SZLZ110 - Dommage de Lemaître généralisé en post-traitement

Résumé :

Ce test a pour but le calcul du dommage de Lemaître généralisé "LEMAIT_S" à partir de la donnée du tenseur des contraintes et de la déformation plastique cumulée à tous les instants t_i (fournis par l'utilisateur).

Les caractéristiques matériau E (module d'Young), ν (coefficient de Poisson), S et p_d (paramètres du matériau) peuvent dépendre de la température, qui doit donc être fournie par l'utilisateur aux mêmes instants que les constantes et la déformation plastique.

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

1 Problème de référence

On calcule le dommage $D(t)$ à partir de la donnée du tenseur des contraintes $\sigma(t)$ et de la déformation plastique cumulée $p(t)$ issue d'un calcul en thermomécanique. La cinétique d'endommagement est donnée par :

$$\dot{D}=\frac{1}{(1-D)^{2s}}\left[\frac{1}{3ES}(1+\nu)\sigma_{eq}^2+\frac{3}{2ES}(1-2\nu)\sigma_H^2\right]^s\dot{p} \qquad \text{si } p>p_d$$

$$D=0 \qquad \text{sinon}$$

σ_{eq} est la contrainte équivalente de von Mises
σ_H est la contrainte hydrostatique
p_d représente le seuil d'endommagement
S est une caractéristique matériaux (MPa)
s est une caractéristique matériaux

1.1 Propriétés matériaux

$Temp(°C)$	$E(MPa)$	ν	$S(MPa)$	P_d	s	
					Cas 1	Cas 2
0.	143006.0E+6	0.33	7.0	1.005E-6	0.8	1.003
20.	143006.0E+6	0.33	7.0	1.005E-6	0.8	1.003
40.	143006.0E+6	0.33	7.0	1.005E-6	0.8	1.003

Deux valeurs de l'exposant s sont successivement utilisées pour la validation des développements dans CALC_CHAMP.

1.2 Chargement

Le chargement correspond à un essai de traction à température constante et à vitesse de déformation imposée. Il est défini au paragraphe [§2.2].

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

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

La solution de référence est générée à partir de l'option POST_FATIGUE. La méthodologie adoptée consiste à définir une histoire de chargement en contraintes et de récupérer l'évolution de la déformation plastique cumulée associée à partir d'un essai de traction $3D$ en thermo-viscoplasticité.

L'histoire de chargement $\sigma(t)$ et $p(t)$ est ensuite utilisée dans un calcul POST_FATIGUE avec les paramètres matériaux présentés au paragraphe [§1.1] pour définir une solution de référence.

2.2 Résultats de Référence

Le résultat de référence du dommage de Lemaître est obtenu pour un essai de traction à déformation imposée et à température constante. L'état de contraintes et la déformation plastique cumulée issus de cet essai sont les suivants :

Temps $[s]$	**Contrainte** $Sxx(t)[Pa]$	**Déformation Plastique Cumulée** $P(t)$
50	7.15030E+06	0.000000E+00
100	1.43006E+07	0.000000E+00
150	2.14509E+07	0.000000E+00
200	2.86012E+07	0.000000E+00
250	3.57515E+07	0.000000E+00
300	4.29018E+07	0.000000E+00
350	5.00521E+07	0.000000E+00
400	5.72024E+07	0.000000E+00
450	6.43527E+07	0.000000E+00
500	7.15030E+07	0.000000E+00
550	7.86533E+07	0.000000E+00
600	8.58036E+07	0.000000E+00
650	9.29539E+07	0.000000E+00
700	1.00091E+08	9.547120E-08
750	1.06433E+08	5.747160E-06
800	1.10614E+08	2.650910E-05
850	1.12888E+08	6.060610E-05
900	1.14130E+08	1.019250E-04
950	1.14913E+08	1.464460E-04
1000	1.15508E+08	1.922890E-04

Cette histoire de chargement est ensuite utilisée avec l'opérateur POST_FATIGUE option LEMAIT_S pour estimer le dommage en fonction du temps avec les propriétés matériaux définies au paragraphe [§1.1]. La température est supposée constante et égale à $20°C$. On trouve, selon la valeur du paramètre s utilisée, les dommages suivants :

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

	Dommage (référence)	
Temps $[s]$	Cas $s=0.8$	Cas $s=1.003$
50	0.00000E+00	0.00000E+00
100	0.00000E+00	0.00000E+00
150	0.00000E+00	0.00000E+00
200	0.00000E+00	0.00000E+00
250	0.00000E+00	0.00000E+00
300	0.00000E+00	0.00000E+00
350	0.00000E+00	0.00000E+00
400	0.00000E+00	0.00000E+00
450	0.00000E+00	0.00000E+00
500	0.00000E+00	0.00000E+00
550	0.00000E+00	0.00000E+00
600	0.00000E+00	0.00000E+00
650	0.00000E+00	0.00000E+00
700	0.00000E+00	0.00000E+00
750	5.43732E-03	3.19264E-02
800	2.75450E-02	1.90334E-01
850	6.75939E-02	1.00000E+00
900	1.21543E-01	1.00000E+00
950	1.87318E-01	1.00000E+00
1000	2.66202E-01	1.00000E+00

2.3 Incertitude sur la solution

Solution générée numériquement.

2.4 Références bibliographiques

[1] A.M. DONORE : Estimation de la durée de vie en fatigue à grands nombres de cycles et en fatigue oligocyclique. Note [R7.04.01] Indice B.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation 3D.

3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage contient 54 éléments du type QUAD4 et 27 éléments du type HEXA8, pour un total de 64 nœuds.

3.3 Grandeurs testées et résultats

On teste les valeurs des grandeurs DOM_LEM.

Identification		Référence		% Tolérance	
		$s=0.8$	$s=1.003$	$s=0.8$	$s=1.003$
Point 1	Dommage	0,0000000	0,0000000	0.001	0.001
Point 2	Dommage	0,0000000	0,0000000	0.001	0.001
Point 3	Dommage	0,0000000	0,0000000	0.001	0.001
Point 4	Dommage	0,0000000	0,0000000	0.001	0.001
Point 5	Dommage	0,0000000	0,0000000	0.001	0.001
Point 6	Dommage	0,0000000	0,0000000	0.001	0.001
Point 7	Dommage	0,0000000	0,0000000	0.001	0.001
Point 8	Dommage	0,0000000	0,0000000	0.001	0.001
Point 9	Dommage	0,0000000	0,0000000	0.001	0.001
Point 10	Dommage	0,0000000	0,0000000	0.001	0.001
Point 11	Dommage	0,0000000	0,0000000	0.001	0.001
Point 12	Dommage	0,0000000	0,0000000	0.001	0.001
Point 13	Dommage	0,0000000	0,0000000	0.001	0.001
Point 14	Dommage	0,0000000	0,0000000	0.001	0.001
Point 15	Dommage	0,0054373	0,0319264	0.001	0.001
Point 16	Dommage	0,0275450	0,1903340	0.001	0.001
Point 17	Dommage	0,0675939	1,0000000	0.001	0.001
Point 18	Dommage	0,1215430	1,0000000	0.001	0.001
Point 19	Dommage	0,1873180	1,0000000	0.001	0.001
Point 20	Dommage	0,2662020	1,0000000	0.001	0.001

On calcule le taux de triaxialité des contraintes, la contrainte équivalente d'endommagement, et l'endommagement de Lemaître au premier point de Gauss de la maille M_1 :

Identification	Composante	Incrément	Référence (NON_REGRESSION)	Tolérance (%)
ENDO_ELGA	TRIAX	15	0.333333	0.1
ENDO_ELGA	SI_ENDO	15	$1.06433\ 10^{-8}$	0.1
ENDO_ELGA	COENDO	15	$5.65806\ 10^{3}$	0.1
ENDO_ELGA	DOM_LEM	15	$5.43728\ 10^{-3}$	0.1

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

4 Synthèse des résultats

Les résultats fournis par *Code_Aster* coïncident avec les valeurs de référence.

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