SSLP102 - Taux de restitution de l'énergie avec état initial d'origine thermique



Résumé

Ce test permet de calculer le taux de restitution d'énergie G par la méthode thêta pour un problème de mécanique statique en présence d'état initial d'origine thermique sur 4 couronnes d'intégration différentes.

Ce test contient six modélisations :

- Modélisation A : Déformations planes – Loi de comportement élastique linéaire – État initial fourni via un chargement de pré-déformations
- Modélisation B : Déformations planes – Loi de comportement VMIS_ISOT_LINE dans STAT_NON_LINE – État initial fourni via un chargement de pré-déformations
- Modélisation C : Déformations planes – Loi de comportement VMIS_ISOT_TRAC dans STAT_NON_LINE – État initial fourni via un chargement de pré-déformations
- Modélisation D : Axi-symétrique – Loi de comportement élastique linéaire– État initial fourni via un chargement de pré-déformations
- Modélisation E : Axi-symétrique – Loi de comportement VMIS_ISOT_LINE dans STAT_NON_LINE – Etat initial fourni via un chargement de pré-déformations
- Modélisation F : Axi-symétrique – Loi de comportement VMIS_ISOT_TRAC dans STAT_NON_LINE – Etat initial fourni via un chargement de pré-déformations
- Modélisation G : Déformations planes – Loi de comportement VMIS_ISOT_LINE dans STAT_NON_LINE – Etat initial fourni via un chargement de pré-déformations renseignée sous forme d'un champ
- Modélisation H : Axi-symétrique – Loi de comportement VMIS_ISOT_LINE dans STAT_NON_LINE – Etat initial fourni via un chargement de pré-déformations renseignée sous forme d'un champ
- Modélisation I : 3D – Loi de comportement élastique linéaire – Etat initial fourni via un chargement de pré-déformations
- Modélisation J : 3D – Loi de comportement VMIS_ISOT_LINE dans STAT_NON_LINE – Etat initial fourni via un chargement de pré-déformations

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

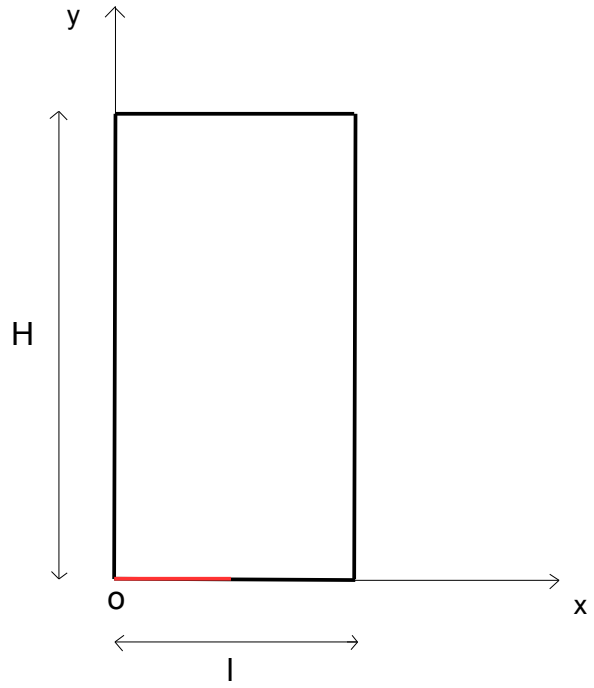
- Modélisation K : 3D – Loi de comportement VMIS_ISOT_TRAC dans STAT_NON_LINE – Etat initial fourni via un chargement de pré-déformations
- Modélisation L : 3D – Loi de comportement VMIS_ISOT_TRAC dans STAT_NON_LINE – Etat initial fourni via un chargement de pré-déformations renseignée sous forme d'un champ
- Modélisation M : D éformations planes – Loi de comportement V MIS _ ISOT _TRAC dans STAT_NON_LINE – Etat initial fourni via un e variable de commande *
- Modélisation N : D éformations planes – Loi de comportement V MIS _ ISOT _TRAC dans STAT_NON_LINE – Etat initial fourni via un e variable de commande

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

Il s'agit d'une plaque rectangulaire dont le coin inférieur gauche correspond au centre du repère et le côté gauche coïncide avec l'axe $\vec{oy}$.



Hauteur de la plaque : $H=200\,mm$
Largeur de la plaque : $l=100\,mm$

Cette plaque constitue une demi-structure, à étendre par symétrie par rapport à l'axe $\vec{ox}$.
La fissure, en rouge sur la figure ci-dessus, est située sur cet axe de symétrie, sur la demi-largeur de la structure.
La structure 3D est obtenue par révolution de cette plaque autour de l'axe $\vec{oy}$.

1.2 Propriétés de matériaux

Propriétés élastiques :
Module d'Young : $E=2{,}0\times10^{5}\,MPa$
Coefficient de Poisson : $\nu=0.3$

Propriétés thermiques :
Coefficient de dilatation thermique $\alpha=1{,}0\times10^{-5}/°C$

Propriétés dans le domaine plastique :

	Modélisations B, C et G	Modélisations E, F et H à L
Limite d'élasticité :	$SY=50\,MPa$	$SY=30\,MPa$
Module tangent :	$DSIGM\ EPSI=E/15$	

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

1.3 Conditions aux limites et chargements

- Déplacements pour $y=0$ et $y=H$: $v=0.$
- Déplacements pour $x=l$: $u=0.$ pour les modélisations A, B, C et G
- Pré-déformations : $\varepsilon_{xx}=\varepsilon_{yy}=\varepsilon_{zz}=f(x)$ pour les modélisations A à L.
- Déformations initiales imposées par l'intermédiaire de la variable de commande EPSA (déformation anélastique) pour les modélisations M et N.

Pour chaque modélisation, deux calculs sont réalisés :
- un calcul thermomécanique
- un calcul avec pré-déformations imposées pour les modélisations A à L.
- un calcul avec déformations initiales imposées par l'intermédiaire de la variable de commande EPSA (déformation anélastique) pour les modélisations M et N.

Le chargement thermique est défini par une fonction linéaire valent -50 en $x=0$ et 50 en $x=l$.

Les pré-déformations sont définies par une fonction linéaire valant -5.10^{-4} en $x=0$ et 5.10^{-4} en $x=l$.

La variable de commande EPSA est déterminé en extrayant les déformations thermiques du calcul thermomécanique.

On remarque que le champ de déformations généré par le chargement thermique est identique au champs de pré-déformations imposé.

2 Solution de référence

Le champ de déformations induit par le chargement thermique étant identique aux champs de pré-déformation et déformations initiales imposés, le G calculé au terme du calcul thermique constitue une référence de type AUTRE_ASTER pour le G calculé au terme des calculs avec pré-déformations et déformations imposées.

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

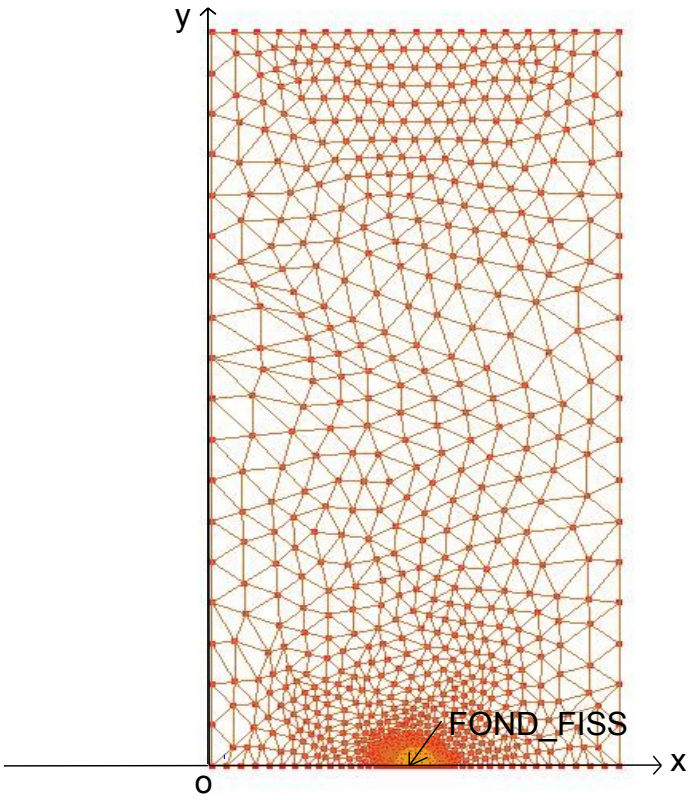
3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation : D_PLAN (déformations planes)
Loi de comportement élastique linéaire.
La pré-déformation introduite via le mot clé PRE_EPSI de AFFE_CHAR_MECA est définie par une fonction analytique.

3.2 Caractéristiques du maillage

Maillage quadratique.
Nombre de nœuds : 853
Nombre de mailles et types : 359 TRIA6 et 27 QUAD8
Des éléments de BARSOUM sont utilisés pour les mailles connectées au fond de fissure FOND_FISS.



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

3.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	G (Référence)	% Tolérance
Couronne 1: $Rinf=1$, $Rsup=5$	3.599	0.01 %
Couronne 2: $Rinf=5$, $Rsup=10$	3.599	0.01 %
Couronne 3: $Rinf=10$, $Rsup=20$	3.598	0.01 %
Couronne 4: $Rinf=20$, $Rsup=30$	3.598	0.01 %

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation : D_PLAN (déformations planes)
Loi de comportement élasto-plastique de type VMIS_ISOT_LINE.
La pré-déformation introduite via le mot clé PRE_EPSI de AFFE_CHAR_MECA est définie par une fonction analytique.

4.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est identique à celui de la modélisation A.

4.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	G (Référence)	% Tolérance
Couronne 1: $Rinf=1$, $\mathrm{Rsup}=5$	2.748	0.01 %
Couronne 2: $Rinf=5$, $\mathrm{Rsup}=10$	2.747	0.01 %
Couronne 3: $Rinf=10$, $\mathrm{Rsup}=20$	2.747	0.01 %
Couronne 4: $Rinf=20$, $\mathrm{Rsup}=30$	2.747	0.01 %

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

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation : D_PLAN (déformations planes)
Loi de comportement élasto-plastique de type VMIS_ISOT_TRAC dont la loi de traction est identique à celle de la modélisation B.
La pré-déformation introduite via le mot clé PRE_EPSI de AFFE_CHAR_MECA est définie par une fonction analytique.

5.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est identique à celui de la modélisation A.

5.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	G (Référence)	% Tolérance
Couronne 1: $Rinf=1$, $Rsup=5$	2.748	0.01 %
Couronne 2: $Rinf=5$, $Rsup=10$	2.747	0.01 %
Couronne 3: $Rinf=10$, $Rsup=20$	2.747	0.01 %
Couronne 4: $Rinf=20$, $Rsup=30$	2.747	0.01 %

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

6 Modélisation D

6.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation : AXIS (axi-symétrique).
Loi de comportement élastique linéaire.
La pré-déformation introduite via le mot clé PRE_EPSI de AFFE_CHAR_MECA est définie par une fonction analytique.

6.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est identique à celui de la modélisation A.

6.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	G (Référence)	% Tolérance
Couronne 1: $Rinf=1$, $Rsup=5$	0.6301	0.01 %
Couronne 2: $Rinf=5$, $Rsup=10$	0.6301	0.01 %
Couronne 3: $Rinf=10$, $Rsup=20$	0.6300	0.01 %
Couronne 4: $Rinf=20$, $Rsup=30$	0.6300	0.01 %

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

7 Modélisation E

7.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation : AXIS (axi-symétrique).
Loi de comportement élasto-plastique de type VMIS_ISOT_LINE.
La pré-déformation introduite via le mot clé PRE_EPSI de AFFE_CHAR_MECA est définie par une fonction analytique.

7.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est identique à celui de la modélisation A.

7.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	G (Référence)	% Tolérance
Couronne 1: $Rinf=1$, $\mathrm{Rsup}=5$	0.4362	0.01 %
Couronne 2: $Rinf=5$, $\mathrm{Rsup}=10$	0.4360	0.01 %
Couronne 3: $Rinf=10$, $\mathrm{Rsup}=20$	0.4360	0.01 %
Couronne 4: $Rinf=20$, $\mathrm{Rsup}=30$	0.4360	0.01 %

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

8 Modélisation F

8.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation : AXIS (axi-symétrique).
Loi de comportement élasto-plastique de type VMIS_ISOT_TRAC dont la loi de traction est identique à celle de la modélisation B.
La pré-déformation introduite via le mot clé PRE_EPSI de AFFE_CHAR_MECA est définie par une fonction analytique.

8.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est identique à celui de la modélisation A.

8.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	G (Référence)	% Tolérance
Couronne 1: $Rinf=1$, $\mathrm{Rsup}=5$	0.4362	0.01 %
Couronne 2: $Rinf=5$, $\mathrm{Rsup}=10$	0.4360	0.01 %
Couronne 3: $Rinf=10$, $\mathrm{Rsup}=20$	0.4360	0.01 %
Couronne 4: $Rinf=20$, $\mathrm{Rsup}=30$	0.4360	0.01 %

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

9 Modélisation G

9.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation : D_PLAN.
Loi de comportement élasto-plastique de type VMIS_ISOT_TRAC dont la loi de traction est identique à celle de la modélisation B.
La pré-déformation introduite via le mot clé PRE_EPSI de AFFE_CHAR_MECA est définie par un champ ELGA issu dans calcul thermomécanique précédemment réalisé.

9.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est identique à celui de la modélisation A.

9.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	G (Référence)	% Tolérance
Couronne 1: $Rinf=1$, $\mathrm{Rsup}=5$	2.748	0.01 %
Couronne 2: $Rinf=5$, $\mathrm{Rsup}=10$	2.747	0.01 %
Couronne 3: $Rinf=10$, $\mathrm{Rsup}=20$	2.747	0.01 %
Couronne 4: $Rinf=20$, $\mathrm{Rsup}=30$	2.747	0.01 %

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

10 Modélisation H

10.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation : AXIS (axi-symétrique).
Loi de comportement élasto-plastique de type VMIS_ISOT_TRAC dont la loi de traction est identique à celle de la modélisation B.
La pré-déformation introduite via le mot clé PRE_EPSI de AFFE_CHAR_MECA est définie par un champ ELGA issu dans calcul thermomécanique précédemment réalisé.

10.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est identique à celui de la modélisation A.

10.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	G (Référence)	% Tolérance
Couronne 1: $Rinf=1$, $\mathrm{Rsup}=5$	0.4362	0.02 %
Couronne 2: $Rinf=5$, $\mathrm{Rsup}=10$	0.4360	0.02 %
Couronne 3: $Rinf=10$, $\mathrm{Rsup}=20$	0.4360	0.02 %
Couronne 4: $Rinf=20$, $\mathrm{Rsup}=30$	0.4360	0.02 %

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

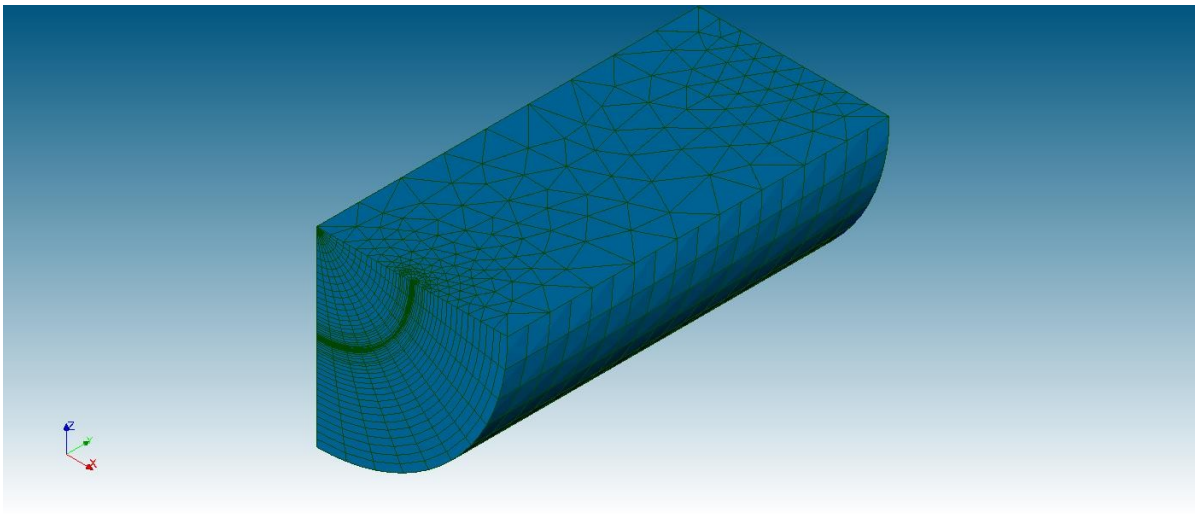
11 Modélisation I

11.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation : 3 D .
Loi de comportement élastique linéaire.
La pré-déformation introduite via le mot clé PRE_EPSI de AFFE_CHAR_MECA est définie par une fonction analytique.
Ce calcul constitue est une modélisation 3D de la modélisation D qui est axisymétrique.

11.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est obtenu à partir de celui de la modélisation A et étendu par révolution autour de l'axe $\vec{oy}$ sur un angle de 90° sur 10 éléments . Le reste de la structure n'est pas représenté par symétrie.



N ombre de nœuds : 11433
Nombre de mailles et types :

- 90 TETRA 10
- 270 HEXA 27
- 140 PYRA M13
- 3360 PENTA15

Des éléments de BARSOUM sont utilisés pour les mailles connectées au fond de fissure.

11.3 Grandeurs testées et résultats

Seul le point au milieu du front de fissure représenté est testé.

Identification	G (Référence)	% Tolérance
Couronne 1: $Rinf=1$, $Rsup=5$	0 .6305	0.01 %
Couronne 2: $Rinf=5$, $Rsup=10$	0 .6304	0.01 %
Couronne 3: $Rinf=10$, $Rsup=20$	0 .6303	0.01 %
Couronne 4: $Rinf=20$, $Rsup=30$	0 .6302	0.01 %

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

12 Modélisation J

12.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation : 3 D .
Loi de comportement élasto-plastique de type VMIS_ISOT_LINE.
La pré-déformation introduite via le mot clé PRE_EPSI de AFFE_CHAR_MECA est définie par une fonction analytique.
Ce calcul constitue est une modélisation 3D de la modélisation E qui est axisymétrique.

12.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est identique à celui de la modélisation I .

12.3 Grandeurs testées et résultats

Seul le point au milieu du front de fissure représenté est testé.

Identification	G (Référence)	% Tolérance
Couronne 1: $Rinf=1$, $\mathrm{Rsup}=5$	0.4366	0.01 %
Couronne 2: $Rinf=5$, $\mathrm{Rsup}=10$	0.4362	0.01 %
Couronne 3: $Rinf=10$, $\mathrm{Rsup}=20$	0.4362	0.01 %
Couronne 4: $Rinf=20$, $\mathrm{Rsup}=30$	0.4362	0.01 %

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

13 Modélisation K

13.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation : 3D .
Loi d e comportement élasto-plastique de type VMIS_ISOT_TRAC .
La pré-déformation introduite via le mot clé PRE_EPSI de AFFE_CHAR_MECA est définie par une fonction analytique.
Ce calcul constitue est une modélisation 3D de la modélisation F qui est axisymétrique.

13.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est identique à celui de la modélisation I .

13.3 Grandeurs testées et résultats

Seul le point au milieu du front de fissure représenté est testé.

Identification	G (Référence)	% Tolérance
Couronne 1: $Rinf=1$, $Rsup=5$	0 . 4366	0.01 %
Couronne 2: $Rinf=5$, $Rsup=10$	0 .4362	0.01 %
Couronne 3: $Rinf=10$, $Rsup=20$	0 .4362	0.01 %
Couronne 4: $Rinf=20$, $Rsup=30$	0 .4362	0.01 %

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

14 Modélisation L

14.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation : 3 D .
Loi d e comportement élasto-plastique de type VMIS_ISOT_TRAC .
La pré-déformation introduite via le mot clé PRE_EPSI de AFFE_CHAR_MECA est définie par un champ ELGA issu dans calcul thermomécanique précédemment réalisé.
Ce calcul constitue est une modélisation 3D de la modélisation H qui est axisymétrique.

14.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est identique à celui de la modélisation I .

14.3 Grandeurs testées et résultats

Seul le point au milieu du front de fissure représenté est testé.

Identification	G (Référence)	% Tolérance
Couronne 1: $Rinf=1$, $\mathrm{Rsup}=5$	0.4366	0.01 %
Couronne 2: $Rinf=5$, $\mathrm{Rsup}=10$	0.4362	0.01 %
Couronne 3: $Rinf=10$, $\mathrm{Rsup}=20$	0.4363	0.01 %
Couronne 4: $Rinf=20$, $\mathrm{Rsup}=30$	0.4362	0.01 %

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

15 Modélisation M

15.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation : D_PLAN (déformations planes)
Loi de comportement élasto-plastique de type VMIS_ISOT_TRAC dont la loi de traction est identique à celle de la modélisation B.
Le champ de déformations thermiques du calcul thermomécanique est extrait afin d'être utilisé comme variable de commande EPSA (commande AFFE_MATERIAU) pour représenter un état de déformations initiales de la structure.

15.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est identique à celui de la modélisation A.

15.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	G (Référence)	% Tolérance
Couronne 1: $Rinf=1$, $Rsup=5$	2.748	0.01 %
Couronne 2: $Rinf=5$, $Rsup=10$	2.747	0.01 %
Couronne 3: $Rinf=10$, $Rsup=20$	2.747	0.01 %
Couronne 4: $Rinf=20$, $Rsup=30$	2.747	0.01 %

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

16 Modélisation N

16.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation : 3D .
Loi de comportement élasto-plastique de type VMIS_ISOT_TRAC dont la loi de traction est identique à celle de la modélisation B.
Le champ de déformations thermiques du calcul thermomécanique est extrait afin d'être utilisé comme variable de commande EPSA (commande AFFE_MATERIAU) pour représenter un état de déformations initiales de la structure.

16.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est identique à celui de la modélisation I .

16.3 Grandeurs testées et résultats

Seul le point au milieu du front de fissure représenté est testé.

Identification	G (Référence)	% Tolérance
Couronne 1: $Rinf = 1$, $Rsup = 5$	0 . 4366	0.01 %
Couronne 2: $Rinf = 5$, $Rsup = 10$	0 .4362	0.01 %
Couronne 3: $Rinf = 10$, $Rsup = 20$	0 .4362	0.01 %
Couronne 4: $Rinf = 20$, $Rsup = 30$	0 .4362	0.01 %

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

17 Synthèse des résultats

L'écart des résultats de G sur chaque couronne est de moins de 0.02% .
On constate que l'invariance de G suivant les couronnes est excellente pour le calcul *code_aster*.

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