

**Manuel de Validation****Fascicule V4.04 : Thermique stationnaire des structures volumiques****Document : V4.04.103**

# **TPLV103 - Cylindre infini en thermique stationnaire anisotrope**

---

**Résumé :**

Ce test qui concerne la thermique linéaire stationnaire et transitoire a pour but de tester l'anisotropie cylindrique.

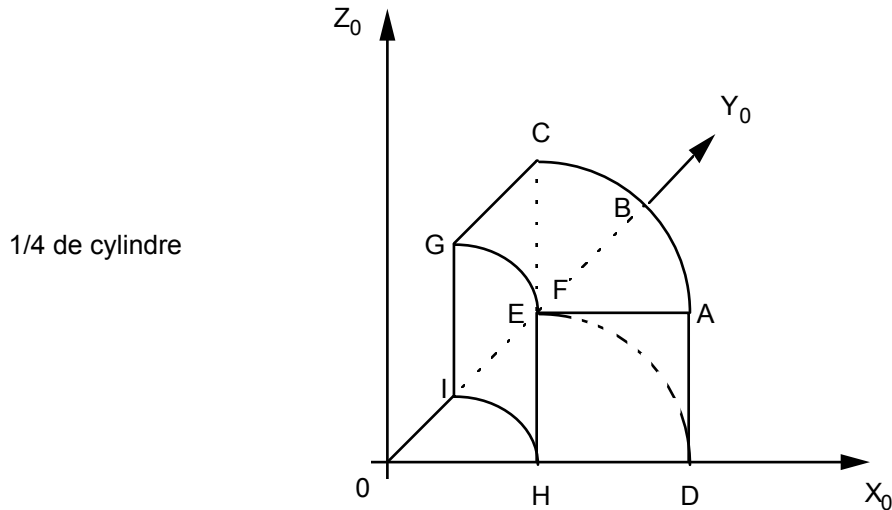
Deux modélisations sont réalisées :

- une première en volumique,
- une deuxième en 2D plan.

Les résultats obtenus sont en parfait accord avec les valeurs analytiques.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie



Dans le repère  $(X_0, Y_0, Z_0)$ , les points ont pour coordonnées :

C (0 ; 2 ; 1)	D (2 ; 0 ; 0)	E (0 ; 2 ; 0)	F (1 ; 0 ; 1)	O (0 ; 0 ; 0)
A (2 ; 0 ; 1)	B ( $\sqrt{2}$ ; $\sqrt{2}$ ; 1)	G (0 ; 1 ; 1)	H (1 ; 0 ; 0)	I (0 ; 1 ; 0)

### 1.2 Propriétés de matériaux

Matériau anisotrope, direction privilégiée suivant les axes du repère cylindrique  $(u_r, u_\theta, u_z)$ .

$$\lambda_r = 1 \quad \lambda_\theta = 0.5 \quad \lambda_z = 3 \text{ W / m}^\circ\text{C} \quad \rho C_p = 2 \text{ J / m}^3\text{ }^\circ\text{C}$$

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

face AFHD :	Température imposée à 100 °C
face CGIE :	Température à 0 °C
autres faces :	Neumann

### 1.4 Conditions initiales

Pour faire ce calcul stationnaire, on fait un calcul transitoire pour lequel les conditions aux limites sont constantes dans le temps. Ceci permet de tester les calculs élémentaires de masse et de rigidité intervenant dans le 1<sup>er</sup> membre ainsi que le 2<sup>ème</sup>.

## 2 Solution de référence

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

Solution analytique.

Température variant linéairement en  $\theta$ .

dans  $(r, \theta, z)$

$$T(\theta) = [T(C) - T(A)] \cdot \frac{2}{\pi} \cdot \theta + T(A)$$

$$\varphi(A) \cdot Y = -\lambda_{\theta} \cdot \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial \theta} = -\lambda_{\theta} \cdot \frac{1}{r(A)} \cdot [T(C) - T(A)] \cdot \frac{2}{\pi}$$

### 2.2 Résultats de référence

Températures aux points A et B, flux suivant Y au point A.

$$T(A) = 100 \quad T(B) = 50 \quad \varphi(A) \cdot Y = \frac{100}{2\pi} \approx 15.915$$

### 2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

### 2.4 Références bibliographiques

- [1] N. RICHARD : "Développement de l'anisotropie thermique dans le logiciel *Aster*", Note technique HM-18/94/0011.

### 3 Modélisation A

#### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

$\theta$  du schéma en temps imposé à 1 pour tester le calcul du second membre en transitoire.

#### 3.2 Caractéristiques du maillage

Réglé en 250 HEXA8 (5 éléments sur les arêtes HD et DM, 10 éléments sur DF) par IDEAS.

#### 3.3 Fonctionnalités testées

Commandes	Mot clé facteur	Mot clé simple	Argument
DEFI_MATERIAU	THER_ORTH		
AFFE_CARA_ELEM	MASSIF	ANGL_AXE	(0. , 90.)
	MASSIF	ORIG_AXE	(0. , 0. , 0. )
THER_LINEAIRE	--	PARM_THETA	0.8
	--	CARA_ELEM	
CALC_CHAM_ELEM	--	CARA_ELEM	
	--	OPTION	'FLUX_ELNO_TEMP'

### 4 Résultats de la modélisation A

#### 4.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
T(A) * N1	100	100	0
T(B) N133	50	50	0
$\vec{\varphi}(A) \cdot \vec{Y}$	15.9155	15.950	0.22

\* : température imposée

#### 4.2 Remarques

La symétrie du maillage fait que la solution T aux nœuds du maillage est exacte, mais dans les éléments, la solution extrapolée n'est pas exacte.

Le flux est calculé par Aster aux points d'intégration des éléments puis reporté aux nœuds par extrapolation. Comme le flux n'est pas uniforme, cette extrapolation entraîne une différence entre calcul et référence.

## 5 Modélisation B

### 5.1 Caractéristiques de la modélisation

Semblable à la modélisation A, mais résolu dans le plan HIED.

### 5.2 Caractéristiques du maillage

Maillage IDEAS avec 50 QUAD4 et 66 nœuds.

### 5.3 Fonctionnalités testées

Commandes	Mot clé facteur	Mot clé simple	Argument
DEFI_MATERIAU	THER_ORTH		
AFFE_CARA_ELEM	MASSIF	ORIG_AXE	( 0. , 0. )
THER_LINEAIRE	--	PARM_THETA	0.8
	--	CARA_ELEM	
CALC_CHAM_ELEM	--	CARA_ELEM	
	--	OPTION	'FLUX_ELNO_TEMP'

## 6 Résultats de la modélisation B

### 6.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
T(A) * N6	100	100	0
T(B) N36	50	50	0
$\vec{\varphi}(A) \cdot \vec{Y}$	15.9155	15.950	0.22

\* : température imposée

### 6.2 Remarques

La symétrie du maillage fait que la solution T aux nœuds du maillage est exacte. Mais dans les éléments, la solution extrapolée n'est pas exacte.

Le flux est calculé par Aster aux points d'intégration des éléments puis reporté aux nœuds par extrapolation. Comme le flux n'est pas uniforme, cette extrapolation entraîne une différence entre calcul et référence.

## 7 Synthèse des résultats

---

Les mots-clés ANGL\_AXE et ORIG\_AXE introduits dans la commande AFFE\_CARA\_ELEM sont testés en 3D et 2D plan pour un problème de thermique anisotrope.