

**Manuel de Validation****Fascicule V4.02 : Thermique stationnaire des structures linéiques****Document : V4.02.100**

# TPLL100 - Mur plan anisotrope en thermique stationnaire

---

**Résumé :**

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

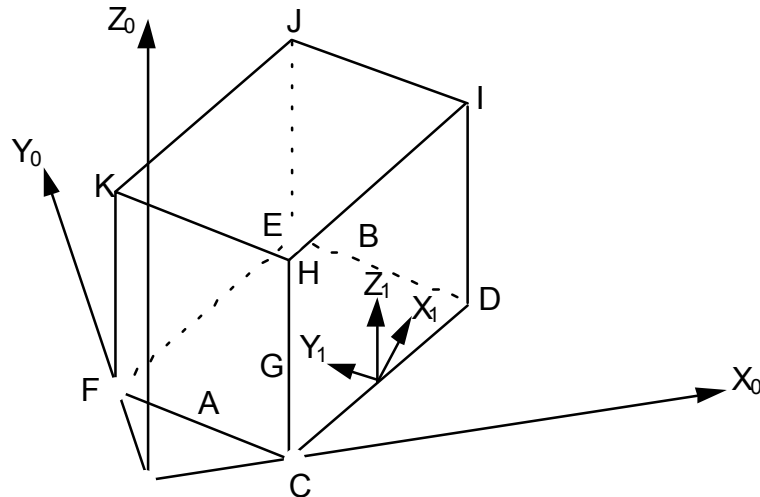
Deux modélisations sont réalisées :

- une première en volumique,
- une deuxième en 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 (0.03 ; 0 ; 0)	D (0.07 ; 0.03 ; 0)	E (0.04 ; 0.07 ; 0)
F (0 ; 0.04 ; 0)	A (0.015 ; 0.02 ; 0)	B (0.055 ; 0.05 ; 0)
G (0.035 ; 0.035 ; 0)		

$$FK = CH = DI = EJ = 0,05 \cdot Z_0$$

$$(\overrightarrow{CD}, \overrightarrow{X_1}) = \frac{\pi}{4} \text{ rad } Z_0 // Z_1$$

### 1.2 Propriétés de matériaux

Matériau anisotrope, direction privilégiée suivant les axes du repère  $(X_1, Y_1, Z_1)$  :

$$\lambda_X = 1 \text{ W / m}^\circ\text{C} \quad \lambda_Y = 0.5 \text{ W / m}^\circ\text{C} \quad \lambda_Z = 2 \text{ W / m}^\circ\text{C}$$

$$\rho C_p = 2 \text{ J / m}^3\text{ }^\circ\text{C}$$

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

face FEJK : Flux sortant de 400 W/m<sup>2</sup>.

face CDIH : Flux entrant de 400 W/m<sup>2</sup>.

face EDIJ : Flux sortant de 1 200 W/m<sup>2</sup>.

face FCHK : Température imposée 100°C.

Autres faces : condition de 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 premier membre ainsi que le deuxième membre.

## 2 Solution de référence

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

Solution analytique.

Température variant linéairement suivant **CD**.

Isothermes parallèles aux faces CHKF et DIJE.

Dans le repère :  $\left( \frac{\mathbf{CD}}{\|\mathbf{CD}\|}, \frac{\mathbf{CH}}{\|\mathbf{CH}\|}, \frac{\mathbf{CF}}{\|\mathbf{CF}\|} \right)$ , on a :

$$\begin{bmatrix} \varphi_x \\ \varphi_y \\ \varphi_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -(\lambda_X \cos^2 \alpha + \lambda_Y \sin^2 \alpha) \frac{\partial T}{\partial x} \\ -(\lambda - \lambda) \cos \alpha \sin \alpha \frac{\partial T}{\partial x} \\ 0 \end{bmatrix}$$

avec :

$$\varphi_x = 1200 \quad \varphi_y = 400 \quad \alpha = (\mathbf{X}_1, \mathbf{CD})$$

$$T(x) = \frac{-\varphi_x}{\lambda_{X_1} \cos^2 \alpha + \lambda_Y \sin^2 \alpha} x + T(A)$$

$$\text{soit : } T(x) = -1600 \cdot x + 20$$

$$\varphi \cdot X_o = \cos \beta \cdot \varphi_x - \sin \beta \varphi_y \quad \text{soit } 720$$

$$\text{si } \beta = (\mathbf{CD}, \mathbf{X}_o)$$

$$\varphi \cdot Y_o = \sin \beta \cdot \varphi_x + \cos \beta \varphi_z \quad \text{soit } 720$$

### 2.2 Résultats de référence

Température aux points A, B, G.

Flux suivant les directions  $X_o$  et  $Y_o$ .

$$T(A) = 100 \quad T(B) = 20 \quad T(G) = 60 \quad \varphi \cdot X_o = 720 \quad \varphi \cdot Y_o = 1040$$

### 2.3 Références bibliographiques

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

### 3 Modélisation A

#### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

$\theta$  du schéma en temps, imposé à 1 pour tester le calcul du second membre.  
4 éléments 3D, HEXA8.

#### 3.2 Caractéristiques du maillage

4 Hexa 8.

#### 3.3 Fonctionnalités testées

Commandes	Mot clé facteur	Mot clé simple	Argument
DEFI_MATERIAU	THER_ORTH		
AFFE_CARA_ELEM	--	ANGL_REP	
	--	MAILLE	
AFFE_MODELE	AFFE	MODELISATION	'3D'
THER_LINEAIRE	TEMP_INIT	STATIONNAIRE	'OUI'
	INCREMENT	LIST_INST	
	--	PARM_THETA	1.
	--	CARA_ELEM	
CALC_NO	--	OPTION	'FLUX_ELNO_TEMP'
CALC_CHAM_ELEM	--	CARA_ELEM	
	--	OPTION	'FLUX_ELNO_TEMP'
	--	OPTION	'FLUX_ELGA_TEMP'

### 4 Résultats de la modélisation A

#### 4.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
T(A) N7 *	100°	100°	0.
T(B) N2	20°C	20°C	0.
T(G) N13	60°C	60°C	0.
$\varphi \cdot X_o$	720	720	0.
$\varphi \cdot Y_o$	1040	1040	0.

\* : température imposée

#### 4.2 Remarques

La solution analytique étant d'ordre 1 et le domaine représenté par la discrétisation, le code retrouve, aux erreurs d'arrondi près, cette solution.

## 5 Modélisation B

### 5.1 Caractéristiques de la modélisation

Semblable à la modélisation A, mais résolu en 2D dans le plan CDEF.

### 5.2 Caractéristiques du maillage

4 QUAD 4.

### 5.3 Fonctionnalités testées

Commandes	Mot clé facteur	Mot clé simple	Argument
DEFI_MATERIAU	THER_ORTH		
AFFE_CARA_ELEM	--	ANGL_REP	
	--	MAILLE	
AFFE_MODELE	AFFE	MODELISATION	'PLAN'
THER_LINEAIRE	TEMP_INIT	STATIONNAIRE	'OUI'
	INCREMENT	LIST_INST	
	--	PARM_THETA	1.
	--	CARA_ELEM	
CALC_NO	--	OPTION	'FLUX_ELNO_TEMP'
CALC_CHAM_ELEM	--	CARA_ELEM	
	--	OPTION	'FLUX_ELNO_TEMP'
	--	OPTION	'FLUX_ELGA_TEMP'

## 6 Résultats de la modélisation B

### 6.1 Valeurs testées

Identification	Référence	ASTER	% différence
T(A) N5 *	100°	100°	0.
T(B) N2	20°C	20°C	0.
T(G) N8	60°C	60°C	0.
$\varphi \cdot X_o$	720	720	0.
$\varphi \cdot Y_o$	1040	1040	0.

\* : température imposée

### 6.2 Remarques

La solution analytique étant d'ordre 1 et le domaine représenté par la discrétisation, le code retrouve, aux erreurs d'arrondi près, cette solution.

## 7 Synthèse des résultats

---

Le mot-clé ANGL\_REP introduit dans la commande AFFE\_CARA\_ELEM est ainsi testé en 3D et 2D plan sur un problème de thermique anisotrope.