SSNA127 - Calcul de facteur de marge avec un défaut DSR en axisymétrique

Résumé :

L'objectif de ce test est de valider la macro-commande POST_FM de calcul de facteur s de marge dans le cas d'une cuve contenant un défaut de type D S R, en modélisation axisymétrique.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

On considère un cylindre creux de rayon extérieur $R_{ext}=2424.5\,mm$, de rayon intérieur $R_{int}=2197\,mm$, de hauteur $h=240\,mm$, avec un revêtement intérieur d'épaisseur $e=7.5\,mm$.

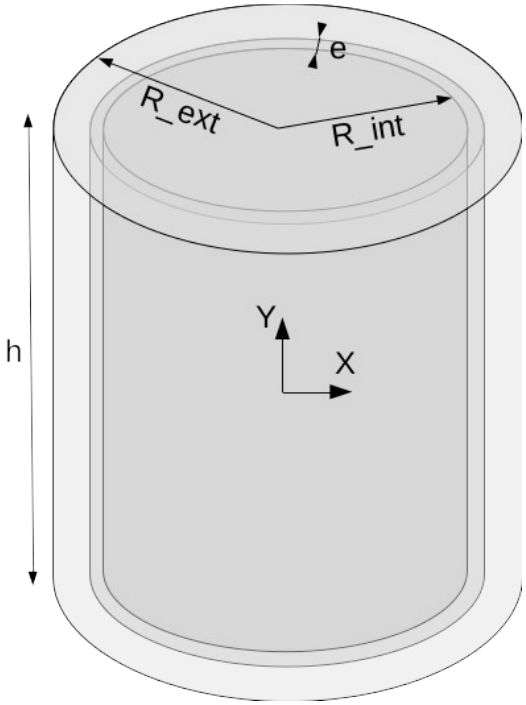


Figure 1.1-1: Cylindre creux représentant la cuve.

Une fissure horizontale de profondeur $p=5.2\,mm$ est introduite dans la géométrie, générant un fond de fissure A dans le revêtement et un fond de fissure B dans le métal de base de la cuve. Le point A est à mi-hauteur de la cuve et situé à $7.3\,mm$ du bord intérieur.

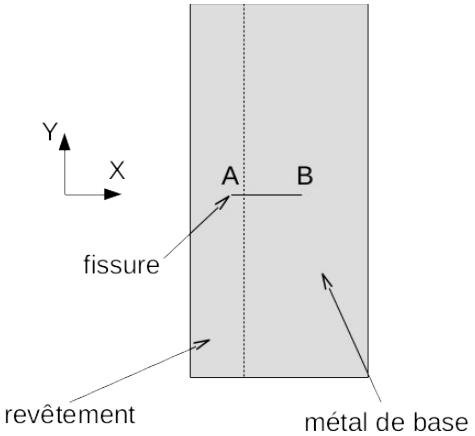


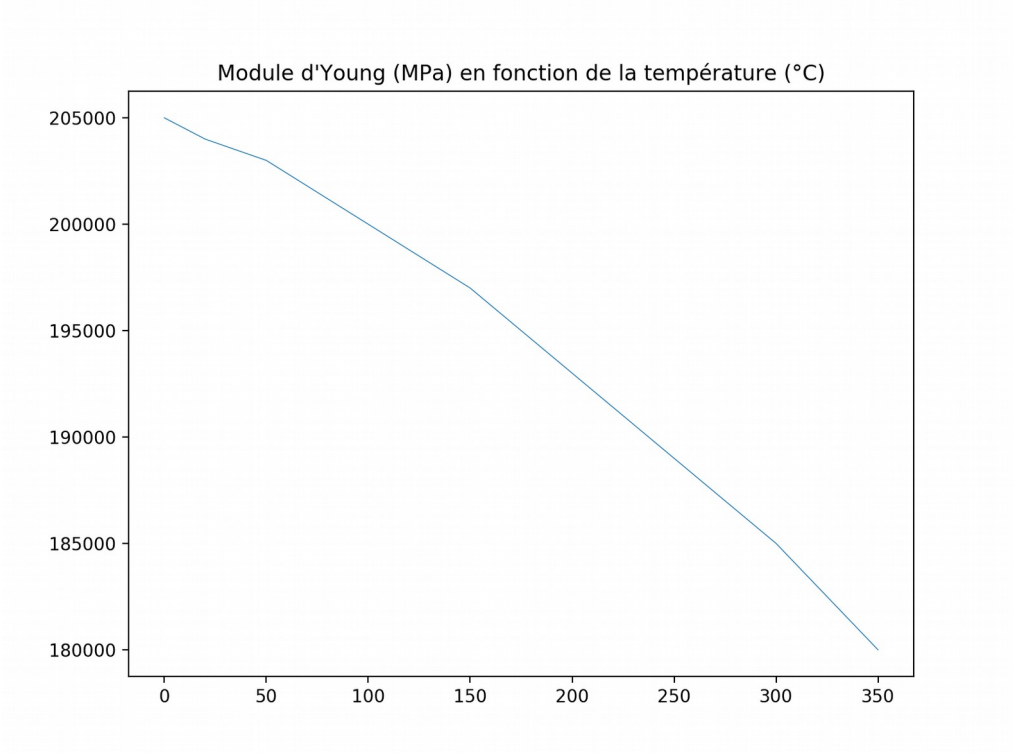
Figure 1.1-2: Vue en coupe de la cuve, avec fissure horizontale.

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

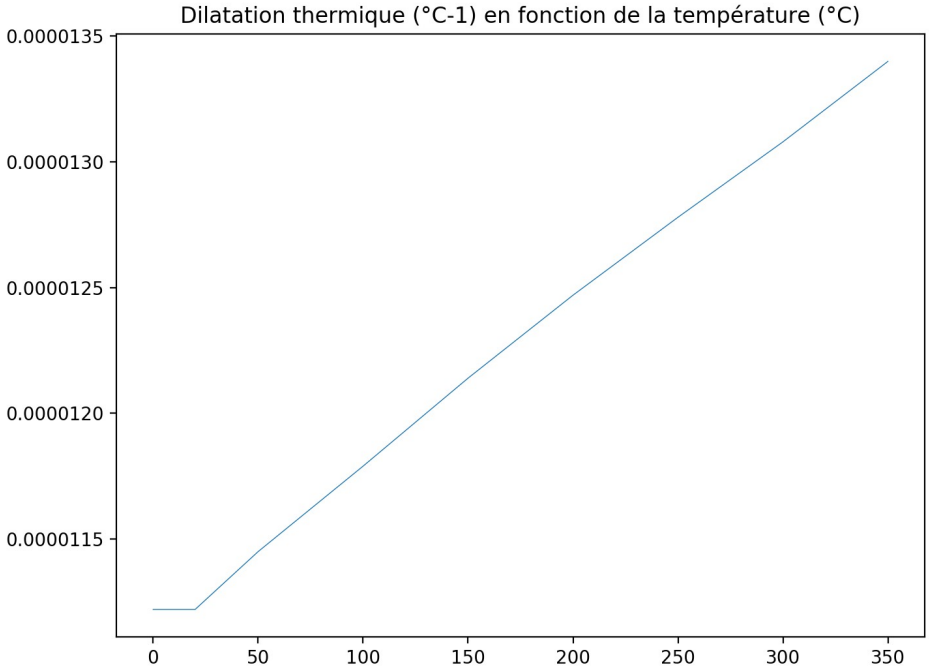
1.2 Propriétés du matériau

Le matériau est élasto-plastique avec écrouissage isotrope non-linéaire donné par des courbes de traction dépendant de la température.

- Coefficient de Poisson $\nu = 0.3$
- Module d'Young

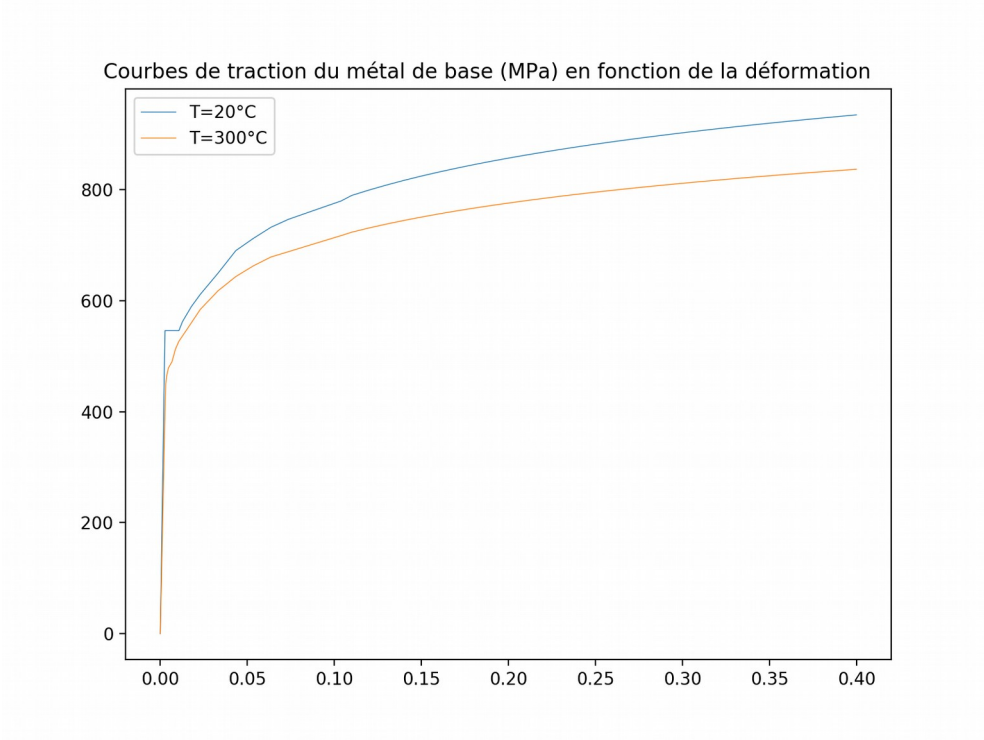


- coefficient de dilatation thermique

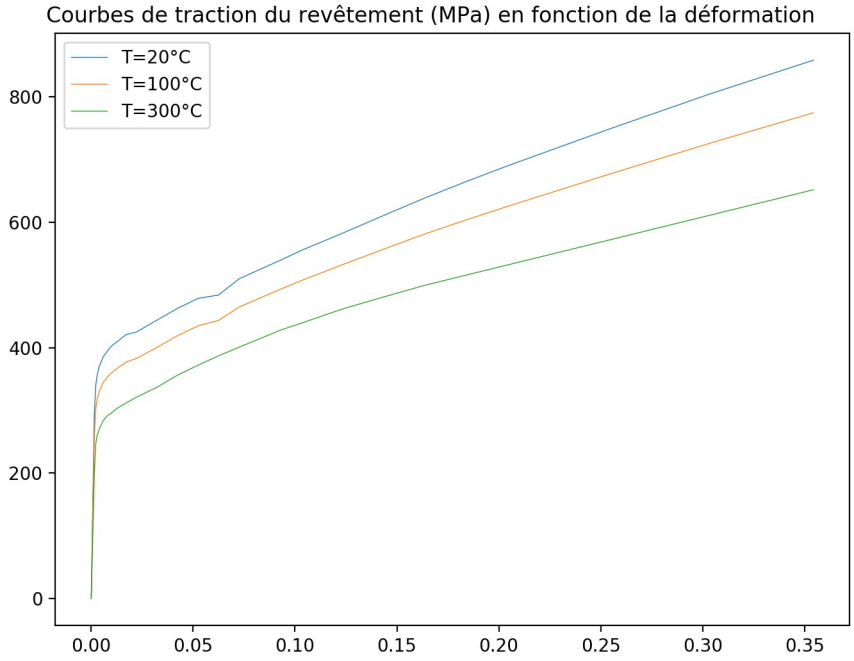


Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

- courbes de traction du métal de base

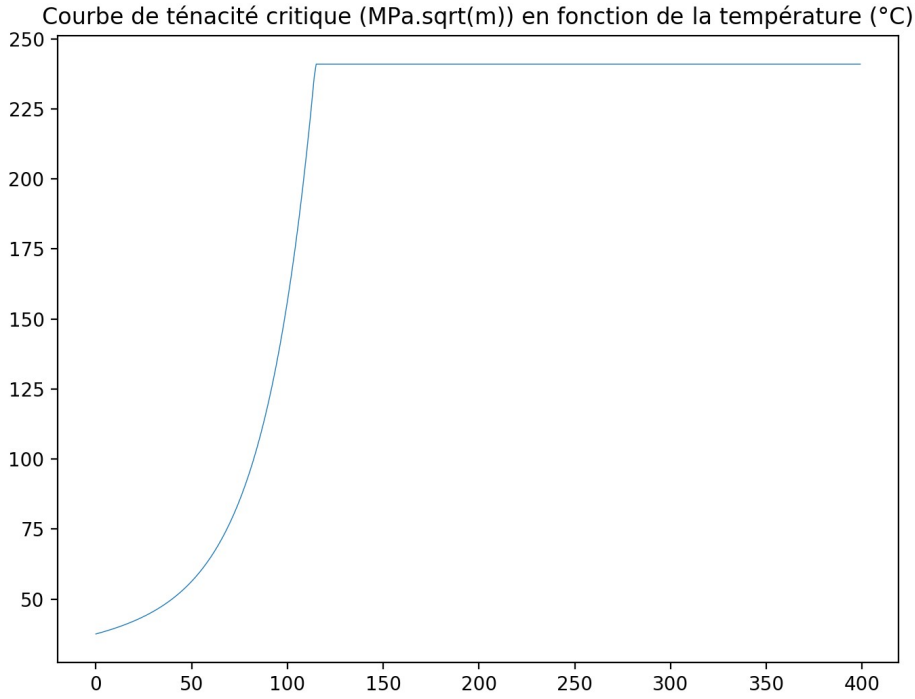


- courbes de traction du revêtement



La ténacité K_{IC} est donnée sous la forme d'une courbe dépendant de la température, sous le mot clé facteur `RUPT_FM` de la commande `DEFI_MATERIAU`, pour le métal de base.

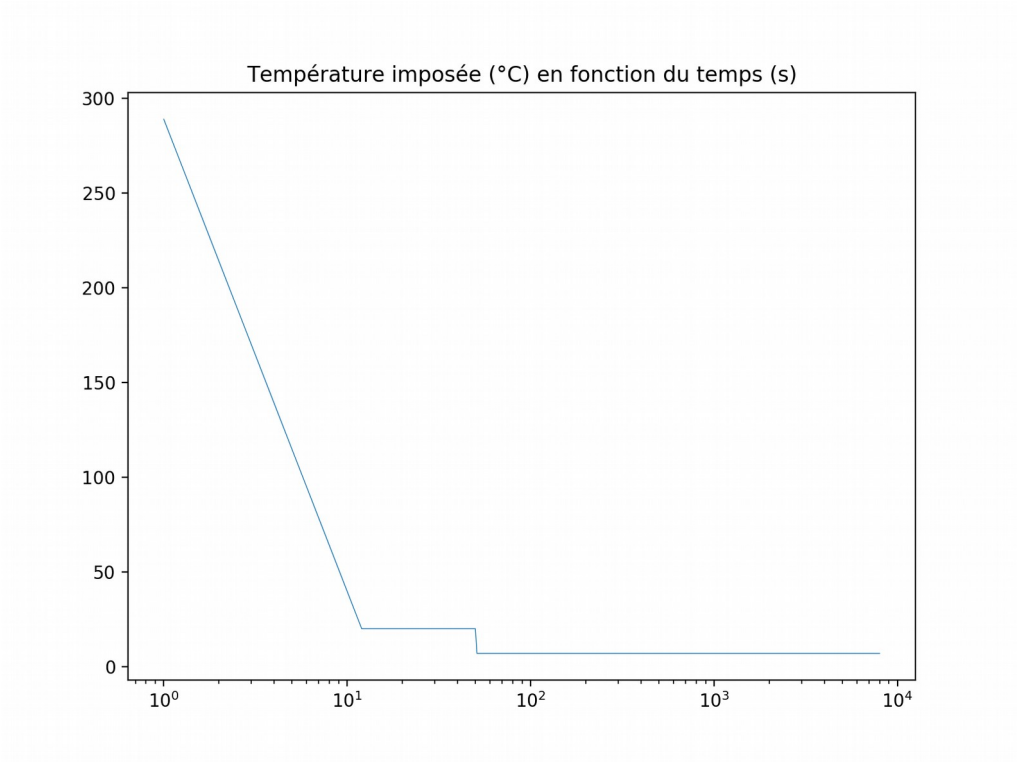
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)



revoir la légende la figure : en fonction de la température

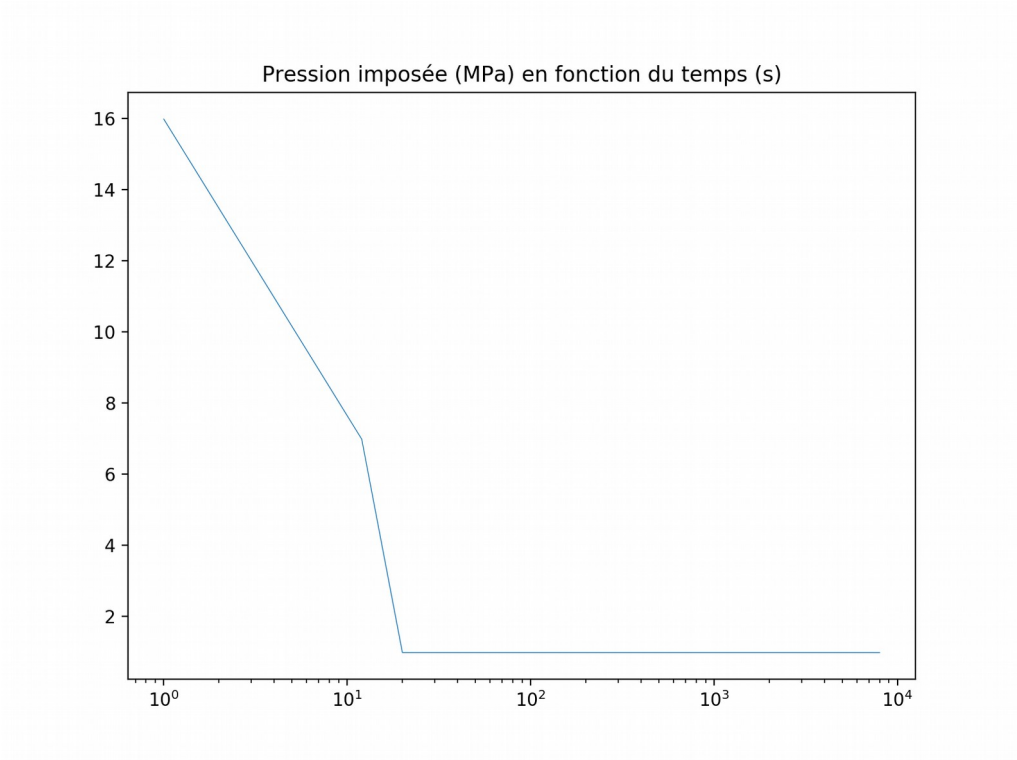
1.3 Conditions aux limites et chargements

Un champ de température est obtenu par un calcul thermique. Le profil de température est imposé à l'intérieur de la cuve et varie de 289° à 7°.



On applique un profil de pression à l'intérieur de la cuve.

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



On modélise la moitié supérieure de la structure. Une condition de symétrie est ajoutée pour la partie inférieure.
On bloque les modes de corps rigides.

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

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

L'approche consiste à chaîner les calculs suivants :

- les paramètres de calcul mécanique étant dépendant de la température, un calcul thermique permet de déterminer la variable de commande $TEMP$,
- un calcul mécanique en élasticité linéaire,
- un calcul mécanique élasto-plastique incrémental,
- calcul du taux de restitution d 'énergie G_{ELAS} à partir du résultat mécanique linéaire, en fond de fissure B ,
- calcul du taux de restitution d 'énergie G_{PLAS} à partir du résultat mécanique non-linéaire, en fond de fissure B .

Puis les facteurs de marge sont obtenus par post-traitement via python utilisateur des résultats de calcul des taux de restitution d'énergie G_{ELAS} et G_{PLAS} , et de la température $TEMP$ au point B .

On retient les grandeurs suivantes :

1. $KELAS$: facteur d'intensité des contraintes élastique,
2. $KPLAS$: facteur d'intensité des contraintes plastique,
3. FM_ASN : facteur de marge réglementaire.

Ces résultats sont fournis et la validation est de type « AUTRE_ASTER ».

2.2 Grandeurs et résultats de référence

On teste les sorties de l'opérateur POST_FM, à savoir les grandeurs suivantes en fond de fissure :

1. $TEMP$: température en fond de fissure,
2. KIC : ténacité en fond de fissure,
3. $KELAS$: facteur d'intensité des contraintes élastique,
4. $KPLAS$: facteur d'intensité des contraintes plastique,
5. KCP : facteur d'intensité des contraintes corrigé,
6. FM_ASN : facteur de marge réglementaire.

2.3 Références bibliographiques

[1] Xavier BRUCHIER, Stage DT, référence GED DT : D305920008946

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

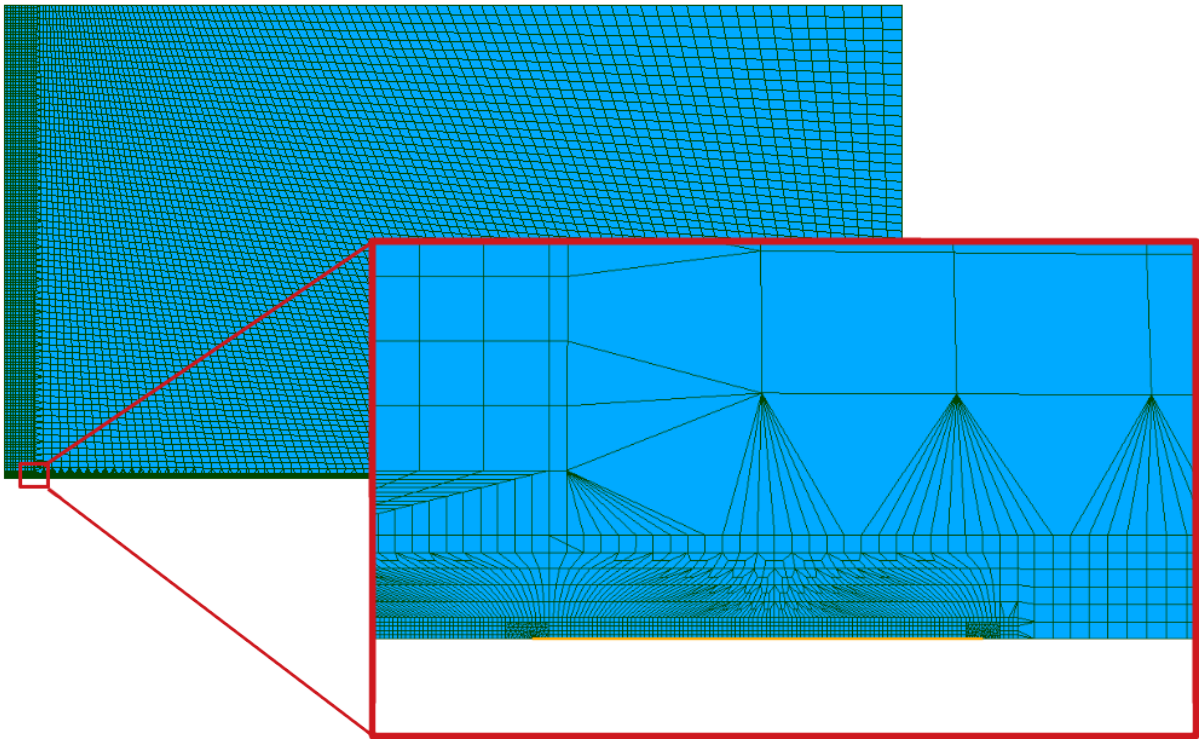
3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation AXIS.

3.2 Caractéristiques du maillage

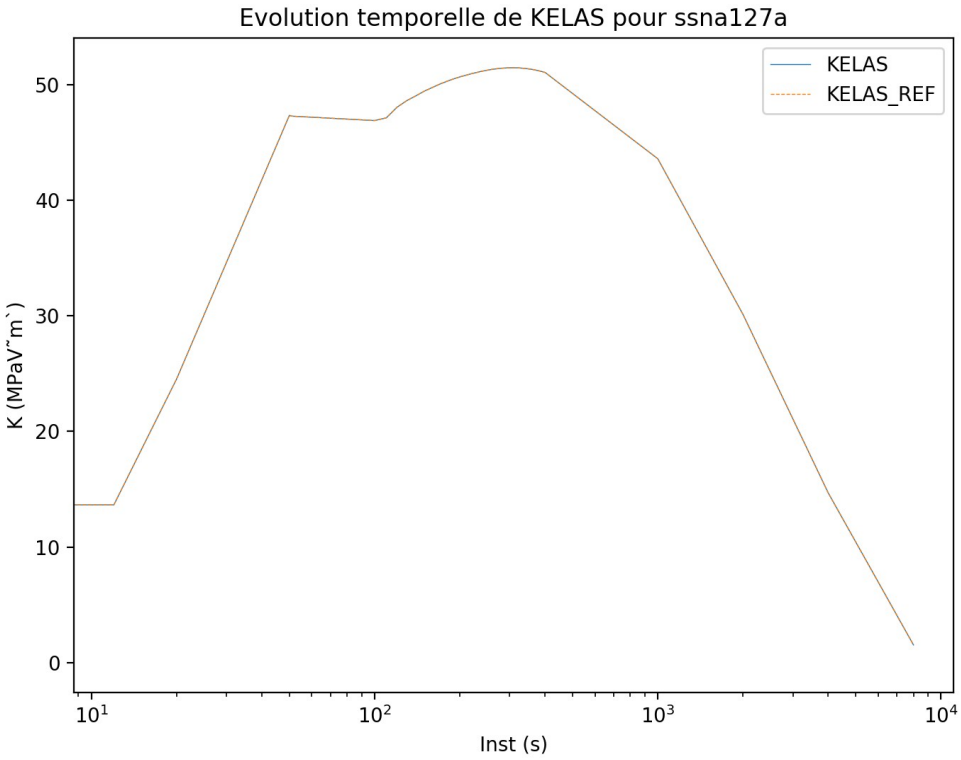
Le maillage contient 12090 éléments de type QUAD8 et 394 éléments de type TRIA6. Le maillage est raffiné au niveau de la fissure et autour du fond de fissure au point B .

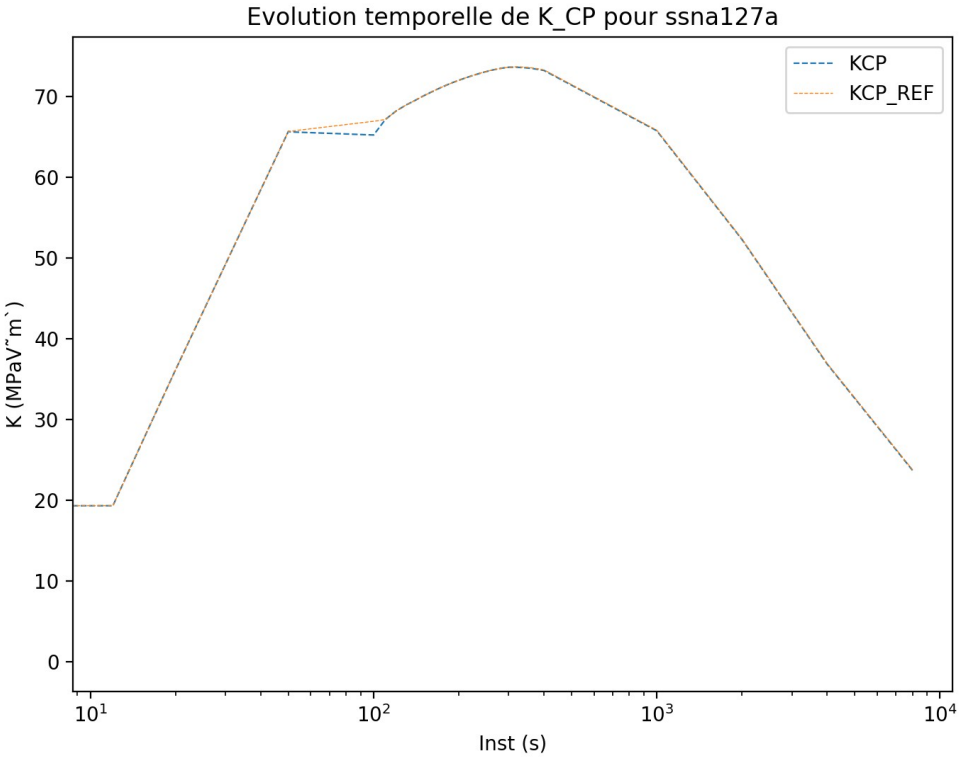


3.3 Grandeurs testées et résultats

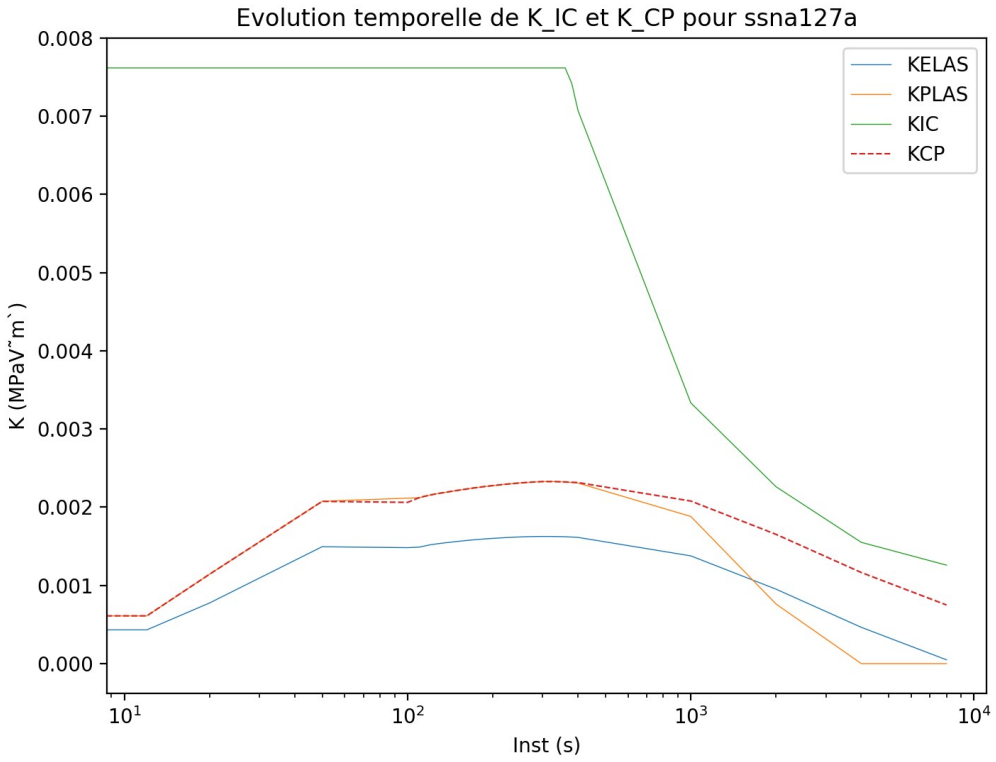
Les courbes suivantes montrent l'évolution temporelle des grandeurs observées en sortie de l'opérateur POST_FM.

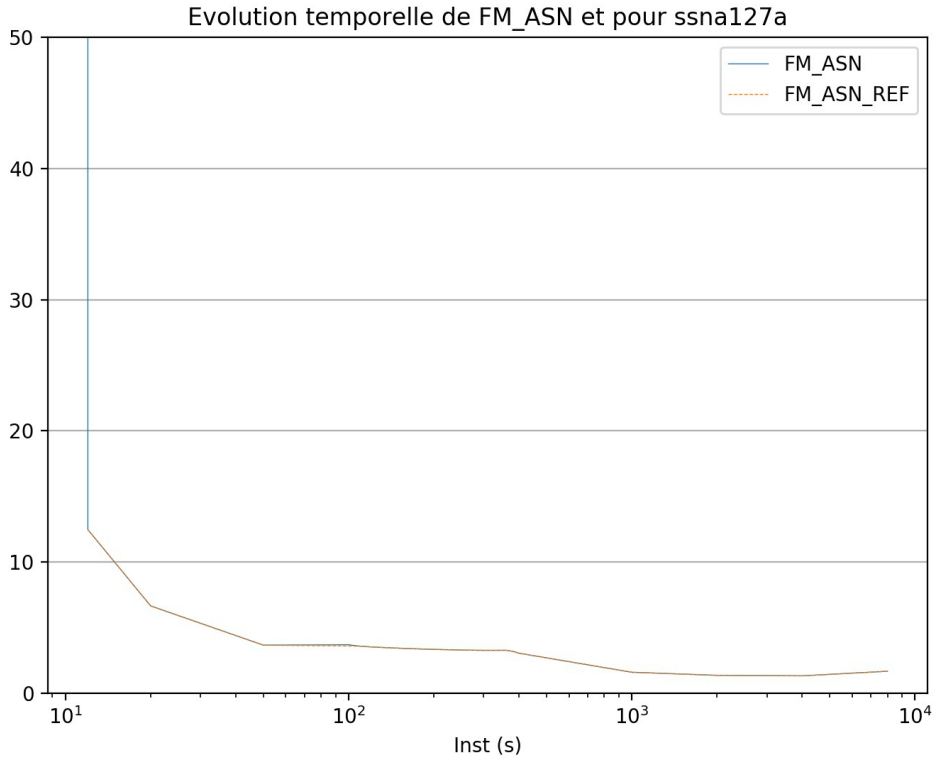
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)





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





On teste la table de sortie de l'opérateur POST_FM. Cette table est obtenue au point B .

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

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Précision
MIN - $TEMP$	'NON_REGRESSION'	10.714909	1e-06
MIN - KIC	'NON_REGRESSION'	1259.36936	1e-06
MAX - $KELAS$	'AUTRE_ASTER'	1626.9	0.01 %
MAX - $KPLAS$	'NON_REGRESSION'	2329.65910	1e-06
MAX - KCP	'AUTRE_ASTER'	2329.7	0.01 %
MIN - FM_ASN	'AUTRE_ASTER'	1.3288	0.02 %
$INST=4000$ - FM_ASN	'NON_REGRESSION'	1.3311287	1e-06

3.4 Remarques

Le maillage étant en mm , les dimensions sont données en mm et les pressions en MPa . L'unité de la ténacité et des facteurs d'intensité des contraintes s'exprime en $MPa\sqrt{mm}$. Il faut diviser ces valeurs par $\sqrt{1000}$ pour les convertir dans l'unité plus utilisée classiquement : le $MPa\sqrt{m}$.

On est bien dans le cas d'un défaut de type D S R , défini par la condition $max(KPLAS)>max(KELAS)$.

Notons que dans ce cas, le facteur de marge réglementaire FM_ASN est supérieur à 1, ce qui signifie que la tenue mécanique serait justifiée dans ce cadre.

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

4 Synthèse des résultats

Ce test permet bien de valider les calculs de facteur de marge via l'opérateur POST_FM dans le cadre d'un défaut de type DSR en axisymétrique.

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