

Titre : SSNP110 - Fissure de bord dans une plaque en élastoplasticité

Date : 15/02/06

Auteur(s) : E. GALENNE

Clé : V6.03.110-A Page : 1/6

Organisme(s) : EDF-R&amp;D/AMA

**Manuel de Validation****Fascicule V6.03 : Statique non linéaire des systèmes plans****Document : V6.03.110**

# **SSNP110 - Fissure de bord dans une plaque rectangulaire finie en élastoplasticité**

---

**Résumé :**

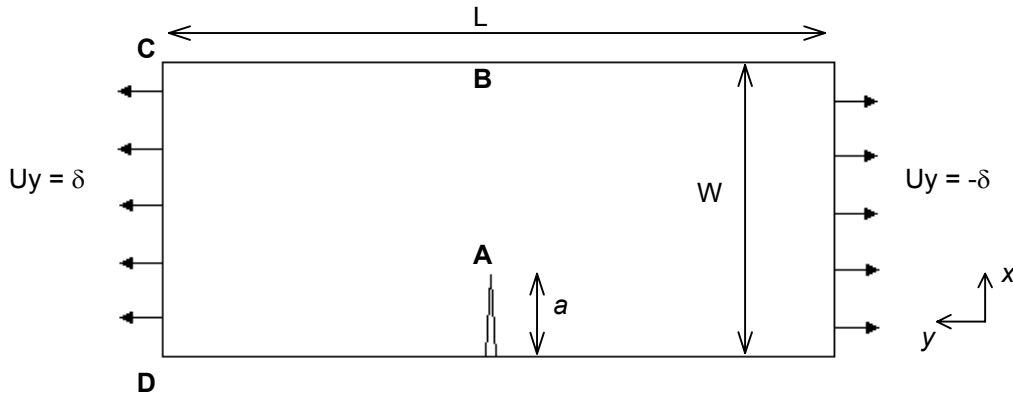
Ce test est un cas test en mécanique de la rupture non linéaire.

On calcule le taux de restitution de l'énergie G dans une plaque rectangulaire finie, fissurée et soumise à un chargement de traction. La loi de comportement utilisée est une loi élastoplastique de Von Mises sans écrouissage.

Ce cas test comprend deux modélisations en 2D contraintes planes afin d'étudier l'influence de la prise en compte ou non des termes de second ordre des déformations (`DEFORMATION = 'PETIT'` ou `'GREEN'` dans l'opérateur `STAT_NON_LINE`). La stabilité du résultat du calcul de G par la méthode théta (`CALC_G_THETA_T`) est également vérifiée.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie



Longueur  $L = 50 \text{ mm}$   
 Largeur  $W = 16 \text{ mm}$   
 Profondeur de fissure  $a = 6 \text{ mm}$

### 1.2 Propriétés du matériau

Le matériau est élastique-parfaitement plastique de type Von Mises. Ses propriétés sont les suivantes :

Module d'Young  $E = 2,0601 \cdot 10^5 \text{ MPa}$   
 Coefficient de Poisson  $\nu = 0.3$   
 Limite élastique  $\sigma_Y = 808,34 \text{ MPa}$   
 Module d'écrouissage  $H = 0$

### 1.3 Conditions aux limites et chargement

Le modèle sera limité à la moitié de la structure, le plan de la fissure verticale étant un plan de symétrie.

#### Conditions aux limites

Elles sont donc définies pour le demi espace  $y \geq 0$ .

Déplacement vertical  $UX = 0$  au point B

Déplacement horizontal  $UY = 0$  dans le ligament AB

#### Chargement

Déplacement horizontal imposé sur le segment CD :  $UY = \delta$

## 2 Solution de référence

Pas de solution de référence. Ceci est un test de non-régression.

## 3 Modélisation A

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

Il s'agit d'un calcul en élastoplasticité sous l'hypothèse des petits déplacements.

### 3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage, construit avec une procédure automatique gibi, est constitué de 400 éléments quadratiques (1000 nœuds). Des tores sont définis en fond de fissure afin d'améliorer la précision du calcul en mécanique de la rupture, cf. [Figure 3.2-a] ci-dessous. Le rayon du plus grand tore est de 1,5 mm.

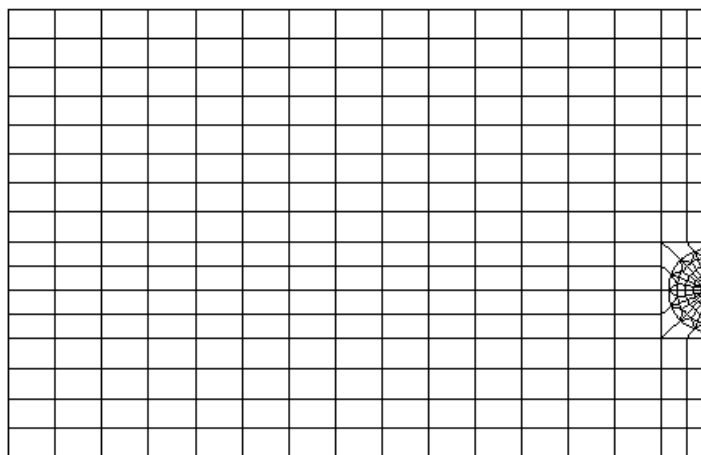


Figure 3.2-a : Maillage de la plaque rectangulaire fissurée

### 3.3 Fonctionnalités testées

Calcul du taux de restitution de l'énergie par la méthode THETA en élastoplasticité.

#### Commandes

STAT_NON_LINE	COMP_ELAS	RELATION	ELAS_VMIS_LINE
		DEFORMATION	PETIT
CALC_THETA			
CALC_G_THETA	OPTION	CALC_G	
	COMP_ELAS	RELATION	ELAS_VMIS_LINE

## 4 Résultats de la modélisation A

### 4.1 Valeurs testées

Les valeurs du taux de restitution sont testées pour cinq valeurs du déplacement horizontal imposé  $\delta$ . On compare les résultats obtenus pour trois couronnes d'intégration différentes :

- couronne 1 :  $R_{inf} = 0,15$  mm ;  $R_{sup} = 0,6$  mm
- couronne 2 :  $R_{inf} = 0,3$  mm ;  $R_{sup} = 0,9$  mm
- couronne 3 :  $R_{inf} = 0,9$  mm ;  $R_{sup} = 1,5$  mm

Déplacement imposé $\delta$ (mm)	G ( N/mm) couronne 1	G ( N/mm) couronne 2	G ( N/mm) couronne 3
0,02	3.29	3.20	3.20
0,04	13.60	13.24	13.24
0,06	31.97	31.22	31.24
0,08	58.99	57.74	57.76
0,1	91.42	89.64	89.71

Les résultats sont satisfaisants : l'écart maximal entre les valeurs de G obtenues sur les trois couronnes d'intégration est inférieur à 2 %.

## 5 Modélisation B

### 5.1 Caractéristiques de la modélisation

Il s'agit d'un calcul en élastoplasticité sous l'hypothèse des grands déplacements.

### 5.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est identique à celui de la modélisation A.

### 5.3 Fonctionnalités testées

Calcul du taux de restitution de l'énergie par la méthode THETA en élastoplasticité.

#### Commandes

STAT_NON_LINE	COMP_ELAS	RELATION	ELAS_VMIS_LINE
		DEFORMATION	GREEN
CALC_THETA			
CALC_G_THETA	OPTION	CALC_G	
	COMP_ELAS	RELATION	ELAS_VMIS_LINE

## 6 Résultats de la modélisation B

### 6.1 Valeurs testées

Les valeurs du taux de restitution sont testées pour les mêmes couronnes d'intégration que dans la modélisation A.

Déplacement imposé $\delta$ (mm)	G ( N/mm) couronne 1	G ( N/mm) couronne 2	G ( N/mm) couronne 3
0,02	3.26	3.17	3.18
0,04	13.36	13.03	13.07
0,06	31.02	30.50	30.67
0,08	56.33	55.90	56.51
0,1	85.84	85.91	87.47

Les résultats sont satisfaisants : l'écart maximal entre les valeurs de G obtenues sur les trois couronnes d'intégration est inférieur à 2 %.

L'effet des termes de second ordre dans la déformation est relativement faible : l'écart entre les résultats des deux modélisations est croissant avec le déplacement imposé  $\delta$  et vaut au maximum 6%, cf. [Figure 6.1-a].

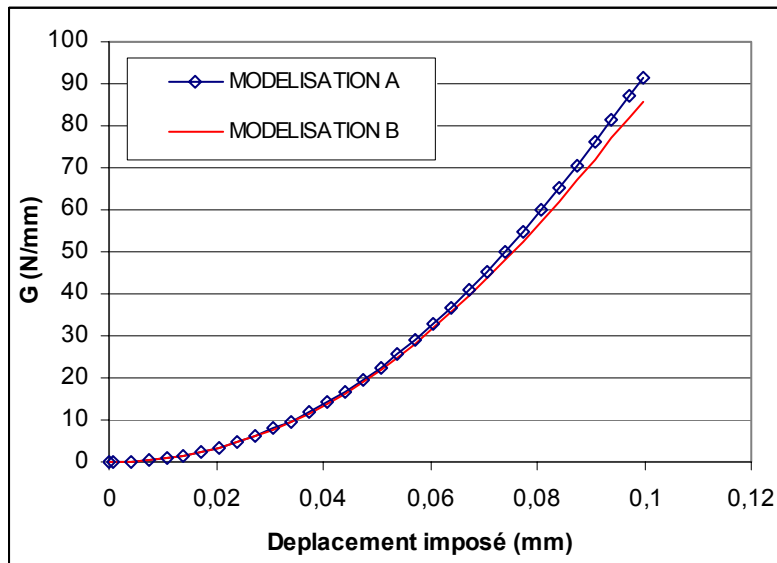


Figure 6.1-a : Comparaison des taux de restitution d'énergie des deux modélisations

## 7 Synthèse des résultats

Ce cas test permet de s'assurer de l'invariance du calcul du taux de restitution de l'énergie par la méthode  $\theta$  suivant les couronnes d'intégration pour des lois de comportement de type élastique-parfaitement plastique.

La faible contribution des termes de second ordre dans la déformation est mise en évidence.