ZZZZ268 - Validation de POST_BORDET en 2D et 3D

Résumé :

Ce test valide le calcul de la contrainte et de la probabilité de Bordet, en deux dimensions et trois dimensions, avec évolution thermique, sur des cas dans lesquels les champs mécaniques sont uniformes (ce qui permet un calcul analytique de ces grandeurs) ; ce cas test a bien pour but de tester les développements numériques et pas de réaliser une étude d'un cas réaliste.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie de la modélisation A

On considère une barre axisymétrique de rayon 1mm et de hauteur 10mm soumise à un essai de traction simple (en déplacement imposé). Ce test est choisi car il permet d'obtenir des champs mécaniques uniformes.

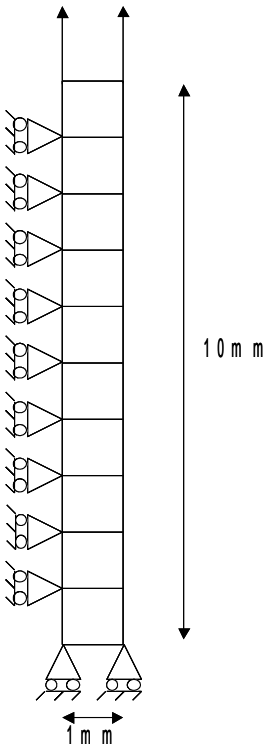


Figure 1.1 : Barreau axisymétrique.

1.2 Géométrie de la modélisation B

On considère ici un cube de côté 1mm soumis à de la traction.

La face avant est bloquée selon la direction X, la face de gauche selon la direction Y, la face du bas selon l'axe Z et une traction incrémentale de $0{,}001\,\text{mm}$ est appliquée sur la face supérieure.

1.3 Propriétés du matériau

Le matériau est élastoplastique parfait avec un module d'Young de $300\,000\,\text{MPa}$, un coefficient de Poisson de 0 et une limite élastique de $300\,\text{MPa}$.

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

1.4 Conditions aux limites et chargements

Pour la modélisation A, on réalise 5 incréments de traction de $0,01\,\mathrm{mm}$, de sorte que l'incrément de déformation totale soit de $1.0\,\mathrm{E}\text{-}3$ et que la limite élastique soit atteinte au premier pas.
Pour la modélisation B, la face avant est bloquée selon la direction X, la face de gauche selon la direction Y, la face du bas selon l'axe Z et une traction incrémentale de $0,001\,\mathrm{mm}$ est appliquée sur la face supérieure.

La température varie linéairement dans le barreau de $\mathrm{O°C}$ à $5\mathrm{O°C}$ sur les 5 pas de temps.

Afin de tester les différentes possibilités offertes part la macro-commande CALC_BORDET, on utilise, lorsque cela est possible, des paramètres fonction de la température et de la vitesse de déformation plastique. La liste des paramètres utilisés est présentée dans le tableau ci-dessous.

Paramètre	Type	Valeur
M	Scalaire	22
SIG_CRIT	Scalaire	250
VOLU_REFE	Scalaire	1
SIGM_REFE	Fonction	$200+\mathrm{T}$
SEUIL_CALC	Nappe	$\begin{cases} 10\,T & \text{si } \dot{\varepsilon}^p = 0,0005 \\ 5\,T & \text{si } \dot{\varepsilon}^p = 0,001 \end{cases}$
DEF_PLAS_REFE	Scalaire	0

Tableau 1.1 : Paramètres de Bordet utilisés

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

Dans les deux cas, du fait du caractère uniforme des champs mécaniques, on peut réaliser le calcul analytique à la fois des contraintes de Bordet et des probabilités. On utilise pour cela les équations du modèle de Bordet présenté en dans la documentation [R7.02.06] : Modèles de Beremin, de Bordet et de Rice et Tracey.

2.2 Grandeurs et résultats de référence

On teste dans les deux cas à la fois la contrainte de Bordet et la probabilité associée, pour les instants allant de 0 à 5.
Pour la modélisation A, on obtient les résultats de référence suivants :

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

Instant	Contrainte de Bordet	Probabilité de Bordet
0	0	0,0000
1	0	0,0000
2	247,67	0,9999
3	252,23	0,9995
4	254,1	0,9701
5	254,7	0,7780

Tableau 2.1 : Résultats analytiques pour la modélisation A

Pour la modélisation B, on obtient les résultats de référence suivants :

Instant	Contrainte de Bordet	Probabilité de Bordet
0	0	0,0000
1	0	0,0000
2	211,75	0,3500
3	215,64	0,2150
4	217,24	0,11
5	217,75	0,0467

Tableau 2.2 : Résultats analytiques pour la modélisation B

2.3 Incertitudes sur la solution

Du fait du caractère analytique, la solution de référence est exacte. On n'admet donc qu'une erreur inférieure à $0,5\,\%$.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation est axisymétrique.

3.2 Caractéristiques du maillage

Le barreau est découpé en 10 mailles quadrangulaires quadratiques QUAD8.

3.3 Grandeurs testées et résultats

Pour cette modélisation, les valeurs analytiques et tolérances sont répertoriées dans le tableau ci-dessous :

Instant	σ_{Bordet} théorique	P_{Bordet} théorique	Erreur sur σ_{Bordet}	Erreur sur P_{Bordet}
0	0	0,0000	0	0
1	0	0,0000	0	0
2	247,67	0,9999	<0,1%	<0,1%
3	252,23	0,9995	<0,1%	<0,1%
4	254,1	0,9701	<0,1%	<0,1%
5	254,7	0,7780	<0,1%	<0,1%

Tableau 3.1 : Résultats de la modélisation A

La différence est quasiment nulle.

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation est tridimensionnelle.

4.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage contient 1 maille élémentaire 3D de type HEXA8.

4.3 Grandeurs testées et résultats

Pour cette modélisation, les valeurs analytiques et les tolérances sont répertoriées dans le tableau ci-dessous :

Instant	σ_{Bordet} théorique	P_{Bordet} théorique	Erreur sur σ_{Bordet}	Erreur sur P_{Bordet}
0	0	0,0000	0	0
1	0	0,0000	0	0
2	211,75	0,3500	<0,1%	<0,1%
3	215,64	0,2150	<0,1%	<0,1%
4	217,24	0,11	<0,1%	<0,1%
5	217,75	0,0467	<0,1%	<0,3%

Tableau 4.1 : Résultats de la modélisation B

La différence est quasiment nulle dans tous les cas.

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

5 Synthèse des résultats

Dans les deux modélisations et pour tous les instants, les erreurs sont quasiment nulles.
On peut donc dire que la commande calcule correctement les contraintes et probabilités de Bordet en $2D$ et $3D$: le développement est validé.

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