

**Manuel de Validation****Fascicule V4.04 : Thermique stationnaire des structures volumiques****Document V4.04.305**

# **TPLV305 - Gradient thermique dans un cylindre (Fourier)**

---

**Résumé :**

Ce test est issu de la validation indépendante de la version 3 en thermique stationnaire linéaire.

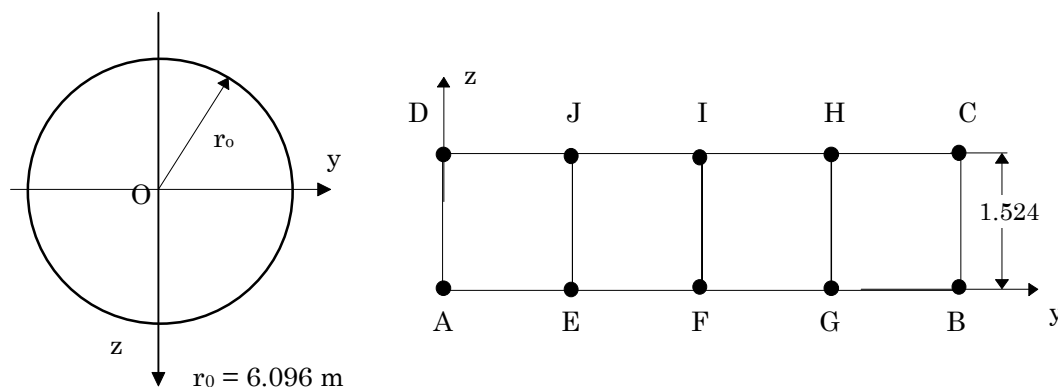
Il valide les éléments thermiques axis\_fourier et volumiques avec pour conditions aux limites des températures imposées suivant une fonction harmonique (mode 1).

Il comporte deux modélisations, l'une 3D et l'autre utilisant des éléments thermiques axis\_fourier.

L'intérêt de ce test est la validation des éléments thermiques axis\_fourier et de la commande COMB\_CHAM\_NO.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie



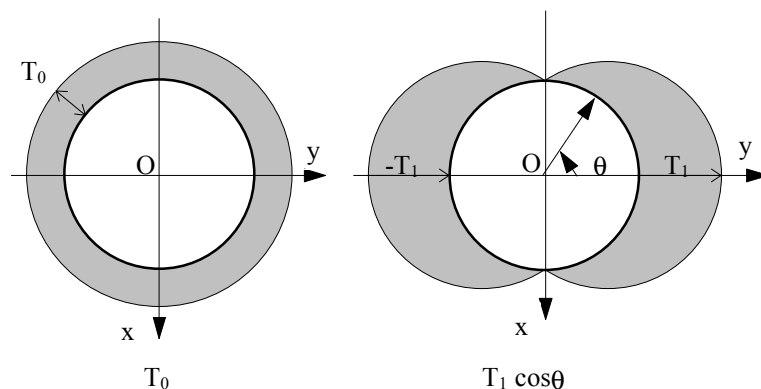
### 1.2 Propriétés du matériau

$\lambda = 1.7307 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$  Conductivité thermique

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

La condition limite est appliquée sur la surface externe du cylindre, elle se décompose en:

- une condition limite symétrique de révolution associée à l'harmonique 0 :  
CL1 :  $T_0 = -17.778^\circ\text{C}$
- une condition limite symétrique par rapport à  $\theta$  associée à l'harmonique 1 :  
CL2 :  $T_1 \cos \theta = 44.444 \cos \theta (^\circ\text{C})$



### 1.4 Conditions initiales

Sans objet.

---

## 2 Solution de référence

---

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

La solution de référence originale donnée dans le livre [bib1] est basée sur une approche analytique. Cette référence est citée dans le manuel de vérification d'ANSYS [bib2]

### 2.2 Résultats de référence

- Température aux points A, E, F, G, B pour le mode 0 (CL1),
- Température aux points A, E, F, G, B le mode 0 et mode 1 recombinaé (CL1+CL2) pour  $\theta = 0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$  et  $180^\circ$ .

### 2.3 Incertitude sur la solution

Inconnue, il n'a pas été possible de se procurer la référence originale (livre ancien, plus édité).

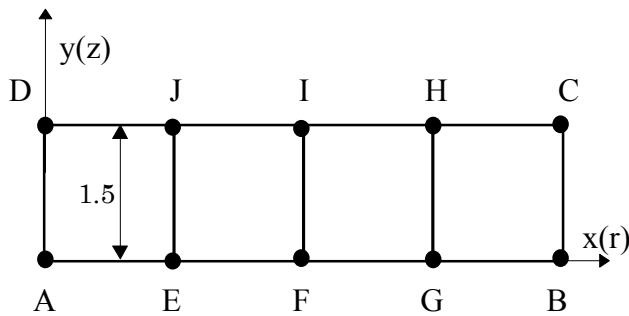
### 2.4 Références bibliographiques

- [1] Kreith, F., " Principles of heat transfer", International Textbook Co., Scranton, Pennsylvania, 2nd Printing, 1959.
- [2] ANSYS : "Verification manual", 1<sup>st</sup> edition, June 1, 1976

### 3Modélisation A

#### 3.1Caractéristiques de la modélisation

AXIS\_FOURIER (QUAD4)



Conditions limites:

- cotés AB, CD  $\varphi = 0$
- coté BC
  - . mode 0  $T = -17.778$
  - . mode (0 +1)  $T = -17.778 + 44.444 \cos \theta$

Points	x	noeuds
A	0.000	N1 , N2
E	1.524	N3 , N4
F	3.048	N5 , N6
G	4.572	N7 , N8
B	6.096	N9 , N10

#### 3.2Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 10  
Nombre de mailles et types : 4 QUAD4

#### 3.3Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_MODELE	THERMIQUE	AXIS_FOURIER	TOUT
AFFE_CHAR_THER	TEMP_IMPO		
CALC_MATR_ELEM	RIGI_THER	MODE_FOURIER	
CALC_VECT_ELEM	CHAR_THER		
NUME_DDL	RENUM	'RCMK '	
ASSE_MATRICE	MATR_ELEM	NUME_DDL	
ASSE_VECTEUR	VECT_ELEM	NUME_DDL	
FACT_LDLT	MATR_ASSE		
RESO_LDLT	MATR_FACT	CHAM_NO	
COMB_CHAM_NO	COMB_FOURIER	NUME_MODE	TYPE_MODE
		ANGL	
	COMB_R		

## 4 Résultats de la modélisation A

### 4.1 Valeurs testées

			Ecart relatif %		Ecart Absolu		
Identification	Référence	Aster	différence	tolérance	différence	tolérance	
Température (°C)							
CL1	(mode = 0)						
N1, N2	-17.778	-17.778	0.000	1%	-1.14e-12	0.01	
N3, N4	-17.778	-17.778	0.000	1%	-9.09e-13	0.01	
N5, N6	-17.778	-17.778	0.000	1%	-6.82e-13	0.01	
N7, N8	-17.778	-17.778	0.000	1%	-3.41e-13	0.01	
N9, N10 *	-17.778	-17.778	0.000	1%	0.000e+0	0.01	
CL1+CL2 (mode 0 et 1)							
$\theta = 0^\circ$	N1, N2	-17.778	-17.778	0.000	1%	-1.14e-12	0.01
	N3, N4	-6.667	-6.667	0.000	1%	1.820e-8	0.01
	N5, N6	4.444	4.444	0.000	1%	3.650e-8	0.01
	N7, N8	15.556	15.555	-0.006	1%	-1.000e-3	0.01
	N9, N10 *	26.667	26.666	-0.004	1%	-1.000e-3	0.01
$\theta = 45^\circ$	N1, N2	-17.778	-17.778	0.000	1%	-1.14e-12	0.01
	N3, N4	-9.921	-9.921	0.003	1%	-3.370e-4	0.01
	N5, N6	-2.064	-2.065	0.033	1%	-6.730e-4	0.01
	N7, N8	5.792	5.792	0.000	1%	-1.040e-5	0.01
	N9, N10	13.649	13.649	-0.003	1%	-3.460e-4	0.01
$\theta = 90^\circ$	N1, N2	-17.778	-17.778	0.000	1%	-1.14e-12	0.01
	N3, N4	-17.778	-17.778	0.000	1%	-9.09e-13	0.01
	N5, N6	-17.778	-17.778	0.000	1%	-5.68e-13	0.01
	N7, N8	-17.778	-17.778	0.000	1%	-2.27e-13	0.01
	N9, N10	-17.778	-17.778	0.000	1%	2.27e-13	0.01
$\theta = 180^\circ$	N1, N2	-17.778	-17.778	0.000	1%	-1.14e-12	0.01
	N3, N4	-28.889	-28.889	0.000	1%	-1.820e-8	0.01
	N5, N6	-40.000	-40.000	0.000	1%	-3.650e-8	0.01
	N7, N8	-51.111	-51.111	0.000	1%	1.040e-6	0.01
	N9, N10	-62.222	-62.222	0.000	1%	2.27e-13	0.01

\* températures imposées

### 4.2 Paramètres d'exécution

Version : 5.03

Machine : SGI - ORIGIN 2000 - R12000

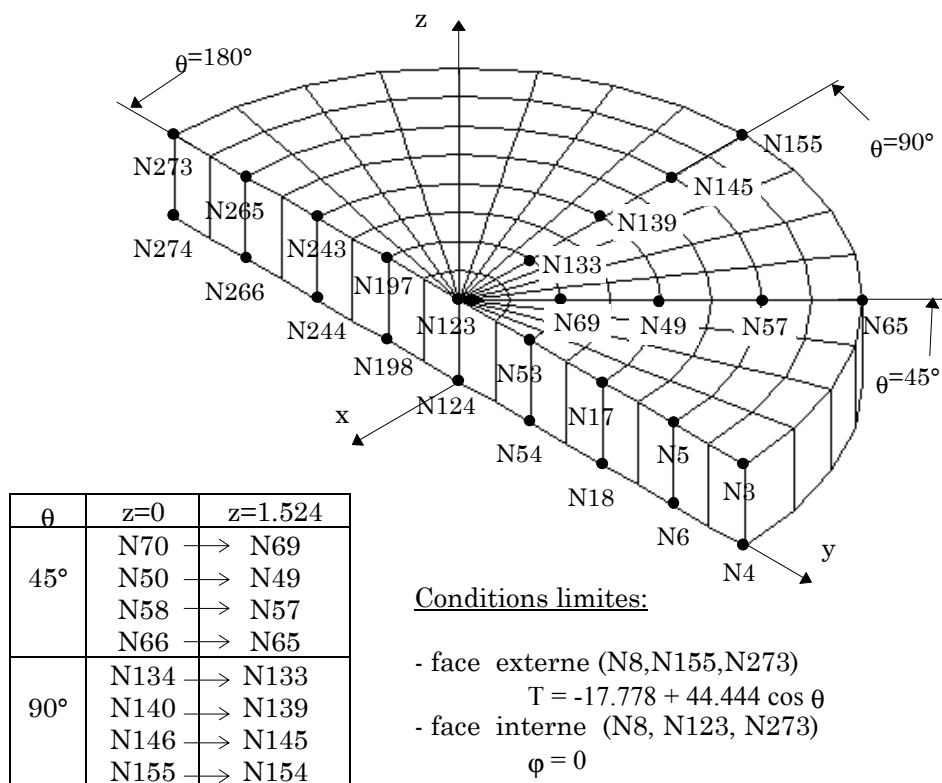
Encombrement mémoire : 8 mégamots

Temps CPU User : 3.12 secondes

## 5 Modélisation B

### 5.1 Caractéristiques de la modélisation

3D (PENTA6, HEXA8)



### 5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 274

Nombre de mailles et types : 128 (16 PENTA6, 112 HEXA8)

### 5.3 Fonctionnalités testées

#### Commandes

AFFE_MODELE	AFFE	THERMIQUE	3D
AFFE_CHAR_THER	TEMP_IMPO		
THER_LINEAIRE	EXCIT	CHARGE	
RECU_CHAMP	NUME_ORDRE		

### 5.4 Remarques

Les calculs ont été réalisés en considérant le chargement complet CL1+CL2 :

$$T_{imp} = -17.778 + 44.444 \cos \theta$$

## 6 Résultats de la modélisation B

### 6.1 Valeurs testées

				Ecart relatif %		Ecart Absolu	
Identification	Référence	Aster	différence	tolérance	différence	tolérance	
CL1+CL2							
Température (°C)							
θ = 0	N123,N124	-17.778	-17.778	0.000	1%	-3.330e-5	0.01
	N53,N54	-6.667	-6.667	0.000	1%	1.330e-7	0.01
	N17,N18	4.444	4.444	0.001	1%	2.840e-5	0.01
	N5,N6	15.556	15.555	-0.006	1%	-9.730e-4	0.01
	N3,N4*	26.667	26.666	-0.004	1%	-1.000e-3	0.01
θ = 45	N69,N70	-9.921	-9.921	0.003	1%	-3.460e-4	0.01
	N49,N50	-2.064	-2.065	0.031	1%	-6.480e-4	0.01
	N57,N58	5.792	5.792	0.001	1%	8.240e-5	0.01
	N65,N66*	13.649	13.649	0.000	1%	-5.68e-13	0.01
θ = 90	N133,N134	-17.778	-17.778	0.000	1%	-3.750e-5	0.01
	N139,N140	-17.778	-17.778	0.000	1%	-5.030e-5	0.01
	N145,N146	-17.778	-17.778	0.000	1%	-6.990e-5	0.01
	N155,N156*	-17.778	-17.778	0.000	1%	9.09e-13	0.01
θ = 180	N197,N198	-2.889	-2.889	0.000	1%	-6.440e-5	0.01
	N243,N244	-40.000	-40.000	0.000	1%	-7.680e-5	0.01
	N265,N266	-5.1111	-5.1111	0.000	1%	-5.210e-5	0.01
	N273,N274*	-62.222	-62.222	0.000	1%	+6.82e-13	0.01

\* températures imposées

### 6.2 Paramètres d'exécution

Version : 5.03

Machine : SGI - ORIGIN 2000 - R12000

Encombrement mémoire : 8 mégamots

Temps CPU User : 2.19 secondes

## 7 Synthèse des résultats

Les deux modélisations effectuées (AXIS\_FOURIER et 3D) donnent des résultats excellents, l'écart maximum est de  $-0.006\%$  pour les deux modélisations

Ce test a permis de tester en AXIS\_FOURIER la commande COMB\_CHAM\_NO avec les opérandes suivantes:

- COMB\_FOURIER pour calculer la température en un angle donnée,
- COMB\_R pour effectuer une combinaison linéaire des modes 0 et 1.