# HSNV133 - Traction thermoplastique en grandes déformations VMIS_ISOT_PUIS

**Résumé :**

Ce test thermomécanique quasi-statique consiste à chauffer uniformément un barreau de section rectangulaire (états de contraintes et de déformations homogènes) puis à le soumettre à une traction.

De la même façon, que dans le test HSNV121 [V7.22.121], on valide ainsi la cinématique des grandes déformations en élasto-plasticité pour une relation de comportement de type Von Mises avec écrouissage isotrope défini soit par une courbe de traction donnée point par point (VMIS_ISOT_TRAC) ; soit par une loi en puissance (VMIS_ISOT_PUIS).

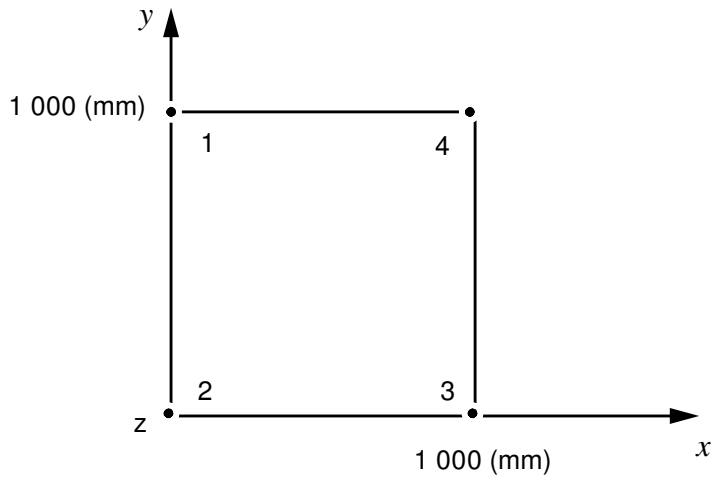
Le barreau est modélisé par un élément volumique.



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

# 1 Problème de référence

## 1.1 Géométrie



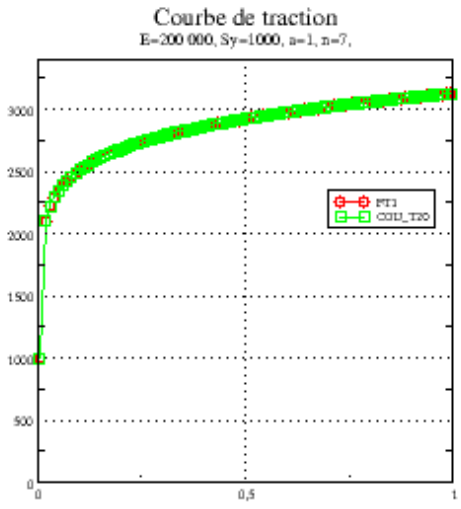

## 1.2 Propriétés du matériau

Le matériau obéit à une loi de comportement en grandes déformations plastiques avec écrouissage isotrope défini par une courbe de traction (point par point ou loi en puissance).
La courbe de traction est donnée dans le plan déformation logarithmique - contrainte rationnelle.

$$\sigma=\frac{F}{S}=\frac{F}{S_o}\cdot\frac{l}{l_o}$$

$$R(p)=\sigma_y+\sigma_y\left(\frac{E}{a\,\sigma_y}p\right)^{1/n}$$

$$\begin{aligned}\nu &= 0.3\\ \alpha &= 10^{-4}K^{-1}\\ \sigma_y &= 1000\,MPa\\ E &= 200000\,MPa\\ n &= 7\\ a &= 1\end{aligned}$$




$l_o$ et $l$ sont, respectivement, la longueur initiale et la longueur actuelle de la partie utile de l'éprouvette.

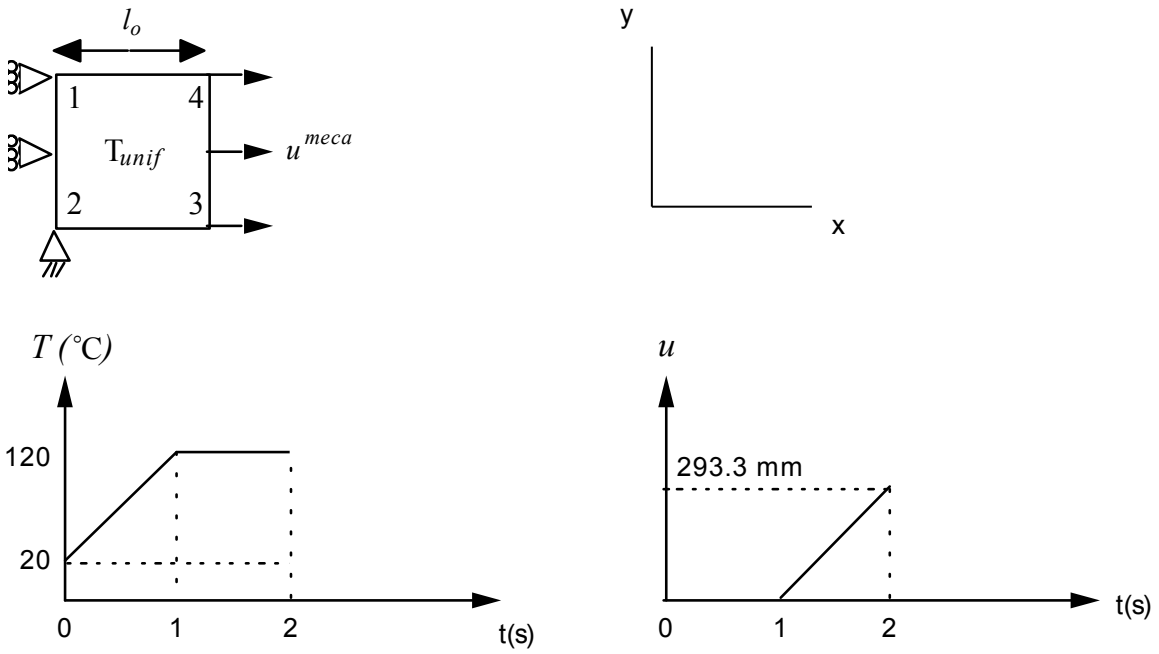
$S_o$ et $S$ sont, respectivement, les surfaces initiale et actuelle. Entre les températures $20\,°C$ et $120\,°C$, les caractéristiques sont interpolées linéairement.



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

## 1.3 Conditions aux limites et chargements

Le barreau, de longueur initiale $l_o$ , bloqué dans la direction $Ox$ sur la face [1,2] est soumis à une température uniforme $T$ et à un déplacement mécanique de traction $u^{meca}$ sur la face [3, 4]. Les séquences de chargement sont les suivantes :




Température de référence : $T_{réf} = 20\,°C$ .

**Remarque :**

*Le déplacement mécanique est mesuré à partir de la configuration déformée par le chargement thermique ( $t = 1\text{s}$ ). Pour avoir le déplacement total, il faut donc additionner le déplacement thermique obtenu au temps $t = 1\text{s}$ .*



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

# 2 Solution de référence

## 2.1 Résultats de référence

On adoptera comme résultats de référence les déplacements, la contrainte de Cauchy $\sigma$ et la déformation plastique cumulée $p$ obtenus avec le comportement VMIS_ISOT_TRAC (validé par ailleurs avec DEFORMATION='SIMO_MIEHE' et 'GDEF_LOG').

On comparera les solutions obtenues au temps $t=2\ s$ ( $\Delta T=100\,°C$ , traction $u$ )

## 2.2 Incertitude sur la solution

Très faible puisqu'il s'agit d'inter-comparaison entre deux comportements formellement identiques. Toutefois, la discrétisation de la loi d'écrouissage en puissance conduit à une incertitude.

## 2.3 Références bibliographiques

1. V. CANO, E. LORENTZ : Introduction dans le *Code_Aster* d'un modèle de comportement en grandes déformations élastoplastique avec écrouissage isotrope - Note interne EDF DER HI-74/98/006/0

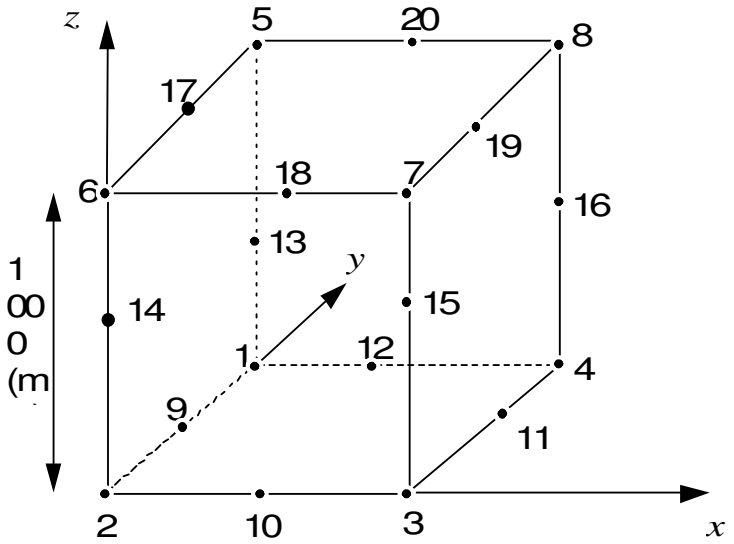


Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

# 3 Modélisation A

## 3.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation volumique : 1 maille HEXA20
1 maille QUAD8




**Conditions aux limites :**

N2 : $U_x=U_y=U_z=0$ $N9, N13, N14, N5, N17 : U_x=0$

N1 : $U_x=U_z=0$

N6 : $U_x=U_y=0$

**Charge :** Déplacement imposé sur la face $[3\,4\,8\,7\,11\,16\,19\,15]$ + affectation de la même température sur tous les nœuds. Le nombre total d'incréments est de 21 (1 incrément entre $t=0s$ et $1s$, 20 incréments entre $t=1s$ et $2s$). La mesure des déformations est de type SIMO_MIEHE

La convergence est réalisée si le résidu est inférieur ou égal à RESI_GLOB_RELA= $10^{-6}$.

## 3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 20

Nombre de mailles : 2

1 HEXA20
1 QUAD8

## 3.3 Grandeurs testées et résultats

| Identification | Référence VMIS_ISOT_TRAC | *Aster* VMIS_ISOT_PUIS | % différence |
|---|---|---|---|
| $t=2$ Déplacement $DX$ ($N8$) | 303.06 | 303.06 | < $10^{-4}$ |
| $t=2$ Déplacement $DY$ ($N8$) | –108.82 | –108.82 | < $10^{-4}$ |
| $t=2$ Déplacement $DZ$ ($N8$) | –108.82 | –108.82 | < $10^{-4}$ |
| $t=2$ Contraintes $SIGXX$ ($PG1$) | 2651.633 | 2651.694 | 0.002 |
| $t=2$ Variable $p$ $VARI$ ($PG1$) | 0.24556 | 0.24558 | 0.009 |



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

# 4 Modélisation B

## 4.1 Caractéristiques de la modélisation

Même maillage et conditions aux limites que la modélisation A. Par contre, la mesure des déformations est de type GDEF_LOG.

## 4.2 Grandeurs testées et résultats

| Identification | Référence VMIS_ISOT_TRAC (avec SIMO_MIEHE) | *Aster* VMIS_ISOT_PUIS (avec GDEF_LOG) | % différence |
|---|---|---|---|
| $t=2$ Déplacement $DX$ ( $N8$ ) | 303.35 | 303.35 | < $10^{-4}$ |
| $t=2$ Déplacement $DY$ ( $N8$ ) | –108.39 | –108.39 | < $10^{-3}$ |
| $t=2$ Déplacement $DZ$ ( $N8$ ) | –108.39 | –108.39 | < $10^{-3}$ |
| $t=2$ Contraintes $SIGXX$ ( $PG1$ ) | 2644.27 | 2644.28 | < $10^{-3}$ |
| $t=2$ Variable $p$ $VARI$ ( $PG1$ ) | 0.24124 | 0.24124 | < $10^{-3}$ |

# 5 Synthèse des résultats

L'inter-validation des comportements VMIS_ISOT_TRAC et VMIS_ISOT_PUIS réalisée ici montre que les courbes d'écrouissage isotrope peuvent être modélisées dans code_aster en grandes déformations, via les modèles 'SIMO_MIEHE' et 'GDEF_LOG'.



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