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 .

Copyright 2015 EDF R&D - 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 .

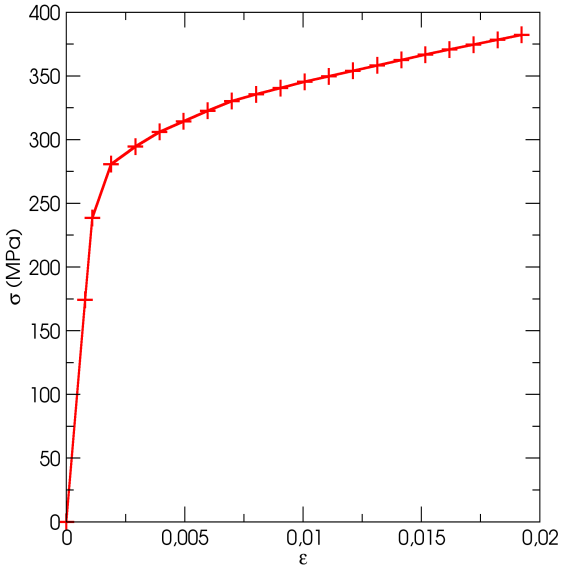

Figure 1.2-1 : Courbe de traction

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

Copyright 2015 EDF R&D - 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   |     RESIDU     |     RESIDU     |     OPTION     |
 |     NEWTON     |     RELATIF    |     ABSOLU     |   ASSEMBLAGE   |
 |                | RESI_GLOB_RELA | RESI_GLOB_MAXI |                |
 ------------------------------------------------------------------------
 |     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   |     RESIDU     |     RESIDU     |     OPTION     |
 |     NEWTON     |     RELATIF    |     ABSOLU     |   ASSEMBLAGE   |
 |                | RESI_GLOB_RELA | RESI_GLOB_MAXI |                |
 ------------------------------------------------------------------------
 |     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

Copyright 2015 EDF R&D - 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

Copyright 2015 EDF R&D - 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) .

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)