.0 ,        [DEFAULT]

```

Titre :       Opérateur CALC\_MATR\_ELEM  
Auteur(s) :   J. PELLET

Date :       10/04/07  
Clé :   U4.61.01-I   Page :   3/8

```
/  ♦  OPTION = 'AMOR_MECA' ,  
♦  MODELE = mo, [modele]  
♦  |      CARA_ELEM = carac , [cara_elem]  
♦  |      ♦  RIGI_MECA = rigiel , [matr_elem_DEPL_R]  
♦  |      ♦  MASS_MECA = massel , [matr_elem_DEPL_R]  
♦  CHAM_MATER = chmat, [cham_mater]  
♦  ◇  CHARGE = char, [char_meca]  
♦  ◇  INST = / tps , [R]  
♦  ◇  INST = / 0.0 , [DEFAULT]  
  
/  ♦  OPTION = 'AMOR_MECA_ABSO' , [modele]  
♦  MODELE = mo, [modele]  
♦  |      CARA_ELEM = carac , [cara_elem]  
♦  |      ♦  RIGI_MECA = rigiel , [matr_elem_DEPL_R]  
♦  |      ♦  MASS_MECA = massel , [matr_elem_DEPL_R]  
♦  CHAM_MATER = chmat, [cham_mater]  
♦  ◇  CHARGE = char, [char_meca]  
♦  ◇  INST = / tps , [R]  
♦  ◇  INST = / 0.0 , [DEFAULT]  
  
/  ♦  OPTION = 'RIGI_MECA_HYST' ,  
♦  MODELE = mo,  
♦  CHAM_MATER = chmat, [cham_mater]  
♦  CHARGE = l_char, [l_char_meca]  
♦  ◇  INST = / tps , [R]  
♦  ◇  INST = / 0.0 , [DEFAULT]  
♦  RIGI_MECA = rigiel , [matr_elem_DEPL_R]  
  
/  ♦  OPTION= 'RIGI_THER' ,  
♦  |      ♦  MODELE = mo, [modele]  
♦  |      ♦  CHAM_MATER = chmat, [cham_mater]  
♦  |      ◇  CARA_ELEM = carac, [cara_elem]  
♦  |      ◇  MODE_FOURIER = / nh , [I]  
♦  |      ◇  MODE_FOURIER = / 0 , [DEFAULT]  
♦  |      ♦  CHARGE= lchar, [l_char_ther]  
  
/  ♦  OPTION= 'MASS_THER' ,  
♦  MODELE= mo, [modele]  
♦  CHAM_MATER= chmat , [cham_mater]  
♦  ◇  CARA_ELEM = carac , [cara_elem]  
  
/  ♦  OPTION = 'RIGI_ACOU' , [modele]  
♦  MODELE = mo, [modele]  
♦  CHAM_MATER = chmat, [cham_mater]  
♦  ◇  CHARGE = lchar, [l_char_acou]  
  
/  ♦  OPTION = / 'MASS_ACOU' ,  
♦  / 'AMOR_ACOU' ,  
♦  MODELE = mo, [modele]  
♦  CHAM_MATER= chmat , [cham_mater]  
  
/  ♦  OPTION = 'RIGI_FLUI_STRU' , [modele]  
♦  MODELE = mo, [modele]  
♦  CARA_ELEM = carac , [cara_elem]  
♦  CHAM_MATER= chmat , [cham_mater]  
♦  ◇  CHARGE = l_char, [l_char_meca]  
♦  ◇  INST = / tps , [R]  
♦  ◇  INST = / 0.0 , [DEFAULT]
```

```

/ ♦ OPTION = 'MASS_FLUI_STRU' ,
♦ MODELE = mo, [modele]
♦ CARA_ELEM = carac , [cara_elem]
♦ CHAM_MATER= chmat , [cham_mater]
◇ CHARGE = char, [char_meca]
◇ INST = / tps , [R]
/ 0.0 , [DEFAULT]

/ ♦ OPTION = / 'IMPE_MECA' ,
/ 'ONDE_FLUI' ,
♦ MODELE = mo, [modele]
♦ CHARGE = lchar , [l_char_meca]
♦ CHAM_MATER= chmat , [cham_mater]
)

```

```

Si OPTION 'AMOR_ACOU' alors [*] → PRES_C
'AMOR_MECA' DEPL_R
'AMOR_MECA_ABSO' DEPL_R
'IMPE_MECA' DEPL_R
'MASS_ACOU' PRES_C
'MASS_FLUI_STRU' DEPL_R
'MASS_MECA' DEPL_R
'MASS_MECA_DIAG' DEPL_R
'MASS_THER' TEMP_R
'ONDE_FLUI' DEPL_R
'RIGI_ACOU' PRES_C
'RIGI_FLUI_STRU' DEPL_R
'RIGI_GEOM' DEPL_R
'RIGI_MECA' DEPL_R
'RIGI_MECA_HYST' DEPL_C
'RIGI_MECA_LAGR' DEPL_R
'RIGI_ROTA' DEPL_R
'RIGI_THER' TEMP_R

```

## 3 Opérandes

### 3.1 Opérande OPTION

♦ OPTION =

Le tableau qui suit donne la liste des matrices calculées par une option ainsi que le type d'élément auquel l'option s'applique.

Ce type d'élément est donné soit par le nom du phénomène ayant permis de définir le modèle, soit par le nom de l'opérateur ayant produit le concept *charge*.

Option	Phénomène ou opérateur	Matrice
'AMOR_MECA'	MECANIQUE	Amortissement des éléments calculé par combinaison linéaire de la rigidité et de la masse [U2.06.03] ou par affectation directe pour les éléments discrets.
'AMOR_MECA_ABSO'	MECANIQUE	Amortissement des éléments de frontière absorbante appartenant aux modélisations spécifiques '3D_ABSO' ou 'DP_ABSO' du modèle <i>mo</i> et calculé à partir des caractéristiques mécaniques <i>E</i> , <i>ρ</i> et <i>ν</i> du matériau affecté.
'IMPE_MECA'	MECANIQUE	Impédance acoustique des éléments surfaciques appartenant aux modélisations '3D_FLUIDE' ou '2D_FLUIDE' du modèle <i>mo</i> [U4.53.11].

'MASS_FLUI_STRU' *	MECANIQUE	Masse des éléments du modèle $m_0$ avec prise en compte des fluides externe et interne à la structure et du coefficient de confinement.
'MASS_MECA'	MECANIQUE	Masse des éléments du modèle $m_0$ .
'MASS_MECA_DIAG'	MECANIQUE	Masse (diagonale) des éléments du modèle $m_0$ .
'MASS_ID_MDEF_R'	MECANIQUE	Matrice "identité". Cette matrice peut servir à calculer les valeurs propres et les modes propres d'une autre matrice (par exemple la rigidité pour tester les mouvements de corps solide).  Il y a 4 options différentes adaptées aux 4 possibilités : mécanique + matrice symétrique -> MDEF_R mécanique + matrice non-symétrique -> MDNS_R thermique + matrice symétrique -> MTEM_R thermique + matrice non-symétrique -> MTNS_R
'MASS_ID_MDNS_R'		
'MASS_ID_MTEM_R'		
'MASS_ID_MTNS_R'		
'ONDE_FLUI'	MECANIQUE	Impédance acoustique des éléments surfaciques du modèle $m_0$ appartenant aux modélisations '3D_FLUIDE' et '2D_FLUIDE'.  Cette impédance correspond à l'influence d'une onde incidente harmonique de pression [U4.53.11].
'RIGI_FLUI_STRU' *	MECANIQUE	Rigidité des éléments du modèle $m_0$ avec prise en compte des fluides externe et interne à la structure et du coefficient de confinement.
'RIGI_GEOM'	MECANIQUE	Rigidité géométrique des éléments du modèle $m_0$ .
'RIGI_MECA'	MECANIQUE	Rigidité des éléments du modèle $m_0$ .
	AFFE_CHAR_MECA	Matrice associée aux multiplicateurs de LAGRANGE de $l_{char}$ .
'RIGI_MECA_HYST'	MECANIQUE	Rigidité hystérétique (complexe) calculée par la multiplication par un nombre complexe de la rigidité simple [U2.06.03].
	AFFE_CHAR_MECA	Matrice associée aux multiplicateurs de LAGRANGE de $l_{char}$ .
'RIGI_MECA_LAGR'	MECANIQUE	Rigidité des éléments du modèle $m_0$ "déformé" par un champ $\theta$ [U4.82.03].
	AFFE_CHAR_MECA	Matrice associée aux multiplicateurs de LAGRANGE de $l_{char}$ .
'RIGI_ROTA'	MECANIQUE	Rigidité de rotation des éléments du modèle $m_0$
'MASS_THER'	THERMIQUE	Masse des éléments du modèle $m_0$ .
'RIGI_THER'	THERMIQUE	Rigidité des éléments du modèle $m_0$ .
	AFFE_CHAR_THER	Rigidité provenant des conditions d'échange de $l_{char}$ .
	AFFE_CHAR_THER	Matrice associée aux multiplicateurs de LAGRANGE de $l_{char}$ .
'AMOR_ACOU'	ACOUSTIQUE	Amortissement des éléments du modèle $m_0$ .
'MASS_ACOU'	ACOUSTIQUE	Masse des éléments du modèle $m_0$ .
'RIGI_ACOU'	ACOUSTIQUE	Rigidité des éléments du modèle $m_0$ .
	AFFE_CHAR_ACOU	Matrice associée aux multiplicateurs de LAGRANGE de $l_{char}$ .

Les options marquées \* concernent la résorption du logiciel FLUSTRU :

Ces deux options : 'RIGI\_FLUI\_STRU' et 'MASS\_FLUI\_STRU' permettent de calculer les matrices de masse et rigidité (et donc une base modale) pour une structure de poutre (SEG2) baignée par un fluide externe. La relation de comportement du matériau doit être ELAS\_FLU.

### 3.2 Opérandes MODELE / CHAM\_MATER / CARA\_ELEM

◆ **MODELE =**

Cet opérande sert à indiquer les éléments pour lesquels doivent être effectués les calculs élémentaires : on rappelle que les éléments finis sont pour la plupart définis dans le modèle.

Il y a deux exceptions :

- 1) Les éléments de dualisation des conditions de DIRICHLET, c'est-à-dire les éléments permettant d'imposer des conditions sur les degrés de liberté de déplacement en mécanique, les degrés de liberté de température en thermique et les degrés de liberté de pression en acoustique.
- 2) Les éléments de chargement nodal.

Ces éléments sont définis dans les concepts de type `char_meca`, `char_ther` ou `char_acou`.

On doit donc fournir l'argument `l_char` pour le calcul des matrices élémentaires de rigidité : `RIGI_MECA`, `RIGI_THER`, `RIGI_ACOU`, `RIGI_MECA_HYST` et `RIGI_MECA_LAGR`.

◇ **CHAM\_MATER =**

Nom du champ de matériau où sont définies les caractéristiques des matériaux des éléments.

Cet argument est **presque toujours nécessaire**.

En pratique, on peut s'en passer :

- pour les éléments discrets dont les matrices élémentaires sont définies dans le concept `cara_elem`. Voir `AFFE_CARA_ELEM` [U4.42.01],
- pour le calcul des rigidités dues à la dualisation des conditions aux limites.

◇ **CARA\_ELEM = carac**

Les caractéristiques élémentaires `carac` sont nécessaires s'il existe dans le modèle des éléments de poutre, coque ou des éléments discrets ou si un repère d'anisotropie a été défini sur des éléments massifs (mot clé `MASSIF` de la commande `AFFE_CARA_ELEM`).

### 3.3 Opérande CHARGE et INST

◇ **CHARGE = char**

Cet opérande a plusieurs fonctions distinctes :

- 1) préciser les éléments pour lesquels sont faits les calculs élémentaires de rigidité (conditions de DIRICHLET),
- 2) pour les options de mécanique, préciser un éventuel champ de température lorsque le matériau est une fonction de la température (cf. mot clé `INST`). Dans ce cas, faire attention à ce qu'il n'y ait pas plusieurs températures différentes dans l'argument `l_char`, la température utilisée est alors la première trouvée dans la liste des charges (Cf. `AFFE_CHAR_MECA...`, mot clé `TEMP_CALCULEE` [U4.44.01 § 3.3]),
- 3) pour l'option 'IMPE\_MECA' : donner la valeur de l'impédance acoustique des mailles du bord,
- 4) pour l'option 'ONDE\_FLUI' : donner la valeur de la pression de l'onde incidente,
- 5) pour l'option 'RIGI\_ROTA' : donner la valeur de la rotation imposée au modèle.

**Exemple :**

Si l'on veut distinguer deux concepts `matr_elem` différents pour la même option `RIGI_MECA` :

- un pour les éléments du modèle,
- un pour les éléments de DIRICHLET.

et que le matériau est une fonction de la température, on peut écrire :

```
chtemp      = AFFE_CHAR_MECA      ( TEMP_CALCULEE = temper1 )
chabloc      = AFFE_CHAR_MECA      ( DDL_IMPO = ..... )
melmo        = CALC_MATR_ELEM      ( MODELE = mo ,
                                     OPTION = 'RIGI_MECA' ,
                                     CHAM_MATER = ..... ,
                                     CHARGE = chtemp ,
                                     INST = 1. ,
                                     )
melbloc      = CALC_MATR_ELEM      ( OPTION = 'RIGI_MECA' ,
                                     CHARGE = chabloc ,
                                     )
```

◇ INST = tps

L'argument tps n'est utilisé qu'en thermo-mécanique.

Lorsqu'il existe une température dans l'un des concepts charge, on utilise alors le champ de température éventuellement interpolé à l'instant tps. Ce champ de température peut faire varier les caractéristiques du champ de matériau si le matériau est une fonction de la température ; sinon cet argument est inutile.

### 3.4 Opérande MODE\_FOURIER

◇ MODE\_FOURIER = nh

Entier positif ou nul indiquant l'harmonique de FOURIER sur laquelle on calcule les matrices élémentaires.

Par défaut : nh = 0

### 3.5 Opérande SIEF\_ELGA (option 'RIGI\_GEOM')

◆ SIEF\_ELGA = sig

Le champ de contraintes sig donné pour le calcul de l'option 'RIGI\_GEOM' doit en principe avoir été calculé avec l'option 'SIEF\_ELGA\_DEPL' (champ de contraintes aux points de GAUSS des éléments) (cf. commandes CALC\_CHAM\_ELEM [U4.81.03] ou CALC\_ELEM [U4.81.01]).

La théorie du fambement linéaire suppose en effet une théorie des petits déplacements élastiques.

### 3.6 Opérandes RIGI\_MECA et MASSE\_MECA (options 'AMOR\_MECA' et 'RIGI\_MECA\_HYST')

◆ RIGI\_MECA =

Matrices élémentaires de rigidité (option : 'RIGI\_MECA') nécessaires au calcul des matrices d'amortissement ('AMOR\_MECA') ou de rigidité hystérétique ('RIGI\_MECA\_HYST') voir "Notice d'utilisation de l'amortissement et de la rigidité hystérétique" [U2.06.03].

◇ MASS\_MECA =

Matrices élémentaires de masse (option : 'MASS\_MECA' ou 'MASS\_MECA\_DIAG') nécessaires au calcul des matrices d'amortissement ('AMOR\_MECA').

Titre :           Opérateur CALC\_MATR\_ELEM  
Auteur(s) :     J. PELLET

Clé :    U4.61.01-I           Date :    10/04/07  
Page :   8/8

**Remarque :**

Pour l'option 'RIGI\_MECA\_HYST', le résultat du calcul contiendra en plus de la rigidité hystérétique des éléments du modèle, la "rigidité" des éléments de Lagrange des charges fournies.

## 3.7 Opérandes THETA et PROPAGATION (option 'RIGI\_MECA\_LAGR')

- ♦ THETA = ch\_theta

Ces mots clés ne concernent que la propagation lagrangienne [U4.82.03].

## 4 Exemples de calculs avec CALC\_MATR\_ELEM

### 4.1 Matrice de rigidité géométrique pour le flambement d'EULER

```
rigigeom = CALC_MATR_ELEM (   OPTION = 'RIGI_GEOM' , MODELE = mo ,  
                              CARA_ELEM = carac       , SIEF_ELGA = chsig )
```

### 4.2 Matrice de "masse" en acoustique

```
massacou = CALC_MATR_ELEM (   OPTION = 'MASS_ACOU' , MODELE = mo ,  
                              CHAM_MATER = chmat     , CHARGE = char )
```

### 4.3 Matrice de rigidité des éléments de LAGRANGE en mécanique

```
rigibloc = CALC_MATR_ELEM (   OPTION = 'RIGI_MECA' , CHARGE = ch_bloc )
```