# PYNL02 - STAT_NON_LINE en commandes éclatées pour un calcul élasto-plastique

**Résumé :**

Ce document a pour but de valider la méthodologie de résolution d'un problème non-linéaire (ici un problème d'élasto-plasticité) en commandes éclatées, sans utiliser la commande STAT_NON_LINE .



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

# 1 Problème de référence

## 1.1 Géométrie

On considère un cube unitaire.

## 1.2 Propriétés du matériau

On considère un matériau avec une loi de comportement de Von Mises à écrouissage mixte (VMIS_ECMI_TRAC).
Les propriétés élastiques sont les suivantes :
•module d'Young : $E=221300\,MPa$
•coefficient de Poisson : $\nu=0,3$
La constante de Prager vaut : $C=2200\,MPa$ .
La courbe de traction considérée est donnée sur la Figure 1.2-1 .

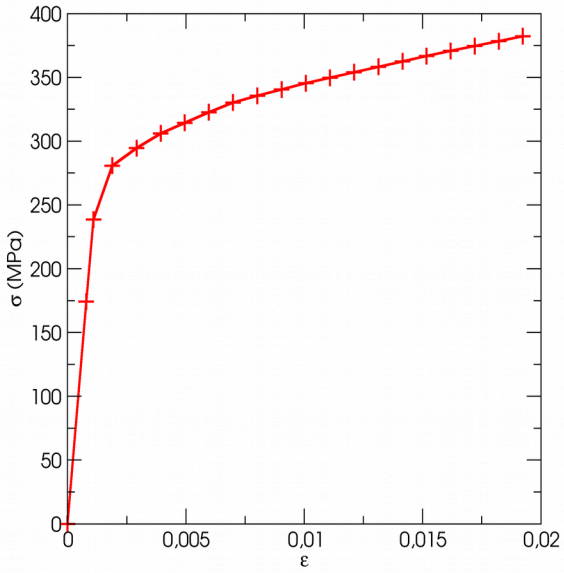



**Figure 1.2-1 : Courbe de traction**

## 1.3 Conditions aux limites et chargements

La face inférieure (dans le plan $z=0$) est encastrée.
La face supérieure (dans le plan $z=1$) est soumise à un déplacement vertical $dz=10^{-2}[\,m\,]$.



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

# 2 Solution de référence

La solution de référence est obtenue par une résolution numérique du problème à l'aide de la commande STAT_NON_LINE. On obtient ainsi le champ de contrainte et le champ de variables internes.
L'incrément de charge est discrétisé en 2 instants entre 0 et 1.
On réalise une prédiction élastique, et on ré-actualise la matrice tangente à chaque itération et à chaque incrément.

Le tableau de convergence est représenté ci-dessous :

INSTANT DE CALCUL : 5.000000000E-01

| ITERATIONS NEWTON | | RESIDU RELATIF RESI_GLOB_RELA | | RESIDU ABSOLU RESI_GLOB_MAXI | OPTION ASSEMBLAGE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | X | 3.98344E-01 | X | 1.21090E+02 | ELASTIQUE |
| 1 | X | 7.07348E-04 | X | 9.25744E-02 | TANGENTE |
| 2 | | 8.74324E-10 | | 1.14308E-07 | TANGENTE |

INSTANT DE CALCUL : 1.000000000E+00

| ITERATIONS NEWTON | | RESIDU RELATIF RESI_GLOB_RELA | | RESIDU ABSOLU RESI_GLOB_MAXI | OPTION ASSEMBLAGE |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | X | 3.84934E-01 | X | 1.67339E+02 | ELASTIQUE |
| 1 | X | 5.82064E-04 | X | 1.29881E-01 | TANGENTE |
| 2 | | 6.38364E-10 | | 1.42368E-07 | TANGENTE |

**Figure 2-1 : Tableau de convergence de référence**



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

# 3 Modélisation A

## 3.1 Caractéristiques de la modélisation

Dans cette modélisation, on remplace la commande STAT_NON_LINE par des commandes éclatées. Les conditions aux limites sont appliquées par dualisation (Lagranges)

## 3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est composé d'une seule maille HEXA8.

## 3.3 Grandeurs testées et résultats

On teste la différence entre le champ de contraintes (respectivement de variables internes) calculé par STAT_NON_LINE et par la commande CALCUL, à convergence au dernier instant.

| Identification | Référence | % différence |
|---|---|---|
| $min(\Delta\sigma)$ | 0 | 0 |
| $max(\Delta\sigma)$ | 0 | 0 |
| $min(\Delta vi)$ | 0 | 0 |
| $max(\Delta vi)$ | 0 | 0 |

Le tableau de convergence est également identique à celui de référence :

```
instant  0.5
IterNewton | Resi_Glob_rela   | Resi_Glob_Maxi   | Convergence
     0     |   3.983444e-01   |   1.210901e+02   |    0
     1     |   7.073482e-04   |   9.257440e-02   |    0
     2     |   8.743236e-10   |   1.143078e-07   |    1

instant  1.0
IterNewton | Resi_Glob_rela   | Resi_Glob_Maxi   | Convergence
     0     |   3.849340e-01   |   1.673393e+02   |    0
     1     |   5.820635e-04   |   1.298814e-01   |    0
     2     |   6.383644e-10   |   1.423681e-07   |    1
```

**Figure 3.3-1: Tableau de convergence obtenue via la commande CALCUL**



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

# 4 Synthèse des résultats

Ce test a permis de valider la méthodologie de résolution d'un problème non-linéaire (ici un problème d'élasto-plasticité) en commandes éclatées, sans utiliser la commande STAT_NON_LINE.
Dans ce test, la portée de la méthodologie est limitée :
•pas de forces extérieures (chargement imposé via des Lagranges)
•pas de chargement de température (variables de commandes)
•pas de pilotage,
•pas de recherche linéaire,
•pas de contact,
•le NUME_DDL ne change pas au cours des pas de temps (notamment, les nœuds dont le déplacement est imposé ne varient pas) .



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