

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.

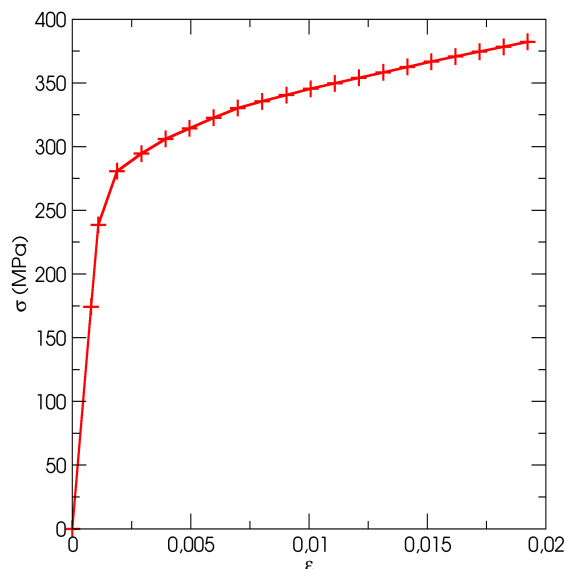


Figure 1.2-1 : Courbe de traction

1.3 Conditions aux limites et chargements

La face inférieure (dans le plan $z=0$) est encastée.

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 :

```

70
71 INSTANT DE CALCUL : 5.000000000E-01
72
73 -----
74 | ITERATIONS | RESIDU | RESIDU | OPTION |
75 | NEWTON | RELATIF | ABSOLU | ASSEMBLAGE |
76 | | RESI_GLOB_RELA | RESI_GLOB_MAXI | |
77 -----
78 | 0 | X | 3.98344E-01 | X | 1.21090E+02 | ELASTIQUE |
79 | 1 | X | 7.07348E-04 | X | 9.25744E-02 | TANGENTE |
80 | 2 | | 8.74324E-10 | | 1.14308E-07 | TANGENTE |
81 -----
82 ^
83 INSTANT DE CALCUL : 1.000000000E+00
84
85 -----
86 | ITERATIONS | RESIDU | RESIDU | OPTION |
87 | NEWTON | RELATIF | ABSOLU | ASSEMBLAGE |
88 | | RESI_GLOB_RELA | RESI_GLOB_MAXI | |
89 -----
90 | 0 | X | 3.84934E-01 | X | 1.67339E+02 | ELASTIQUE |
91 | 1 | X | 5.82064E-04 | X | 1.29881E-01 | TANGENTE |
92 | 2 | | 6.38364E-10 | | 1.42368E-07 | TANGENTE |
93 -----

```

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
$\min(\Delta v_i)$	0	0
$\max(\Delta v_i)$	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) .