

Manuel de Validation**Fascicule V4.01 : Thermique stationnaire des structures axisymétriques****Document V4.01.007**

TPLA07 - Cylindre creux orthotrope

Résumé :

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

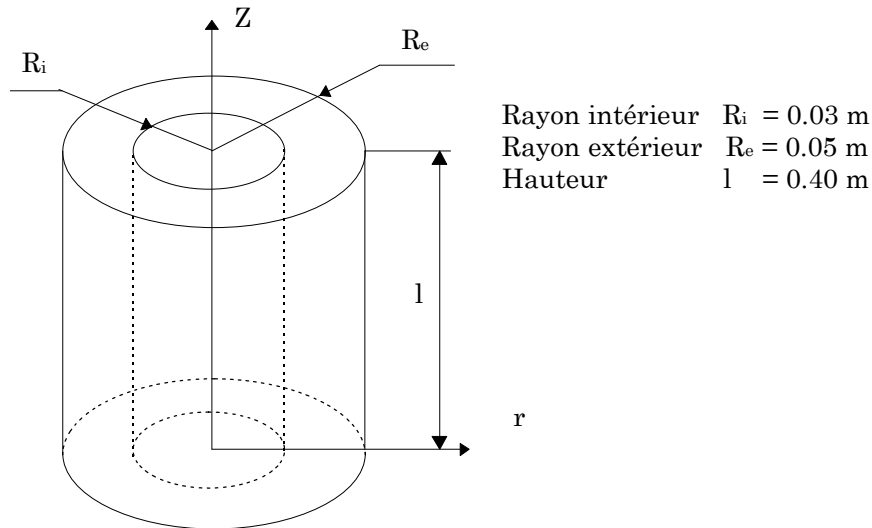
Il s'agit d'un problème 2D axisymétrique représenté par deux modélisations, la première tridimensionnelle, la deuxième 2D axisymétrique.

L'intérêt de ce cas test est de tester un matériau orthotrope soumis à différentes conditions aux limites (flux imposé, convection, variation linéaire des températures extérieures).

Les résultats issus de ce cas test sont comparés avec ceux fournis par VPCS.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



1.2 Propriétés du matériau

λ_r	=	2.89 W/m.°C	conductivité thermique suivant l'axe r
λ_z	=	40.0 W/m.°C	conductivité thermique suivant l'axe z
λ	circonférentiel :		quelconque

1.3 Conditions aux limites et chargements

- densité de flux $\varphi = -500 \text{ W/m}^2$ à travers la surface $z = 0$. (flux sortant),
- densité de flux $\varphi = +500 \text{ W/m}^2$ à travers la surface $z = 0.4$ (flux entrant),
- convection sur la surface intérieure : $h = 377.0 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$,
- convection sur la surface extérieure : $h = 339.3 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$,
- variation linéaire des températures extérieures :
 - sur la surface R_i : $T_i^e = 130^\circ\text{C}$ en $z = 0$. ; $T_i^e = 135^\circ\text{C}$ en $z = 0.4$ ($T_i^e = 130 + 12.5z$),
 - sur la surface R_e : $T_e^e = 20^\circ\text{C}$ en $z = 0$. ; $T_e^e = 25^\circ\text{C}$ en $z = 0.4$ ($T_e^e = 20 + 12.5z$).

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 TPLA07/89 du guide VPCS.

$$\text{Température : } T(r,z) = -117.46 \log r + 12.5z - 311.87$$

2.2 Résultats de référence

- température en $r = 0.03, 0.035, 0.04$ et 0.05 et pour $z = 0., 0.2$ et 0.4 ,
- densité de flux sur la surface intérieure et extérieure,
- densité de flux suivant l'axe z .

2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

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

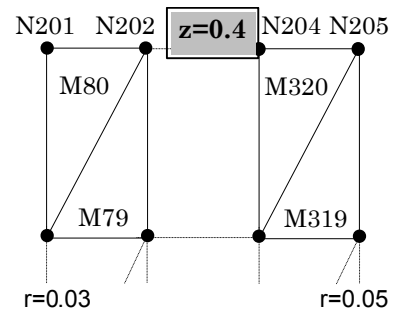
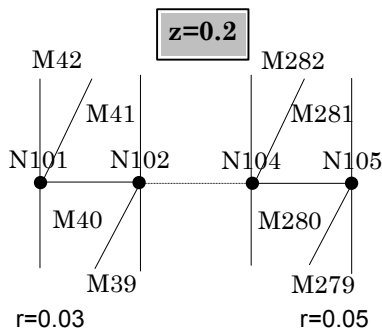
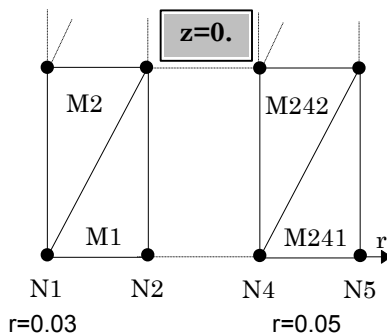
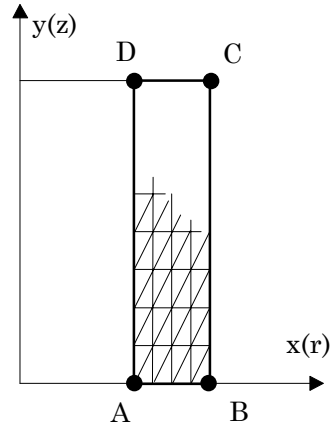
AXIS (TRIA3)

Conditions limites:

- coté AB $\varphi = 500. \text{ W/m}^2$
- coté CD $\varphi = -500. \text{ W/m}^2$
- coté DA $h = 377. \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$
 $T_i^e = 130 + 12.5z$
- coté BC $h = 339.3 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$
 $T_e^e = 20 + 12.5z$

Découpage:

- 40 éléments suivant y
- 4 éléments suivant x



3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 205
Nombre de mailles et types : 408 TRIA3 (et 88 SEG2)

3.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_MODELE	THERMIQUE	
	AXIS	
DEFI_MATERIAU	THER_ORTH	
AFFE_CARA_ELEM	MASSIF	ANGL_REP
AFFE_CHAR_THER_F	ECHANGE	
	FLUX_REP	
THER_LINEAIRE	CARA_ELEM	
CALC_CHAM_ELEM	CARA_ELEM	

3.4 Remarques

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

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. r = 0.030 (N1)	100.01	99.829	-0.181%	1.%
r = 0.035 (N2)	81.90	81.867	-0.040%	1.%
r = 0.040 (N3)	66.22	66.229	0.014%	1.%
r = 0.045 (N4)	52.38	52.422	0.081%	1.%
r = 0.050 (N5)	40.01	40.095	0.212%	1.%
z = 0.2 r = 0.030 (N101)	102.51	102.469	-0.040%	1.%
r = 0.035 (N102)	84.40	84.388	-0.014%	1.%
r = 0.040 (N103)	68.72	68.718	-0.003%	1.%
r = 0.045 (N104)	54.88	54.892	0.021%	1.%
r = 0.050 (N105)	42.51	42.521	0.025%	1.%
z = 0.4 r = 0.030 (N201)	105.01	105.111	0.096%	1.%
r = 0.035 (N202)	86.90	86.909	0.010%	1.%
r = 0.040 (N203)	71.22	71.207	-0.018%	1.%
r = 0.045 (N204)	57.38	57.361	-0.033%	1.%
r = 0.050 (N205)	45.01	44.946	-0.142%	1.%
Densité de flux (W/m²)				
φ_z (z=0.) M1 / N1	-500.	-511.97	2.395	1.%
φ_z (z=0.) M2 / N1	-500.	-824.47	64.894	1.%
φ_z (z=0.) M241 / N5	-500.	-346.66	-30.668	1.%
φ_z (z=0.2) M40 / N101	-500.	-499.95	-0.009	1.%
φ_z (z=0.2) M41 / N101	-500.	-499.93	-0.013	1.%
φ_z (z=0.2) M280 / N105	-500.	-499.93	-0.014	1.%
φ_z (z=0.4) M80 / N201	-500.	-828.51	65.701	1.%
φ_z (z=0.4) M319 / N205	-500.	-345.65	-30.869	1.%
φ_z (z=0.4) M320 / N205	-500.	-468.64	-6.271	1.%
φ_{Ri} (z=0.) M1 / N1	11310.	10381.98	-8.205	1.%
φ_{Ri} (z=0.2) M40 / N101	11310.	10450.74	-7.597	1.%
φ_{Ri} (z=0.4) M80 / N201	11310.	10520.67	-6.979	1.%
φ_{Ri} (z=0.) M241 / N5	6786.	7125.41	5.002	1.%
φ_{Ri} (z=0.2) M280 / N105	6786.	7150.5	5.371	1.%
φ_{Ri} (z=0.4) M320 / N205	6786.	7175.83	5.745	1.%

4.2 Paramètres d'exécution

Version : 5.03
Machine : SGI - ORIGIN 2000 - R12000
Encombrement mémoire : 8 mégamots
Temps CPU User : 2.56 secondes

5 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus sont satisfaisants en température mais éloignés de la solution de référence au niveau des flux (surtout pour le flux suivant l'axe z). Les écarts maximums obtenus sont les suivants :

- 0.212% en température,
- 65.701% pour le flux suivant l'axe z,
- -8.205 pour le flux suivant le rayon.

Flux suivant l'axe : le flux de référence est constant, les écarts observés sont plus importants aux extrémités du cylindre, par contre à mi hauteur ces écarts sont très faibles (inférieure à la tolérance).

Flux suivant le rayon : Les écarts suivant le rayon sont supérieurs à la tolérance, mais ils pourraient être minimisés en augmentant la discrétisation suivant l'axe r.

Suite à ces résultats, une anomalie logiciel a été émise sous le n° 96-176.