

ZZZZ101 - Validation des opérateurs AFFE_CARA_ELEM et POST_ELEM

Résumé :

Validation des opérateurs AFFE_CARA_ELEM et POST_ELEM.

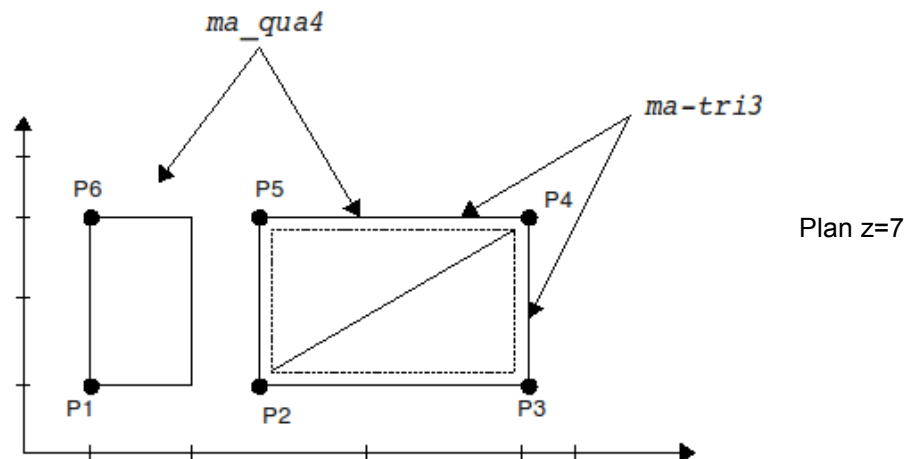
Ce test concerne le calcul de la masse, du centre de gravité et du tenseur d'inertie au centre de gravité pour les modélisations suivantes :

- 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.

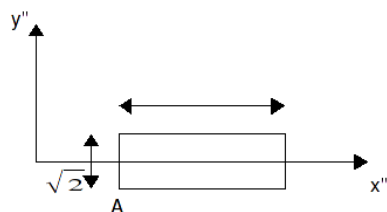
1 Problème de référence

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.



Parallépipède 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

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

$$\nu = 0.3$$

$$\rho = 1.5 \text{ kg/m}^3 \text{ (sauf pour les éléments discrets : } \rho = 1.510^4 \text{ kg/m}^3 \text{)}$$

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 |
| 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 |
| | | | 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 % |
|--------------|----------|---------------------------|----------------|------------|---------|
| | 1 SEG2 | section : cercle plein | MASSE | 1,33E+001 | 0 |
| | 1 SEG2 | section : cercle creux | MASSE | 7.8772E-01 | 0 |
| POU_D_T | 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 |
| DKT | 2 TRIA3 | épaisseur | MASSE | 1.8000E-01 | 0 |
| | | | CDG_X | 3,00E+000 | 0 |
| | | | CDG_Y | 2,00E+000 | 0 |
| | | | CDG_Z | 7,00E+000 | 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 |
| | | | CDG_Y | 2,00E+000 | 0 |
| | | | CDG_Z | 7,00E+000 | 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 |
| | | | CDG_Y | 2,00E+000 | 0 |
| | | | CDG_Z | 7,00E+000 | 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 |
| | | | CDG_Y | 2,00E+000 | 0 |
| | | | CDG_Z | 7,00E+000 | 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 |
| | | | CDG_Y | 2,00E+000 | 0 |
| | | | CDG_Z | 7,00E+000 | 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 |
| | | | CDG_Y | 2.00E+000 | 0 |
| | | | CDG_Z | 7.00E+000 | 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 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 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 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`.