SSNP147 – Modélisation de l'amorçage de fissure avec le modèle ENDO_HETEROGENE

Résumé :

Ce test représente l'amorçage d'une fissure dans une plaque constituée d'un matériaux hétérogène. Cette plaque subit un chargement sous forme d'une rampe de déplacements imposés. L'amorçage est modélisé par la loi ENDO_HETEROGENE utilisant des contraintes régularisées. Ce test a pour objectif de valider la modélisation D_PLAN_GRAD_SIGM et la loi ENDO_HETEROGENE. Il s'agit d'un cas test bidimensionnel de non régression réalisé sur un maillage rectangulaire puis triangulaire.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

On représente un carré de coté $l=1\mathrm{m}$.

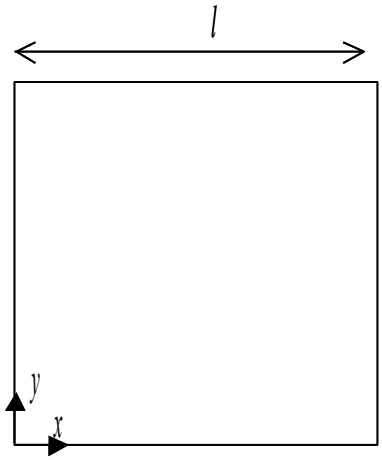


Illustration 1: Géométrie du cas test

1.2 Propriétés des matériaux

Matériau :

Paramètres d'élasticité :
Module d'Young $E_1=20.10^9\,MPa$, coefficient de Poisson $\nu_1=0,25$

Paramètres de la loi ENDO_HETEROGENE :
Limite élastique $\sigma_y=5\,MPa$
Module de Weibull $m=6$
Tenacité $K_c=1\,MPa.m^{1/2}$
Epaisseur de l'échantillon $ep=1\mathrm{m}$
Graine $GR=121$

Paramètre du modèle non local :
Longueur caractéristique $l_c=0,2\,m$

1.3 Conditions aux limites et chargement

Le bord inférieur est bloqué en déplacement selon la direction verticale, les bords latéraux sont soumis à un champ de déplacement qui varie linéairement dans la hauteur. Soit :

En bas :
$u_y(x\,,\,y=0)=0$

A droite
$u_y(x=l\,,\,y)=c.u_d(1-y/l)$
avec $u_d=0,0001$
A droite
$u_y(x=0,\,y)=-u_y(x=l\,,\,y)$

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

c correspond à une rampe de chargement variant entre 0 et 1 sur le temps de simulation (1s).

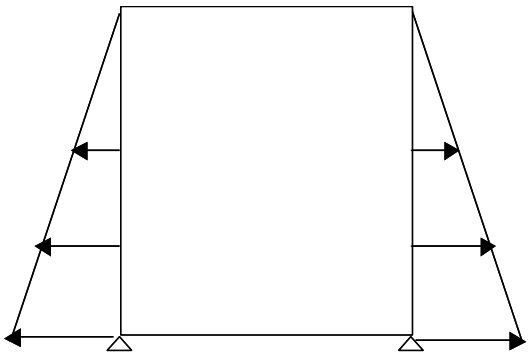


Illustration 2: Schémas des conditions aux limites

1.4 Solution de référence

Il n'y pas ici de solution de référence et le test est de type non régression. Il utilise la loi de couplage ENDO_HETEROGENE, elle même basée sur les contraintes régularisées.

Le résultat est donc purement qualitatif. Il s'agit d'observer ici l'amorçage d'une fissure suite aux chargements latéraux.

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

2 Modélisation A

2.1 Caractéristiques de la modélisation

La totalité du domaine est maillée en éléments quadrangulaires à 8 nœuds. Le maillage comporte 225 rectangles et 30 segments.
1 temps de $1s$ est modélisé.

2.2 Résultats

On trace sur les figures 4 et 3 respectivement les déplacements horizontaux DX et le critère d'endommagement (variable interne V1) au bout de $1\mathrm{s}$.
On voit une fissure qui s'amorce aux $2/3$ du domaine (quand V1 est égal à 1, le matériau est cassé).

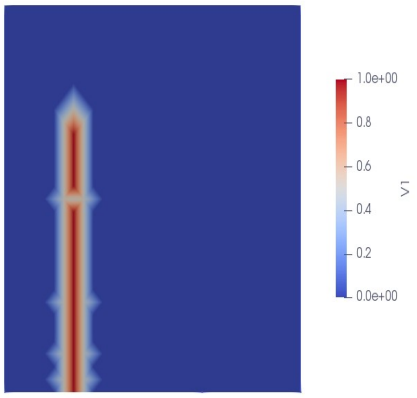


Illustration 3: Variable d'endommagement (VI), $t=1\mathrm{s}$

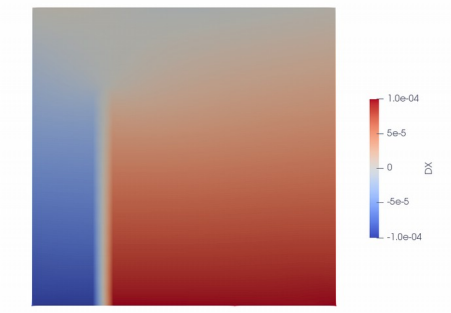


Illustration 4: Déplacements horizontaux DX, $t=1\mathrm{s}$

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

2.3 Valeurs testées

La valeur de déplacement est testée au point *testpn* correspondant à un nœud qui se trouve aux $2/3$ de la longueur de coté de la plaque.

Lieu	Composante	instant	Valeur de non régression	Tolérance (%)
testpn	DX	1	9.876E-5	1.E-3

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

3 Modélisation B

3.1 Caractéristiques de la modélisation

La totalité du domaine est maillée en éléments triangulaires à 6 nœuds. Le maillage comporte 620 triangles et 64 segments.

1 pas de temps de 1 s est modélisé.

3.2 Résultats

On trace sur les figures 5 et 6 respectivement les déplacements horizontaux DX et le critère d'endommagement (variable interne V1) au bout de $1\mathrm{s}$.

On voit une fissure qui s'amorce au $2/3$ du domaine (quand V1 est égal à 1, le matériau est cassé). La forme des résultats est logiquement dépendante du maillage .

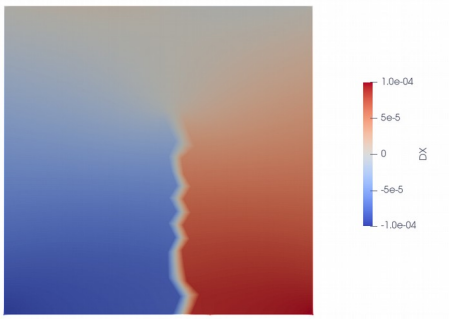


Illustration 5: : Déplacements horizontaux DX, $t=1\mathrm{s}$

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

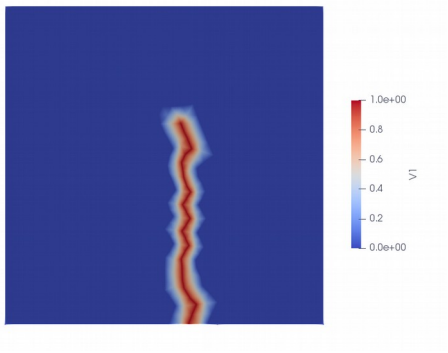


Illustration 6: Variable d'endommagement ($V1$), $t=1\text{s}$

3.2 Valeurs testées

La valeur de déplacement est testée au point $testpn$ défini ci-dessus.

Lieu	Composante	instant	Valeur de non regression	Tolérance (%)
$testpn$	DX	1	9.114E5	1.E-3

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

4 Synthèse des résultats

Ce test représente la modélisation au moyen de la loi ENDO_HETEROGENE de l'amorçage d'une fissure dans une plaque constituée d'un matériaux hétérogène. Cette plaque subit un chargement sous forme d'une rampe de déplacements imposés. Le lieu de l'amorçage est défini aléatoirement (ici déterminé par le choix de la graine). Les résultats obtenus correspondent bien aux résultats attendus.

Remarque : du fait de la génération aléatoire des seuils d'amorçage lors de l'utilisation de la loi **ENDO_HETEROGENE**, les résultats de non regression seront différents selon le nombre de processeurs utilisés pour l'exécution.

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