

**Manuel de Validation****Fascicule V4.01 : Thermique stationnaire des structures axisymétriques  
Document V4.01 005**

# **TPLA05 - Barre cylindrique avec densité de flux**

---

**Résumé :**

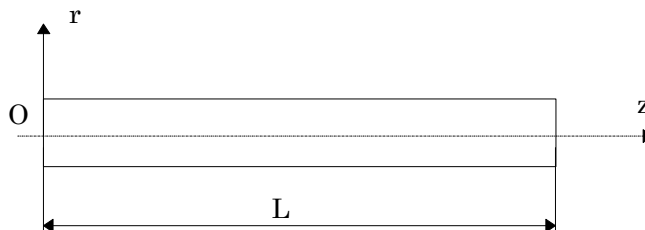
Ce test est issu de la validation indépendante de la version 3 en thermique stationnaire linéaire.

Il comprend deux modélisations, la première qui teste les éléments volumiques, la deuxième, les éléments 2D axisymétriques.

Des conditions aux limites en température imposée et en densité de flux sont prises en compte.  
Les résultats issus de ce cas test sont comparés avec ceux fournis par VPCS.

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie



$r = 0.01$  m (rayon du cylindre)  
 $L = 1$  m

### 1.2 Propriétés du matériau

$\lambda = 33.33$  W/m °C Conductivité thermique

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

- Températures imposées,
  - $T = 0^\circ\text{C}$  en  $z = 0.$ ,
  - $T = 500^\circ\text{C}$  en  $z = 1.$ ,
- Densité de flux constante sur la surface cylindrique:  $\phi = -200$  W/m<sup>2</sup> (flux sortant).

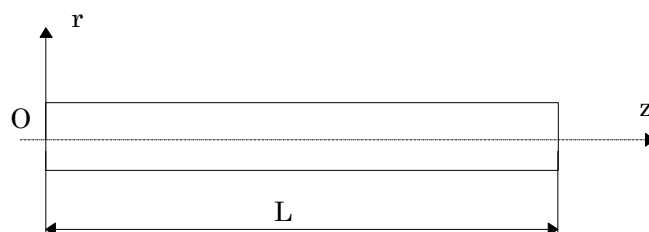
### 1.4 Conditions initiales

Sans objet.

## 2 Solution de référence

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

La solution de référence est celle donnée dans la fiche TPLA05/89 du guide VPCS



- Température en fonction de  $z$  :  $T(z) = \frac{-\varphi}{\lambda r} z(z - L) + T_1 \cdot \frac{z}{L}$ ,
- $T(z=0) = 0$      $T(z=L) = T_1$ .

Le cylindre est supposé infiniment long ( $L \gg r$ )

La température minimum est de  $-4.17^\circ\text{C}$  en  $z = 0.083\text{ m}$

### 2.2 Résultats de référence

Température en  $z = 0., 0.1, \dots, 0.8, 0.9, 1.0$

### 2.3 Incertitude sur la solution

$< 1\%$

Solution analytique approchée (approximation :  $T = \text{cte}$ , pour tout  $r$ )

### 2.4 Références bibliographiques

- [1] Guide de validation des progiciels de calcul de structures. Société Française des Mécaniciens, AFNOR 1990 ISBN 2-12-486611-7

## 3 Modélisation A

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

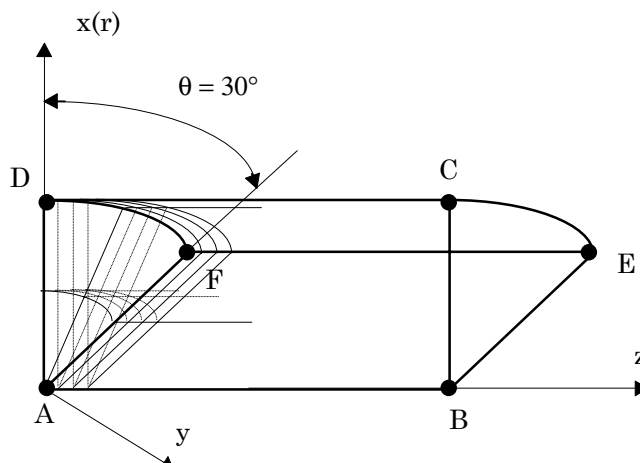
#### 3D (PENTA15, HEXA20)

##### Conditions limites:

- faces ABCD, ABEF  $\varphi = 0$
- face DFEC  $\varphi = -200 \text{ w/m}^2$
- face AFD  $T = 0^\circ\text{C}$
- face BEC  $T = 500^\circ\text{C}$

##### Découpage:

- 80 éléments suivant z
- 2 éléments suivant  $\theta$
- 2 éléments suivant x



### 3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 1937  
Nombre de mailles et types : 160 PENTA15, 160 HEXA20 (et 160 QUAD8)

### 3.3 Fonctionnalités testées

#### Commandes

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

### 3.4 Remarques

La chaleur volumique  $\rho c_p$  n'intervient pas dans ce test, mais doit être déclarée pour le Code\_Aster. On prend  $\rho c_p = 1.0 \text{ J/m}^3\text{C}$ .

La condition limite  $\varphi = 0$ . est implicite sur les bords libres.

## 4 Résultats de la modélisation A

### 4.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence	tolérance
Température (°C)				
z = 0.0 r = .0 (n1 :A)	0.00	0.000	0.0000*	.00001
r = .01 (n17 :D)	0.00	0.000	0.0000*	.00001
z = 0.1 r = .0 (n193)	-4.00	-3.991	-0.234%	1%
r = .01 (n209)	-4.00	-4.021	0.517%	1%
z = 0.2 r = .0 (n385)	4.00	4.005	0.123%	1%
r = .01 (n401)	4.00	3.975	-0.627%	1%
z = 0.3 r = .0 (n577)	24.00	24.002	0.007%	1%
r = .01 (n593)	24.00	23.972	-0.118%	1%
z = 0.4 r = .0 (n769)	56.00	56.000	0.000	1%
r = .01 (n785)	56.00	55.970	-0.054%	1%
z = 0.5 r = .0 (n961)	100.00	99.999	-0.001%	1%
r = .01 (n977)	100.00	99.969	-0.031%	1%
z = 0.6 r = .0 (n1153)	156.00	156.000	0.000%	1%
r = .01 (n1169)	156.00	155.970	-0.019%	1%
z = 0.7 r = .0 (n1345)	224.00	224.002	0.001%	1%
r = .01 (n1361)	224.00	223.972	-0.013%	1%
z = 0.8 r = .0 (n1537)	304.00	304.005	0.002%	1%
r = .01 (n1553)	304.00	303.975	-0.008%	1%
z = 0.9 r = .0 (n1729)	396.00	396.009	0.002%	1%
r = .01 (n1745)	396.00	395.979	-0.005%	1%
z = 1.0 r = .0 (n1921:B)	500.00	500.000	0.0000*	.00001
r = .01 (n1937:C)	500.00	500.000	0.0000*	.00001

(\* : Température imposée)

### 4.2 Paramètres d'exécution

Version : 5.03

Machine : SGI - ORIGIN 2000 - R12000

Encombrement mémoire : 8 mégamots

Temps CPU User : 3.21 secondes

## 5 Modélisation B

### 5.1 Caractéristiques de la modélisation

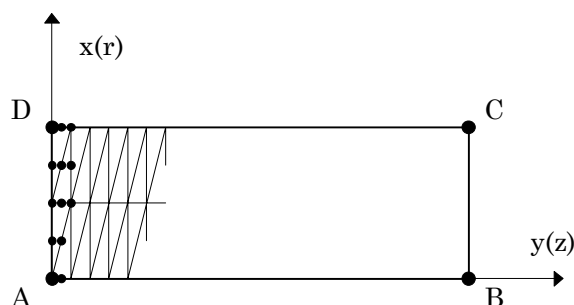
#### AXIS (TRIA6)

##### Conditions limites:

- coté CD  $\phi = -200. \text{W/m}^2$
- coté AD  $T = 0^\circ\text{C}$
- coté BC  $T = 500^\circ\text{C}$

##### Découpage:

- 80 éléments suivant y
- 2 éléments suivant x



### 5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 805  
Nombre de mailles et types : 320 TRIA6 (et 80 SEG3)

### 5.3 Fonctionnalités testées

#### Commandes

AFFE_MODELE	AFFE	THERMIQUE AXIS
AFFE_CHAR_THER	TEMP_IMPO FLUX_REP	
THER_LINEAIRE	EXCIT	CHARGE
RECU_CHAMP	NUME_ORDRE	

### 5.4 Remarques

La chaleur volumique  $\rho c_p$  n'intervient pas dans ce test, mais doit être déclarée pour le Code\_Aster. On prend  $\rho c_p = 1.0 \text{ J/m}^3\text{°C}$ .

La condition limite  $\phi = 0$ . est implicite sur les bords libres.

## 6 Résultats de la modélisation A

### 6.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence	tolérance
Température (°C)				
z = 0.0 r = .0 (n1 :A)	0.00	0.000	0.0000*	00001
r = .01 (n5 :D)	0.00	0.000	0.0000*	00001
z = 0.1 r = .0 (n81)	-4.00	-3.990	-0.257%	1%
r = .01 (n85)	-4.00	-4.021	0.513%	1%
z = 0.2 r = .0 (n161)	4.00	4.006	0.152%	1%
r = .01 (n165)	4.00	3.976	-0.618%	1%
z = 0.3 r = .0 (n241)	24.00	24.003	0.013%	1%
r = .01 (n245)	24.00	23.972	-0.116%	1%
z = 0.4 r = .0 (n321)	56.00	56.001	0.002	1%
r = .01 (n325)	56.00	55.970	-0.053%	1%
z = 0.5 r = .0 (n401)	100.00	100.001	0.001%	1%
r = .01 (n405)	100.00	99.970	-0.030%	1%
z = 0.6 r = .0 (n481)	156.00	156.001	0.001%	1%
r = .01 (n485)	156.00	155.970	-0.019%	1%
z = 0.7 r = .0 (n561)	224.00	224.003	0.001%	1%
r = .01 (n565)	224.00	223.972	-0.012%	1%
z = 0.8 r = .0 (n641)	304.00	304.006	0.002%	1%
r = .01 (n645)	304.00	303.975	-0.008%	1%
z = 0.9 r = .0 (n721)	396.00	396.010	0.003%	1%
r = .01 (n725)	396.00	395.979	-0.005%	1%
z = 1.0 r = .0 (n801:B)	500.00	500.000	0.0000*	00001
r = .01 (n805:C)	500.00	500.000	0.0000*	00001

(\* : Température imposée)

### 6.2 Paramètres d'exécution

Version : 5.03  
Machine : SGI - ORIGIN 2000 - R12000  
Encombrement mémoire : 8 mégamots  
Temps CPU User : 2.28 secondes

## 7 Synthèse des résultats

---

Les résultats obtenus sont satisfaisants, l'écart maximum est de 0.63%. La modélisation 3D (avec des mailles PENTA15, HEXA20) et la modélisation AXIS (avec des mailles TRIA6) donnent sensiblement les mêmes résultats (le maillage et le degré d'interpolation sont identiques).

La solution analytique qui est une solution approchée, suppose que le rapport  $r/L$  est très supérieur à 1. Pour ce test numérique, le rapport  $r/L$  a été pris égal à 100.