

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.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

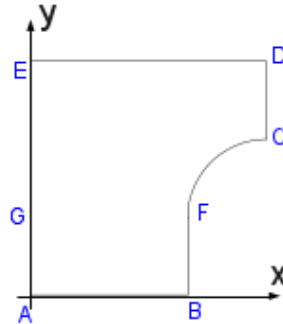


Figure 1.1-a : Géométrie du problème.

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 $^{\circ}C$ 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 : $\nu = 0.30 + 5.0E-05 T$

Coefficient de dilatation thermique : $\alpha = (15.0 + 0.002 T) 1.0E-06$

Partie plastique

$$\kappa = 0.8$$

Limite d'élasticité à 0.2% en MPa : $R_{02} = R_{02}^0 \cdot C_w \cdot R_e \cdot I_r \cdot R_e$
avec

$$R_{02}^0 = 270.0 - 0.65 T + 0.001 T^2$$

$$C_w \cdot R_e = 3.0$$

$$I_r \cdot R_e = \left(2.0 - e^{\frac{-IRRA}{3}} \right)$$

Contrainte ultime en MPa : $R_m = R_{02(T, IRR A)} + (R_m^0 - R_{02}^0) \cdot C_w - R_m \cdot I_r - R_m$
avec

$$R_m^0 = 600.0 - 1.5 T + 0.010 T^2$$

$$C_w - R_m = 0.50$$

$$I_r - R_m = 0.25 - 0.10 \left(1.0 - e^{\frac{-IRR A}{10.0}} \right) + e^{\frac{-IRR A}{2.0}}$$

Allongement réparti : $\epsilon_u = \ln(1.0 + \epsilon_u^0 \cdot C_w - \epsilon_u \cdot I_r - \epsilon_u \cdot 1.0E-02)$
avec

$$\epsilon_u^0 = 50.0 - 0.15 T + 0.0007 T^2$$

$$C_w - \epsilon_u = 0.25$$

$$I_r - \epsilon_u = e^{\frac{-IRR A}{2.0}}$$

Partie irradiation

$$A_{i0} = 2.2E-06 MPa^{-1} \cdot dpa^{-1}$$

$$\eta_{is} = 700 MPa \cdot dpa$$

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

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.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

La structure est modélisée en éléments 2D axisymétrique.

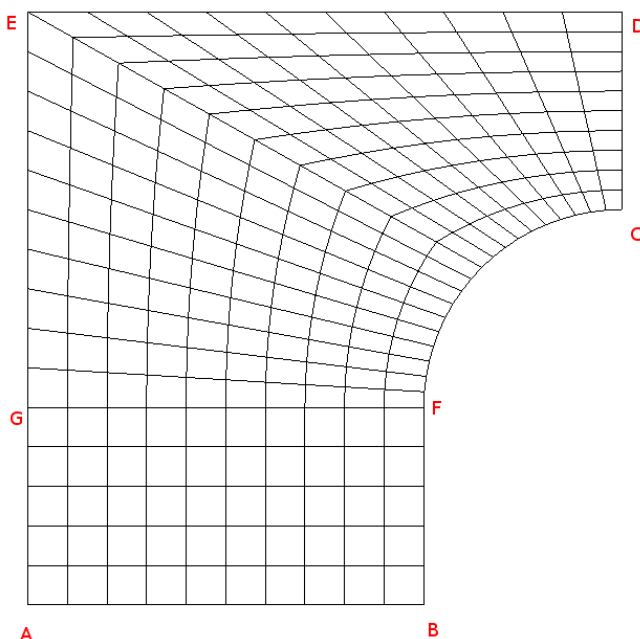


Figure 3.1-a : Maillage.

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
$t=2.0s$ Point <i>E</i>	DEPL	DY	1,40067962E-02	1.0E-04%
$t=2.1s$ Point <i>E</i>	DEPL	DY	1,40157903E-02	1.0E-04%
$t=2.5s$ Point <i>E</i>	DEPL	DY	1,75889819E-02	1.0E-04%
$t=3.0s$ Point <i>E</i>	DEPL	DY	2,22867046E-02	1.0E-04%
$t=2.0s$ Point <i>E</i>	VARI_NOEU	V1	2,82155486E-03	1.0E-04%
$t=2.1s$ Point <i>E</i>	VARI_NOEU	V1	2,82155486E-03	1.0E-04%
$t=2.1s$ Point <i>E</i>	VARI_NOEU	V2	5,70139195E+02	1.0E-04%
$t=2.5s$ Point <i>E</i>	VARI_NOEU	V3	5,06944859E-03	1.0E-04%
$t=3.0s$ Point <i>E</i>	VARI_NOEU	V3	1,27185952E-02	1.0E-04%

Réponse de la structure en relaxation : calcul numéro 2.

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

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.