

Manuel de Validation
Fascicule V9.01 : Fatigue
Document : V9.01.110

SZLZ110 - Dommage de Lemaître généralisé en post-traitement *CALC_ELEM*

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).

On calcule également le dommage cumulé.

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.

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 :

$$\begin{cases} \dot{D} = \frac{1}{(1-D)^{2s}} \left(\frac{1}{3ES} (1+\nu) \sigma_{eq}^2 + \frac{3}{2ES} (1-2\nu) \sigma_H^2 \right)^s \dot{p} & \text{si } p > p_d \\ D = 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

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 du matériau (MPa)

s est une caractéristique du matériau

On calcule également le dommage total $D = \sum_{i=1}^N D(t_i)$.

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_ELEM.

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].

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 :

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
Dommage cumulé	6.75640E-01	4.22226E+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.

3 Modélisation

3.1 Fonctionnalités testées

Commande		
CALC_ELEM	OPTION	ENDO_ELGA ENDO_ELNO_ELGA
DEFI_MATERIAU	ELAS_FO	E NU RHO TEMP_DEF_ALPHA ALPHA
	DOMMA_LEMAITRE	S EPSP_SEUIL EXP_S
	THER_FO	LAMBDA RHO_CP
	LEMAITRE_FO	N UN_SUR_K UN_SUR_M
	CIN2_CHAB_FO	R_0 R_I B C1 C2 K W G1 G2 A_I

4 Résultats de la modélisation

4.1 Valeurs testées

On teste les valeurs des grandeurs *DOM_LEM* et *D_CUMULE*.

Identification		Référence		Aster		% différence	
		s = 0.8	s = 1.003	s = 0.8	s = 1.003	s = 0.8	s = 1.003
Point 1	Dommage	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,00000%	0,00000%
Point 2	Dommage	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,00000%	0,00000%
Point 3	Dommage	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,00000%	0,00000%
Point 4	Dommage	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,00000%	0,00000%
Point 5	Dommage	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,00000%	0,00000%
Point 6	Dommage	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,00000%	0,00000%
Point 7	Dommage	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,00000%	0,00000%
Point 8	Dommage	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,00000%	0,00000%
Point 9	Dommage	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,00000%	0,00000%
Point 10	Dommage	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,00000%	0,00000%
Point 11	Dommage	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,00000%	0,00000%
Point 12	Dommage	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,00000%	0,00000%
Point 13	Dommage	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,00000%	0,00000%
Point 14	Dommage	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,00000%	0,00000%
Point 15	Dommage	0,0054373	0,0319264	0,0054373	0,0319262	-0,00059%	-0,00077%
Point 16	Dommage	0,0275450	0,1903340	0,0275449	0,1903330	-0,00041%	-0,00051%
Point 17	Dommage	0,0675939	1,0000000	0,0675938	1,0000000	-0,00021%	0,00000%
Point 18	Dommage	0,1215430	1,0000000	0,1215426	1,0000000	-0,00036%	0,00000%
Point 19	Dommage	0,1873180	1,0000000	0,1873169	1,0000000	-0,00058%	0,00000%
Point 20	Dommage	0,2662020	1,0000000	0,2662008	1,0000000	-0,00046%	0,00000%
D_CUMULE		0,6756392	4,2222604	0,6756362	4,2222592	0,00045%	-0,00003%

5 Synthèse des résultats

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