SZLZ111 - Dommage de Lemaître-Sermage en post-traitement `POST_FATIGUE`

Résumé :

Ce test a pour but le calcul du dommage de Lemaître-Sermage "`LEMAITRE`" à partir d'une histoire de chargement multiaxial quelconque et de l'histoire de la déformation plastique cumulée.

On calcule le dommage à partir de la donnée du tenseur des contraintes et de la déformation plastique cumulée en tous les instants t_i (fournis par l'utilisateur).

Les caractéristiques matériau E (module d'Young), ν (coefficient de Poisson) et S (paramètre du matériau) doivent dépendre de la température T. Celle-ci doit donc être fournie par l'utilisateur aux mêmes instants que $\sigma(t)$ et $p(t)$.

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, $p(t)$.

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

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

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	$S(MPa)$
0.	2.E+5	0.	7.
20.	2.E+5	0.	7.
40.	2.E+5	0.	7.

$p_d=0.02$

1.1.1 Modélisation A

Dans cette modélisation, on vérifie le calcul du dommage de Lemaître-Sermage par rapport à la solution de référence donnée dans [V9.01.109]. Les valeurs de l’exposant s et de S dans l’expression du dommage de Lemaître généralisé valent :

$s=1.0$ et $S=7.0$

1.1.2 Modélisation B

Dans cette deuxième modélisation, on vérifie le calcul du dommage de Lemaître-Sermage par rapport à une solution analytique obtenue en appliquant les algorithmes présentés dans le document de référence [R7.04.01]. Les valeurs de l’exposant s et de S dans l’expression du dommage de Lemaître généralisé valent :

$s=1.003$ et $S=7.0$

1.2 Histoire du chargement

t	43.11	100.	1000.	10000.	20000.	21000.	22000.	22200.	22400.
$\sigma_{xx}(t)$	300.	300.	300.	300.	300.	300.	300.	300.	300.
$\sigma_{yy}(t)$	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
$\sigma_{zz}(t)$	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
$\sigma_{xy}(t)$	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
$\sigma_{xz}(t)$	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
$\sigma_{yz}(t)$	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
$Temp$	20.	20.	20.	20.	20.	20.	20.	20.	20.

t	$p(t)$ **(Déformation plastique cumulée)**
43.11	0.019996
100.	0.046384
1000.	0.46384
10000.	4.6384
20000.	9.2768
21000.	9.74064
22000.	10.20448
22200.	10.297248
22400.	10.390016

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

L'histoire de chargement étant très simple, les résultats de référence peuvent être obtenus manuellement en appliquant les algorithmes présentés dans le document de référence [R7.04.01].

2.2 Résultats de référence

2.2.1 Modélisation A

t	$D(t)$ **(Dommage)**
43.11	0.
100.	0.000848907
1000.	0.014474925
10000.	0.178374238
20000.	0.524693005
21000.	0.602827469
22000.	0.73829052
22200.	0.792149807
22400.	0.967604351

2.2.2 Modélisation B

Les résultats de référence pour le cas test numéro 2 sont obtenus à l'aide d'un tableur dans lequel l'expression du dommage de Lemaître-Sermage a été implantée selon un schéma d'intégration numérique identique à celui utilisé dans la routine `POST_FATIGUE` de *Code_Aster*.

On vérifie dans un premier temps que l'incertitude sur les résultats obtenus pour la valeur $s=1.0$ via le tableur est acceptable :

Dommage (calcul Excel)	**Dommage (solution de référence)**	**Différence (%)**
0,0000000000	0,0000000000	0,00000%
0,0008489062	0,0008489070	-0,00010%
0,0144749268	0,0144749250	0,00001%
0,1783742841	0,1783742380	0,00003%
0,5246932887	0,5246930050	0,00005%
0,6028278917	0,6028274690	0,00007%
0,7382915411	0,7382905200	0,00014%
0,7921514337	0,7921498070	0,00021%
0,9676720845	0,9676043510	0,00700%

Dans un second temps, on génère une solution de référence pour une valeur de s = 1.003 :

t	$D(t)$ **(Dommage – solution Excel)**
43.11	0.0
100.	0.004742198
1000.	0.083020455
10000.	1.809947268
20000.	2.003578566
21000.	0.083020455
22000.	0.178700399
22200.	0.199207053
22400.	0.220252827

2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

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.

3 Modélisation A

3.1 Résultats de la modélisation A

Identification		Référence
Point 1	Dommage	0.
Point 2	Dommage	0.000848907
Point 3	Dommage	0.014474925
Point 4	Dommage	0.178374238
Point 5	Dommage	0.524693005
Point 6	Dommage	0.602827469
Point 7	Dommage	0.73829052
Point 8	Dommage	0.792149807
Point 9	Dommage	0.967604351

4 Modélisation B

4.1 Résultats de la modélisation B

Identification		Référence
Point 1	Dommage	0,0000000000
Point 2	Dommage	0,0008401910
Point 3	Dommage	0,0143249000
Point 4	Dommage	0,1762380000
Point 5	Dommage	0,5133290000
Point 6	Dommage	0,5863320000
Point 7	Dommage	0,7028150000
Point 8	Dommage	0,7412430000
Point 9	Dommage	0,7967720000

5 Synthèse des résultats

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