

Titre : SSNP121 – Intégration des termes de contact en 2D et 3D

Date : 20/12/05

Auteur(s) : S. LAMARCHE, M. TORKHANI, N. TARDIEU

Clé : V6.03.121-C Page : 1/18

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

**Manuel de Validation****Fascicule V6.03 : Statique non linéaire des systèmes plans****Document : V6.03.121**

# **SSNP121 – Intégration des termes de contact en 2D et 3D**

**Résumé :**

Ce problème correspond à une analyse quasi-statique d'un problème de mécanique avec contact sans frottement. On s'intéresse tout particulièrement ici à l'intégration des termes de contact. Il s'agit d'étudier deux blocs identiques soumis à des déplacements imposés symétriques.

Ce test comporte trois modélisations en 2D (éléments linéaires SEG2) :

- modélisation A : METHODE= 'CONTINUE'. La méthode d'intégration par sous-éléments proposée aussi par Bathe [bib1] est utilisée avec trois sous-éléments,
- modélisation B : METHODE= 'CONTRAINTE',
- modélisation C : METHODE= 'PENALISATION',

une modélisation en 2D (éléments linéaires SEG2 en vis-à-vis d'éléments quadratiques SEG3) :

- modélisation H : METHODE= 'CONTINUE'. Les surfaces de contact sont composées d'éléments SEG2 en vis-à-vis d'éléments SEG3,

trois modélisations en 3D (éléments quadratiques) :

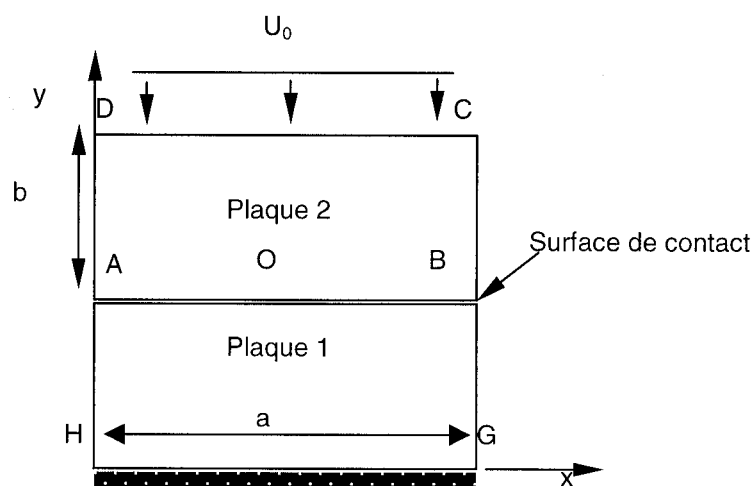
- modélisation D : METHODE= 'CONTINUE'. Les surfaces de contact sont composées d'éléments QUAD8 en vis-à-vis d'éléments QUAD8,
- modélisation E : METHODE= 'CONTINUE'. Les surfaces de contact sont composées d'éléments TRIA6 en vis-à-vis d'éléments TRIA6,
- modélisation F : METHODE= 'CONTINUE'. Les surfaces de contact sont composées d'éléments TRIA6 en vis-à-vis d'éléments QUAD8.
- modélisation G : METHODE= 'CONTINUE'. Une variante de la modélisation A où on teste l'activation initiale du statut de contact.

et trois modélisations en 3D (éléments linéaires en vis-à-vis d'éléments quadratiques) :

- modélisation I : METHODE= 'CONTINUE'. Les surfaces de contact sont composées d'éléments QUAD4 en vis-à-vis d'éléments QUAD8,
- modélisation J : METHODE= 'CONTINUE'. Les surfaces de contact sont composées d'éléments TRIA3 en vis-à-vis d'éléments TRIA6,
- modélisation K : METHODE= 'CONTINUE'. Les surfaces de contact sont composées d'éléments TRIA3 en vis-à-vis d'éléments QUAD8.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie



Longueur  $a = 2$  m.  
Largeur  $b = 1$  m.  
O point milieu du segment AB.

### 1.2 Propriétés de matériaux

**Plaques 1 et 2 :**  
Coefficient de Poisson : 0.0  
Module d'Young :  $2 \cdot 10^6$  N/m<sup>2</sup>

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

La plaque 1 est bloquée :

- Sur HG  $DX = 0$  et  $DY = 0$ .

La plaque 2 est soumise à un déplacement imposé :

- Sur CD :  $DY = U_0 = -0.1$  m et  $DX = 0$ .

---

## 2 Solution de référence

---

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

La solution de référence, analytique, peut être déduite d'un calcul très simple. La déformation  $\varepsilon = U_0/HD = -0.1/2$ . La pression vaut alors  $E\varepsilon = -1.10^5$  Pa.

### 2.2 Résultats de référence

La pression de contact est constante et égale à  $-1.10^5$  Pa sur toute la surface de contact. De même le déplacement vertical (selon y) est constant sur la surface de contact et égal à  $U_0/2 = -0.05$  mm.

### 2.3 Référence bibliographique

- [1] N. EL-ABBASI and K.J. BATHE : "Stability and Patch Test Performance of Contact Discretizations and a New Solution Algorithm", Computers & Structures, 79, 1473-1486, 2001

## 3 Modélisation A

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation 2D\_PLAN pour les éléments solides avec la méthode CONTINUE pour le traitement de CONTACT avec intégration de type 'SIMPSON2'.

12 éléments finis SEG2 sont disposés sur la surface de contact initiale de la plaque 1 et seulement 11 sur la surface de contact de l'autre surface. En activant le mot-clé 'SIMPSON2' trois sous-éléments sont utilisés pour l'intégration des termes de contact. Le maillage comporte en tout 265 éléments QUAD4 pour les deux plaques.

### 3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 313  
 Nombre de mailles et types : 265 QUAD4 et 132 SEG2

### 3.3 Fonctionnalités testées

AFFE CHAR MECA	CONTACT	METHODE	'CONTINUE'
AFFE CHAR MECA	CONTACT	INTEGRATION	'SIMPSON2'
AFFE CHAR MECA	CONTACT	MODL AXIS	'NON'
AFFE CHAR MECA	CONTACT	ITER GEOM MAXI	
AFFE CHAR MECA	CONTACT	ITER CONT MAXI	
AFFE CHAR MECA	CONTACT	COEF REGU CONT	
STAT_NON_LINE	COMP_ELAS	RELATION	'ELAS'

## 4 Résultats de la modélisation A

### 4.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
DY au point A	-0.05	-0.0499	-0.007 %
LAGR_C au point A	-1.E+5	-1.0008 E+5	0.08 %
DY au point O	-0.05	-0.0499	-0.043 %
LAGR_C au point O	-1.E+5	-1.0035 E+5	0.351 %
DY au point B	-0.05	-0.0499	-0.007 %
LAGR_C au point B	-1.E+5	-1.0008 E+5	0.08 %

On vérifie aussi par un IMPR\_RESU que la pression et les déplacements verticaux sont identiques sur tout le segment AB.

## 5 Modélisation B

### 5.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation 2D\_PLAN pour les éléments solides avec la méthode CONTRAINTE pour le traitement de CONTACT.

### 5.2 Caractéristiques du maillage

On utilise le même maillage que pour la modélisation précédente.

Nombre de nœuds : 313

Nombre de mailles et types : 265 QUAD4 et 132 SEG2

### 5.3 Fonctionnalités testées

AFFE CHAR MECA	CONTACT	METHODE	'CONTRAINT'
AFFE CHAR MECA	CONTACT	REAC GEOM	'AUTOMATIQUE'
STAT_NON_LINE	COMP_ELAS	RELATION	'ELAS'

## 6 Résultats de la modélisation B

### 6.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
DY au point A	-0.05	-0.05017	0.347 %
SIYY au point A	-1.E+5	-9.9624 E+5	-0.376 %
DY au point O	-0.05	-0.04916	-1.666 %
SIYY au point O	-1.E+5	-1.0600 E+5	6.004 %
DY au point B	-0.05	-0.04916	-1.666 %
SIYY au point B	-1.E+5	-1.0600 E+5	6.004 %

## 7 Modélisation C

### 7.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation 2D\_PLAN pour les éléments solides avec la méthode PENALISATION avec un coefficient de pénalisation de 1.E7 pour le traitement du contact.

### 7.2 Caractéristiques du maillage

On utilise le même maillage que pour la modélisation précédente.

Nombre de nœuds : 313  
Nombre de mailles et types : 265 QUAD4 et 132 SEG2

### 7.3 Fonctionnalités testées

AFFE CHAR MECA	CONTACT	METHODE	'PENALISATION'
AFFE CHAR MECA	CONTACT	REAC GEOM	'AUTOMATIQUE'
AFFE CHAR MECA	CONTACT	E N	
STAT_NON_LINE	COMP_ELAS	RELATION	'ELAS'

## 8 Résultats de la modélisation C

### 8.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
DY au point A	-0.05	-0.05060	2.121 %
SIYY au point A	-1.E+5	-9.7875 E+5	-2.125 %
DY au point O	-0.05	-0.04965	-0.699 %
SIYY au point O	-1.E+5	-1.0741 E+5	7.413 %
DY au point B	-0.05	-0.04965	-0.699 %
SIYY au point B	-1.E+5	-1.0741 E+5	7.413 %

## 9 Modélisation D

### 9.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation 3D pour les éléments solides avec la méthode CONTINUE pour le traitement de CONTACT. Les surfaces de contact en vis-à-vis sont constituées d'éléments QUAD8.

### 9.2 Caractéristiques du maillage

On utilise le même maillage que pour la modélisation précédente.

Nombre de nœuds : 850

Nombre de mailles et types : 128 HEXA20 et 64 QUAD8

### 9.3 Fonctionnalités testées

AFFE CHAR MECA	CONTACT	METHODE	'CONTINUE'
AFFE CHAR MECA	CONTACT	MODL AXIS	'NON'
AFFE CHAR MECA	CONTACT	ITER GEOM MAXI	
AFFE CHAR MECA	CONTACT	ITER CONT MAXI	
AFFE CHAR MECA	CONTACT	COEF REGU CONT	
STAT_NON_LINE	COMP_ELAS	RELATION	'ELAS'

## 10 Résultats de la modélisation D

### 10.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
DZ au point A	-0.05	-0.05	0.0 %
SIYY au point A	-1.E+5	-1. E+5	0.0 %
Max SIYY sur la surface de contact	-1.E+5	-1. E+5	0.0 %
Min SIYY sur la surface de contact	-1.E+5	-1. E+5	0.0 %
DZ au point B	-0.05	-0.05	0.0 %
SIYY au point B	-1.E+5	-1. E+5	0.0 %



## 11 Modélisation E

### 11.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation 3D pour les éléments solides avec la méthode CONTINUE pour le traitement de CONTACT. Les surfaces de contact en vis-à-vis sont constituées d'éléments TRIA6.

### 11.2 Caractéristiques du maillage

On utilise le même maillage que pour la modélisation précédente.

Nombre de nœuds : 1010

Nombre de mailles et types : 256 PENTA15 et 128 TRIA6

### 11.3 Fonctionnalités testées

AFFE CHAR MECA	CONTACT	METHODE	'CONTINUE'
AFFE CHAR MECA	CONTACT	MODL AXIS	'NON'
AFFE CHAR MECA	CONTACT	ITER GEOM MAXI	
AFFE CHAR MECA	CONTACT	ITER CONT MAXI	
AFFE CHAR MECA	CONTACT	COEF REGU CONT	
STAT_NON_LINE	COMP_ELAS	RELATION	'ELAS'

## 12 Résultats de la modélisation E

### 12.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
DZ au point A	-0.05	-0.050002	0.004 %
SIYY au point A	-1.E+5	-1.001 E+5	0.01 %
Max SIYY sur la surface de contact	-1.E+5	-9.9992 E+4	-0.008 %
Min SIYY sur la surface de contact	-1.E+5	-1.00015 E+5	0.015 %
DZ au point B	-0.05	-0.05	0.0 %
SIYY au point B	-1.E+5	-9.9996 E+4	-0.003 %

## 13 Modélisation F

### 13.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation 3D pour les éléments solides avec la méthode CONTINUE pour le traitement de CONTACT. Les surfaces de contact en vis-à-vis sont constituées d'éléments TRIA6 en vis-à-vis de mailles QUAD8.

### 13.2 Caractéristiques du maillage

On utilise le même maillage que pour la modélisation précédente.

Nombre de nœuds : 930  
Nombre de mailles et types : 64 HEXA20, 128 PENTA15, 32 QUAD8 et 64 TRIA6

### 13.3 Fonctionnalités testées

AFFE CHAR MECA	CONTACT	METHODE	'CONTINUE'
AFFE CHAR MECA	CONTACT	MODL AXIS	'NON'
AFFE CHAR MECA	CONTACT	ITER GEOM MAXI	
AFFE CHAR MECA	CONTACT	ITER CONT MAXI	
AFFE CHAR MECA	CONTACT	COEF REGU CONT	
STAT_NON_LINE	COMP_ELAS	RELATION	'ELAS'

## 14 Résultats de la modélisation F

### 14.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
DZ au point A	-0.05	-0.05	0.0 %
SIYY au point A	-1.E+5	-1. E+5	0.0 %
Max SIYY sur la surface de contact	-1.E+5	-1. E+5	0.0 %
Min SIYY sur la surface de contact	-1.E+5	-1. E+5	0.0 %
DZ au point B	-0.05	-0.05	0.0 %
SIYY au point B	-1.E+5	-1. E+5	0.0 %

### 14.2 Remarque

La surface de contact esclave est maillée en TRIA6 et la surface de contact maître est maillée en QUAD8. Une utilisation avec des éléments QUAD8 pour la surface esclave et des TRIA6 pour la surface maître ne satisfait pas les conditions de compatibilité nécessaires à la bonne intégration des termes de contact [R5.03.52]. De manière générale, si l'on n'appréhende pas correctement cette notion de compatibilité, on conseille à l'utilisateur non averti d'utiliser les mêmes éléments pour le maillage des surfaces maître et esclave.

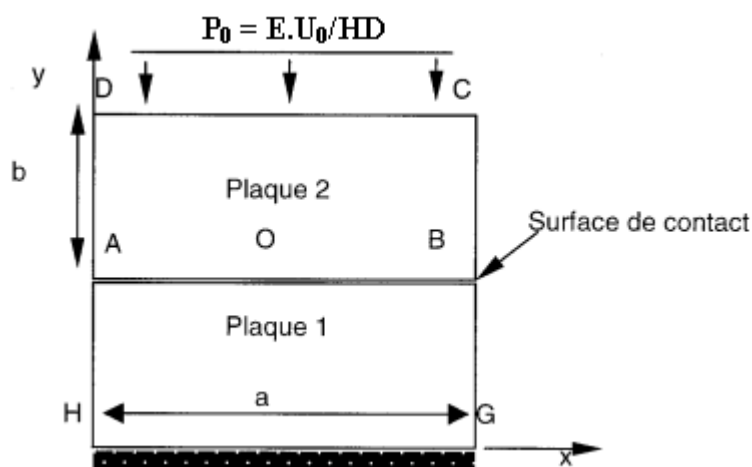
## 15 Modélisation G

### 15.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation 2D\_PLAN pour les éléments solides avec la méthode CONTINUE pour le traitement de CONTACT avec intégration de type 'SIMPSON2'.

La plaque 2 est soumise à une pression  $E\varepsilon = -1.10^5$  Pa sur toute la surface CD. Cette pression est équivalente à un déplacement imposé  $U_0 = -0.1$  m sur CD selon les formules suivantes :

$$\varepsilon = U_0/HD = -0.1/2 \quad \text{et} \quad P_0 = E\varepsilon = -1.10^5 \text{ Pa}$$



Remarque :

Il faut veiller à l'orientation du groupe de maille de la plaque 2 de telle façon que la normale soit sortante. On a dû utiliser le mot-clé ORIENT\_PEAU\_2D.

Remarque :

Dans cette modélisation, on impose une pression sur la plaque 2. Pour que le problème soit soluble, il faut CONTACT\_INIT = 'OUI'. Dans le cas contraire, à la première itération du premier pas de temps, la plaque 2 aurait un mouvement de corps rigide.

### 15.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 313  
 Nombre de mailles et types : 265 QUAD4 et 132 SEG2

### 15.3 Fonctionnalités testées

AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	METHODE	'CONTINUE'
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	INTEGRATION	'SIMPSON2'
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	MODL_AXIS	'NON'
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	CONTACT_INIT	'OUI'
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO		
AFFE_CHAR_MECA	PRES_REP		
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	ITER_GEOM_MAXI	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	ITER_CONT_MAXI	
AFFE_CHAR_MECA	CONTACT	COEF_REGU_CONT	
STAT_NON_LINE	COMP_ELAS	RELATION	'ELAS'

Conditions aux limites :

Pour éviter les mouvements de corps rigides, le nœud D a un déplacement horizontal nul.

## 16 Résultats de la modélisation G

### 16.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
DY au point A	-0.05	-0.0499	-0.007 %
LAGR_C au point A	-1.E+5	-1.0008 E+5	0.08 %
DY au point O	-0.05	-0.0499	-0.043 %
LAGR_C au point O	-1.E+5	-1.0035 E+5	0.351 %
DY au point B	-0.05	-0.0499	-0.007 %
LAGR_C au point B	-1.E+5	-1.0008 E+5	0.08 %

On vérifie aussi par un IMPR\_RESU que la pression et les déplacements verticaux sont identiques sur tout le segment AB.

## 17 Modélisation H

### 17.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation 2D\_PLAN pour les éléments solides avec la méthode CONTINUE pour le traitement du CONTACT entre éléments mixtes linéaires et éléments quadratiques avec présence d'incompatibilités de maillages.

12 éléments finis SEG2 sont disposés sur la surface de contact initiale de la plaque esclave et seulement 11 éléments finis SEG3 sur la surface de contact maître. En activant le mot-clé 'NCOTES2', un schéma de type Newton-Cotes couplé à une technique de subdivision en sous-éléments a été utilisé pour l'intégration des termes de contact. Le maillage comporte en tout 144 éléments QUAD4 pour la plaque esclave en face de 121 éléments QUAD8 pour la plaque maître.

### 17.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 721

Nombre de mailles et types : 144 QUAD4, 121 QUAD8, 48 SEG2 et 44 SEG3

### 17.3 Fonctionnalités testées

AFFE CHAR MECA	CONTACT	METHODE	'CONTINUE'
AFFE CHAR MECA	CONTACT	INTEGRATION	'NCOTES2'
AFFE CHAR MECA	CONTACT	MODL AXIS	'NON'
AFFE CHAR MECA	CONTACT	ITER GEOM MAXI	
AFFE CHAR MECA	CONTACT	ITER CONT MAXI	
AFFE CHAR MECA	CONTACT	COEF REGU CONT	
STAT_NON_LINE	COMP_ELAS	RELATION	'ELAS'

## 18 Résultats de la modélisation H

### 18.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
DY au point A	-0.05	-0.0499	-0.012 %
LAGR_C au point A	-1.E+5	-1.00034 E+5	0.034 %
DY au point B	-0.05	-0.0499	-0.012 %
LAGR_C au point B	-1.E+5	-1.00034 E+5	0.034 %

## 19 Modélisation I

### 19.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation 3D pour les éléments solides avec la méthode CONTINUE pour le traitement du CONTACT entre éléments mixtes linéaires et éléments quadratiques avec présence d'incompatibilités de maillages. Les surfaces de contact sont constituées de 5 éléments QUAD4 en vis-à-vis de 4 éléments QUAD8. Le schéma d'intégration utilisé est de type Newton-Cotes couplé à une technique de subdivision en sous-éléments.

### 19.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 227

Nombre de mailles et types : 16 HEXA20, 25 HEXA8, 32 QUAD8 et 50 QUAD8

### 19.3 Fonctionnalités testées

AFFE CHAR MECA	CONTACT	METHODE	'CONTINUE'
AFFE CHAR MECA	CONTACT	INTEGRATION	'NCOTES2'
AFFE CHAR MECA	CONTACT	MODL AXIS	'NON'
AFFE CHAR MECA	CONTACT	ITER GEOM MAXI	
AFFE CHAR MECA	CONTACT	ITER CONT MAXI	
AFFE CHAR MECA	CONTACT	COEF REGU CONT	
STAT_NON_LINE	COMP_ELAS	RELATION	'ELAS'

## 20 Résultats de la modélisation I

### 20.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
DZ au point A	-0.05	-0.0499996	0.000061 %
SIYY au point A	-1.E+5	-1.000045 E+5	0.005 %
Max SIYY sur la surface de contact	-1.E+5	-9.9988 E+4	-0.012 %
Min SIYY sur la surface de contact	-1.E+5	-1.000093 E+5	0.009 %
DZ au point B	-0.05	-0.0499996	0.000061 %
SIYY au point B	-1.E+5	-1.000045 E+5	0.005 %

## 21 Modélisation J

### 21.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation 3D pour les éléments solides avec la méthode CONTINUE pour le traitement du CONTACT entre éléments mixtes linéaires et éléments quadratiques. Les surfaces de contact sont constituées d'éléments TRIA3 en vis-à-vis d'éléments TRIA6. Les maillages sont compatibles. Le schéma d'intégration utilisé est de type Newton-Cotes.

### 21.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 630

Nombre de mailles et types : 128 PENTA6, 128 PENTA15, 64 TRIA3 et 64 TRIA6

### 21.3 Fonctionnalités testées

AFFE CHAR MECA	CONTACT	METHODE	'CONTINUE'
AFFE CHAR MECA	CONTACT	INTEGRATION	'NCOTES'
AFFE CHAR MECA	CONTACT	MODL AXIS	'NON'
AFFE CHAR MECA	CONTACT	ITER GEOM MAXI	
AFFE CHAR MECA	CONTACT	ITER CONT MAXI	
AFFE CHAR MECA	CONTACT	COEF REGU CONT	
STAT_NON_LINE	COMP_ELAS	RELATION	'ELAS'

## 22 Résultats de la modélisation J

### 22.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
DZ au point A	-0.05	-0.05	0.0 %
SIYY au point A	-1.E+5	-1.E+5	0.0 %
Max SIYY sur la surface de contact	-1.E+5	-1.E+5	0.0 %
Min SIYY sur la surface de contact	-1.E+5	-1.E+5	0.0 %
DZ au point B	-0.05	-0.05	0.0 %
SIYY au point B	-1.E+5	-1.E+5	0.0 %

## 23 Modélisation K

### 23.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation 3D pour les éléments solides avec la méthode CONTINUE pour le traitement du CONTACT pour les éléments mixtes linéaires/quadratiques. Les surfaces de contact en vis-à-vis sont constituées d'éléments TRIA3 en vis-à-vis de mailles QUAD8. Les maillages sont compatibles. Le schéma d'intégration utilisé est de type Newton-Cotes.

### 23.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 550

Nombre de mailles et types : 64 HEXA20, 128 PENTA6, 32 QUAD8 et 64 TRIA3

### 23.3 Fonctionnalités testées

AFFE CHAR MECA	CONTACT	METHODE	'CONTINUE'
AFFE CHAR MECA	CONTACT	INTEGRATION	'NCOTES'
AFFE CHAR MECA	CONTACT	MODL AXIS	'NON'
AFFE CHAR MECA	CONTACT	ITER GEOM MAXI	
AFFE CHAR MECA	CONTACT	ITER CONT MAXI	
AFFE CHAR MECA	CONTACT	COEF REGU CONT	
STAT_NON_LINE	COMP_ELAS	RELATION	'ELAS'

## 24 Résultats de la modélisation K

### 24.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
DZ au point A	-0.05	-0.05	0.0 %
SIYY au point A	-1.E+5	-1. E+5	0.0 %
Max SIYY sur la surface de contact	-1.E+5	-1. E+5	0.0 %
Min SIYY sur la surface de contact	-1.E+5	-1. E+5	0.0 %
DZ au point B	-0.05	-0.05	0.0 %
SIYY au point B	-1.E+5	-1. E+5	0.0 %

### 24.2 Remarque

La surface de contact esclave est maillée en TRIA3 et la surface de contact maître est maillée en QUAD8. Une utilisation avec des éléments QUAD4 pour la surface esclave et des TRIA6 pour la surface maître ne satisfait pas les conditions de compatibilité nécessaires à la bonne intégration des termes de contact [R5.03.52].



## 25 Synthèse des résultats

On cherche sur cet exemple très simple à tester une nouvelle technique d'intégration des termes de contact fondée sur la subdivision par sous-éléments disponible uniquement pour la méthode 'CONTINUE'. Cette technique a pour objectif d'atténuer l'amplitude d'oscillation de la pression de contact. Dans le cas étudié ici, la pression est constante sur toute la surface de contact (remarquons que le coefficient de Poisson est nul).

On a aussi implémenté un nouveau schéma d'intégration de type Newton-Cotes permettant de résoudre les problèmes de contact pour des éléments mixtes Linéaires/Quadratiques avec incompatibilité de maillages.

On constate ainsi qu'avec les méthodes 'CONTRAINTE' et 'PENALISATION' la solution présente des oscillations non physiques de l'ordre de 6 à 7 %. En utilisant la méthode 'CONTINUE', les oscillations disparaissent presque totalement et les résultats obtenus sont très proches de la solution de référence (<0,5%). De plus, on constate que lorsque l'on utilise cette technique, l'interpénétration (due à l'utilisation de la modélisation maître-esclave) diminue aussi de manière significative.

La méthode 'CONTINUE' permet en outre un traitement non approché des surfaces de contact maillées avec des éléments quadratiques, alors que la méthode 'CONTRAINTE' est utilisée avec une linéarisation des éléments sur la surface de contact. On conseille aux utilisateurs non avertis sur la compatibilité des éléments à utiliser pour le maillage des surfaces maître et esclave d'utiliser le même type de mailles pour les deux surfaces.

Page laissée intentionnellement blanche.