

---

## SSNA111 - Indentation d'un massif par un poinçon

---

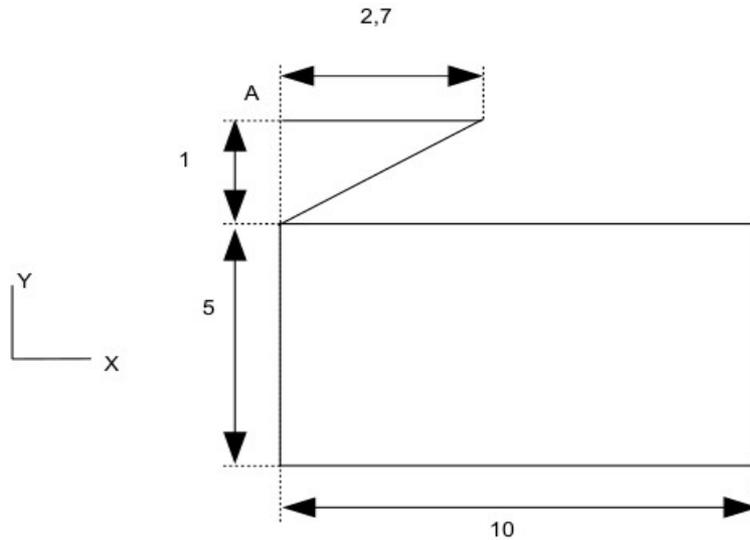
### Résumé :

Ce test concerne l'étude d'un poinçon conique déformant une structure massive élasto-plastique.

L'ensemble est modélisé avec des éléments axisymétriques et soumis à un déplacement imposé et à du contact.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie



Le problème est axisymétrique (d'axe  $Y$ ). Le poinçon est constitué d'un seul élément triangulaire. Il est supposé en contact initial avec le massif au point  $A$ , ce point est donc topologiquement confondu entre le poinçon et le massif.

### 1.2 Propriétés de matériaux

Le massif est constitué d'un matériau élasto-plastique avec écrouissage isotrope linéaire :

$$E = 2,0 \times 10^5 \text{ MPa}$$

$$\nu = 0,3$$

$$\sigma_y = 300 \text{ MPa}$$

$$E_T = 5000$$

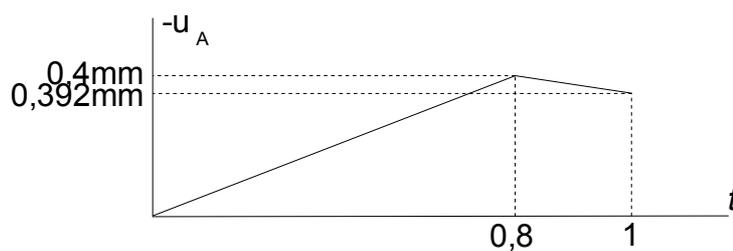
Le poinçon est supposé rigide et on l'approxime par un matériau élastique avec un grand module de Young:

$$E = 2,0 \times 10^9 \text{ MPa}$$

$$\nu = 0,3$$

## 1.3 Conditions aux limites et chargements

La base du massif est encadrée et son coté gauche est imposé à  $DX=0$ . Le déplacement horizontal est imposé à 0. Le déplacement vertical du poinçon est imposé à  $u_A = -0,4 \text{ mm}$ , puis remonté de  $0,008 \text{ mm}$  (retour élastique) suivant le graphe suivant:



## 2 Solution de référence

---

### 2.1 Résultats de référence

Les résultats calculés dans ce cas-test sont les déplacements et rotations du nœud A (DEPL). Il sont issus d'une exécution antérieure de *Code\_Aster*. C'est un cas test de non régression, sauf pour le point *A* .

## 3 Modélisation A

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation `AXIS`.

### 3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est constitué de 1803 nœuds et 1852 mailles dont une maille `TRIA3` pour le poinçon rigide, et 1715 mailles `QUAD4` pour le massif (le reste des mailles étant des mailles `SEG2` pour la surface esclave du contact).

### 3.3 Caractéristiques du comportement

Comportement élastique incrémental pour le poinçon (`COMP_INCR/ELAS`).

Comportement élasto\_plastique en grandes déformations avec écrouissage isotrope linéaire pour le massif (`COMP_INCR/VMIS_ISOT_LINE/SIMO_MIEHE`).

### 3.4 Caractéristiques du contact

Méthode de contact discret avec algorithme des contraintes actives, appariement `MAIT_ESCL` et normale `MAIT_ESCL`.

### 3.5 Grandeurs testées et résultats

Valeur testée	Instant	Référence	Type	Tolérance
Déplacement $DY$ en $A$	0,5	-0,25	Analytique	-0.80%
	0,5	-0,24798	Non-régression	$1.0 \times 10^{-8}$ %
Force de réaction $DX$ en $A$	0,5	3,2482	Non-régression	$1.0 \times 10^{-8}$ %
Force de réaction $DY$ en $A$	0,5	-8,7703	Non-régression	$1.0 \times 10^{-8}$ %
Déplacement $DY$ en $A$	1,0	-0,392	Analytique	-0.60%
	1,0	-0,38944	Non-régression	$1.0 \times 10^{-8}$ %
Force de réaction $DX$ en $A$	1,0	1,81357	Non-régression	$1.0 \times 10^{-8}$ %
Force de réaction $DY$ en $A$	1,0	-4.8966	Non-régression	$1.0 \times 10^{-8}$ %

### 3.6 Remarques

La force de réaction nodale est en  $N/rad$  puisque le problème est axisymétrique. La différence sur les valeurs analytiques du déplacement viennent du fait que le poinçon rigide est modélisé par un matériau avec un module de Young de rigidité finie.

## 4 Modélisation B

---

### 4.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation `AXIS`.

### 4.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est constitué de 1803 nœuds et 1852 mailles dont une maille `TRIA3` pour le poinçon rigide, et 1715 mailles `QUAD4` pour le massif (le reste des mailles étant des mailles `SEG2` pour la surface esclave du contact).

### 4.3 Caractéristiques du comportement

Comportement élastique incrémental pour le poinçon (`COMP_INCR/ELAS`).

Comportement élasto\_plastique en grandes déformations avec écrouissage isotrope linéaire pour le massif (`COMP_INCR/VMIS_ISOT_LINE/SIMO_MIEHE`).

### 4.4 Caractéristiques du contact

Méthode de contact continue, appariement `MAIT_ESCL`, normale `MAIT_ESCL` et l'appariement est fixe, de normale  $(0, -1, 0)$ . Intégration aux nœuds et coefficient de régularisation du lagrangien augmenté valant 1000.

### 4.5 Grandeurs testés et résultats

Valeur testée	Instant	Référence	Type	Tolérance
Déplacement $DY$ en $A$	0,5	-0,25	Analytique	-0.80%
	0,5	-0,24798	Non-régression	$1.0 \times 10^{-8}$ %
Force de réaction $DX$ en $A$	0,5	3,2482	Non-régression	$1.0 \times 10^{-8}$ %
Force de réaction $DY$ en $A$	0,5	-8,7703	Non-régression	$1.0 \times 10^{-8}$ %
Déplacement $DY$ en $A$	1,0	-0,392	Analytique	-0.60%
	1,0	-0,38944	Non-régression	$1.0 \times 10^{-8}$ %
Force de réaction $DX$ en $A$	1,0	1,81343	Non-régression	$1.0 \times 10^{-8}$ %
Force de réaction $DY$ en $A$	1,0	-4.8962	Non-régression	$1.0 \times 10^{-8}$ %

### 4.6 Remarques

La force de réaction nodale est en  $N/rad$  puisque le problème est axisymétrique. La différence sur les valeurs analytiques du déplacement viennent du fait que le poinçon rigide est modélisé par un matériau avec un module de Young de rigidité finie.

## 5 Synthèse des résultats

---

Cet exemple de non régression montre un calcul non-linéaire avec contact. Les forces nodales sont légèrement différentes ( 0,007% ) entre les deux modélisations (contact discret ou continue), lors du retour élastique.