

**Manuel de Validation****Fascicule V7.14 : Thermo-mécanique statique linéaire des systèmes volumiques**  
**Document V7.14.304**

---

# **HSLV304 - Cylindre sous chargement thermique**

---

**Résumé :**

Le but du test est de valider un chargement thermique décomposable en 2 harmoniques, appliqué à une structure axisymétrique (cylindre en l'occurrence).

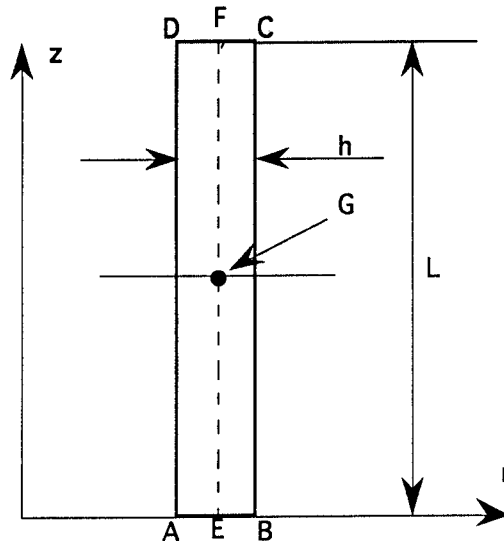
Les harmonies considérées sont les harmonies 1 et 2.

La comparaison est réalisée par rapport à un modèle coque, avec un logiciel éléments finis.

Dans la modélisation B, on impose un champ de déformations initiales  $\varepsilon_0$  défini par `AFFE_CHAR_MECA`, correspondant au champ de déformations issu du modèle A. Le but est de comparer les résultats par rapport à ceux obtenus pour le modèle A.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie



Longueur :  $L = 4 \text{ m}$   
Epaisseur :  $H = 0.1 \text{ m}$   
Rayon moyen :  $R_o = 1 \text{ m}$

Position des points E, F, G

- E, F, G à distance  $R_o$  de l'axe
- G à mi-hauteur

### 1.2 Propriétés de matériaux

$E = 2.1 \times 10^{11} \text{ Pa}$   
 $\nu = 0.3$   
 $\alpha = 0.12 \times 10^{-4} / ^\circ\text{C}$

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

- Sections AB et CD encastrées
- Champ de température  $T = \cos \theta + \sin 2 \theta$

### 1.4 Conditions initiales

Sans objet pour l'analyse statique.

---

## 2 Solution de référence

---

### 2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

Comparaison des résultats par rapport au logiciel éléments finis CA.ST.OR-SD du CETIM.

L'élément de CA.ST.OR utilisé est un élément de coque isoparamétrique à 8 nœuds, basé sur la formulation d'Ahmad. Il s'agit d'un élément tridimensionnel dégénéré, dont le domaine d'application est celui des coques épaisses.

### 2.2 Résultats de référence

- Déplacement et contraintes aux points E, F, G pour chaque harmonique.
- Déplacement et contraintes aux points E, F, G pour le chargement total.

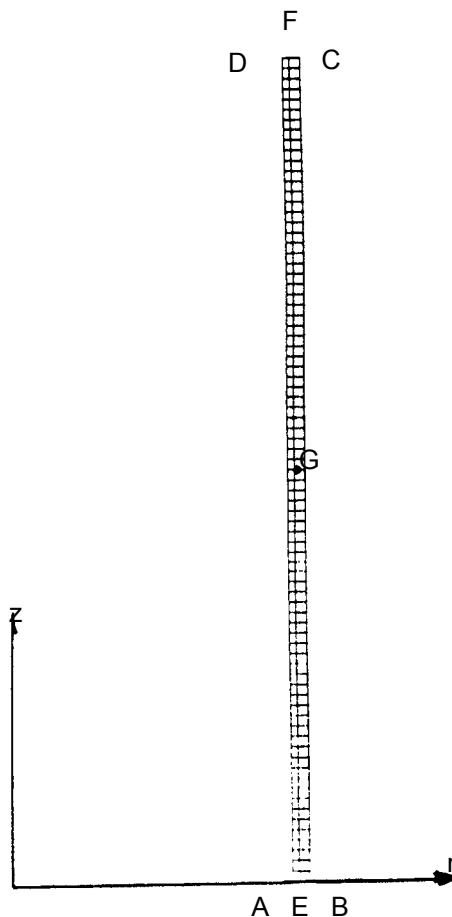
### 2.3 Incertitude sur la solution

Comparaison de logiciels.

### 3 Modélisation A

#### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation AXIS\_FOURIER, mailles QUAD8



Chargement

Champ de températures uniforme  $T_0 = 1$ .

Découpage : 80 éléments suivant la longueur  
2 éléments suivant le rayon

Nom des nœuds :

A = N 1      B = N 2      C = N 3      D = N 4      E = N 9      F = N 171      G = N 371

#### 3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 645

Nombre de mailles et types : 160 QUAD8

## 3.3 Fonctionnalités testées

AFPE_MODELE	'MECANIQUE'	'AXIS_FOURIER'	TOUT
AFPE_CHAR_MECA	DDL_IMPO		
CREA_CHAM	AFPE	'NOEUD_TEMP_R'	TEMP
AFPE_CHAR_MECA	TEMP_CALCULEE		
CALC_CHAM_ELEM	OPTION	'SIGM_ELNO_DEPL'	
	MODE_FOURIER		
COMB_CHAM_NO	COMB_FOURIER		
COMB_CHAM_ELEM	COMB_FOURIER		
MACRO_ELAS_MULT	CHAR_MECA_GLOBAL		
	CAS_CHARGE	MODE_FOURIER	
		TYPE_MODE	'SYME'
		CHAR_MECA	'ANTI'

## 4 Résultats de la modélisation A

### 4.1 Valeurs testées

	Localisation	Type de valeur	Référence (Castor)	Aster	% différence
Charge en cos $\theta$	Point G	$u_r$ (m)	$0.96 \times 10^{-5}$	$0.963057 \times 10^{-5}$	$1.22 \times 10^{-5}$
		$u_\theta$ (m)	$0.15 \times 10^{-5}$	$0.152412 \times 10^{-5}$	$2.13 \times 10^{-5}$
Charge en sin $2\theta$	Point G	$u_r$ (m)	$0.544426 \times 10^{-5}$	$0.54442614 \times 10^{-5}$	$2.58 \times 10^{-5}$
Charge totale	Point G	$u_r$ (m)	$1.50748 \times 10^{-5}$	$1.5074832 \times 10^{-5}$	$2.16 \times 10^{-4}$
		$u_\theta$ (m)	$1.52412 \times 10^{-5}$	$1.5241197 \times 10^{-5}$	$2.13 \times 10^{-5}$

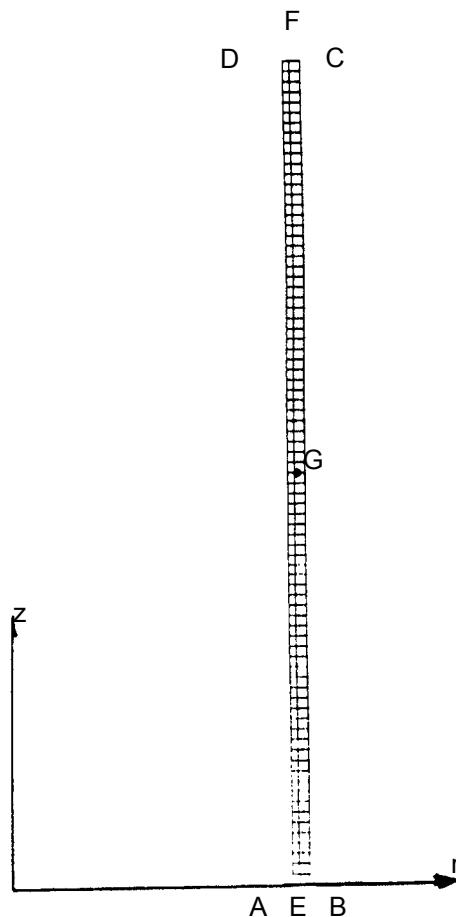
### 4.2 Remarque

Modèle EF de référence : 640 éléments de coque à 8 nœuds (10 éléments suivant la longueur – 64 éléments suivant la circonférence).

## 5 Modélisation B

### 5.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation AXIS\_FOURIER, mailles QUAD8



Chargement

Champ de déformations initiales  $\varepsilon_0$  constant =  $\alpha T_0$ ,  $T_0 = 1$ .

( $\varepsilon_{rr} = \varepsilon_{zz} = \varepsilon_{\theta\theta} = 0.12 \times 10^{-4}$ )

Découpage : 80 éléments suivant la longueur  
2 éléments suivant le rayon

Nom des nœuds :

A = N 1

B = N 2

C = N 3

D = N 4

E = N 9

F = N 171

G = N 371

### 5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 645

Nombre de mailles et types : 160 QUAD8

## 5.3 Fonctionnalités testées

AFFE_MODELE	'MECANIQUE'	'AXIS_FOURIER'	TOUT
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	GROUP_NO	
AFFE_CHAM_NO	AFFE	GROUP_NO	
		NOM_CMP	
AFFE_CHAR_MECA	TEMP_CALCULEE		
CALC_CHAM_ELEM	OPTION	'SIGM_ELNO_DEPL'	
	MODE_FOURIER		
COMB_CHAM_NO	COMB_FOURIER		
COMB_CHAM_ELEM	COMB_FOURIER		
MACRO_ELAS_MULT	CHAR_MECA_GLOBAL		
	CAS_CHARGE	MODE_FOURIER	
		TYPE_MODE	
		CHAR_MECA	

## 6 Résultats de la modélisation B

### 6.1 Valeurs testées

	Localisation	Type de valeur	Référence (Castor)	Aster	% différence
Charge en cos $\theta$	Point G	$u_r$ (m)	$0.96 \times 10^{-5}$	$0.963057 \times 10^{-5}$	$1.22 \times 10^{-5}$
		$u_\theta$ (m)	$0.15 \times 10^{-5}$	$0.152412 \times 10^{-5}$	$2.13 \times 10^{-5}$
Charge en sin $2\theta$	Point G	$u_r$ (m)	$0.544426 \times 10^{-5}$	$0.54442614 \times 10^{-5}$	$2.58 \times 10^{-5}$
Charge totale	Point G	$u_r$ (m)	$1.50748 \times 10^{-5}$	$1.5074832 \times 10^{-5}$	$2.16 \times 10^{-4}$
		$u_\theta$ (m)	$1.52412 \times 10^{-5}$	$1.5241197 \times 10^{-5}$	$2.13 \times 10^{-5}$

## 7 Synthèse des résultats

---

Les résultats obtenus pour la modélisation B dans laquelle on impose comme déformations initiales les déformations issues de la modélisation A, sont identiques à ceux de la modélisation A.