SSNA124 – Simulation du comportement d'une vis soumise à une irradiation à forte température

Résumé :

Ce cas test a pour objectif de comparer l'intégration de la loi IRRAD3M via l'étude simplifiée d'une vis en axisymétrique. Lors de ce cas test les phénomènes de plasticité et de fluage sous irradiation sont activés. C'est un test de non-régression.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

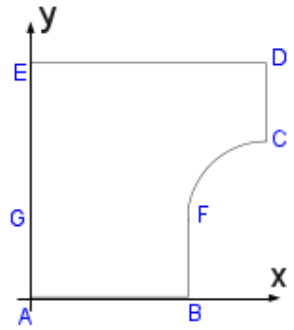


Figure 1.1-a : Géométrie du problème.

Coordonnées des points	Abscisse (mm)	Ordonnée (mm)
A	0,00	0,00
B	1,00	0,00
C	1,50	1,00
D	1,50	1,50
E	0,00	1,50
F	1,00	0,50
G	0,00	0,50

1.2 Propriétés de matériaux

Les différentes propriétés matériaux sont fonctions de la température en $°C$ et de l'irradiation en dpa (déplacement par atome).

Les paramètres matériaux utilisés dans ce cas test **ne doivent pas être utilisés pour faire des études**. Ils ne correspondent pas à des caractéristiques réelles.

Module d'Young : $E=210000.0-30.0\,T$ en MPa .

Coefficient de Poisson : $\nu=0.30+5.0\text{E-}05\,T$
Coefficient de dilatation thermique : $\alpha=\left(15.0+0.002\,T\right)1.0\text{E-}06$
Partie plastique
$\kappa=0.8$

Limite d'élasticité à 0.2% en MPa : $R_{02}=R_{02}^{0}.C_{w_}R_{e}.I_{r_}R_{e}$
avec
$R_{02}^{0}=270.0-0.65\,T+0.001\,T^{2}$
$C_{w_}R_{e}=3.0$
$I_{r_}R_{e}=\left(2.0-e^{\frac{-IRRA}{3}}\right)$

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

Contrainte ultime en MPa : $R_m = R_{02(T,IRRA)} + (R_m^0 - R_{02}^0).C_{w_}R_m.I_{r_}R_m$
avec

$$R_m^0 = 600.0 - 1.5\,T + 0.010\,T^2$$
$$C_{w_}R_m = 0.50$$
$$I_{r_}R_m = 0.25 - 0.10\left(1.0 - e^{\frac{-IRRA}{10.0}}\right) + e^{\frac{-IRRA}{2.0}}$$

Allongement réparti : $\epsilon_u = \ln\left(1.0 + \epsilon_u^0.C_{w_}\epsilon_u.I_{r_}\epsilon_u.1.0\text{E-}02\right)$
avec

$$\epsilon_u^0 = 50.0 - 0.15\,T + 0.0007\,T^2$$
$$C_{w_}\epsilon_u = 0.25$$
$$I_{r_}\epsilon_u = e^{\frac{-IRRA}{2.0}}$$

Partie irradiation

$A_{i0} = 2.2\text{E-}06\,MPa^{-1}.dpa^{-1}$
$\eta_{is} = 700\ MPa.dpa$

Partie gonflement

$R = 0.0\,dpa^{-1}$
$\alpha = 0.0$
$\phi_0 = 0.0\,dpa$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Pour l'arête AB, $DX = 0$ $DY = 0$
On applique de plus un champ de température et d'irradiation avec les évolutions présentées ci-dessous :

Instant	Température [°C]	Irradiation [dpa]
0,00	20,00	0,00
1,00	20,00	0,00
2,00	360,00	0,00
3,00	360,00	10,00

On procède à deux types de calcul à l'intérieur de ce cas test. Dans un premier temps, on soumet la structure à une pression linéique sur l'arête supérieure ED de valeur $260\,N/m$. Cette pression est appliquée dès l'instant $t = 1$. De plus, on impose par des liaisons entre degrés de liberté que l'arête ED ait un déplacement selon y identique (mais inconnu a priori). L'objectif de ce premier calcul est d'évaluer la réponse en fluage de la structure.

Ensuite, on réalise à partir de l'état initial un déplacement imposé sur l'arête ED. L'objectif de ce second calcul est d'évaluer la réponse en relaxation de la structure.

Dans le cas de la relaxation, le déplacement imposé à la fin de la montée en température ($t = 2$) correspond à celui obtenu avec le pilotage en pression pour le même instant.
Le déplacement imposé est le suivant :

Instant	Déplacement [mm]
0,00	0,00
1,00	3,77
2,00	17,25
3,00	17,25

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

2 Solution de référence

2.1 Résultats de référence

Les résultats de références sont obtenus avec une autre version de *Code_Aster*, c'est donc un test de non-régression.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

La structure est modélisée en éléments $2D$ axisymétrique.

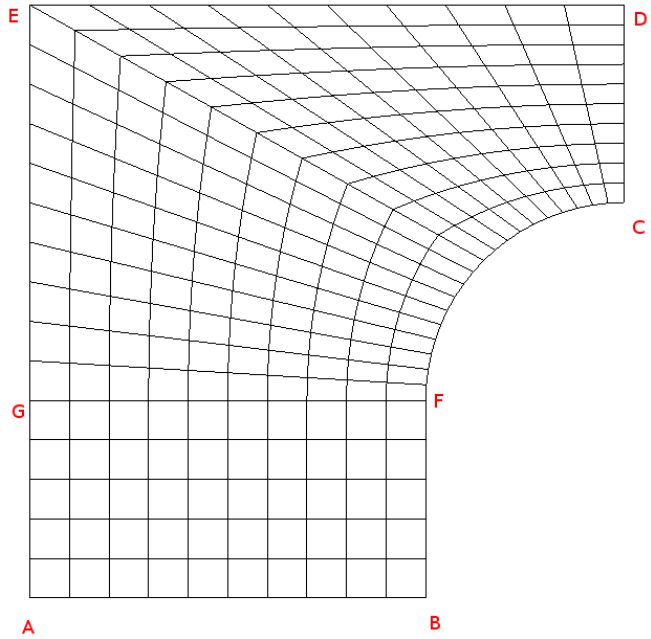


Figure 3.1-a : Maillage.

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 286
Nombre de mailles et types : 250 QUAD4, 45 SEG2.

3.3 Grandeurs testées et résultats

Réponse de la structure en fluage : calcul numéro 1.

Identification	Champ	Grandeur	Référence	Tolérance
$t=2.0$s Point E	DEPL	DY	1,40067962E-02	1.0E-04%
$t=2.1$s Point E	DEPL	DY	1,40157903E-02	1.0E-04%
$t=2.5$s Point E	DEPL	DY	1,75889819E-02	1.0E-04%
$t=3.0$s Point E	DEPL	DY	2,22867046E-02	1.0E-04%
$t=2.0$s Point E	VARI_NOEU	V1	2,82155486E-03	1.0E-04%
$t=2.1$s Point E	VARI_NOEU	V1	2,82155486E-03	1.0E-04%
$t=2.1$s Point E	VARI_NOEU	V2	5,70139195E+02	1.0E-04%
$t=2.5$s Point E	VARI_NOEU	V3	5,06944859E-03	1.0E-04%
$t=3.0$s Point E	VARI_NOEU	V3	1,27185952E-02	1.0E-04%

Réponse de la structure en relaxation : calcul numéro 2.

Identification	Champ	Grandeur	Référence	Tolérance
$t=1.0$s Point E	SIEF_NOEU	SIYY	5,68228889E+02	1.0E-04%
$t=2.0$s Point E	SIEF_NOEU	SIYY	5,05515873E+02	1.0E-04%
$t=2.1$s Point E	SIEF_NOEU	SIYY	5,03413238E+02	1.0E-04%
$t=2.5$s Point E	SIEF_NOEU	SIYY	1,05182782E+02	1.0E-04%

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

4 Commentaires

Ce cas test permet de valider la loi de comportement IRRAD3M dans une étude simplifiée de ce qui est son utilisation la plus courante à savoir un comportement en sollicitation extrême d'irradiation comme de température. Les résultats obtenus par ce cas test de non régression permettent de valider la loi dans un cas non élémentaire.

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