

## SSNL124 - Fluage axial d'un élément HEXA8 avec un comportement de LEMAITRE\_IRRA

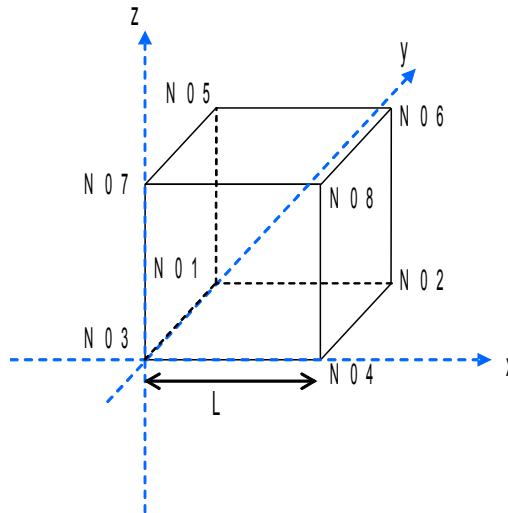
---

### 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.

## 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

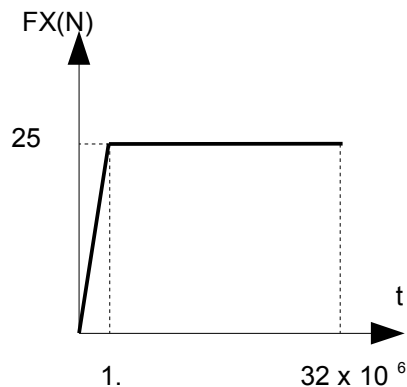
## 1.2 Propriétés du matériau

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

## 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.



- Fluence imposée sur les nœuds.

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

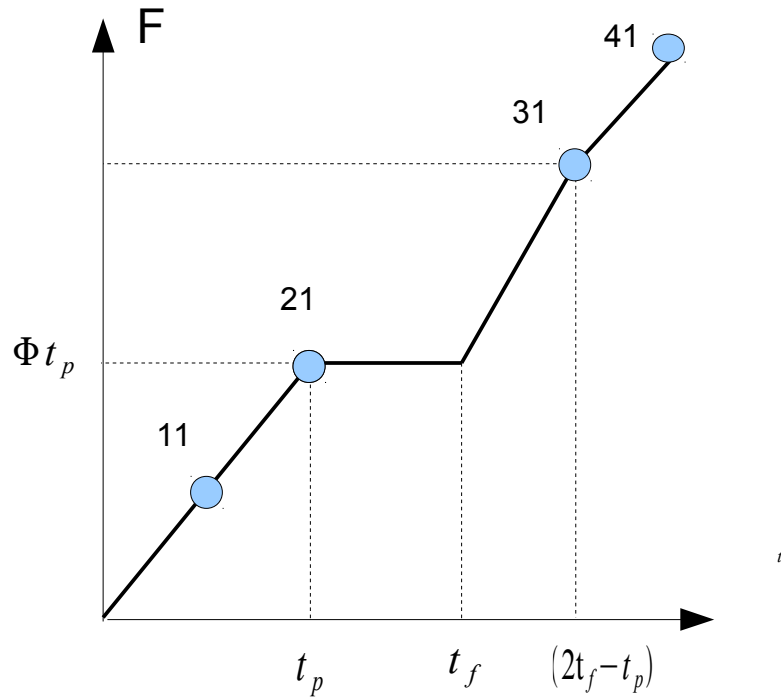
- Température imposée sur les nœuds.

$T = 299.85 \text{ } ^\circ\text{C}$  avec une température de référence de  $T_{ref} = 299.85 \text{ } ^\circ\text{C}$

## 2 Solution de référence

### 2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

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



$$F = \Phi_1 t \quad \Phi_1 = 7.2 \times 10^{21} \text{ si } t \in [0, t_p = 1728.98] = I_1 \Rightarrow \Phi = \Phi_1$$

$$F = \Phi_1 t_p \quad \Phi_1 = 7.2 \times 10^{21} \text{ si } t \in [t_p, t_f = 2160.975] = I_2 \Rightarrow \Phi = 0$$

$$F = \Phi_1 t_p + 2\Phi_1(t - t_f) \quad \Phi_1 = 7.2 \times 10^{21} \text{ si } t \in [t_f, 2t_f - t_p] = I_3 \Rightarrow \Phi = 2\Phi_1$$

$$F = \Phi_1 t \quad \Phi_1 = 7.2 \times 10^{21} \text{ si } t > (2t_f - t_p) = I_4 \Rightarrow \Phi = \Phi_1$$

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

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

$$p = p_f \text{ à } t = t_f \quad \boxed{L=0}$$

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

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

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

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

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

## Application numérique

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

$$\text{à } t = 3456.96$$

$$p = (0.09067259953)^{\left(\frac{m}{n+m}\right)} = 0.198332841$$

$$\varepsilon = 0.200569905$$

$$\text{à } t = 2592.97$$

$$p = (0.06882302104)^{\left(\frac{m}{n+m}\right)} = 0.164696317$$

$$\varepsilon = 0.166804179$$

## 2.2 Grandeurs de référence

- Déplacement  $DX$  au nœud  $N02$
- Contrainte  $SIXX$  dans la maille  $MAI$
- Déformation plastique cumulée  $VI$  dans la maille  $MAI$

## 2.3 Résultat de référence

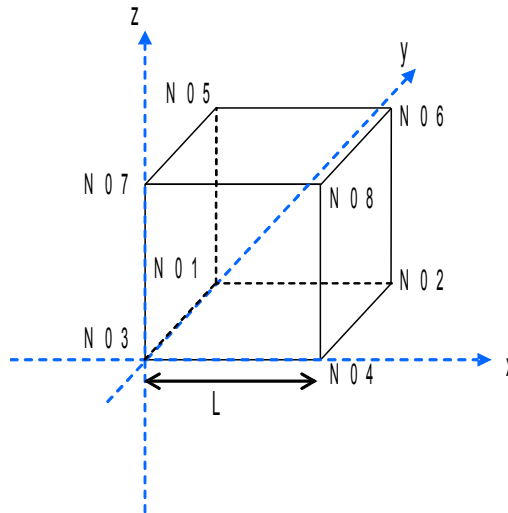
Grandeur	Nœud ou Maille	instant	Référence
<i>VI</i>	<i>MAI</i>	$2.59297 \times 10^3$	0.164696
<i>DX (m)</i>	<i>N02</i>	$2.59297 \times 10^3$	0.166804
<i>VI</i>	<i>MAI</i>	$3.45696 \times 10^3$	0.119833
<i>DX (m)</i>	<i>N02</i>	$3.45696 \times 10^3$	0.20057
<i>SIYY (Pa)</i>	<i>MAI</i>	$3.45696 \times 10^3$	100

## 2.4 Incertitude sur la solution

Solution analytique

## 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 (%)
$VI$	<i>MA1</i>	$2.59297 \times 10^3$	0.164696	0.164464	-0.141
$DX (m)$	<i>N02</i>	$2.59297 \times 10^3$	0.166804	0.166572	-0.139
$VI$	<i>MA1</i>	$3.45696 \times 10^3$	0.198330	0.198116	-0.108
$DX (m)$	<i>N02</i>	$3.45696 \times 10^3$	0.20057	0.20035	-0.106
$SIYY (Pa)$	<i>MA1</i>	$3.45696 \times 10^3$	100	100	-7.5E-5



## 4 Synthèse des résultats

---

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