

**Manuel de Validation**  
**Fascicule V9.01 : Fatigue**  
**Document : V9.01.108**

## **SZLZ108 - Dommage par les méthodes de TAHERI (‘TAHERI\_MANSON’ et ‘TAHERI\_MIXTE’)**

---

### **Résumé :**

Ce test a pour but le calcul du dommage à partir d'une histoire de chargement purement uniaxial en déformations par les méthodes "TAHERI\_MANSON" ou "TAHERI\_MIXTE".

Les méthodes de Taheri ne s'appliquent qu'à des chargements en déformations et ne permettent pas contrairement à la méthode de Manson-Coffin de tenir compte de l'ordre d'apparition des cycles de contraintes.

## 1 Problème de référence

L'analyse consiste à déterminer le dommage subi par une structure soumise à une histoire de chargement en déformations. On utilise la méthode de Rainflow pour déterminer le nombre de cycles élémentaires et la demi amplitude de chaque cycle.

Pour les chargements considérés, la méthode de Rainflow détermine 5 cycles de demi amplitude :

$$\frac{\Delta \varepsilon_1}{2} = 0.25, \frac{\Delta \varepsilon_2}{2} = 0.25, \frac{\Delta \varepsilon_3}{2} = 0.75, \frac{\Delta \varepsilon_4}{2} = 0.25 \text{ et } \frac{\Delta \varepsilon_5}{2} = 1.75.$$

Puis on calcule le dommage subi par la structure par la méthode de TAHERI\_MANSON et la méthode de TAHERI\_MIXTE.

Tant que l'amplitude de déformations des divers cycles appliqués à la structure reste croissante

$\left( \frac{\Delta \varepsilon_1}{2} \leq \frac{\Delta \varepsilon_2}{2} \leq \dots \leq \frac{\Delta \varepsilon_n}{2} \right)$ , les méthodes de TAHERI\_MANSON et TAHERI\_MIXTE sont identiques à

la méthode de MANSON\_COFFIN (calcul du nombre de cycles à la rupture,  $N_{rupt}$ , par interpolation sur

la courbe de Manson-Coffin et calcul du dommage par  $\frac{1}{N_{rupt}}$ ).

Par contre si un cycle  $i$  présente une demi amplitude  $\frac{\Delta \varepsilon_i}{2}$  inférieure à  $\frac{\Delta \varepsilon_{i-1}}{2}$ , les méthodes de Taheri diffèrent de la méthode de Manson-Coffin.

- La méthode de 'TAHERI\_MANSON' consiste à déterminer une amplitude de contrainte  $\frac{\Delta \sigma_i}{2}$  à partir de  $\frac{\Delta \varepsilon_i}{2}$  et  $\varepsilon_{\max}$  (valeur maximale de la demi amplitude de déformation rencontrée avant le cycle  $i$ ).

Pour ce faire, l'utilisateur doit fournir une nappe  $\frac{\Delta \sigma}{2} \left( \frac{\Delta \varepsilon}{2}, \varepsilon_{\max} \right)$  sous l'opérande TAHERI\_NAPPE.

A partir de  $\frac{\Delta \sigma_i}{2}$ , on détermine une demi amplitude de déformations  $\frac{\Delta \varepsilon_i^*}{2}$  à l'aide d'une fonction introduite sous l'opérande TAHERI\_FONC. La valeur du dommage élémentaire du cycle  $i$ , est déterminée par interpolation de  $\frac{\Delta \varepsilon_i^*}{2}$  sur la courbe de Manson\_Coffin.

- Pour la méthode 'TAHERI\_MIXTE', on procède de même pour la détermination de la demi amplitude de contrainte  $\frac{\Delta \sigma_i}{2}$ , puis on détermine la valeur du dommage élémentaire du cycle  $i$  par interpolation de  $\frac{\Delta \sigma_i}{2}$  sur la courbe de Wöhler.

Cette méthode nécessite donc la donnée des courbes de Wöhler et Manson\_Coffin.

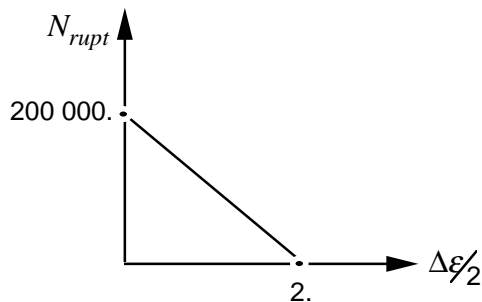
On détermine le dommage total par cumul linéaire des dommages élémentaires.

## 1.1 Propriétés de matériaux

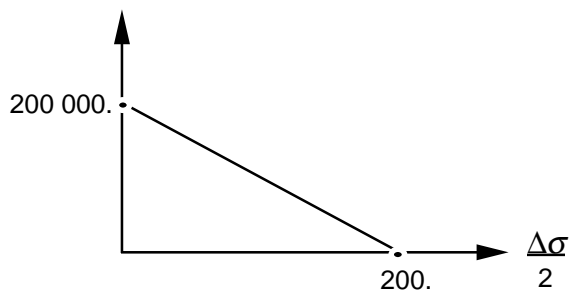
Pour le calcul du dommage de 'TAHERI\_MANSON', on a besoin de la courbe de Manson\_Coffin, d'une nappe permettant de calculer  $\frac{\Delta\sigma}{2}$  à partir de  $\left(\frac{\Delta\epsilon}{2} \text{ et } \epsilon_{\max}\right)$  et d'une fonction permettant de calculer  $\frac{\Delta\epsilon^*}{2}$  à partir de  $\frac{\Delta\sigma}{2}$ . La nappe (courbe d'érouissage cyclique avec pré-érouissage) est introduite sous l'opérande TAHERI\_NAPPE et la fonction (courbe d'érouissage cyclique) sous l'opérande TAHERI\_FONC. La courbe de Manson\_Coffin est quant à elle introduite dans DEFI\_MATERIAU [U4.23.01].

Pour le calcul du dommage de 'TAHERI\_MIXTE', on a besoin de la courbe de Manson\_Coffin, de la courbe de Wöhler et d'une nappe (courbe d'érouissage cyclique avec pré-érouissage) permettant de calculer  $\frac{\Delta\sigma}{2}$  à partir de  $\left(\frac{\Delta\epsilon}{2} \text{ et } \epsilon_{\max}\right)$ . La nappe est introduite sous l'opérande TAHERI\_NAPPE. La courbe de Manson\_Coffin et la courbe de Wöhler sont introduites dans DEFI\_MATERIAU.

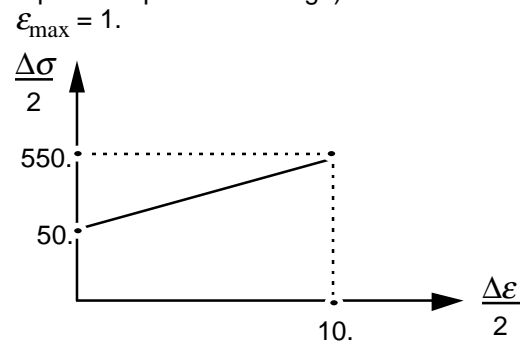
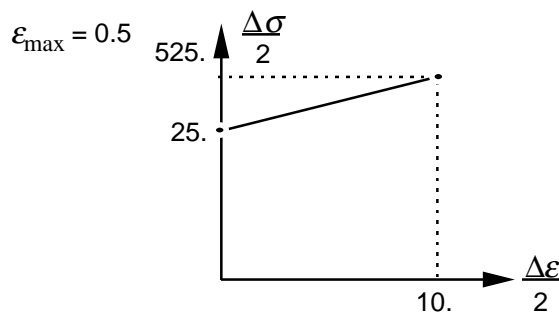
Courbe de Manson\_Coffin



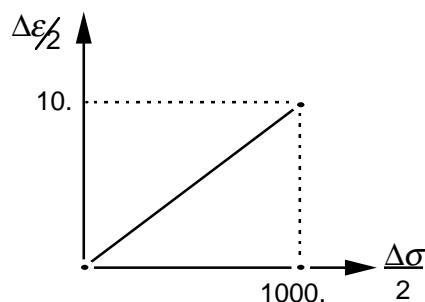
Courbe de Wöhler



Nappe de Taheri (courbes d'érouissage cyclique avec pré-érouissage)



Fonction de Taheri (courbe d'érouissage cyclique)



## 1.2 Histoire du chargement

t	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
$\varepsilon(t)$	0.	3.5	3.	3.5	3.	3.5	1.
7.	8.	9.					
2.5	0.	0.5					

## 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

Calcul du dommage élémentaire par la méthode de **TAHERI\_MANSION** :

Cycle	1	Dommage	:	5.7142857E-6
Cycle	2	Dommage	:	5.7142857E-6
Cycle	3	Dommage	:	8.E-6
Cycle	4	Dommage	:	6.6666667E-6
Cycle	5	Dommage	:	4.E-5

calcul du dommage total par cumul linéaire de Miner :

Dommage : 6.6095E-5

Calcul du dommage élémentaire par la méthode de **TAHERI\_MIXTE** :

Cycle	1	Dommage	:	5.7142857E-6
Cycle	2	Dommage	:	5.7142857E-6
Cycle	3	Dommage	:	8.E-6
Cycle	4	Dommage	:	6.6666667E-6
Cycle	5	Dommage	:	4.E-5

calcul du dommage total par cumul linéaire de Miner :

Dommage : 6.6095E-5

### 2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

### 3 Modélisation

#### 3.1 Fonctionnalités testées

Commande	Mot clé	Opérande	Clé
			[U4.67.01]
POST_FATIGUE	HISTOIRE	EPSI	
		COMPTAGE	'RAINFLOW'
		DOMMAGE	'TAHERI_MANSON'
			'TAHERI_MIXTE'
		TAHERI_NAPPE	
		TAHERI_FONC	
		MATER	
		CUMUL	'LINEAIRE'
		INFO	2
DEFI_MATERIAU	FATIGUE	WOHLER	[U4.23.01]
		MANSON_COFFIN	

## 4 Résultats de la modélisation

### 4.1 Valeurs testées

Identification		Référence	Aster	% différence
<b>Méthode 'TAHERI_MANSON'</b>				
Cycle 1	DOMMAGE	5.7142857E-6	5.7142857E-6	0.
Cycle 2	DOMMAGE	5.7142857E-6	5.7142857E-6	0.
Cycle 3	DOMMAGE	8.E-6	7.9999999E-6	0.
Cycle 4	DOMMAGE	6.6666667E-6	6.6666666E-6	0.
Cycle 5	DOMMAGE	4.E-5	3.9999999E-6	0.
DOMM_CUMU		6.6095E-5	6.6095238E-5	0.
<b>Méthode 'TAHERI_MIXTE'</b>				
Cycle 1	DOMMAGE	5.7142857E-6	5.7142857E-6	0.
Cycle 2	DOMMAGE	5.7142857E-6	5.7142857E-6	0.
Cycle 3	DOMMAGE	8.E-6	7.9999999E-6	0.
Cycle 4	DOMMAGE	6.6666667E-6	6.6666666E-6	0.
Cycle 5	DOMMAGE	4.E-5	3.9999999E-6	0.
DOMM_CUMU		6.6095E-5	6.6095238E-5	0.

### 4.2 Paramètres d'exécution

Version : 3.06.18

Machine : CRAY C90

Encombrement mémoire : 8 MW

Temps CPU User : 2.42 secondes

## 5 Synthèse des résultats

Les résultats fournis par le *Code\_Aster* coïncident parfaitement avec les valeurs de référence.