

Manuel de Validation**Fascicule V4.01 : Thermique stationnaire des structures axisymétriques****Document : V4.01.001**

TPLA01 - Cylindre creux infini en équilibre thermique

Résumé :

Thermique stationnaire linéaire.

Modèle axisymétrique ; 3 modélisations.

Solution analytique.

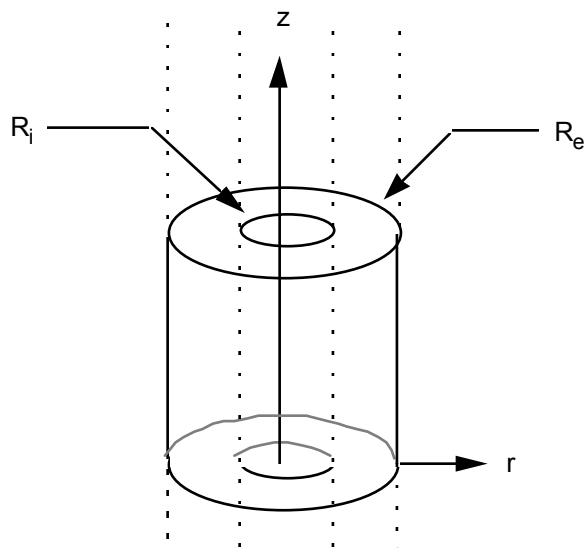
Intérêt du test :

- **tous** les éléments axisymétriques : triangles et quadrangles, degrés 1 et 2,
- conditions aux limites variées : échange, température imposée, flux imposé,
- validation partielle de la matrice de "masse" thermique car on fait un "faux" transitoire.

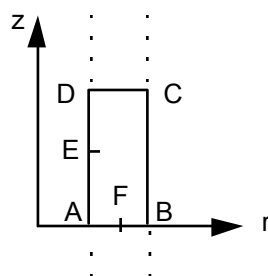
Les résultats ne sont pas affectés par la distorsion des mailles $h/l = 40$.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Rayon intérieur	$R_i = 0.300 \text{ m}$
Rayon extérieur	$R_e = 0.35 \text{ m}$
Point F	$r = 0.32 \text{ m}$



1.2 Propriétés de matériaux

$$\lambda = 1 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$$

$$\rho C_p = 2. \text{ J/m}^3 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (chaleur volumique)}$$

1.3 Conditions aux limites et chargements

- $[DC] \cup [AB]$: $\varphi = 0 \text{ W/m}^2$
- $[EA]$: $T = T_i = 100^\circ\text{C}$
- $[ED]$: $\varphi = \varphi_i = 1729.9091 \text{ W/m}^2$ (flux rentrant)
- $[CB]$: échange $h = h_e = 500 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
 $T = T_e = 17.03444 \text{ } ^\circ\text{C}$

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 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

$$T(r) = T_i + \phi \operatorname{Log} \left(\frac{r}{R_i} \right)$$

$$\text{avec : } \left\{ \begin{array}{l} \phi = \frac{T_e - T_i}{\operatorname{Log} \left(\frac{R_e}{R_i} \right)} ; \quad \begin{array}{l} T_i : \text{température en peau "interne"} \\ T_e : \text{température en peau "externe"} \end{array} \\ \text{les flux "radiaux" } \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial r} \right) \text{ sur les parois du cylindre sont :} \\ \varphi_i = + \lambda \cdot \frac{\phi}{R_i} , \\ \varphi_e = + \lambda \cdot \frac{\phi}{R_e} . \end{array} \right.$$

2.2 Résultats de référence

Températures et flux aux points A, B, D, F.

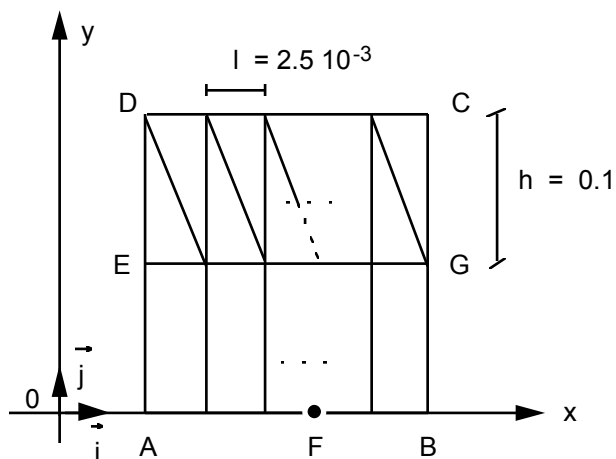
2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

axis (TRIA3, QUAD4)



	x	y	
A	0.3	0.0	N1
B	0.35	0.0	N41
D	0.30	0.10	N43
E	0.30	0.05	N2
F	0.32	0.0	N17

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de noeuds : 63.

Nombre de mailles et types : 40 TRIA3, 20 QUAD4

3.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFPE_MODELE	THERMIQUE	AXIS	
THER_LINEARE	TEMP_INIT	STATIONNAIRE	
	EXCIT	CHARGE	
AFPE_CHAR_THER	TEMP_IMPO	FLUX_REP	ECHANGE

4 Résultats de la modélisation A

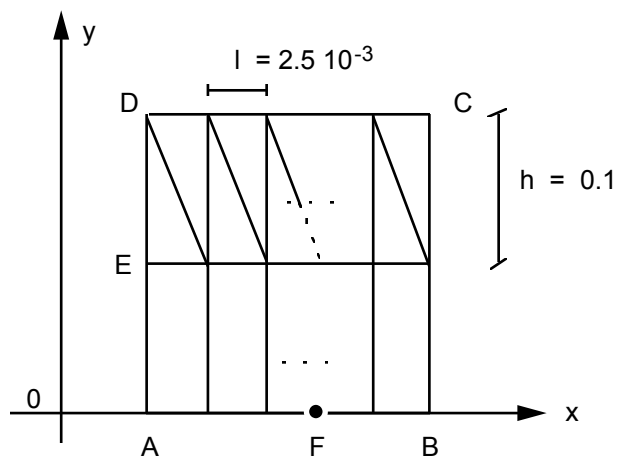
4.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
T(A)	100	100.000	0.00
T(B)	20	20.002	0.01
T(F)	66.506	66.507	0.00
T(D)	100	99.933	-0.07
φ (A)	1729.91	1722.62	-0.42
φ (B)	1482.78	1487.98	0.35
φ (D)	1729.91	1723.26	-0.38
φ (F)	1621.79	1628.17	0.39
φ (F)	1621.79	1615.50	-0.39

5 Modélisation B

5.1 Caractéristiques de la modélisation

axis (TRIA6, QUAD8)



	x	y	
A	0.3	0.0	N180
B	0.35	0.0	N10
D	0.30	0.10	N178
E	0.30	0.05	N183
F	0.32	0.0	N112

5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de noeuds : 185.

Nombre de mailles et types : 40 TRIA6, 20 QUAD8

5.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_MODELE	THERMIQUE	AXIS	
THER_LINEARE	TEMP_INIT	STATIONNAIRE	
	EXCIT	CHARGE	
AFFE_CHAR_THER	TEMP_IMPO	FLUX_REP	ECHANGE

6 Résultats de la modélisation B

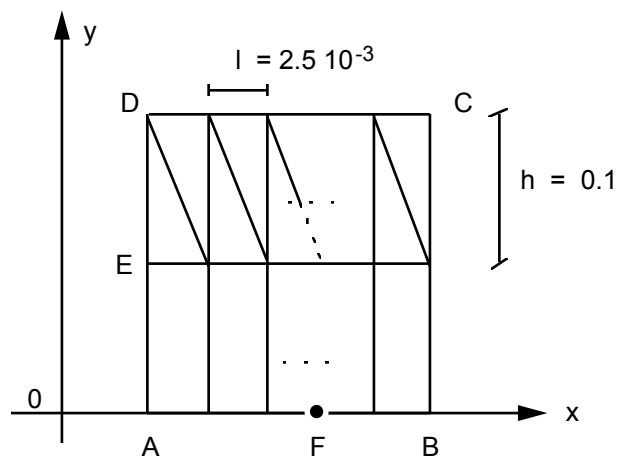
6.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
T(A)	100	100.00	0.00
T(B)	20	20.00	0.00
T(F)	66.506	66.506	0.00
T(D)	100	100.00	0.00
φ (A)	1729.91	1729.89	0.00
φ (B)	1482.78	1482.77	0.00
φ (D)	1729.91	1729.88	0.00
φ (F)	1621.79	1621.77	0.00
φ (F)	1621.79	1621.78	0.00

7 Modélisation C

7.1 Caractéristiques de la modélisation

axis (TRIA6, QUAD9)



	x	y	
A	0.3	0.0	N199
B	0.35	0.0	N10
D	0.30	0.10	N197
E	0.30	0.05	N203
F	0.32	0.0	N124

7.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de noeuds : 205.

Nombre de mailles et types : 40 TRIA6, 20 QUAD9

7.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_MODELE	THERMIQUE	AXIS	
THER_LINEARE	TEMP_INIT	STATIONNAIRE	
	EXCIT	CHARGE	
AFFE_CHAR_THER	TEMP_IMPO	FLUX_REP	ECHANGE

8 Résultats de la modélisation C

8.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence
T(A)	100	100.00	0.00
T(B)	20	20.00	0.00
T(F)	66.506	66.506	0.00
T(D)	100	100.00	0.00
φ (A)	1729.91	1729.89	0.00
φ (B)	1482.78	1482.77	0.00
φ (D)	1729.91	1729.88	0.00
φ (F)	1621.79	1621.77	0.00
φ (F)	1621.79	1621.77	0.00

9 Synthèse des résultats

Ce problème est correctement résolu :

- avec les différents types d'éléments quel que soit le degré d'interpolation,
- n'est pas affecté par la forme des éléments $h/l = 40$.