

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`.

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 : $E = 221\,300 \text{ MPa}$
- coefficient de Poisson : $\nu = 0,3$

La constante de Prager vaut : $C = 2200 \text{ MPa}$.

La courbe de traction considérée est donnée sur la Figure 1.2-1 .

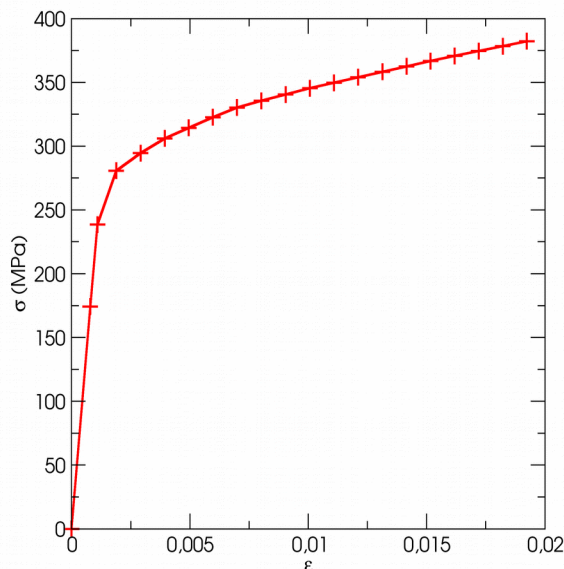


Figure 1.2-1 : Courbe de traction

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 $dz = 10^{-2} [m]$.

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	1.21090E+02	ELASTIQUE
1	X	7.07348E-04	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	1.67339E+02	ELASTIQUE
1	X	5.82064E-04	1.29881E-01	TANGENTE
2		6.38364E-10	1.42368E-07	TANGENTE

Figure 2-1 : Tableau de convergence de référence

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`

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) .