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 :

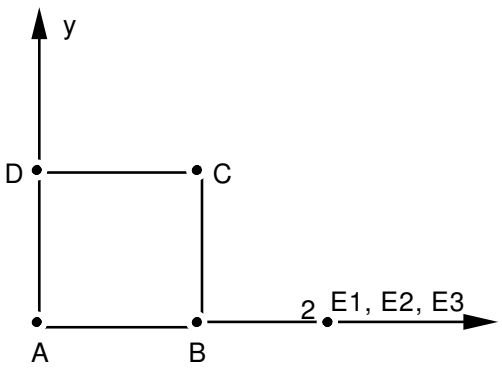
- nœuds confondus géométriquement (2D et 3D),
- nœuds alignés (en 3D).

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

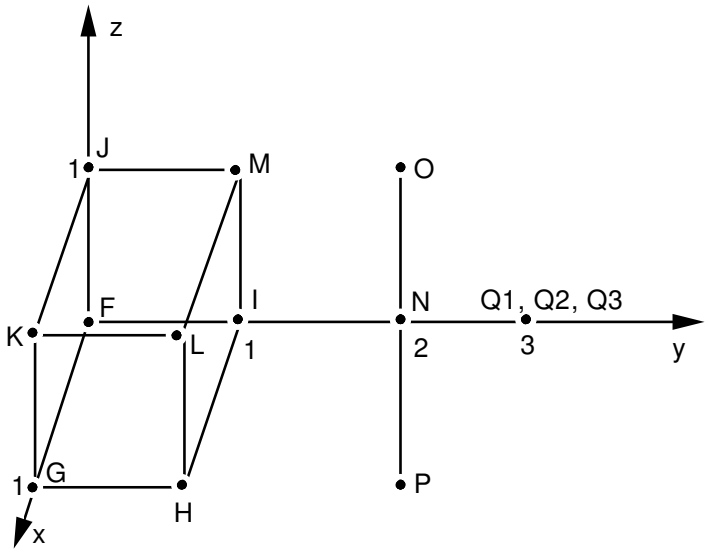
1 Problème de référence

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 :

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

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

En 3D :
$$\begin{cases} translation & : \quad T(F)=T(N)=T(Q1)=\begin{pmatrix}2.\\3.\\4.\end{pmatrix} \\ rotation & : \quad \theta(F)=\theta(N)=\theta(Q1)=\begin{pmatrix}0.001\\0.002\\0.003\end{pmatrix} \end{cases}$$

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

2D
$DX(A)=2.$ $DX(E1)=2.$
$DY(A)=3.$ $DY(E1)=3.$
$DY(B)=3.001$ (+ $DRZ(E1)=0.001$ pour la modélisation B)

3D
$DX(F,N,Q1)=2.$
$DY(F,N,Q1)=3.$
$DZ(F,N,Q1)=4.$

$DY(J,O)=2.002$
$DY(J,O)=2.999$

$DX(I)=1.997$

\+ $DRZ(N)=0.003$ pour la modélisation B
$DRX(Q1)=0.001$
$DRY(Q1)=0.002$
$DRZ(Q1)=0.003$

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

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

En 2D : $U(C)=\begin{pmatrix}1.999\\3.001\end{pmatrix}$ $U(E2)=\begin{pmatrix}2.\\3.\end{pmatrix}$

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

2.3 Incertitude sur la solution

Solution exacte.

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

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
2D	$DX(C)$	1.999
	$DY(C)$	3.001
	$DX(E2)$	2.000
	$DY(E2)$	3.000
3D	$DX(L)$	1.999
	$DY(L)$	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

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

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
2D	$DX(C)$	1.999
	$DY(C)$	3.001
	$DX(E2)$	2.000
	$DY(E2)$	3.000
3D	$DX(L)$	1.999
	$DY(L)$	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

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

5 Synthèse des résultats

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

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