SSNL124 - Fluage axial d'un élément HEXA8 avec un comportement de LEMAITRE_IRRA

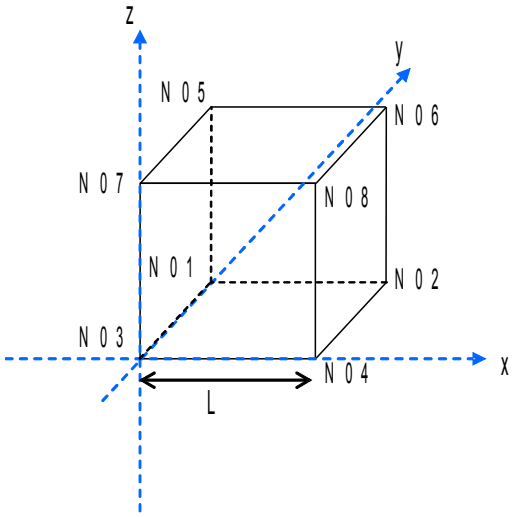
Résumé :

Ce cas-test permet de mettre en œuvre un phénomène de fluage axial sur un cube. Ce test est réalisé en appliquant un champ de fluence sur une modélisation 3D, réalisée avec une maille HEXA8. Les propriétés du cube sont définies par la loi de Lemaitre irradiation.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Géométrie du cube (m) : $L=1$

Coordonnées des points (m) :

$NO1:(0.0,1.0,0.0)$
$NO2:(1.0,1.0,0.0)$
$NO3:(0.0,0.0,0.0)$
$NO4:(1.0,0.0,0.0)$
$NO5:(0.0,1.0,1.0)$
$NO6:(1.0,1.0,1.0)$
$NO7:(0.0,0.0,1.0)$
$NO8:(1.0,0.0,1.0)$

Maille :

$MA1$: ensemble du cube

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

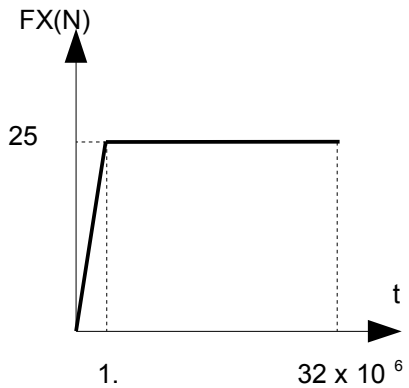
1.2 Propriétés du matériau

- Elastique
  - $E=10^5\,Pa$ Module d'Young
  - $\nu=0.3$ Coefficient de poisson
  - $\alpha=0.\ /^{\circ}C$ Coefficient de dilatation
- Lemaitre
  - $\frac{1}{K}=10^{-6}$
  - $\frac{1}{m}=0.207060772$
  - $n=2.3364$
  - $L=0.$
  - $\phi_0=4.240281\times10^{21}$
  - $\beta=1.2$
  - $QSR_K=3321.093$
  - $a=-1.51\times10^{-16}$
  - $b=1.542\times10^{-13}$
  - $S=0.396$

1.3 Conditions aux limites et chargements

- Déplacement imposé (m) :
  - $N01: DX=DZ=0$
  - $N03: DX=DY=DZ=0$
  - $N05: DX=0$
  - $N07: DX=0$
- Chargement

  Le chargement, est imposé sur les nœuds $N02\,,N04\,,N06\,,N08\,,$ varie progressivement sur l'intervalle $t\in[0,1.]$ et reste constant sur l'intervalle $t\in]1.,32.10^6]$ comme sur la figure ci-dessous.



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

- Fluence imposée sur les nœuds.

Instant (s)	Fluence $(n.m^{-2})$
0.0	0.
1.0	7.20000×10^{21}
8.64990×10^{2}	6.22793×10^{24}
1.72898×10^{3}	1.24487×10^{25}
2.16097×10^{3}	1.24487×10^{25}
2.59297×10^{3}	1.86694×10^{25}
3.45696×10^{3}	2.48901×10^{25}

- Température imposée sur les nœuds.

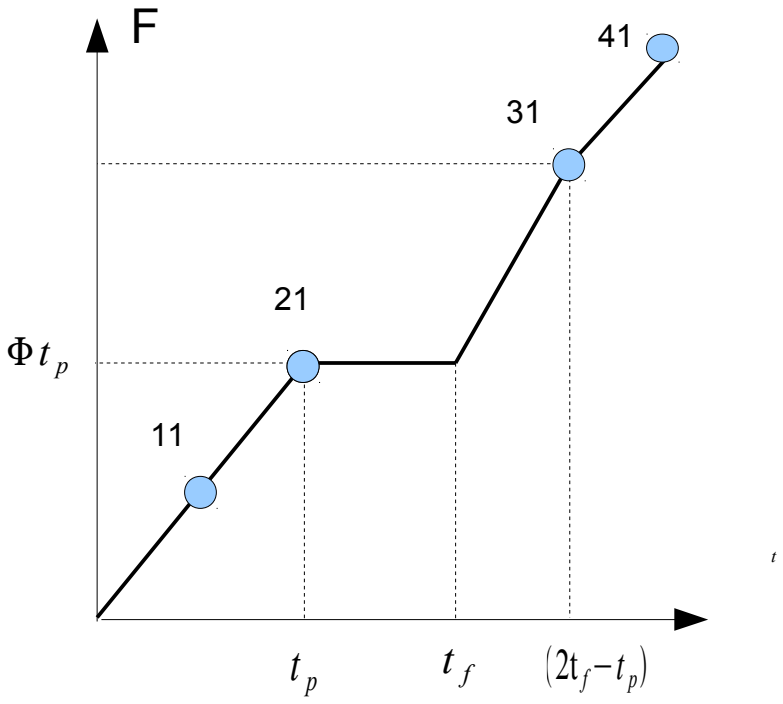
$T=299.85\,°C$ avec une température de référence de $T_{ref}=299.85\,°C$

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

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

$K=10^6$, $\frac{\Phi}{\Phi_0}=1.698$



$F=\Phi_1 t$ $\Phi_1=7.2\times10^{21}$ si $t\in[0,t_p=1728.98]=I_1$ $\Rightarrow\Phi=\Phi_1$

$F=\Phi_1 t_p$ $\Phi_1=7.2\times10^{21}$ si $t\in[t_p,t_f=2160.975]=I_2$ $\Rightarrow\Phi=0$

$F=\Phi_1 t_p+2\Phi_1(t-t_f)$ $\Phi_1=7.2\times10^{21}$ si $t\in[t_f,2t_f-t_p]=I_3$ $\Rightarrow\Phi=2\Phi_1$

$F=\Phi_1 t$ $\Phi_1=7.2\times10^{21}$ si $t>(2t_f-t_p)=I_4$ $\Rightarrow\Phi=\Phi_1$

$$p=\left[\frac{n+m}{m}\sigma^n\left(\frac{1}{K}\frac{\Phi}{\Phi_0}+L\right)^\beta t\,e^{-\frac{Q}{R(T+T_0)}}\right]^{\frac{m}{n+m}} \text{ si } t\in I_1$$

$$p=\left[\frac{n+m}{m}\sigma^n\left(\frac{1}{K}\frac{\Phi}{\Phi_0}+L\right)^\beta t_p\,e^{-\frac{Q}{R(T+T_0)}}\right]^{\frac{m}{n+m}}=p_f \text{ si } t\in I_2$$

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

$p=p_f$ à $t=t_f$ $\boxed{L=0}$

$$\dot{p}=\left[\frac{\sigma}{p^{\frac{1}{m}}}\right]^n\left(\frac{1}{K}\frac{2\Phi}{\Phi_0}+L\right)^{\beta}e^{\frac{-Q}{R(T+T_0)}}$$

$$\dot{p}\,p^{\frac{n}{m}}=\sigma^n\left(\frac{1}{K}\frac{2\Phi}{\Phi_0}+L\right)^{\beta}e^{\frac{-Q}{R(T+T_0)}}$$

$$\dot{p}^{\frac{m+n}{m}}=\frac{m+n}{m}\sigma^n\left(\frac{1}{K}\frac{2\Phi}{\Phi_0}+L\right)^{\beta}e^{\frac{-Q}{R(T+T_0)}}$$

$$p=\left[\frac{m+n}{m}\sigma^n\left(\frac{1}{K}\frac{2\Phi}{\Phi_0}+L\right)^{\beta}e^{\frac{-Q}{R(T+T_0)}}((t-t_f)2\beta+t_p)\right]^{\frac{m}{m+n}} \text{ si } t\in I_3$$

$$p=\left[\frac{m+n}{m}\sigma^n\left(\frac{1}{K}\frac{2\Phi}{\Phi_0}+L\right)^{\beta}e^{\frac{-Q}{R(T+T_0)}}(t+(t_f-t_p(2\beta-2)))\right]^{\frac{m}{m+n}} \text{ si } t\in I_4$$

Application numérique

$$\frac{1}{K}=10^{-6}\ ;\ \frac{\Phi}{\Phi_0}=1.698\ ;\ \sigma=100\ ;\ \beta=1.2$$

à $t=3456.96$

$$p=(0.09067259953)^{(\frac{m}{(n+m)})}=0.198332841$$
$$\varepsilon=0.200569905$$

à $t=2592.97$

$$p=(0.06882302104)^{(\frac{m}{(n+m)})}=0.164696317$$
$$\varepsilon=0.166804179$$

2.2 Grandeurs de référence

- Déplacement DX au nœud $N02$
- Contrainte $SIXX$ dans la maille $MA1$
- Déformation plastique cumulée $V1$ dans la maille $MA1$

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

2.3 Résultat de référence

Grandeur	Nœud ou Maille	instant	Référence
$V1$	$MA1$	2.59297×10^{3}	0.164696
$DX(m)$	$N02$	2.59297×10^{3}	0.166804
$V1$	$MA1$	3.45696×10^{3}	0.119833
$DX(m)$	$N02$	3.45696×10^{3}	0.20057
$SIYY\ (Pa)$	$MA1$	3.45696×10^{3}	100

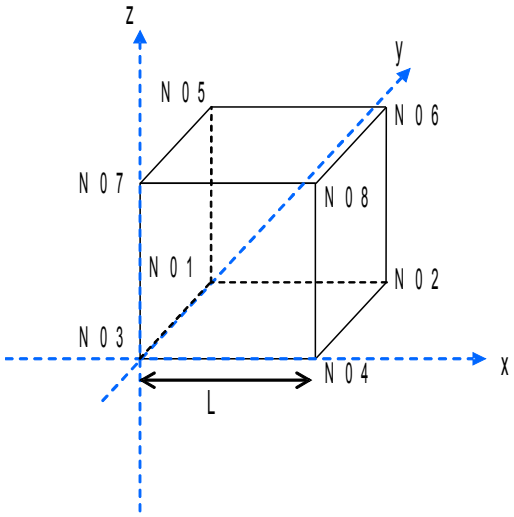
2.4 Incertitude sur la solution

Solution analytique

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation A



Modélisation 3D,
Relation de comportement de LEMAITRE_IRRA:

Nombre de nœuds 8
Nombre de mailles 1
Soit :HEXA8 1

3.2 Grandeurs testées et résultats

Grandeur	Nœud ou Maille	instant	Référence	Aster	Écart (%)
$V1$	$MA1$	2.59297×10^{3}	0.164696	0.164464	-0.141
$DX\,(m)$	$N02$	2.59297×10^{3}	0.166804	0.166572	-0.139
$V1$	$MA1$	3.45696×10^{3}	0.198330	0.198116	-0.108
$DX\,(m)$	$N02$	3.45696×10^{3}	0.20057	0.20035	-0.106
$SIYY\ (Pa)$	$MA1$	3.45696×10^{3}	100	100	-7.5E-5

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

4 Synthèse des résultats

La comparaison entre les résultats obtenus et la solution analytique est très satisfaisante.

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