

TPLA01 - Cylindre creux infini en équilibre thermique

Résumé :

Thermique stationnaire linéaire.

Modèle axisymétrique ; 4 modélisations.

Solution analytique.

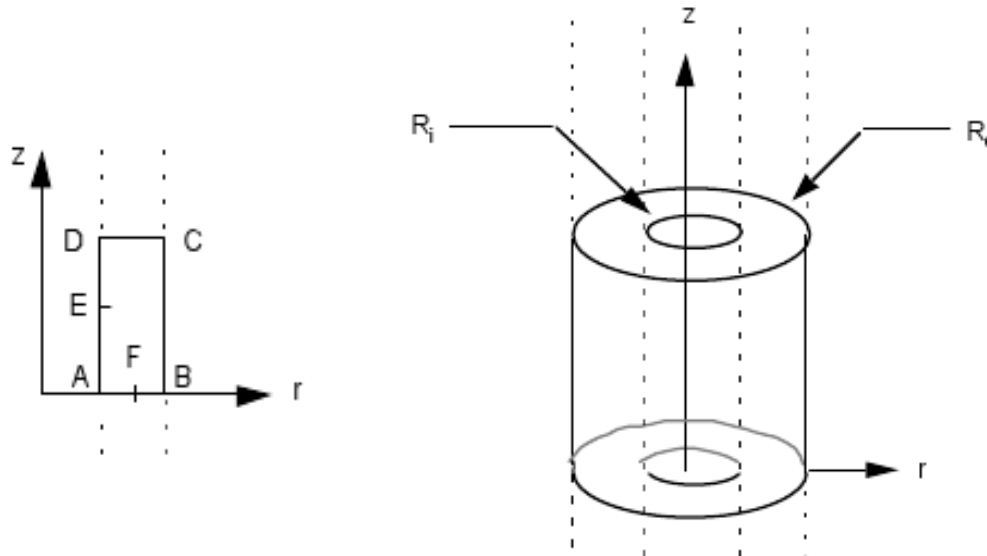
Intérêt du test :

tous les éléments axisymétriques : triangles et quadrangles, linéaires et quadratiques,
élément de coque axisymétrique : segments quadratiques
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 $R_i = 0.30 \text{ m}$
 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

$[DC] \cup [AB]:$	$\Phi = 0 \text{ W/m}^2$
$[EA]:$	$T = T_i = 100 \text{ }^\circ\text{C}$
$[ED]:$	$\Phi = \Phi_i = 1729.9091 \text{ W/m}^2$ (flux rentrant)
$[CD]:$: 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

$$T(r) = T_i + \Phi \log\left(\frac{r}{R_i}\right)$$

avec :

$$\Phi = \frac{T_e - T_i}{\log\left(\frac{R_e}{R_i}\right)}$$

les flux radiaux $\left(\lambda \frac{\partial T}{\partial r}\right)$ sur les parois du cylindre sont :

$$\Phi_i = +\lambda \cdot \frac{\Phi}{R_i}$$
$$\Phi_e = +\lambda \cdot \frac{\Phi}{R_e}$$

T_i : Température en peau « interne »
 T_e : Température en peau « externe »

2.2 Résultats de référence

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

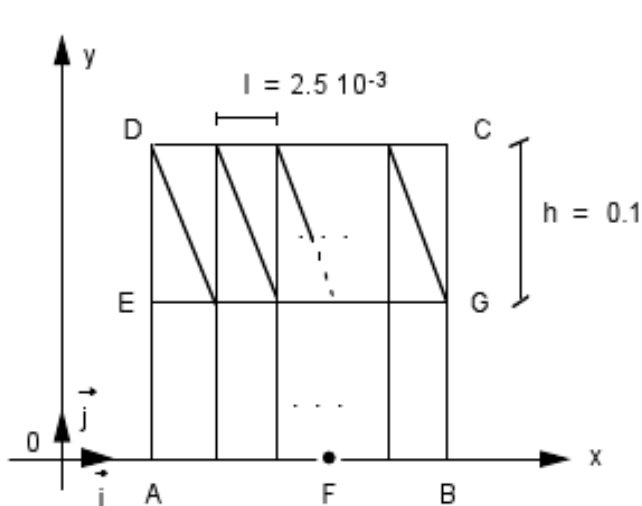
2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

axis (TRIA3, QUAD4)



	x	y	
A	0.30	0.00	N1
B	0.35	0.00	N41
D	0.30	0.10	N43
E	0.30	0.05	N2
F	0.32	0.00	N17

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de noeuds : 63.

Nombre de mailles et types : 40 TRIA3, 20 QUAD4

3.3 Valeurs testées

Identification	Référence
$T(A)$	100
$T(B)$	20
$T(F)$	66.506
$T(D)$	100
$\Phi(A)$	1729.91
$\Phi(B)$	1482.78
$\Phi(D)$	1729.91
$\Phi(F)$	1621.79

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

axis (TRIA6, QUAD8)

	x	y	
A	0.30	0.00	$N180$
B	0.35	0.00	$N10$
D	0.30	0.10	$N178$
E	0.30	0.05	$N183$
F	0.32	0.00	$N112$

4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de noeuds : 185.

Nombre de mailles et types : 40 TRIA6, 20 QUAD8

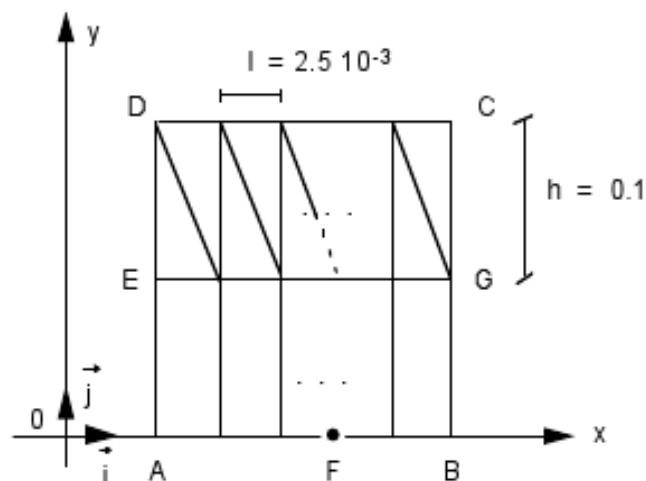
4.3 Valeurs testées

Identification	Référence
$T(A)$	100
$T(B)$	20
$T(F)$	66.506
$T(D)$	100
$\Phi(A)$	1729.91
$\Phi(B)$	1482.78
$\Phi(D)$	1729.91
$\Phi(F)$	1621.79

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

axis (TRIA6, QUAD9)



	x	y	
A	0.30	0.00	$N199$
B	0.35	0.00	$N10$
D	0.30	0.10	$N197$
E	0.30	0.05	$N203$
F	0.32	0.00	$N124$

5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de noeuds : 205.

Nombre de mailles et types : 40 TRIA6, 20 QUAD9

5.3 Valeurs testées

Identification	Référence
$T(A)$	100
$T(B)$	20
$T(F)$	66.506
$T(D)$	100
$\Phi(A)$	1729.91
$\Phi(B)$	1482.78
$\Phi(D)$	1729.91
$\Phi(F)$	1621.79

6 Modélisation D

6.1 Caractéristiques de la modélisation

COQUE_AXIS (SEG3)

6.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 21.

Nombre de mailles et types : 10 SEG3

6.3 Valeurs testées

Identification	Grandeur	Type de Référence	Référence	Tolérance (%)
$r=0.3(A)$	TEMP_SUP TEMP_MIL TEMP_INF	'ANALYTIQUE'	100	0,1
$r=0.31$		'ANALYTIQUE'	82,983	0,1
$r=0.32$		'ANALYTIQUE'	66,5063	0,1
$r=0.33$		'ANALYTIQUE'	50,5366	0,1
$r=0.34$		'ANALYTIQUE'	35,0437	0,1
$r=0.35(B)$		'ANALYTIQUE'	20	0,1

7 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 $h/l=40$.