

## SSLV114 - Mouvements de corps solide 2D et 3D

---

### Résumé :

Ce test valide (en 2D et 3D) le mot clé `LIAISON_SOLIDE` de la commande `AFFE_CHAR_MECA`.

Ce mot clé sert à rigidifier un ensemble de nœuds par des relations linéaires exprimant que les déplacements des nœuds "rigidifiés" sont liés entre eux par l'équation :

$$U(M) = U(A) + \Omega(A) \wedge AM$$

Cette équation n'est valable qu'en petits déplacements.

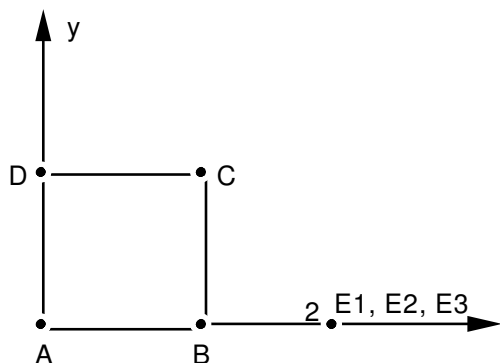
Le problème teste le 2D et le 3D ainsi que les cas particuliers :

- nœuds confondus géométriquement (2D et 3D),
- nœuds alignés (en 3D).

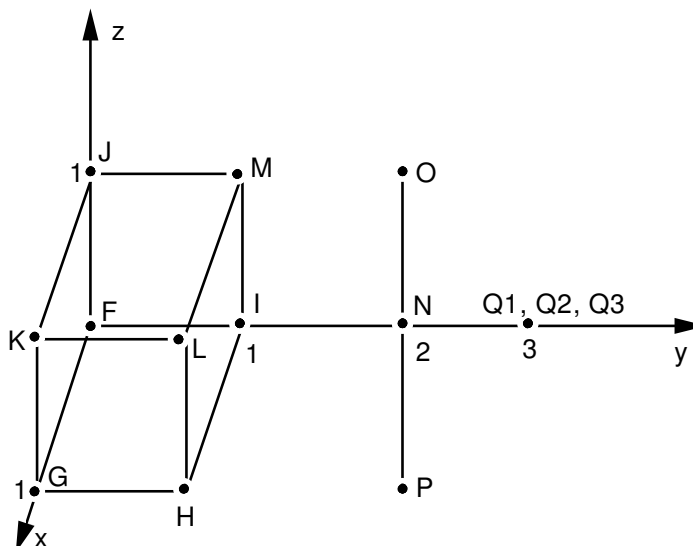
## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie

Problème 2D



Problème 3D



### 1.2 Propriétés de matériaux

$$E = 0$$

$$\nu = 0$$

Les éléments finis présents dans ce problème ne servent qu'à définir les degrés de liberté portés par les nœuds. Leur rigidité doit être nulle.

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

Dans ce problème, on définit des groupes de nœuds "solides" :

- en 2D :
  - $A, B, C, D$
  - $E1, E2, E3$
- en 3D :
  - $F, G, H, I, J, K, L, M$
  - $O, N, P$
  - $Q1, Q2, Q3$

Pour chacun de ces groupes de nœuds, on impose des déplacements partiels de façon à ce que les "solides" se déplacent en respectant :

$$\text{En 2D : } \begin{cases} \textit{translation} & : T(A) = T(E1) = \begin{pmatrix} 2. \\ 3. \end{pmatrix} \\ \textit{rotation} & : \theta(A) = \theta(E1) = 0.01 \end{cases}$$

$$\text{En 3D : } \left\{ \begin{array}{l} \text{translation} : T(F)=T(N)=T(QI)=\begin{pmatrix} 2. \\ 3. \\ 4. \end{pmatrix} \\ \text{rotation} : \theta(F)=\theta(N)=\theta(QI)=\begin{pmatrix} 0.001 \\ 0.002 \\ 0.003 \end{pmatrix} \end{array} \right.$$

Les déplacements imposés choisis pour conduire aux déplacements "solide" recherchés sont :

$$\begin{array}{ll} \text{2D} & \begin{array}{ll} DX(A)=2. & DX(EI)=2. \\ DY(A)=3. & DY(EI)=3. \\ DY(B)=3.001 & (+ DRZ(EI)=0.001 \text{ pour la modélisation B}) \end{array} \\ \text{3D} & \begin{array}{l} DX(F, N, QI)=2. \\ DY(F, N, QI)=3. \\ DZ(F, N, QI)=4. \\ \\ DY(J, O)=2.002 \\ DY(J, O)=2.999 \\ \\ DX(I)=1.997 \\ \\ + DRZ(N)=0.003 \quad \text{pour la modélisation B} \\ DRX(QI)=0.001 \\ DRY(QI)=0.002 \\ DRZ(QI)=0.003 \end{array} \end{array}$$

## 2 Solution de référence

---

### 2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

Le mouvement des "solides" étant imposé, la solution de référence (en déplacement) est le mouvement imposé.

La solution de référence est donc exacte (en petites rotations).

### 2.2 Résultats de référence

$$\begin{aligned} \text{En 2D : } U(C) &= \begin{pmatrix} 1.999 \\ 3.001 \end{pmatrix} & U(E2) &= \begin{pmatrix} 2. \\ 3. \end{pmatrix} \\ \text{En 3D : } U(L) &= \begin{pmatrix} 1.999 \\ 3.002 \\ 3.999 \end{pmatrix} & U(P) &= \begin{pmatrix} 1.998 \\ 3.001 \\ 4.000 \end{pmatrix} & U(Q3) &= \begin{pmatrix} 2. \\ 3. \\ 4. \end{pmatrix} \end{aligned}$$

### 2.3 Incertitude sur la solution

Solution exacte.

## 3 Modélisation A

---

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

Les éléments finis affectés sur les mailles du maillage sont ceux des modélisations D\_PLAN et 3D. Les degrés de liberté portés par les nœuds sont donc :

$DX$ ,  $DY$  en 2D,

$DX$ ,  $DY$ ,  $DZ$  en 3D

### 3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 21

Nombre de mailles et types : 1 QUAD4, 1 HEXA8, 8 SEG2

### 3.3 Valeurs testées

	Identification	Référence
	$DX(C)$	1.999
	$DY(C)$	3.001
2D	$DX(E2)$	2.000
	$DY(E2)$	3.000
	$DX(L)$	1.999
3D	$DY(L)$	3.002
	$DZ(L)$	3.999
	$DX(P)$	1.998
	$DY(P)$	3.001
	$DZ(P)$	4.000
	$DX(Q3)$	2.000
	$DY(Q3)$	3.000
	$DZ(Q3)$	4.000

## 4 Modélisation B

---

### 4.1 Caractéristiques de la modélisation

Les éléments finis affectés sur les mailles du maillage sont ceux des modélisations D\_PLAN, COQUE\_AXIS, 3D et POU\_D\_E.

- les nœuds 2D portent les degrés de liberté  $DX$ ,  $DY$  (+  $DRZ$  pour  $B$  et  $E1$ ),
- les nœuds 3D portent les degrés de liberté  $DX$ ,  $DY$ ,  $DZ$  (+  $DRX$ ,  $DRY$ ,  $DRZ$  pour  $I$ ,  $N$  et  $Q1$ ).

### 4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 21

Nombre de mailles et types : 1 QUAD4, 1 HEXA8, 10 SEG2

### 4.3 Valeurs testées

	Identification	Référence
	$DX(C)$	1.999
	$DY(C)$	3.001
2D	$DX(E2)$	2.000
	$DY(E2)$	3.000
	$DX(L)$	1.999
3D	$DY(L)$	3.002
	$DZ(L)$	3.999
	$DX(P)$	1.998
	$DY(P)$	3.001
	$DZ(P)$	4.000
	$DX(Q3)$	2.000
	$DY(Q3)$	3.000
	$DZ(Q3)$	4.000

## 5 Synthèse des résultats

---

Les résultats sont excellents (  $\varepsilon \leq 10^{-12}$  ).