

SSLP102 - Taux de restitution de l'énergie avec pré-déformations

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 de pré-déformations sur 4 couronnes d'intégration différentes.

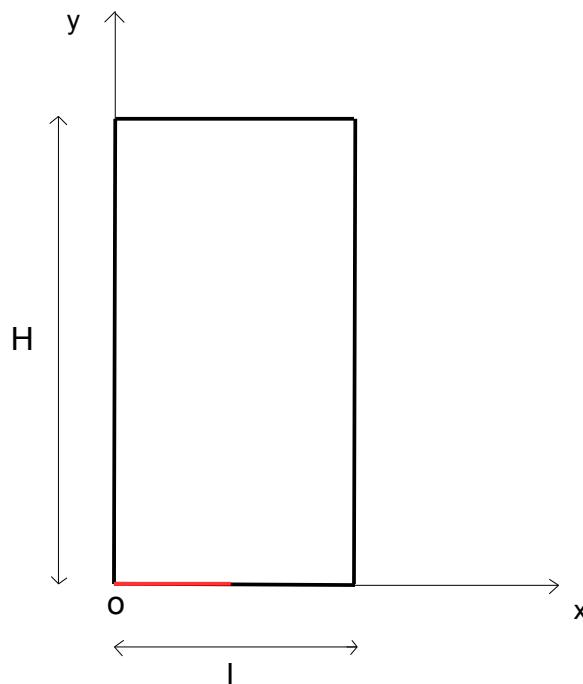
Ce test contient six modélisations :

- Modélisation A : Déformations planes – Loi de comportement élastique linéaire
- Modélisation B : Déformations planes – Loi de comportement VMIS_ISOT_LINE dans STAT_NON_LINE
- Modélisation C : Déformations planes – Loi de comportement VMIS_ISOT_TRAC dans STAT_NON_LINE
- Modélisation D : Axi-symétrique – Loi de comportement élastique linéaire
- Modélisation E : Axi-symétrique – Loi de comportement VMIS_ISOT_LINE dans STAT_NON_LINE
- Modélisation F : Axi-symétrique – Loi de comportement VMIS_ISOT_TRAC dans STAT_NON_LINE
- Modélisation G : Déformations planes – Loi de comportement VMIS_ISOT_LINE dans STAT_NON_LINE – Pré-déformations fournies sous forme d'un champ
- Modélisation H : Axi-symétrique – Loi de comportement VMIS_ISOT_LINE dans STAT_NON_LINE – Pré-déformations fournies sous forme d'un champ
- Modélisation I : 3D – Loi de comportement élastique linéaire
- Modélisation J : 3D – Loi de comportement VMIS_ISOT_LINE dans STAT_NON_LINE
- Modélisation K : 3D – Loi de comportement VMIS_ISOT_TRAC dans STAT_NON_LINE
- Modélisation L : 3D – Loi de comportement VMIS_ISOT_TRAC dans STAT_NON_LINE – Pré-déformations fournies sous forme d'un champ

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 $\vec{o}y$.



Hauteur de la plaque : $H = 200 \text{ mm}$

Largeur de la plaque : $l = 100 \text{ mm}$

Cette plaque constitue une demi-structure, à étendre par symétrie par rapport à l'axe $\vec{o}x$.

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 $\vec{o}y$.

1.2 Propriétés de matériaux

Propriétés élastiques :

Module d'Young : $E = 2,0 \times 10^5 \text{ MPa}$

Coefficient de Poisson : $\nu = 0.3$

Propriétés thermiques :

Coefficient de dilatation thermique $\alpha = 1,0 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$

Propriétés dans le domaine plastique :

Modélisations B, C et G Modélisations E, F et H à L

Limite d'élasticité : $SY = 50 \text{ MPa}$ $SY = 30 \text{ MPa}$

Module tangent : $DSIGM \text{ EPSI} = E / 15$

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 chaque modélisation, deux calculs sont réalisés :

- un calcul thermomécanique
- un calcul avec pré-déformations imposées

Le chargement thermique est défini par une fonction linéaire valant -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 $x=l$.

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 au champ de pré-déformation imposé, le G calculé au terme du calcul thermique constitue une référence de type AUTRE_ASTER pour le G calculé au terme du calcul avec pré-déformations imposées.

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.

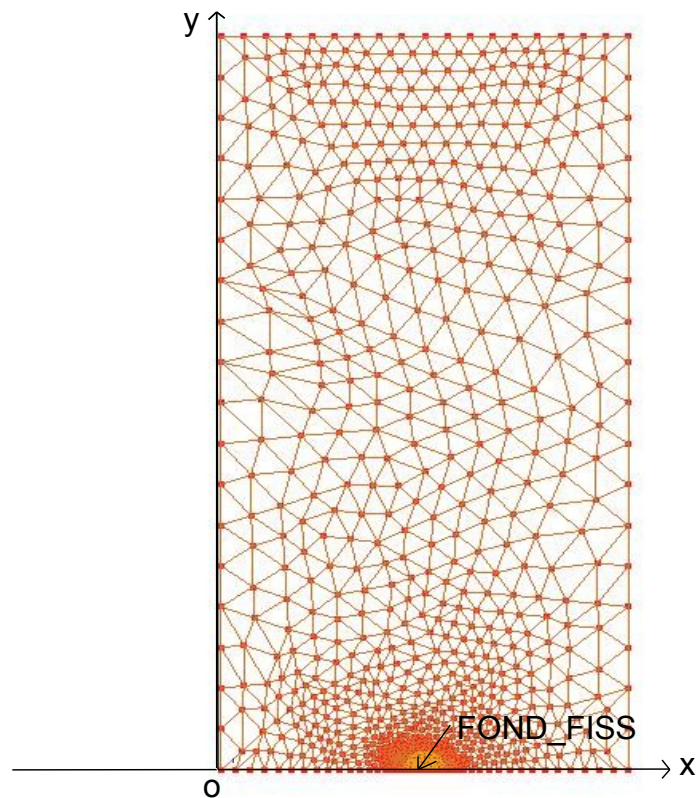
3.2 Caractéristiques du maillage

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.



3.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	G (Référence)	% Tolérance
Couronne 1: $R_{inf} = 1$, $R_{sup} = 5$	3.599	0.01 %
Couronne 2: $R_{inf} = 5$, $R_{sup} = 10$	3.599	0.01 %
Couronne 3: $R_{inf} = 10$, $R_{sup} = 20$	3.598	0.01 %
Couronne 4: $R_{inf} = 20$, $R_{sup} = 30$	3.598	0.01 %

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: $R_{inf} = 1$, $R_{sup} = 5$	2.748	0.01 %
Couronne 2: $R_{inf} = 5$, $R_{sup} = 10$	2.747	0.01 %
Couronne 3: $R_{inf} = 10$, $R_{sup} = 20$	2.747	0.01 %
Couronne 4: $R_{inf} = 20$, $R_{sup} = 30$	2.747	0.01 %

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: $R_{inf} = 1$, $R_{sup} = 5$	2.748	0.01 %
Couronne 2: $R_{inf} = 5$, $R_{sup} = 10$	2.747	0.01 %
Couronne 3: $R_{inf} = 10$, $R_{sup} = 20$	2.747	0.01 %
Couronne 4: $R_{inf} = 20$, $R_{sup} = 30$	2.747	0.01 %

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 `AFPE_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

Le G affiché dans le tableau ci-dessous correspond au résultat affiché par `code_aster`. Toutefois, pour une modélisation axi-symétrique, il faut diviser ce terme par la distance entre le front de fissure et l'axe de symétrie pour obtenir le G correct.

Identification	G (Référence)	% Tolérance
Couronne 1: $R_{inf} = 1$, $R_{sup} = 5$	31.506	0.01 %
Couronne 2: $R_{inf} = 5$, $R_{sup} = 10$	31.503	0.01 %
Couronne 3: $R_{inf} = 10$, $R_{sup} = 20$	31.501	0.01 %
Couronne 4: $R_{inf} = 20$, $R_{sup} = 30$	31.501	0.01 %

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

Le G affiché dans le tableau ci-dessous correspond au résultat affiché par `code_aster`. Toutefois, pour une modélisation axi-symétrique, il faut diviser ce terme par la distance entre le front de fissure et l'axe de symétrie pour obtenir le G correct.

Identification	G (Référence)	% Tolérance
Couronne 1: $R_{inf} = 1$, $R_{sup} = 5$	21.812	0.01 %
Couronne 2: $R_{inf} = 5$, $R_{sup} = 10$	21.799	0.01 %
Couronne 3: $R_{inf} = 10$, $R_{sup} = 20$	21.798	0.01 %
Couronne 4: $R_{inf} = 20$, $R_{sup} = 30$	21.800	0.01 %

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

Le G affiché dans le tableau ci-dessous correspond au résultat affiché par code_aster. Toutefois, pour une modélisation axi-symétrique, il faut diviser ce terme par la distance entre le front de fissure et l'axe de symétrie pour obtenir le G correct.

Identification	G (Référence)	% Tolérance
Couronne 1: $R_{inf} = 1$, $R_{sup} = 5$	21.812	0.01 %
Couronne 2: $R_{inf} = 5$, $R_{sup} = 10$	21.799	0.01 %
Couronne 3: $R_{inf} = 10$, $R_{sup} = 20$	21.798	0.01 %
Couronne 4: $R_{inf} = 20$, $R_{sup} = 30$	21.800	0.01 %

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: $R_{inf} = 1$, $R_{sup} = 5$	2.748	0.01 %
Couronne 2: $R_{inf} = 5$, $R_{sup} = 10$	2.747	0.01 %
Couronne 3: $R_{inf} = 10$, $R_{sup} = 20$	2.747	0.01 %
Couronne 4: $R_{inf} = 20$, $R_{sup} = 30$	2.747	0.01 %

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

Le G affiché dans le tableau ci-dessous correspond au résultat affiché par code_aster. Toutefois, pour une modélisation axi-symétrique, il faut diviser ce terme par la distance entre le front de fissure et l'axe de symétrie pour obtenir le G correct.

Identification	G (Référence)	% Tolérance
Couronne 1: $R_{inf} = 1$, $R_{sup} = 5$	21.812	0.02 %
Couronne 2: $R_{inf} = 5$, $R_{sup} = 10$	2 1.799	0.02 %
Couronne 3: $R_{inf} = 10$, $R_{sup} = 20$	2 1.798	0.02 %
Couronne 4: $R_{inf} = 20$, $R_{sup} = 30$	21.800	0.02 %

11 Modélisation I

11.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation : 3 D .

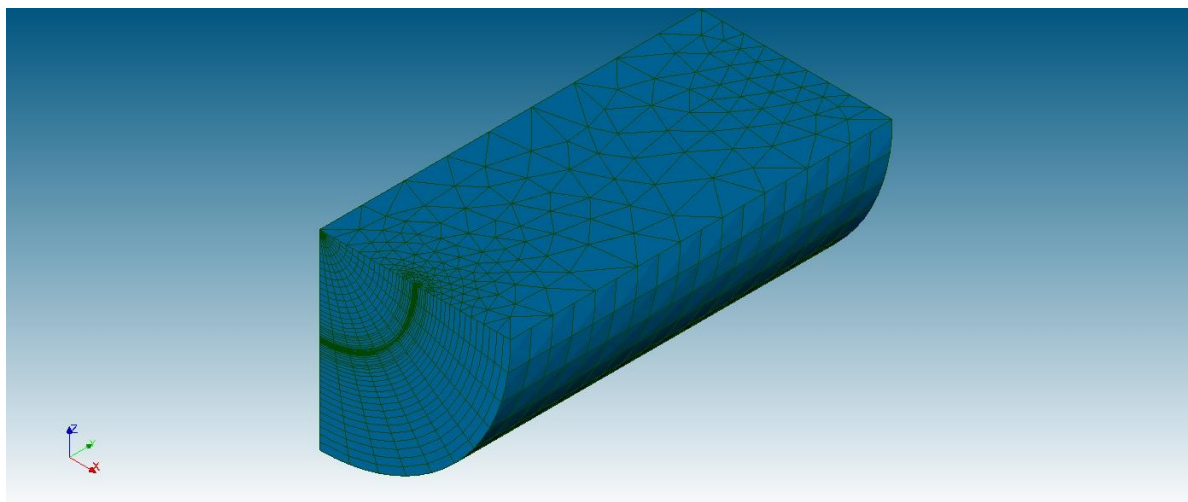
Loi de comportement élastique linéaire.

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 $\vec{o}y$ sur un angle de 90° sur 10 éléments . Le reste de la structure n'est pas représenté par symétrie.



Nombre 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

Les résultats ci-dessous sont identiques à ceux de la modélisation D, une fois le facteur correctif $1/R$ appliqué à la modélisation axi-symétrique.

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

Identification	G (Référence)	% Tolérance
Couronne 1: $R_{inf} = 1$, $R_{sup} = 5$	0 .6305	0.01 %
Couronne 2: $R_{inf} = 5$, $R_{sup} = 10$	0 .6304	0.01 %
Couronne 3: $R_{inf} = 10$, $R_{sup} = 20$	0 .6303	0.01 %
Couronne 4: $R_{inf} = 20$, $R_{sup} = 30$	0 .6302	0.01 %

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

Les résultats ci-dessous sont identiques à ceux de la modélisation E , une fois le facteur correctif $1/R$ appliqué à la modélisation axi-symétrique.

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

Identification	G (Référence)	% Tolérance
Couronne 1: $R_{inf} = 1$, $R_{sup} = 5$	0.4366	0.01 %
Couronne 2: $R_{inf} = 5$, $R_{sup} = 10$	0.4362	0.01 %
Couronne 3: $R_{inf} = 10$, $R_{sup} = 20$	0.4362	0.01 %
Couronne 4: $R_{inf} = 20$, $R_{sup} = 30$	0.4362	0.01 %

13 Modélisation K

13.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation : 3D .

Loi de 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

Les résultats ci-dessous sont identiques à ceux de la modélisation F , une fois le facteur correctif $1/R$ appliqué à la modélisation axi-symétrique.

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

Identification	G (Référence)	% Tolérance
Couronne 1: $R_{inf} = 1$, $R_{sup} = 5$	0 . 4366	0.01 %
Couronne 2: $R_{inf} = 5$, $R_{sup} = 10$	0 . 4362	0.01 %
Couronne 3: $R_{inf} = 10$, $R_{sup} = 20$	0 . 4362	0.01 %
Couronne 4: $R_{inf} = 20$, $R_{sup} = 30$	0 . 4362	0.01 %

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

Le s résultats ci-dessous sont identiques à ceux de la modélisation H , une fois le facteur correctif 1/R appliqué à la modélisation axi-symétrique.

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

Identification	G (Référence)	% Tolérance
Couronne 1: $R_{inf} = 1$, $R_{sup} = 5$	0.4366	0.01 %
Couronne 2: $R_{inf} = 5$, $R_{sup} = 10$	0.4362	0.01 %
Couronne 3: $R_{inf} = 10$, $R_{sup} = 20$	0.4363	0.01 %
Couronne 4: $R_{inf} = 20$, $R_{sup} = 30$	0.4362	0.01 %

15 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*.