

Titre : SSNV128 - Plaque avec contact et frottement sur un plan rigide
Auteur(s) : M. KHAM, M. TORKHANI

Date : 04/05/06
Clé : V6.04.128-D Page : 1/40

Organisme(s) : EDF-R&D/AMA

Manuel de Validation

Fascicule V6.04 : Statique non linéaire des structures volumiques

Document V6.04.128

SSNV128 - Plaque avec contact et frottement sur un plan rigide

Résumé :

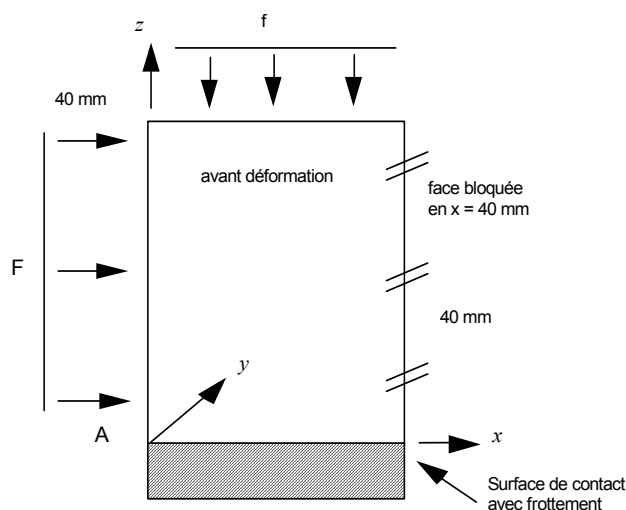
Ce problème correspond à une analyse quasi-statique d'un problème de mécanique avec contact et frottement. Une plaque carrée est soumise à des forces de pression et est comprimée sur 1 plan indéformable où elle subit des forces de contact et de frottement. Ce test s'appuie sur des résultats 2D proposés par le GRECO en grandes déformations.

Ce test comporte 18 modélisations permettant de tester :

- les modélisations 2D (QUAD4, QUAD8, TRIA3 et TRIA6) et les modélisations 3D (HEXA8, HEXA20, HEXA27, PENTA6, PENTA15, TETRA4 et TETRA10),
- les méthodes de traitement du contact avec frottement 'LAGRANGIEN', 'PENALISATION' et 'CONTINUE' pour la commande CONTACT,
- la réactualisation géométrique : 'AUTOMATIQUE', 'CONTROLE' ou 'SANS',
- l'appariement 'NODAL' ou 'MAIT_ESCL',
- la recherche des nœuds en contact avec 'NOEUD_BOUCLE' ou 'NOEUD_VOISIN',
- l'option 'MAIT' ou 'MAIT_ESCL' pour le mot-clé NORMALE,
- l'utilisation du mot-clé VECT_Y,
- l'utilisation du mot-clé COEF_MATR_FROT,
- les coefficients de pénalisation pour les éléments de contact : E_T et E_N,
- les mots-clé d'exclusion d'un groupe de nœud : SANS_(GROUP_)NO et VECT_Y.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Epaisseur de la plaque $e_p = 1$ mm.

Côté de la plaque $a = 40$ mm.

Position des points de référence sous la surface de contact (mm)

	x	y	z
A	0	0	0
B	1.25	0	0
C	5.	0	0
D	7.5	0	0
E	11.25	0	0

1.2 Propriétés de matériaux

Plaque :

Coefficient de Poisson : 0.2

Module d'Young : $1.3 \cdot 10^{11}$ N/m²

Bâti (uniquement dans le cas où il est modélisé par des éléments de même dimension que la plaque) :

Coefficient de Poisson : 0.2

Module d'Young : E_∞ (10^{16} N/m²).

Le coefficient de frottement sous le plan rigide est $\mu = 1$.

1.3 Conditions aux limites et chargements

Le bâti, lorsqu'il est de dimension N-1 par rapport à la dimension de la plaque, est bloqué :

- par un encastrement complet.

Le bâti, lorsqu'il est de même dimension que la plaque, est bloqué :

- dans le plan $x = 40$ mm pour les déplacements selon x (symétrie du problème),
- par un encastrement de sa face inférieure,

La plaque est bloquée :

- dans le plan $x = 40$ mm pour les déplacements selon x (symétrie du problème),
- suivant Y, au nœud situé à l'intersection du plan de symétrie, de la face de contact et du plan $Z = 0$ pour empêcher les mouvements de corps rigide,

En 3D, pour se ramener à un problème 2D :

- le déplacement suivant Z est bloqué pour tous les nœuds,

La plaque est soumise à deux pressions réparties :

- une verticale agissant sous la face du dessus : $f = -5$ daN/mm²,
- une horizontale agissant sous la face initialement en $x = 0$, $F = 15$ daN/mm².

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

La solution de référence provient de résultats obtenus par une moyenne sur d'autres codes de calcul [bib1].

2.2 Résultats de référence

Déplacements tangentiels (selon x) aux points A B C D E de la surface de contact.

2.3 Référence bibliographique

- [1] R.A. FEIJOO H.J.C. BARBOSA et N. ZOUAIN « Numerical formulations for contact problems with friction » Journal of Theoretical and Applied Mechanics GAUTHIER-VILLARS

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

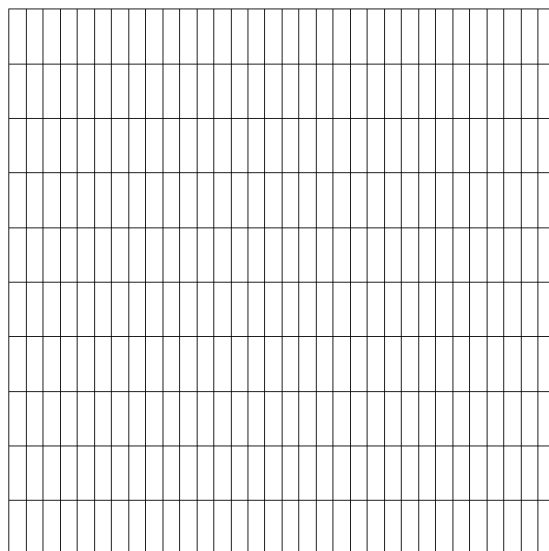
Modélisation : D_PLAN pour tester l'opérande 'COULOMB' du mot-clé FROTTEMENT sous le mot-clé facteur CONTACT pour des éléments SEG2.

La plaque est maillée avec des éléments QUAD4 et le bâti avec des éléments SEG2.

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 396

Nombre de mailles et types : 352 QUAD4 pour la plaque et 32 SEG2 pour le bâti.



3.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'LAGRANGIEN'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'NODAL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_BOUCLE'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	REAC_GEOM	'AUTOMATIQUE'	
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'	'LDLT'	
STAT_NON_LINE	NEWTON	'MATRICE'	'TANGENTE'	

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'PENALISATION'	E_T
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_MATR_FROT		
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'NODAL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_BOUCLE'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT_ESCL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	REAC_GEOM	'CONTROLE'	NB_REAC_GEOM
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'	'LDLT'	
STAT_NON_LINE	NEWTON	'MATRICE'	'TANGENTE'	

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées par la méthode lagrangienne 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.846 E-5	-0.487
DX au point B	2.72E-5	2.708 E-5	-0.439
DX au point C	2.28E-5	2.274 E-5	-0.259
DX au point D	1.98E-5	1.972 E-5	-0.366
DX au point E	1.50E-5	1.536 E-5	2.43

4.2 Valeurs testées par la méthode lagrangienne 'LDLT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.846E-5	-0.487
DX au point B	2.72E-5	2.708E-5	-0.439
DX au point C	2.28E-5	2.274E-5	-0.259
DX au point D	1.98E-5	1.973E-5	-0.366
DX au point E	1.50E-5	1.536E-5	2.43

4.3 Valeurs testées par la méthode pénalisée 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.871E-5	0.398
DX au point B	2.72E-5	2.733E-5	0.492
DX au point C	2.28E-5	2.298E-5	0.819
DX au point D	1.98E-5	1.998E-5	0.936
DX au point E	1.50E-5	1.566E-5	4.38

4.4 Valeurs testées par la méthode pénalisée 'LDLT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.871E-5	0.398
DX au point B	2.72E-5	2.733E-5	0.492
DX au point C	2.28E-5	2.298E-5	0.819
DX au point D	1.98E-5	1.998E-5	0.936
DX au point E	1.50E-5	1.566E-5	4.38

5 Modélisation B

5.1 Caractéristiques de la modélisation

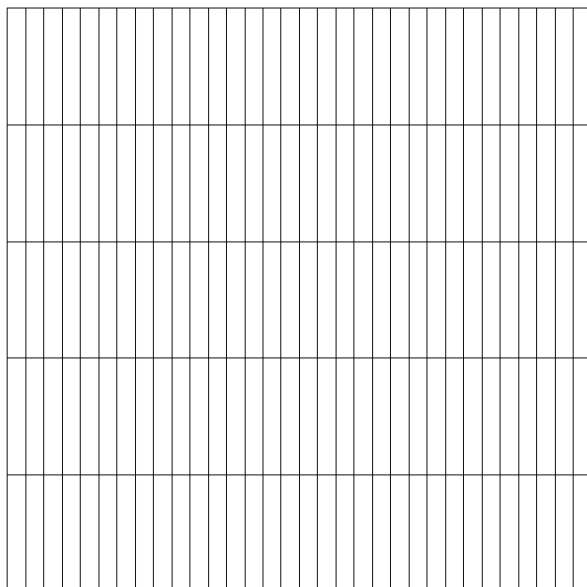
Modélisation : D_PLAN pour tester l'opérande 'COULOMB' du mot-clé FROTTEMENT sous le mot-clé facteur CONTACT pour des éléments SEG3.

La plaque est maillée avec des éléments QUAD8 et le bâti avec des éléments SEG3.

5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 558

Nombre de mailles et types : 160 QUAD8 pour la plaque et 1 SEG3 pour le bâti.



5.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'LAGRANGIEN'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_MATR_FROT		
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'MAIT_ESCL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_BOUCLE'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	REAC_GEOM	'CONTRÔLE'	NB_REAC_GEOM
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'	'LDLT'	
STAT_NON_LINE	NEWTON	'MATRICE'	'TANGENTE'	

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'PENALISATION'	E_T et E_N
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_MATR_FROT		
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'MAIT_ESCL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_VOISIN'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	REAC_GEOM	'SANS'	
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'	'LDLT'	
STAT_NON_LINE	NEWTON	'MATRICE'	'TANGENTE'	

6 Résultats de la modélisation B

6.1 Valeurs testées par la méthode lagrangienne 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.859 E-5	-0.005
DX au point B	2.72E-5	2.720 E-5	0.028
DX au point C	2.28E-5	2.283 E-5	0.118
DX au point D	1.98E-5	1.979 E-5	-0.042
DX au point E	1.50E-5	1.541 E-5	2.79

6.2 Valeurs testées par la méthode lagrangienne 'LDLT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.859 E-5	-0.005
DX au point B	2.72E-5	2.729 E-5	0.028
DX au point C	2.28E-5	2.283 E-5	0.118
DX au point D	1.98E-5	1.979 E-5	-0.042
DX au point E	1.50E-5	1.541 E-5	2.709

6.3 Valeurs testées par la méthode pénalisée 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.874 E-5	0.486
DX au point B	2.72E-5	2.735 E-5	0.545
DX au point C	2.28E-5	2.296 E-5	0.708
DX au point D	1.98E-5	1.993 E-5	0.667
DX au point E	1.50E-5	1.556 E-5	3.767

6.4 Valeurs testées par la méthode pénalisée 'LDLT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.874 E-5	0.486
DX au point B	2.72E-5	2.735 E-5	0.545
DX au point C	2.28E-5	2.296 E-5	0.708
DX au point D	1.98E-5	1.993 E-5	0.667
DX au point E	1.50E-5	1.556 E-5	3.767

7 Modélisation C

7.1 Caractéristiques de la modélisation

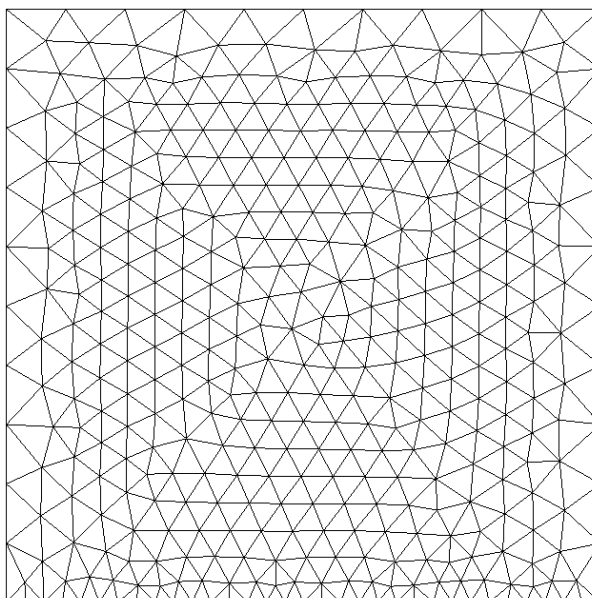
Modélisation : D_PLAN pour tester l'opérande 'COULOMB' du mot-clé FROTTEMENT sous le mot-clé facteur CONTACT pour des éléments SEG2.

La plaque est maillée avec des éléments TRIA3 et le bâti avec des éléments SEG2.

7.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 431

Nombre de mailles et types : 732 TRIA3 pour la plaque et 32 SEG2 pour le bâti.



7.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'LAGRANGIEN'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_MATR_FROT		
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'MAIT_ESCL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_BOUCLE'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	REAC_GEOM	'SANS'	
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'	'LDLT'	
STAT_NON_LINE	NEWTON	'MATRICE'	'TANGENTE'	

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'PENALISATION'	E_T et E_N
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_MATR_FROT		
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'MAIT_ESCL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_BOUCLE'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	REAC_GEOM	'AUTOMATIQUE'	
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'	'LDLT'	
STAT_NON_LINE	NEWTON	'MATRICE'	'TANGENTE'	

8 Résultats de la modélisation C

8.1 Valeurs testées par la méthode lagrangienne 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.848 E-5	-0.420
DX au point B	2.72E-5	2.712 E-5	-0.300
DX au point C	2.28E-5	2.279 E-5	-0.042
DX au point D	1.98E-5	1.978 E-5	-0.095
DX au point E	1.50E-5	1.538 E-5	2.58

8.2 Valeurs testées par la méthode lagrangienne 'LDLT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.848 E-5	-0.420
DX au point B	2.72E-5	2.712 E-5	-0.300
DX au point C	2.28E-5	2.279 E-5	-0.042
DX au point D	1.98E-5	1.978 E-5	-0.095
DX au point E	1.50E-5	1.538 E-5	2.528

8.3 Valeurs testées par la méthode pénalisée 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.873 E-5	0.462
DX au point B	2.72E-5	2.737 E-5	0.630
DX au point C	2.28E-5	2.303 E-5	1.023
DX au point D	1.98E-5	2.004 E-5	1.193
DX au point E	1.50E-5	1.567 E-5	4.453

8.4 Valeurs testées par la méthode pénalisée 'LDLT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.873 E-5	0.462
DX au point B	2.72E-5	2.737 E-5	0.630
DX au point C	2.28E-5	2.303 E-5	1.023
DX au point D	1.98E-5	2.004 E-5	1.193
DX au point E	1.50E-5	1.567 E-5	4.453

9 Modélisation D

9.1 Caractéristiques de la modélisation

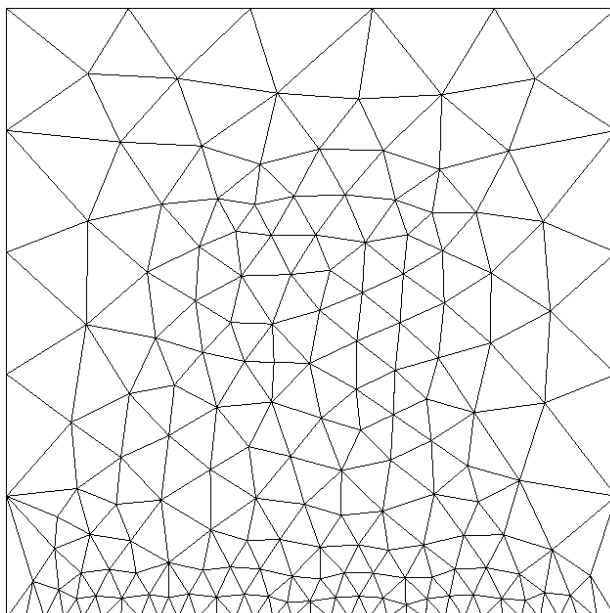
Modélisation : D_PLAN pour tester l'opérande 'COULOMB' du mot-clé FROTTEMENT sous le mot-clé facteur CONTACT pour des éléments SEG3.

La plaque est maillée avec des éléments TRIA6 et le bâti avec des éléments SEG3.

9.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 763

Nombre de mailles et types : 325 TRIA6 pour la plaque et 32 SEG3 pour le bâti.



9.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'LAGRANGIEN'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'MAIT_ESCL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_VOISIN'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	REAC_GEOM	'CONTROLE'	NB_REAC_GEOM
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'	'LDLT'	

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'PENALISATION'	E_T
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_MATR_FROT		
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'NODAL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_BOUCLE'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT_ESCL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	REAC_GEOM	'AUTOMATIQUE'	
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'	'LDLT'	

10 Résultats de la modélisation D

10.1 Valeurs testées par la méthode lagrangienne 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.858 E-5	-0.065
DX au point B	2.72E-5	2.721 E-5	0.050
DX au point C	2.28E-5	2.286 E-5	0.279
DX au point D	1.98E-5	1.980 E-5	0.027
DX au point E	1.50E-5	1.541 E-5	2.751

10.2 Valeurs testées par la méthode lagrangienne 'LDLT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.858 E-5	-0.065
DX au point B	2.72E-5	2.721 E-5	0.050
DX au point C	2.28E-5	2.286 E-5	0.279
DX au point D	1.98E-5	1.980 E-5	0.027
DX au point E	1.50E-5	1.541 E-5	2.751

10.3 Valeurs testées par la méthode pénalisée 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.872 E-5	0.428
DX au point B	2.72E-5	2.736 E-5	0.573
DX au point C	2.28E-5	2.299 E-5	0.860
DX au point D	1.98E-5	1.994 E-5	0.724
DX au point E	1.50E-5	1.557 E-5	3.792

10.4 Valeurs testées par la méthode pénalisée 'LDLT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.872 E-5	0.428
DX au point B	2.72E-5	2.735 E-5	0.573
DX au point C	2.28E-5	2.299 E-5	0.860
DX au point D	1.98E-5	1.994 E-5	0.724
DX au point E	1.50E-5	1.557 E-5	3.792

11 Modélisation E

11.1 Caractéristiques de la modélisation

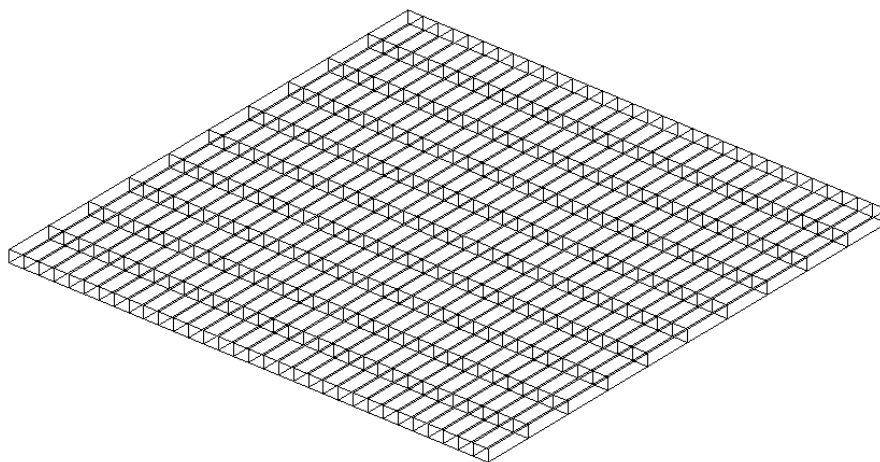
Modélisation : 3D pour tester l'opérande 'COULOMB' du mot-clé FROTTEMENT du mot-clé facteur CONTACT pour des éléments QUAD4.

La plaque est maillée avec des éléments HEXA8 et le bâti avec des éléments QUAD4.

11.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 792

Nombre de mailles et types : 320 HEXA8 pour la plaque et 32 QUAD4 pour le bâti.



11.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'LAGRANGIEN'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_MATR_FROT		
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'NODAL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_BOUCLE'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	REAC_GEOM	'AUTOMATIQUE'	
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'	'LDLT'	

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'PENALISATION'	E_T et E_N
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_MATR_FROT		
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'MAIT_ESCL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_BOUCLE'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	REAC_GEOM	'CONTROLE'	NB_REAC_GEOM
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'	'LDLT'	

12 Résultats de la modélisation E

12.1 Valeurs testées par la méthode lagrangienne 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.846 E-5	-0.487
DX au point B	2.72E-5	2.708 E-5	-0.439
DX au point C	2.28E-5	2.274 E-5	-0.259
DX au point D	1.98E-5	1.973 E-5	-0.366
DX au point E	1.50E-5	1.536 E-5	2.429

12.2 Valeurs testées par la méthode lagrangienne 'LDLT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.846 E-5	-0.487
DX au point B	2.72E-5	2.708 E-5	-0.439
DX au point C	2.28E-5	2.274 E-5	-0.259
DX au point D	1.98E-5	1.973 E-5	-0.366
DX au point E	1.50E-5	1.536 E-5	2.429

12.3 Valeurs testées par la méthode pénalisée 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.846 E-5	-0.491
DX au point B	2.72E-5	2.708 E-5	-0.444
DX au point C	2.28E-5	2.274 E-5	-0.262
DX au point D	1.98E-5	1.973 E-5	-0.368
DX au point E	1.50E-5	1.536 E-5	2.428

12.4 Valeurs testées par la méthode pénalisée 'LDLT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.846 E-5	-0.491
DX au point B	2.72E-5	2.708 E-5	-0.444
DX au point C	2.28E-5	2.274 E-5	-0.262
DX au point D	1.98E-5	1.973 E-5	-0.368
DX au point E	1.50E-5	1.536 E-5	2.428

13 Modélisation F

13.1 Caractéristiques de la modélisation

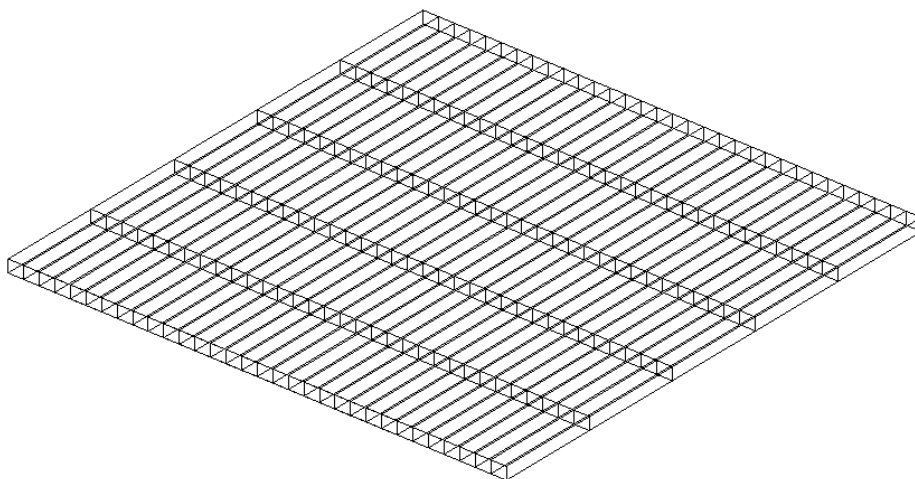
Modélisation : 3D pour tester l'opérande 'COULOMB' du mot-clé FROTTEMENT du mot-clé facteur CONTACT pour des éléments QUAD8.

La plaque est maillée avec des éléments HEXA20 et le bâti avec des éléments QUAD8.

13.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 1316

Nombre de mailles et types : 160 HEXA20 pour la plaque et 1 QUAD8 pour le bâti.



13.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'LAGRANGIEN'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	VECT_Y		
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_MATR_FROT		
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'MAIT_ESCL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_VOISIN'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	REAC_GEOM	'CONTROLE'	NB_REAC_GEOM
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'	'LDLT'	

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'PENALISATION'	E_T
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_MATR_FROT		
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'MAIT_ESCL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_BOUCLE'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	REAC_GEOM	'AUTOMATIQUE'	
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'	'LDLT'	

14 Résultats de la modélisation F

14.1 Valeurs testées par la méthode lagrangienne 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.912 E-5	1.817
DX au point B	2.72E-5	2.766 E-5	1.680
DX au point C	2.28E-5	2.310 E-5	1.330
DX au point D	1.98E-5	2.002 E-5	1.135
DX au point E	1.50E-5	1.559 E-5	3.996

14.2 Valeurs testées par la méthode lagrangienne 'LDLT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.912 E-5	1.817
DX au point B	2.72E-5	2.766 E-5	1.680
DX au point C	2.28E-5	2.310 E-5	1.330
DX au point D	1.98E-5	2.002 E-5	1.135
DX au point E	1.50E-5	1.539 E-5	3.996

14.3 Valeurs testées par la méthode pénalisée 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.911 E-5	1.804
DX au point B	2.72E-5	2.765 E-5	1.666
DX au point C	2.28E-5	2.309 E-5	1.312
DX au point D	1.98E-5	2.002 E-5	1.112
DX au point E	1.50E-5	1.559 E-5	3.963

14.4 Valeurs testées par la méthode pénalisée 'LDLT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.911 E-5	1.804
DX au point B	2.72E-5	2.765 E-5	1.666
DX au point C	2.28E-5	2.309 E-5	1.312
DX au point D	1.98E-5	2.002 E-5	1.112
DX au point E	1.50E-5	1.559 E-5	3.963

15 Modélisation G

15.1 Caractéristiques de la modélisation

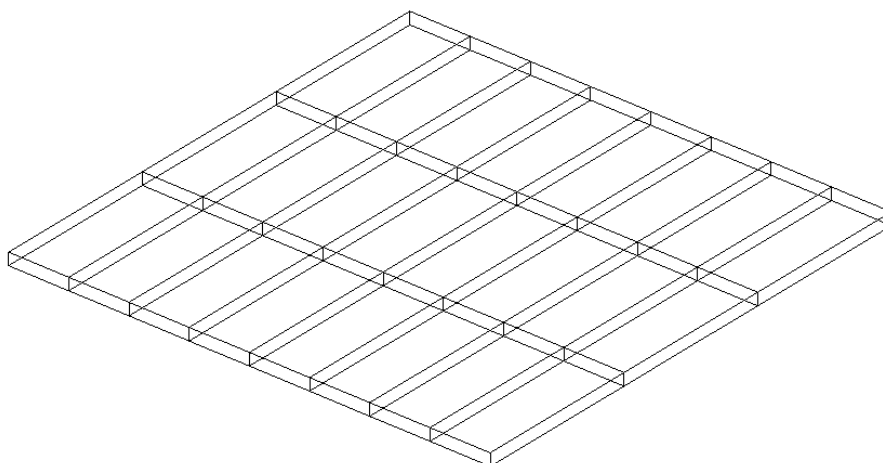
Modélisation : 3D pour tester l'opérande 'COULOMB' du mot-clé FROTTEMENT du mot-clé facteur CONTACT pour des éléments QUAD8.

La plaque est maillée avec des éléments HEXA27 et le bâti avec des éléments QUAD8.

15.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 408

Nombre de mailles et types : 24 HEXA27 pour la plaque et 8 QUAD8 pour le bâti.



15.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'LAGRANGIEN'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_MATR_FROT		
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'MAIT_ESCL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_VOISIN'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	REAC_GEOM	'AUTOMATIQUE'	
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'	'LDLT'	

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'PENALISATION'	E_T
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_MATR_FROT		
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'NODAL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_BOUCLE'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	REAC_GEOM	'CONTROLE'	NB_REAC_GEOM
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'	'LDLT'	

16 Résultats de la modélisation G

16.1 Valeurs testées par la méthode lagrangienne 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.851 E-5	-0.330
DX au point C	2.28E-5	2.275 E-5	-0.213

16.2 Valeurs testées par la méthode lagrangienne 'LDLT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.851 E-5	-0.330
DX au point C	2.28E-5	2.275 E-5	-0.213

16.3 Valeurs testées par la méthode pénalisée 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.851 E-5	-0.324
DX au point C	2.28E-5	2.275 E-5	-0.205

16.4 Valeurs testées par la méthode pénalisée 'LDLT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.851 E-5	-0.324
DX au point C	2.28E-5	2.275 E-5	-0.205

17 Modélisation H

17.1 Caractéristiques de la modélisation

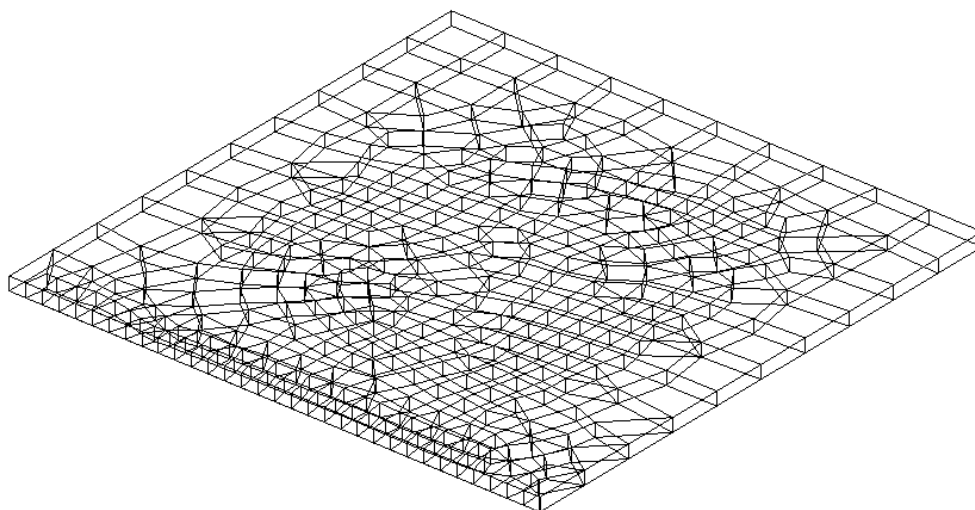
Modélisation : 3D pour tester l'opérande 'COULOMB' du mot-clé FROTTEMENT du mot-clé facteur CONTACT pour des éléments QUAD4.

La plaque est maillée avec des éléments PENTA6 et le bâti avec des éléments QUAD4.

17.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 670

Nombre de mailles et types : 323 PENTA6 pour la plaque et 1 QUAD4 pour le bâti.



17.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'LAGRANGIEN'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_MATR_FROT		
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'MAIT_ESCL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_BOUCLE'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	REAC_GEOM	'CONTROLE'	NB_REAC_GEOM
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'	'LDLT'	

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'PENALISATION'	E_T
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_MATR_FROT		
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'MAIT_ESCL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_VOISIN'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	REAC_GEOM	'AUTOMATIQUE'	
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'	'LDLT'	

18 Résultats de la modélisation H

18.1 Valeurs testées par la méthode lagrangienne 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.851 E-5	-0.320
DX au point B	2.72E-5	2.716 E-5	-0.140
DX au point C	2.28E-5	2.284 E-5	0.159
DX au point D	1.98E-5	1.978 E-5	-0.082
DX au point E	1.50E-5	1.540 E-5	2.678

18.2 Valeurs testées par la méthode lagrangienne 'LDLT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.851 E-5	-0.320
DX au point B	2.72E-5	2.716 E-5	-0.140
DX au point C	2.28E-5	2.284 E-5	0.159
DX au point D	1.98E-5	1.978 E-5	-0.082
DX au point E	1.50E-5	1.540 E-5	2.678

18.3 Valeurs testées par la méthode pénalisée 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.851 E-5	-0.320
DX au point B	2.72E-5	2.716 E-5	-0.140
DX au point C	2.28E-5	2.284 E-5	0.159
DX au point D	1.98E-5	1.978 E-5	-0.082
DX au point E	1.50E-5	1.540 E-5	2.678

18.4 Valeurs testées par la méthode pénalisée 'LDLT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.851 E-5	-0.320
DX au point B	2.72E-5	2.716 E-5	-0.140
DX au point C	2.28E-5	2.284 E-5	0.159
DX au point D	1.98E-5	1.978 E-5	-0.082
DX au point E	1.50E-5	1.540 E-5	2.678

19 Modélisation I

19.1 Caractéristiques de la modélisation

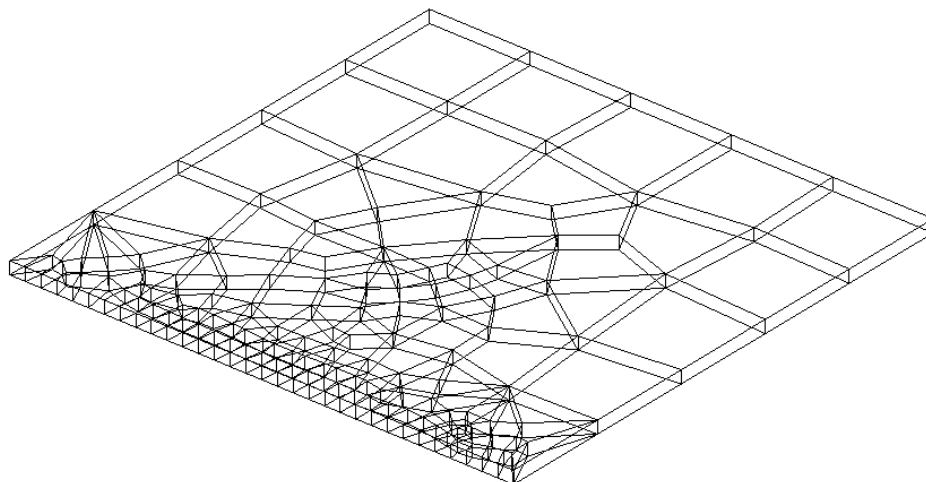
Modélisation : 3D pour tester l'opérande 'COULOMB' du mot-clé FROTTEMENT du mot-clé facteur CONTACT pour des éléments QUAD8.

La plaque est maillée avec des éléments PENTA15 et le bâti avec des éléments QUAD8.

19.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 1297

Nombre de mailles et types : 158 PENTA15 pour la plaque et 32 QUAD8 pour le bâti.



19.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'LAGRANGIEN'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_MATR_FROT		
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'NODAL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_BOUCLE'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	REAC_GEOM	'AUTOMATIQUE'	
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'	'LDLT'	

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'PENALISATION'	E_T
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_MATR_FROT		
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'MAIT_ESCL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_VOISIN'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	REAC_GEOM	'CONTROLE'	NB_REAC_GEOM
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'	'LDLT'	

20 Résultats de la modélisation I

20.1 Valeurs testées par la méthode lagrangienne 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.865 E-5	0.179
DX au point B	2.72E-5	2.727 E-5	0.277
DX au point C	2.28E-5	2.290 E-5	0.453
DX au point D	1.98E-5	1.983 E-5	0.164
DX au point E	1.50E-5	1.543 E-5	2.871

20.2 Valeurs testées par la méthode lagrangienne 'LDLT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.865 E-5	0.179
DX au point B	2.72E-5	2.727 E-5	0.277
DX au point C	2.28E-5	2.290 E-5	0.453
DX au point D	1.98E-5	1.983 E-5	0.165
DX au point E	1.50E-5	1.543 E-5	2.871

20.3 Valeurs testées par la méthode pénalisée 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.866 E-5	0.207
DX au point B	2.72E-5	2.728 E-5	0.306
DX au point C	2.28E-5	2.291 E-5	0.486
DX au point D	1.98E-5	1.984 E-5	0.205
DX au point E	1.50E-5	1.544 E-5	2.932

20.4 Valeurs testées par la méthode pénalisée 'LDLT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.866 E-5	0.207
DX au point B	2.72E-5	2.728 E-5	0.306
DX au point C	2.28E-5	2.291 E-5	0.486
DX au point D	1.98E-5	1.984 E-5	0.205
DX au point E	1.50E-5	1.544 E-5	2.932

21 Modélisation J

21.1 Caractéristiques de la modélisation

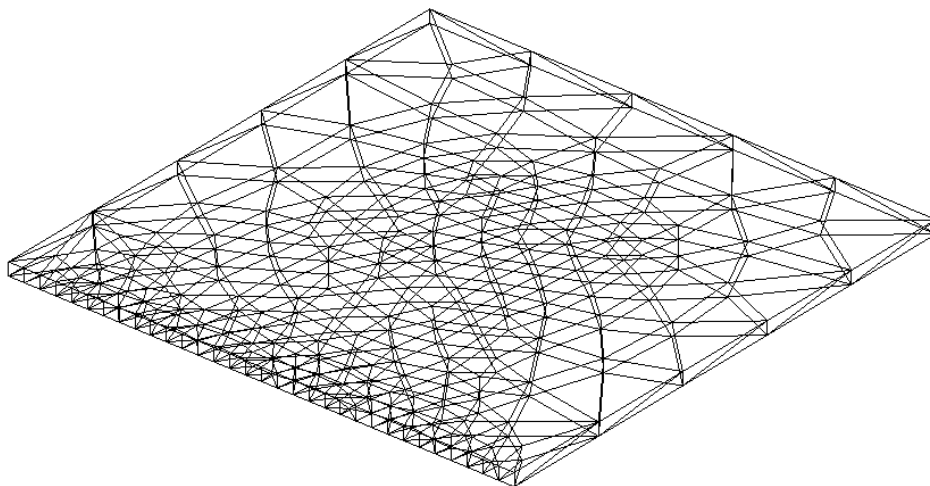
Modélisation : 3D pour tester l'opérande 'COULOMB' du mot-clé FROTTEMENT du mot-clé facteur CONTACT pour des éléments TRIA3.

La plaque est maillée avec des éléments TETRA4 et le bâti avec des éléments TRIA3.

21.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 441

Nombre de mailles et types : 980 TETRA4 pour la plaque et 64 TRIA3 pour le bâti.



21.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'LAGRANGIEN'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_MATR_FROT		
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'NODAL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_BOUCLE'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT_ESCL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	REAC_GEOM	'CONTROLE'	NB_REAC_GEOM
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'	'LDLT'	

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'PENALISATION'	E_T
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'MAIT_ESCL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_VOISIN'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	REAC_GEOM	'AUTOMATIQUE'	
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'	'LDLT'	

22 Résultats de la modélisation J

22.1 Valeurs testées par la méthode lagrangienne 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.831 E-5	-1.005
DX au point B	2.72E-5	2.698 E-5	-0.794
DX au point C	2.28E-5	2.277 E-5	-0.096
DX au point D	1.98E-5	1.977 E-5	-0.125
DX au point E	1.50E-5	1.539 E-5	2.624

22.2 Valeurs testées par la méthode lagrangienne 'LDLT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.831 E-5	-1.005
DX au point B	2.72E-5	2.698 E-5	-0.794
DX au point C	2.28E-5	2.270 E-5	-0.096
DX au point D	1.98E-5	1.977 E-5	-0.125
DX au point E	1.50E-5	1.539 E-5	2.624

22.3 Valeurs testées par la méthode pénalisée 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.831 E-5	-1.007
DX au point B	2.72E-5	2.698 E-5	-0.796
DX au point C	2.28E-5	2.278 E-5	-0.098
DX au point D	1.98E-5	1.977 E-5	-0.126
DX au point E	1.50E-5	1.539 E-5	2.624

22.4 Valeurs testées par la méthode pénalisée 'LDLT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.831 E-5	-1.007
DX au point B	2.72E-5	2.698 E-5	-0.796
DX au point C	2.28E-5	2.278 E-5	-0.098
DX au point D	1.98E-5	1.977 E-5	-0.126
DX au point E	1.50E-5	1.539 E-5	2.624

24 Résultats de la modélisation K

24.1 Valeurs testées par la méthode lagrangienne 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.876 E-5	0.551
DX au point C	2.28E-5	2.289 E-5	0.435

24.2 Valeurs testées par la méthode lagrangienne 'LDLT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.875 E-5	0.551
DX au point C	2.28E-5	2.289 E-5	0.435

24.3 Valeurs testées par la méthode pénalisée 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.876 E-5	0.581
DX au point C	2.28E-5	2.291 E-5	0.469

24.4 Valeurs testées par la méthode pénalisée 'LDLT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.876 E-5	0.581
DX au point C	2.28E-5	2.291 E-5	0.469

25 Modélisation L

25.1 Caractéristiques de la modélisation

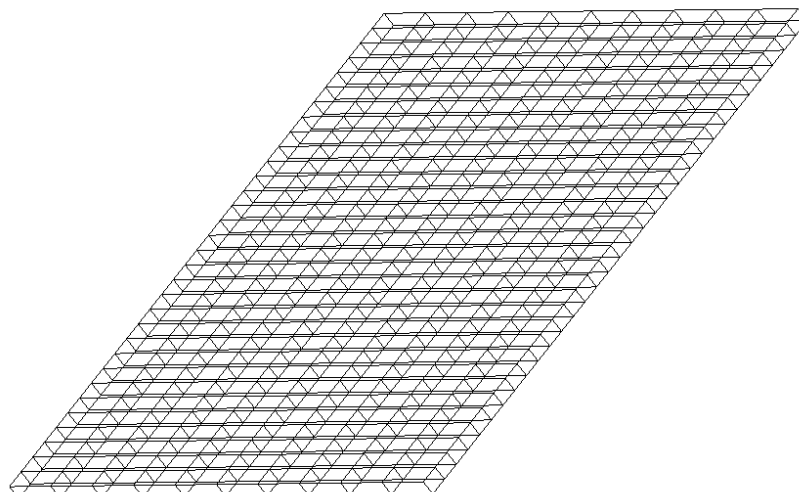
Modélisation : 3D pour tester l'opérande 'COULOMB' du mot-clé FROTTEMENT du mot-clé facteur CONTACT pour des éléments QUAD4.

La plaque est maillée avec des éléments HEXA8 et le bâti avec des éléments QUAD4. 32 éléments finis QUAD4 sont disposés sur les faces de contact (2D) de la plaque et du bâti. La plaque est inclinée à 45° (rotation autour de l'axe Y).

25.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 792

Nombre de mailles et types : 320 HEXA8 pour la plaque et 32 QUAD4 pour le bâti.



25.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'LAGRANGIEN'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	VECT_Y		
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_MATR_FROT		
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'MAIT_ESCL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_VOISIN'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	REAC_GEOM	'AUTOMATIQUE'	
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'	'LDLT'	

26 Résultats de la modélisation L

26.1 Valeurs testées par la méthode lagrangienne 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.02E-5	2.012 E-5	-0.377
DX au point B	1.92E-5	1.915 E-5	-0.271
DX au point C	1.61E-5	1.608 E-5	-0.126
DX au point D	1.40E-5	1.395 E-5	-0.363
DX au point E	1.06E-5	1.086 E-5	2.492

26.2 Valeurs testées par la méthode lagrangienne 'LDLT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.02E-5	2.012 E-5	-0.377
DX au point B	1.92E-5	1.915 E-5	-0.271
DX au point C	1.61E-5	1.608 E-5	-0.126
DX au point D	1.40E-5	1.395 E-5	-0.363
DX au point E	1.06E-5	1.086 E-5	2.492

27 Modélisation M

27.1 Caractéristiques de la modélisation

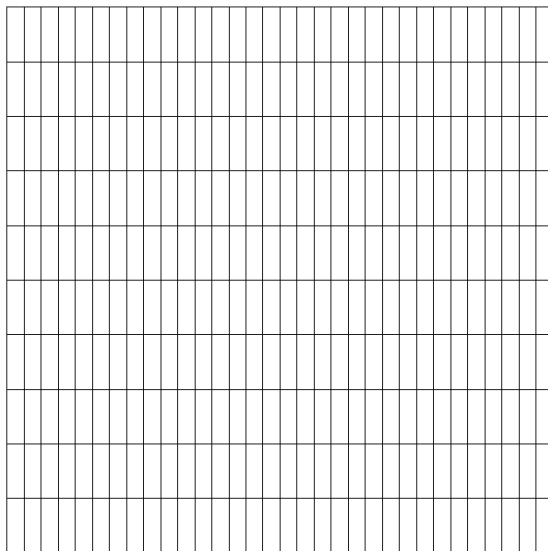
Modélisation : D_PLAN pour tester l'opérande 'COULOMB' du mot-clé FROTTEMENT du mot-clé facteur CONTACT pour des éléments SEG2.

La plaque est maillée avec des éléments QUAD4 et le bâti avec des éléments SEG2.

27.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 396

Nombre de mailles et types : 352 QUAD4 pour la plaque et 32 SEG2 pour le bâti.



27.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'CONTINUE'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	INTEGRATION	'NOEUD'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	MODL_AXIS	'NON'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	SEUIL_INIT	0	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	ITER_GEO_MAXI	1	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	ITER_CONT_MAXI	4	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	ITER_FROT_MAXI	10	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_REGU_CONT	1	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_REGU_FROT	1	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'MAIT_ESCL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_VOISIN'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT'	
STAT_NON_LINE	COMP_ELAS	RELATION	'ELAS'	
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'	'LDLT'	
TEST_RESU	VALE_CONT			

28 Résultats de la modélisation M

28.1 Valeurs testées par la méthode continue 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.846 E-5	-0.484
DX au point B	2.72E-5	2.708 E-5	-0.436
DX au point C	2.28E-5	2.274 E-5	-0.255
DX au point D	1.98E-5	1.973 E-5	-0.365
DX au point E	1.50E-5	1.536 E-5	2.429

Identification	Référence	Aster	% différence
JEU en N365	0.0	-1.6156E-27	
CONT en N365	1	1	
RN en N365	1.0486E5	1.0486E5	-6.04E-4

28.2 Valeurs testées par la méthode continue 'LDLT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.846 E-5	-0.484
DX au point B	2.72E-5	2.708 E-5	-0.436
DX au point C	2.28E-5	2.274 E-5	-0.255
DX au point D	1.98E-5	1.973 E-5	-0.365
DX au point E	1.50E-5	1.536 E-5	2.429

29 Modélisation N

29.1 Caractéristiques de la modélisation

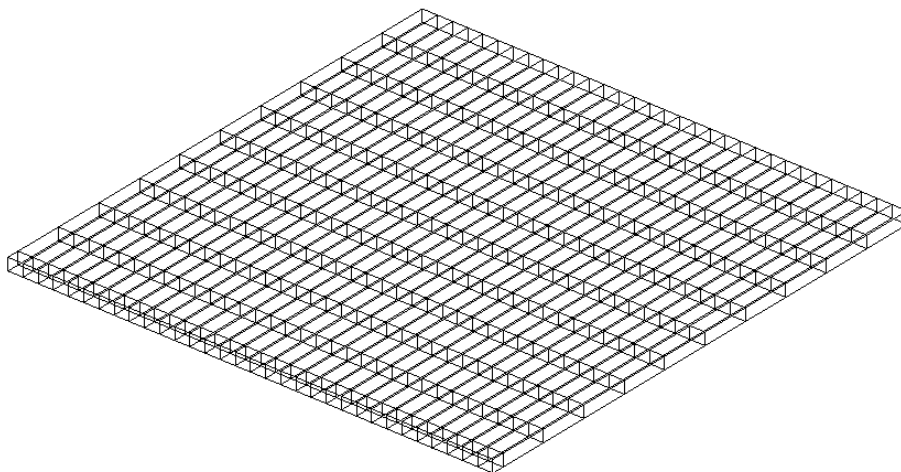
Modélisation : 3D pour tester l'opérande 'COULOMB' du mot-clé FROTTEMENT du mot-clé facteur CONTACT pour des éléments QUAD4.

La plaque est maillée avec des éléments HEXA8 et le bâti avec des éléments QUAD4. 32 éléments finis QUAD4 sont disposés sur les faces de contact (2D) de la plaque et du bâti.

29.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 792

Nombre de mailles et types : 320 HEXA8 pour la plaque et 32 QUAD4 pour le bâti.



29.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'CONTINUE'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	INTEGRATION	'NOEUD'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	MODL_AXIS	'NON'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	SEUIL_INIT	0	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	ITER_GEOM_MAXI	1	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	ITER_CONT_MAXI	4	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	ITER_FROT_MAXI	8	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_REGU_CONT	100	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_REGU_FROT	100	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'MAIT_ESCL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_VOISIN'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT'	
STAT_NON_LINE	COMP_ELAS	RELATION	'ELAS'	
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'	'LDLT'	

30 Résultats de la modélisation N

30.1 Valeurs testées par la méthode continue 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.922 E-5	2.174
DX au point B	2.72E-5	2.775 E-5	2.024
DX au point C	2.28E-5	2.319 E-5	1.727
DX au point D	1.98E-5	2.012 E-5	1.617
DX au point E	1.50E-5	1.569 E-5	4.652

30.2 Valeurs testées par la méthode continue 'LDLT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.922 E-5	2.174
DX au point B	2.72E-5	2.775 E-5	2.024
DX au point C	2.28E-5	2.319 E-5	1.727
DX au point D	1.98E-5	2.012 E-5	1.617
DX au point E	1.50E-5	1.569 E-5	4.652

31 Modélisation O

31.1 Caractéristiques de la modélisation

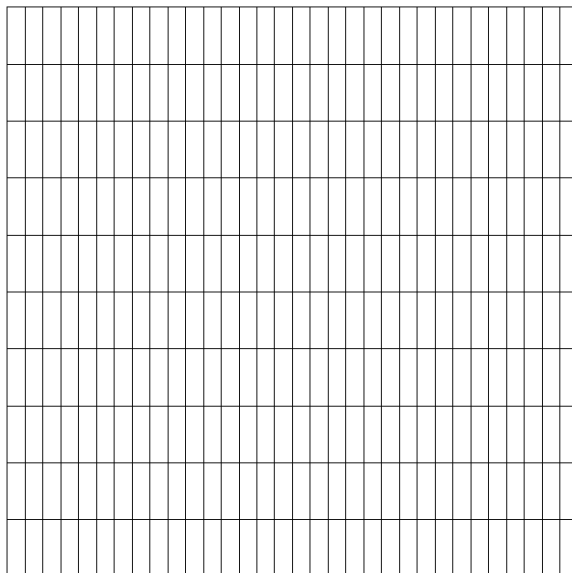
Modélisation : D_PLAN pour tester l'opérande 'COULOMB' du mot-clé FROTTEMENT du mot-clé facteur CONTACT pour des éléments SEG2.

La plaque est maillée avec des éléments QUAD4 et le bâti avec des éléments SEG2.

31.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 396

Nombre de mailles et types : 352 QUAD4 pour la plaque et 32 SEG2 pour le bâti.



31.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'LAGRANGIEN'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'MAIT_ESCL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_VOISIN'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	REAC_GEOM	'SANS'	
STAT_NON_LINE	COMP_ELAS	RELATION	'ELAS'	
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'	'LDLT'	

32 Résultats de la modélisation O

32.1 Valeurs testées par la méthode lagrangienne 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.846 E-5	-0.492
DX au point B	2.72E-5	2.708 E-5	-0.444
DX au point C	2.28E-5	2.274 E-5	-0.262
DX au point D	1.98E-5	1.973 E-5	-0.369
DX au point E	1.50E-5	1.536 E-5	2.427

32.2 Valeurs testées par la méthode lagrangienne 'LDLT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.846 E-5	-0.492
DX au point B	2.72E-5	2.708 E-5	-0.444
DX au point C	2.28E-5	2.274 E-5	-0.262
DX au point D	1.98E-5	1.973 E-5	-0.369
DX au point E	1.50E-5	1.536 E-5	-0.427

33 Modélisation P

33.1 Caractéristiques de la modélisation

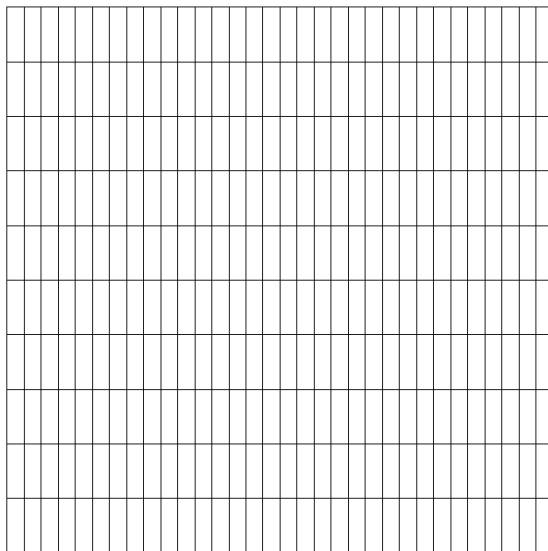
Modélisation : D_PLAN pour tester l'opérande 'COULOMB' du mot-clé FROTTEMENT du mot-clé facteur CONTACT pour des éléments SEG3.

La plaque est maillée avec des éléments QUAD8 et le bâti avec des éléments SEG3.

33.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 620

Nombre de mailles et types : 160 QUAD8 pour la plaque et 106 SEG3 pour le bâti.



33.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'CONTINUE'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	INTEGRATION	'NOEUD'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	MODL_AXIS	'NON'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	SEUIL_INIT	100.	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	ITER_GEOM_MAXI	3	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	ITER_CONT_MAXI	1	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	ITER_FROT_MAXI	10	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_REGU_CONT	100.	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_REGU_FROT	100.	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'MAIT_ESCL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_VOISIN'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT'	
STAT_NON_LINE	COMP_ELAS	RELATION	'ELAS'	
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'		

34 Résultats de la modélisation P

34.1 Valeurs testées par la méthode continue 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.866 E-5	-0.013
DX au point B	2.72E-5	2.720 E-5	-0.020
DX au point C	2.28E-5	2.282 E-5	-0.109
DX au point D	1.98E-5	1.979 E-5	-0.054
DX au point E	1.50E-5	1.54 E-5	2.692

35 Modélisation Q

35.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation : D_PLAN pour tester les mots-clé SANS_GROUP_NO (ou SANS_NO) et VECT_Y du mot-clé facteur CONTACT pour des éléments SEG2.

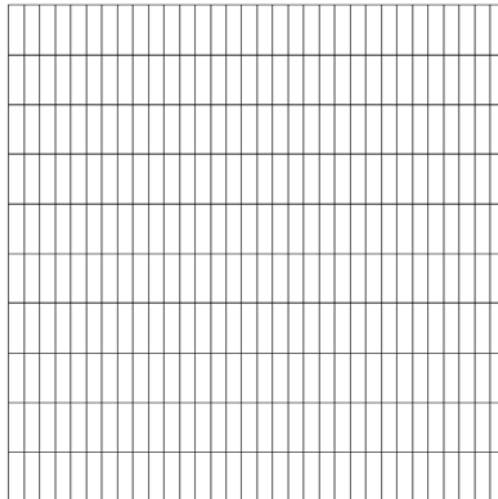
La plaque est maillée avec des éléments QUAD4 et le bâti avec des éléments SEG2.

Le vecteur VECT_Y donne la direction du glissement, dont le sens est déterminé par rapport au vecteur normal \vec{n} (orienté vers l'intérieur du domaine maître) et de façon à ce que le doublet (VECT_Y, \vec{n}) forme une base directe.

35.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 396

Nombre de mailles et types : 352 QUAD4 pour la plaque et 32 SEG2 pour le bâti.



35.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'CONTINUE'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	INTEGRATION	'NOEUD'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	CONTACT_INIT	'OUI'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	SANS_GROUP_NO	'PPS'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	VECT_Y	(-1., 0., 0.)	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	SEUIL_INIT	0.1	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	ITER_GEOM_MAXI	2	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	ITER_CONT_MAXI	4	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	ITER_FROT_MAXI	10	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_REGU_CONT	1.	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_REGU_FROT	1.	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'MAIT_ESCL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_BOUCLE'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT'	
STAT_NON_LINE	COMP_ELAS	RELATION	'ELAS'	
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'		

36 Résultats de la modélisation Q

36.1 Valeurs testées par la méthode continue 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
JEU au point F	0	2.832 E-27	2.83 E-27
CONTACT au point F	1.	1.	0
RN au point F	1.486 E+5	1.48 E+5	-2.16 E-4
DX au point A	2.86E-5	2.845 E-5	-0.492
DX au point B	2.72E-5	2.707 E-5	-0.444
DX au point C	2.28E-5	2.274 E-5	-0.262
DX au point D	1.98E-5	1.972 E-5	-0.369
DX au point E	1.50E-5	1.536 E-5	2.427

37 Modélisation R

37.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation : D_PLAN pour tester les mots-clé SANS_GROUP_NO (ou SANS_NO) et VECT_Y du mot-clé facteur CONTACT pour des éléments QUAD4.

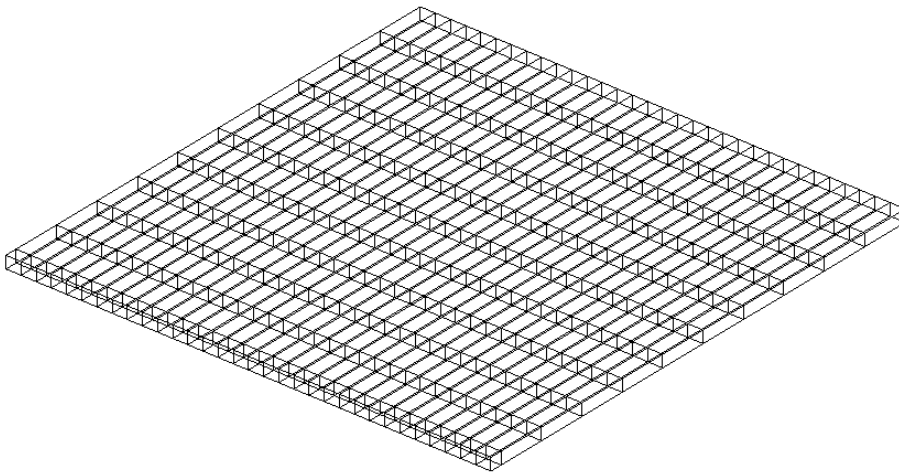
La plaque et le bâti sont maillés avec des éléments HEXA8. Une rangée de 32 éléments finis QUAD4 est disposée sur chacune des faces de contact (2D) de la plaque et du bâti.

Le vecteur VECT_Y donne la direction du glissement, correspondant à un des vecteurs tangents $\vec{\tau}_i \big|_{i=1,2}$, où le trièdre $(\vec{\tau}_1, \vec{\tau}_2, \vec{n})$ forme une base directe. Il est ici déterminé automatiquement.

37.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 792

Nombre de mailles et types : 320 HEXA8 pour la plaque et le bâti et 64 QUAD4 pour le contact entre la plaque et le bâti.



37.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	FROTTEMENT	'COULOMB'	COULOMB
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'CONTINUE'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	INTEGRATION	'NOEUD'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	SANS_GROUP_NO	'PP'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	ITER_GEOM_MAXI	1	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	ITER_CONT_MAXI	4	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	ITER_FROT_MAXI	12	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_REGU_CONT	100	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_REGU_FROT	100	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	APPARIEMENT	'MAIT_ESCL'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	RECHERCHE	'NOEUD_VOISIN'	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	NORMALE	'MAIT'	
STAT_NON_LINE	COMP_ELAS	RELATION	'ELAS'	
STAT_NON_LINE	SOLVEUR	'MULT_FRONT'		

38 Résultats de la modélisation R

38.1 Valeurs testées par la méthode continue 'MULT_FRONT'

Identification	Référence	Aster	% différence
DX au point A	2.86E-5	2.97E-5	3.846
DX au point B	2.72E-5	2.82E-5	3.676
DX au point C	2.28E-5	2.36E-5	2.330
DX au point D	1.98E-5	2.06E-5	3.340
DX au point E	1.50E-5	1.62E-5	8.000

L'erreur relative augmente légèrement en comparaison à la modélisation N, en particulier pour le point E.

39 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus sur l'ensemble des modélisations de ce cas test sont satisfaisants, aussi bien en 2D qu'en 3D. Sur les points A, B, C et D, on obtient une erreur relative inférieure à 1% par rapport aux résultats du GRECO. Par contre, pour le point E, l'erreur relative, de l'ordre de 2,5 %, reste acceptable.

D'un point de vue temps de calcul, on constate que la méthode par pénalisation est en général plus rapide que la méthode lagrangienne. On note, en revanche, une simplicité d'utilisation de la méthode lagrangienne (cf. doc [R5.03.01]) par rapport à la méthode pénalisée, puisque la convergence et la qualité des résultats obtenus par cette dernière méthode sont conditionnées par le coefficient de pénalisation qui est déterminé automatiquement dans la méthode lagrangienne.

D'un point de vue qualitatif :

- en 2D, on constate un effet positif sur les résultats du maillage quadratique par rapport au maillage linéaire (cf modélisations A et B),
- en 3D, on constate que les calculs avec maillage quadratique n'améliore pas les résultats. Ceci s'explique par le fait qu'on a diminué de 50% le nombre de mailles par rapport au maillage linéaire pour avoir un nombre de nœuds équivalent.

Pour ce qui est de la modélisation L, plaque inclinée, on note une bonne convergence et des résultats satisfaisants.

Enfin, pour la méthode continue (modélisations M, N, P et Q), on obtient en 3D des résultats avec des erreurs relatives légèrement plus importantes que celles obtenues par les méthodes lagrangienne et pénalisée. Ces erreurs peuvent provenir du choix des coefficients (cf. la documentation d'utilisation des commandes `AFFE_CHAR_MECA` et `AFFE_CHAR_MECA_F` pour plus d'informations sur ces coefficients). En 2D, on note une convergence plus lente que les méthodes lagrangienne et pénalisée. Enfin, l'exclusion des nœuds frottants en redondance avec les conditions aux limites imposées (pivot nul) à l'aide de `SANS_GROUP_NO` et `VECT_Y` fonctionne correctement en 2D (modélisation Q) mais augmente le niveau d'erreur en 3D (modélisation R).