

## ZZZZ101 - Validation des opérateurs AFFE\_CARA\_ELEM et POST\_ELEM

---

### Résumé :

Validation des opérateurs AFFE\_CARA\_ELEM et POST\_ELEM.

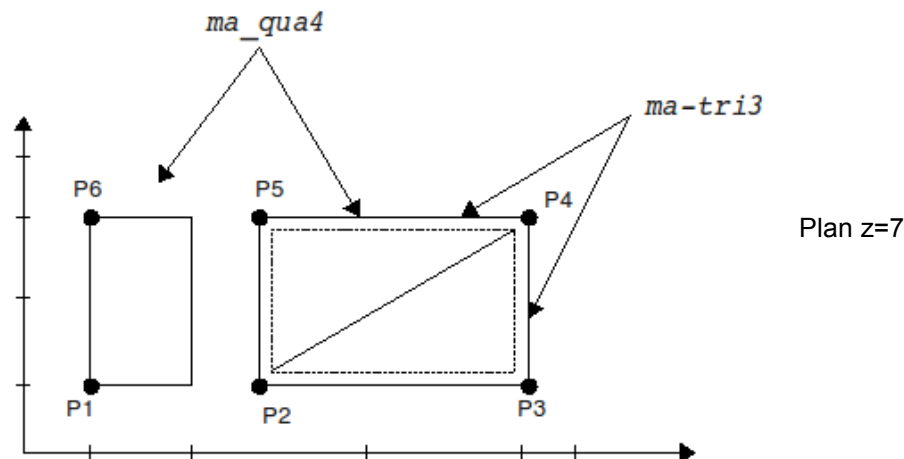
Ce test concerne le calcul de la masse, du centre de gravité et du tenseur d'inertie au centre de gravité pour les modélisations suivantes :

- éléments discrets : DIS\_TR et DIS\_T,
- éléments de barre : BARRE,
- éléments de poutre : POU\_D\_E, POU\_D\_T,
- éléments de coques : DKT, DST, Q4G,
- éléments volumiques : 3D.

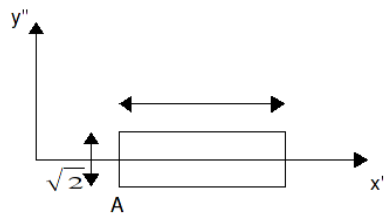
## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie

Maillage dans l'espace 3D ne modélisant aucune structure définie, formé de mailles ponctuelles, linéiques, de plaques, et d'un volume hexaédrique.



Parallélépipède de côté  $1, \sqrt{2}, 7$ .



Suivant  $z''$  : épaisseur 1.

Dans le repère  $(x, y, z)$  le point  $A$  a pour coordonnées  $(1, 0, 0)$ .

On passe du repère  $(x, y, z)$  au repère  $(x'', y'', z'')$  avec les angles d'Euler  $(45^\circ, 45^\circ, 0^\circ)$ .

### 1.2 Propriétés du matériau

$$E = 2.10^{11} \text{ Pa}$$

$$\nu = 0.3$$

$$\rho = 1.5 \text{ kg/m}^3 \text{ (sauf pour les éléments discrets : } \rho = 1.5 \cdot 10^4 \text{ kg/m}^3 \text{)}$$

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

Sans objet (pas de résolution).

### 1.4 Conditions initiales

Sans objet.

## 2 Solution de référence

### 2.1 Méthode de calcul

Masse et centre de gravité :

$$m = \rho \int_v dv = \rho \int_v dx.dy.dz$$
$$x_G = \frac{\int_v x.dv}{m} \quad y_G = \frac{\int_v y.dv}{m} \quad z_G = \frac{\int_v z.dv}{m}$$

Tenseur d'inertie :

$$I_{xx} = \rho \int_v (y^2 + z^2).dv \quad I_{xy} = \rho \int_v x.y.dv$$
$$I_{yy} = \rho \int_v (x^2 + z^2).dv \quad I_{xz} = \rho \int_v x.z.dv$$
$$I_{zz} = \rho \int_v (x^2 + y^2).dv \quad I_{yz} = \rho \int_v y.z.dv$$

### 2.2 Grandeurs et résultats de référence

Masses et inerties pour les différentes modélisations.

### 2.3 Incertitudes sur la solution

Remarque :

| Pour l'un des maillages modélisé en coques, la solution est numérique (non régression).

## 3 Modélisation A

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément DISCRET :

- • modélisation M\_T\_D\_N calcul de la masse et du centre de gravité
- • modélisation M\_T\_N calcul de la masse et du centre de gravité
- • modélisation M\_TR\_D\_N calcul de la masse, du centre de gravité et du tenseur d'inertie + excentrement
- • modélisation M\_TR\_N calcul de la masse, du centre de gravité et du tenseur d'inertie + excentrement
- • modélisation M\_T\_L calcul de la masse et du centre de gravité
- • modélisation M\_TR\_L calcul de la masse et du centre de gravité

Élément BARRE :

- • modélisation BARRE calcul de la masse et du centre de gravité, section générale, section rectangle et section cercle (pleines et creuses)

Élément POUTRE :

- • modélisation POU\_D\_E calcul de la masse, section générale, section rectangle et section cercle (pleines et creuses)
- • modélisation POU\_D\_T calcul de la masse, section générale, section rectangle et section cercle (pleines et creuses)

Élément COQUE :

- • modélisation DKT : calcul de la masse, du centre de gravité et du tenseur d'inertie (triangle et quadrangle)
- • modélisation DST : calcul de la masse, du centre de gravité et du tenseur d'inertie (triangle et quadrangle)
- • modélisation Q4G : calcul de la masse, du centre de gravité et du tenseur d'inertie (triangle et quadrangle)
- • modélisation 3D (HEXA8) calcul de la masse, du centre de gravité et du tenseur d'inertie

### 3.2 Caractéristiques du maillage

Élément DISCRET :

- modélisation M\_T\_D\_N, M\_T\_N, M\_TR\_D\_N, M\_TR\_N : 1 maille POI1
- modélisation M\_T\_L, M\_TR\_L : 1 maille SEG2

Élément BARRE :

- modélisation BARRE : 1 maille SEG2

Élément POUTRE :

- modélisation POU\_D\_E, POU\_D\_T : 1 maille SEG2

Élément COQUE :

- modélisation DKT, DST, Q4G : 5 mailles TRIA3 et QUAD4  
2 mailles TRIA3 (maillage irrégulier 2 mailles QUAD4)

Élément 3D :

1 maille HEXA8

## 3.3 Grandeurs testées et résultats

| Modélisation | Maillage | AFFE_CARA_ELEM            | Identification | Référence   | Écart % |
|--------------|----------|---------------------------|----------------|-------------|---------|
| DIS_T        | 1 POI1   | M_T_D_N                   | MASSE          | 5,16E+001   | 0       |
|              |          |                           | CDG_X          | 1,00E+000   | 0       |
|              |          |                           | CDG_Y          | 1,00E+000   | 0       |
|              |          |                           | CDG_Z          | 7,00E+000   | 0       |
| DIS_T        | 1 POI1   | M_T_N                     | MASSE          | 5,16E+001   | 0       |
|              |          |                           | CDG_X          | 1,00E+000   | 0       |
|              |          |                           | CDG_Y          | 1,00E+000   | 0       |
|              |          |                           | CDG_Z          | 7,00E+000   | 0       |
| DIS_TR       | 1 POI1   | M_TR_D_N                  | MASSE          | 5,16E+001   | 0       |
|              |          |                           | CDG_X          | 1,00E+000   | 0       |
|              |          |                           | CDG_Y          | 1,00E+000   | 0       |
|              |          |                           | CDG_Z          | 7,00E+000   | 0       |
|              |          |                           | IX_G           | 6.9815E-04  | 0       |
|              |          |                           | IY_G           | 5.2962E-04  | 0       |
|              |          |                           | IZ_G           | 2.7170E-04  | 0       |
|              |          |                           | IXY_G          | -1.0317E-04 | 0       |
|              |          |                           | IXZ_G          | -1.5476E-04 | 0       |
|              |          |                           | IYZ_G          | -3.0951E-04 | 0       |
| DIS_TR       | 1 POI1   | M_TR_N                    | MASSE          | 5,16E+001   | -0.01   |
|              |          |                           | CDG_X          | 1,00E+000   | 0       |
|              |          |                           | CDG_Y          | 1,00E+000   | 0       |
|              |          |                           | CDG_Z          | 7,00E+000   | 0       |
|              |          |                           | IX_G           | 6.9815E-04  | -0.006  |
|              |          |                           | IY_G           | 5.2962E-04  | -0.004  |
|              |          |                           | IZ_G           | 2.7170E-04  | 0       |
|              |          |                           | IXY_G          | -1.0317E-04 | 0,03    |
|              |          |                           | IXZ_G          | -1.5476E-04 | 0,03    |
|              |          |                           | IYZ_G          | -3.0951E-04 | -0.003  |
| DIS_T        | 1 SEG2   | M_T_L                     | MASSE          | 2,00E+000   | 0       |
|              |          |                           | CDG_X          | 1,50E+000   | 0       |
|              |          |                           | CDG_Y          | 1,00E+000   | 0       |
|              |          |                           | CDG_Z          | 7,00E+000   | 0       |
| DIS_TR       | 1 SEG2   | M_TR_L                    | MASSE          | 5,16E+001   | 0       |
|              |          |                           | CDG_X          | 1,50E+000   | 0       |
|              |          |                           | CDG_Y          | 1,00E+000   | 0       |
|              |          |                           | CDG_Z          | 7,00E+000   | 0       |
| BARRE        | 1 SEG2   | section : générale        | MASSE          | 6,66E+000   | 0       |
|              |          |                           | CDG_X          | 3,00E+000   | 0       |
|              |          |                           | CDG_Y          | 2,00E+000   | 0       |
|              |          |                           | CDG_Z          | 7,00E+000   | 0       |
|              | 1 SEG2   | section : carré plein     | MASSE          | 4,24E+000   | 0       |
|              | 1 SEG2   | section : carré creux     | MASSE          | 8.0610E-01  | 0       |
|              | 1 SEG2   | section : rectangle creux | MASSE          | 1,09E+000   | 0       |
|              | 1 SEG2   | section : cercle plein    | MASSE          | 1,33E+001   | 0       |
|              | 1 SEG2   | section : cercle creux    | MASSE          | 7.8772E-01  | 0       |
| POU_D_E      | 1 SEG2   | section : générale        | MASSE          | 6,66E+000   | 0       |
|              |          |                           | CDG_X          | 3,00E+000   | 0       |
|              |          |                           | CDG_Y          | 2,00E+000   | 0       |
|              |          |                           | CDG_Z          | 7,00E+000   | 0       |
|              | 1 SEG2   | section : carré plein     | MASSE          | 4,24E+000   | 0       |
|              | 1 SEG2   | section : carré creux     | MASSE          | 8.0610E-01  | 0       |
|              | 1 SEG2   | section : rectangle creux | MASSE          | 1,09E+000   | 0       |

| Modélisation | Maillage | AFFE_CARA_ELEM         | Identification            | Référence  | Écart %    |   |
|--------------|----------|------------------------|---------------------------|------------|------------|---|
| POU_D_T      | 1        | SEG2                   | section : cercle plein    | MASSE      | 1,33E+001  | 0 |
|              | 1        | SEG2                   | section : cercle creux    | MASSE      | 7.8772E-01 | 0 |
|              | 1        | SEG2                   | section : générale        | MASSE      | 6,66E+000  | 0 |
|              |          |                        | CDG_X                     | 3,00E+000  | 0          | 0 |
|              |          |                        | CDG_Y                     | 2,00E+000  | 0          | 0 |
|              |          |                        | CDG_Z                     | 7,00E+000  | 0          | 0 |
|              | 1        | SEG2                   | section : carré plein     | MASSE      | 4,24E+000  | 0 |
|              | 1        | SEG2                   | section : carré creux     | MASSE      | 8.0610E-01 | 0 |
|              | 1        | SEG2                   | section : rectangle creux | MASSE      | 1,09E+000  | 0 |
|              | 1        | SEG2                   | section : cercle plein    | MASSE      | 1,33E+001  | 0 |
| 1            | SEG2     | section : cercle creux | MASSE                     | 7.8772E-01 | 0          |   |
| DKT          | 2        | TRIA3                  | épaisseur                 | MASSE      | 1.8000E-01 | 0 |
|              |          |                        | CDG_X                     | 3,00E+000  | 0          | 0 |
|              |          |                        | CDG_Y                     | 2,00E+000  | 0          | 0 |
|              |          |                        | CDG_Z                     | 7,00E+000  | 0          | 0 |
|              |          |                        | IX_G                      | 6.0020E-02 | -0.011     |   |
|              |          |                        | IY_G                      | 6.0020E-02 | -0.011     |   |
|              |          |                        | IZ_G                      | 1.2000E-01 | 0          |   |
| DKT          | 2        | QUAD4                  | épaisseur                 | MASSE      | 2.7000E-01 | 0 |
|              |          |                        | CDG_X                     | 2,50E+000  | 0          | 0 |
|              |          |                        | CDG_Y                     | 2,00E+000  | 0          | 0 |
|              |          |                        | CDG_Z                     | 7,00E+000  | 0          | 0 |
|              |          |                        | IX_G                      | 9.0020E-02 | 0          |   |
|              |          |                        | IY_G                      | 2.0252E-01 | 0          |   |
|              |          |                        | IZ_G                      | 2.9250E-01 | 0          |   |
| DST          | 2        | TRIA3                  | épaisseur                 | MASSE      | 1.8000E-01 | 0 |
|              |          |                        | CDG_X                     | 3,00E+000  | 0          | 0 |
|              |          |                        | CDG_Y                     | 2,00E+000  | 0          | 0 |
|              |          |                        | CDG_Z                     | 7,00E+000  | 0          | 0 |
|              |          |                        | IX_G                      | 6.0020E-02 | -0.011     |   |
|              |          |                        | IY_G                      | 6.0020E-02 | -0.011     |   |
|              |          |                        | IZ_G                      | 1.2000E-01 | 0          |   |
| DSQ          | 2        | QUAD4                  | épaisseur                 | MASSE      | 2.7000E-01 | 0 |
|              |          |                        | CDG_X                     | 2,50E+000  | 0          | 0 |
|              |          |                        | CDG_Y                     | 2,00E+000  | 0          | 0 |
|              |          |                        | CDG_Z                     | 7,00E+000  | 0          | 0 |
|              |          |                        | IX_G                      | 9.0020E-02 | 0          |   |
|              |          |                        | IY_G                      | 2.0252E-01 | 0          |   |
|              |          |                        | IZ_G                      | 2.9250E-01 | 0          |   |
|              |          |                        | IX_P                      | 7,11E+000  | 0          |   |
|              |          |                        | IY_P                      | 7,56E+000  | 0          |   |
|              |          |                        | IZ_P                      | 1,17E+000  | 0          |   |
| Q4G          | 2        | QUAD4                  | épaisseur                 | MASSE      | 2.7000E-01 | 0 |
|              |          |                        | CDG_X                     | 2,50E+000  | 0          | 0 |
|              |          |                        | CDG_Y                     | 2,00E+000  | 0          | 0 |
|              |          |                        | CDG_Z                     | 7,00E+000  | 0          | 0 |
|              |          |                        | IX_G                      | 9.0020E-02 | 0          |   |
|              |          |                        | IY_G                      | 2.0252E-01 | 0          |   |
|              |          |                        | IZ_G                      | 2.9250E-01 | 0          |   |
| T3G          | 2        | TRIA3                  | épaisseur                 | MASSE      | 2.7000E-01 | 0 |
|              |          |                        | CDG_X                     | 2.50E+000  | 0          | 0 |
|              |          |                        | CDG_Y                     | 2.00E+000  | 0          | 0 |
|              |          |                        | CDG_Z                     | 7.00E+000  | 0          | 0 |
|              |          |                        | IX_G                      | 9.0020E-02 | 0          |   |

| Modélisation | Maillage           | AFFE_CARA_ELEM | Identification | Référence  | Écart % |
|--------------|--------------------|----------------|----------------|------------|---------|
|              |                    |                | IY_G           | 2.0252E-01 | 0       |
|              |                    |                | IZ_G           | 2.9250E-01 | 0       |
| DKT          | 3 TRIA3<br>2 QUAD4 |                | MASSE          | 3,90E+002  | 0       |
|              |                    |                | CDG_X          | 8,5000E-01 | 0       |
|              |                    |                | CDG_Y          | 1,47E+000  | 0       |
|              |                    |                | CDG_Z          | 1,90E+000  | 0       |
|              |                    |                | IX_PRIN_G      | 3,25E+001  | 0,01    |
|              |                    |                | IY_PRIN_G      | 8,13E+002  | 0       |
|              |                    |                | IZ_PRIN_G      | 8,45E+002  | 0       |
|              |                    |                | ALPHA          | 6,00E+001  | 0       |
|              |                    |                | GAMMA          | 9,00E+001  | 0       |
| DST          | 3 TRIA3<br>2 QUAD4 |                | MASSE          | 3,90E+002  | 0       |
|              |                    |                | CDG_X          | 8,5000E-01 | 0       |
|              |                    |                | CDG_Y          | 1,47E+000  | 0       |
|              |                    |                | CDG_Z          | 1,90E+000  | 0       |
|              |                    |                | IX_PRIN_G      | 3,25E+001  | 0,01    |
|              |                    |                | IY_PRIN_G      | 8,13E+002  | 0       |
|              |                    |                | IZ_PRIN_G      | 8,45E+002  | 0       |
|              |                    |                | ALPHA          | 6,00E+001  | 0       |
|              |                    |                | GAMMA          | 9,00E+001  | 0       |
| Q4G          | 3 TRIA3<br>2 QUAD4 |                | MASSE          | 3,90E+002  | 0       |
|              |                    |                | CDG_X          | 8,5000E-01 | 0       |
|              |                    |                | CDG_Y          | 1,47E+000  | 0       |
|              |                    |                | CDG_Z          | 1,90E+000  | 0       |
|              |                    |                | IX_PRIN_G      | 3,25E+001  | 0,01    |
|              |                    |                | IY_PRIN_G      | 8,13E+002  | 0       |
|              |                    |                | IZ_PRIN_G      | 8,45E+002  | 0       |
|              |                    |                | ALPHA          | 6,00E+001  | 0       |
|              |                    |                | GAMMA          | 9,00E+001  | 0       |
| 3D           | 1 HEXA8            |                | MASSE          | 7,80E+004  | 0       |
|              |                    |                | CDG_X          | 2,49E+000  | 0       |
|              |                    |                | CDG_Y          | 2,49E+000  | 0       |
|              |                    |                | CDG_Z          | 2,20E+000  | 0       |
|              |                    |                | IX_PRIN_G      | 1,95E+004  | 0       |
|              |                    |                | IY_PRIN_G      | 3,32E+005  | 0       |
|              |                    |                | IZ_PRIN_G      | 3,38E+005  | 0       |
|              |                    |                | ALPHA          | 4,50E+001  | 0       |

Toutes les valeurs testées sont exactes.

---

## 4 Synthèse des résultats

---

Les résultats sont égaux aux solutions de référence et permettent de valider le mot clé `MASS_INER` de `POST_ELEM`.