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.

De plus, ce test valide le calcul de l'énergie thermique pour un matériau orthotrope sur les éléments 2D. Pour cela deux calculs sont faits en plus de celui avec le matériau orthotrope :

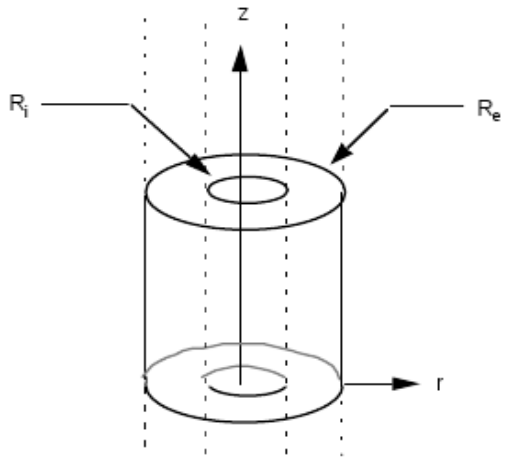
- un calcul avec matériau isotrope (mot-clé THER de DEFI_MATERIAU) servant de référence
- un calcul avec matériau isotrope mais utilisant le mot-clé THER_ORTH de DEFI_MATERIAU validé par le premier calcul.

Pour le calcul réellement orthotrope on utilisera une référence NON_REGRESSION .

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Rayon intérieur	$R_i = 0.03\,m$
Rayon extérieur	$R_e = 0.05\,m$
Hauteur	$l = 0.40\,m$

1.2 Propriétés du matériau

$\lambda_t = 2.89\,W/m°C$	conductivité thermique suivant l'axe r
$\lambda_z = 40.0\,W/m°C$	conductivité thermique suivant l'axe z
λ circonférentiel :	quelconque

1.3 Conditions aux limites et chargements

- densité de flux $\varphi = -500\,W/m^2$ à travers la surface $z = 0$ (flux sortant),
- densité de flux $\varphi = +500\,W/m^2$ à travers la surface $z = 0.4$ (flux entrant),

- convection sur la surface intérieure : $h = 377.0\,W/m2°C$,
- convection sur la surface extérieure : $h = 339.3\,W/m2°C$,

- variation linéaire des températures extérieures :
  - sur la surface R_i : $T_i^e = 130°C$ en $z = 0$; $T_i^e = 135°C$ en $z = 0.4$ $(T_i^e = 130 + 12.5\,z)$
  - sur la surface R_e : $T_e^e = 20°C$ en $z = 0$; $T_e^e = 25°C$ en $z = 0.4$ $(T_e^e = 20 + 12.5\,z)$

1.4 Conditions initiales

Sans objet.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

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.

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

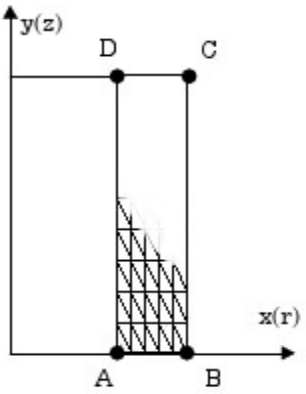
1) Guide de validation des progiciels de calcul de structures. Société Française des Mécaniciens, AFNOR 1990 ISBN 2-12-486611-7

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

AXIS (TRIA6)



Conditions aux limites :

Côté AB : $\varphi = 500.\ W/m^2$

Côté CD : $\varphi = -500.\ W/m^2$

Côté DA : $h = 377.\ W/m^2\,°C$
$T_i^e = 130. + 12.5\,z$

Côté BC : $h = 339.3\ W/m^2\,°C$
$T_e^e = 20. + 12.5\,z$

Découpage :

49 éléments suivant y

5 éléments suivant x

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds :	1089
Nombre de mailles et types :	490 TRIA6 (et 108 SEG3)

3.3 Remarques

La chaleur volumique ρC_P n'intervient pas dans ce test, mais doit être déclarée pour *Code_Aster*. On prend $\rho C_P = 1.0\,J/m^3\,°C$.

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

3.4 Valeurs testées

Les valeurs testées sont les températures et les densités de flux calculées avec l'option FLUX_NOEU.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Identification	Coordonnées		Température ($°C$)
	R	Z	Référence
N1	0.03	0.0	45.01
N5	0.034	0.0	54.8
N6	0.038	0.0	65.49
N7	0.042	0.0	77.24
N8	0.046	0.0	90.31
N2	0.05	0.0	105.01
N3	0.05	0.4	100.01
N57	0.046	0.4	85.31
N58	0.042	0.4	72.24
N59	0.038	0.4	60.49
N60	0.034	0.4	49.8
N4	0.03	0.4	40.01
N32	0.05	0.196	42.46
N33	0.05	0.204	42.56
N84	0.03	0.204	102.56
N85	0.03	0.196	102.46
N132	0.034	0.196	87.76
N133	0.034	0.204	87.86
N180	0.038	0.196	74.69
N181	0.038	0.204	74.8
N228	0.042	0.196	62.94
N229	0.042	0.204	63.04
N276	0.046	0.196	52.25
N277	0.046	0.204	52.35

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Identification	Coordonnées		Densité de flux Φ_z (W/m^2)
	R	Z	référence
N1	0.03	0.0	-500
N5	0.034	0.0	-500
N6	0.038	0.0	-500
N7	0.042	0.0	-500
N8	0.046	0.0	-500
N2	0.05	0.0	-500
N3	0.05	0.4	-500
N57	0.046	0.4	-500
N58	0.042	0.4	-500
N59	0.038	0.4	-500
N60	0.034	0.4	-500
N4	0.03	0.4	-500
N32	0.05	0.196	-500
N33	0.05	0.204	-500
N84	0.03	0.204	-500
N85	0.03	0.196	-500
N132	0.034	0.196	-500
N133	0.034	0.204	-500
N180	0.038	0.196	-500
N181	0.038	0.204	-500
N228	0.042	0.196	-500
N229	0.042	0.204	-500
N276	0.046	0.196	-500
N277	0.046	0.204	-500

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Identification	Coordonnées		Densité de flux φ_{R_i} (W/m^2)
	R	Z	Référence
N1	0.03	0.0	11315.3
N5	0.034	0.0	9984.1
N6	0.038	0.0	8933.14
N7	0.042	0.0	8082.37
N8	0.046	0.0	7379.55
N2	0.05	0.0	6789.19
N3	0.05	0.4	6789.19
N57	0.046	0.4	7379.55
N58	0.042	0.4	8082.37
N59	0.038	0.4	8933.14
N60	0.034	0.4	9984.1
N4	0.03	0.4	11315.3
N32	0.05	0.196	6789.19
N33	0.05	0.204	6789.19
N84	0.03	0.204	11315.3
N85	0.03	0.196	11315.3
N132	0.034	0.196	9984.1
N133	0.034	0.204	9984.1
N180	0.038	0.196	8933.14
N181	0.038	0.204	8933.14
N228	0.042	0.196	8082.37
N229	0.042	0.204	8082.37
N276	0.046	0.196	7379.55
N277	0.046	0.204	7379.55

Tests du champ d'énergie thermique ETHE_ELEM :

Matériau isotrope

Maille	Valeur de référence	Précision (en %)	Référence
M129	-0.14396043186377	0.1	AUTRE_ASTER

Matériau orthotrope

Maille	Valeur de référence	Précision (en %)	Référence
M129	-0.15972226753427	1,00E-006	NON_REGRESSION

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus sont satisfaisants en température et en densité de flux, Les écarts maximums obtenus sont les suivants :

- 0.02% en température,
- 1.05% pour le flux suivant l'axe z ,
- 0.33% pour le flux suivant le rayon.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)