

Manuel de Validation

Fascicule V4.04 : Thermique stationnaire des structures volumiques Document V4.04.007

TPLV07 - Cube orthotrope

Résumé :

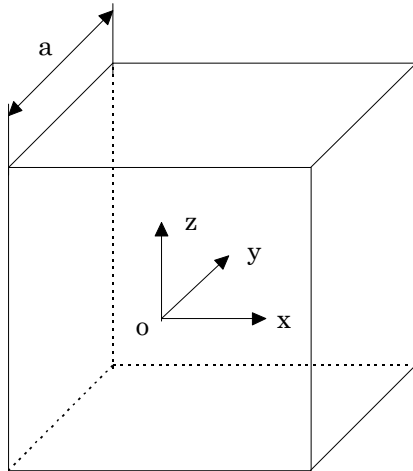
Ce test est issu de la validation indépendante de la version 3 en thermique stationnaire linéaire.

Il valide les éléments thermiques volumiques sous des conditions de flux imposé, de convection mais aussi de variation linéaire de la température extérieure.

Les résultats sont comparés avec une solution analytique (VPCS).

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Cube d'arête $a = 0.2$ m
Centre du cube = $(0.,0.,0.)$

1.2 Propriétés du matériau

$\lambda_x = 1.0$ W/m.°C Conductivité thermique suivant l'axe x
 $\lambda_y = 0.75$ W/m.°C Conductivité thermique suivant l'axe y
 $\lambda_z = 0.50$ W/m.°C Conductivité thermique suivant l'axe z

1.3 Conditions aux limites et chargements

- densité de flux normal :
 - $\varphi_n = 60$ W/m² face $y = -0.1$ (flux entrant),
 - $\varphi_n = -60$ W/m² face $y = 0.1$ (flux sortant),
 - $\varphi_n = 30$ W/m² face $z = -0.1$ (flux entrant),
 - $\varphi_n = -30$ W/m² face $z = 0.1$ (flux sortant),
- convection sur les faces $x = -0.1$ et $x = 0.1$: $h = 15$ W/m² °C,
- variation linéaire des températures extérieures,
 - $T_{\text{ext}} = 30 - 80y - 60z$ face $x = -0.1$,
 - $T_{\text{ext}} = 15 - 80y - 60z$ face $x = 0.1$.

1.4 Conditions initiales

Sans objet.

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

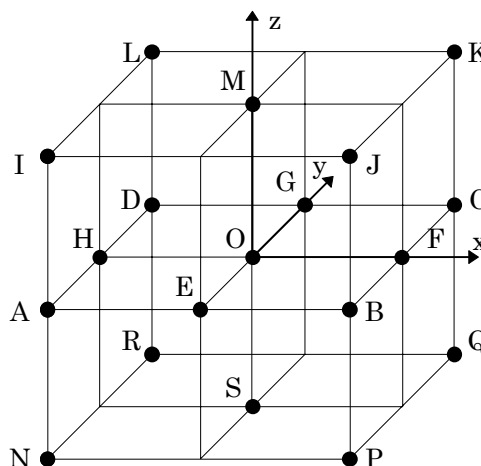
La solution de référence est celle donnée dans la fiche TPLV07/89 du guide VPCS.

Solution analytique.

$$T(x,y,z) = ax + by + cz + d$$

$$= -45x - 80y - 60z + 22.5$$

Point	T(°C)
O	22.5
A	35.0
B	26.0
C	10.0
D	19.0
E	30.5
F	18.0
G	14.5
H	27.0
I	29.0
J	20.0
K	4.0
L	13.0
M	16.5
N	41.0
P	32.0
Q	16.0
R	25.0
S	28.5



$$\varphi^x = 45 \text{ W/m}^2 = \text{constante}$$

$$\varphi^y = 60 \text{ W/m}^2 = \text{constante}$$

$$\varphi^z = 30 \text{ W/m}^2 = \text{constante}$$

2.2 Résultats de référence

Température aux points cités dans le tableau ci-dessus.

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

3Modélisation A

3.1Caractéristiques de la modélisation

3D (HEXA8)

Conditions limites:

- face NPJI

$\varphi^n = 60 \text{ W/m}^2$
- face RQKL

$\varphi^n = -60 \text{ W/m}^2$
- face NPQR

$\varphi^n = 30 \text{ W/m}^2$
- face IJKL

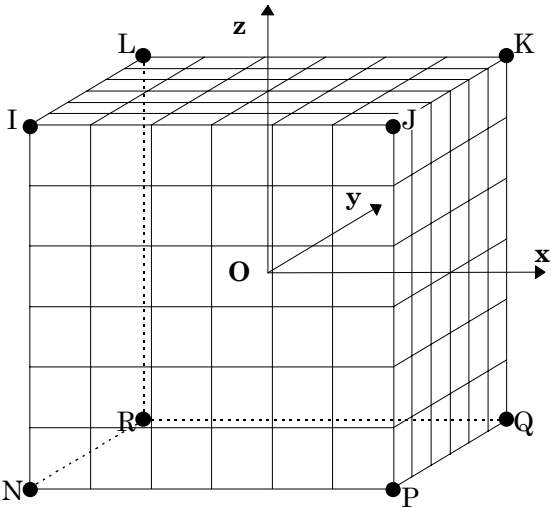
$\varphi^n = -30 \text{ W/m}^2$
- face NRLI

$h = 15 \text{ W/m}^2\text{°C}$
 $T_{\text{ext}} = 30-80y-60z$
- face PQKJ

$h = 15 \text{ W/m}^2\text{°C}$
 $T_{\text{ext}} = 15-80y-60z$

Découpage:

- 6 éléments suivant x
- 6 éléments suivant y
- 6 éléments suivant z



3.2Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds :343

Nombre de mailles et types :216 HEXA8 (et 216 QUAD8)

3.3Fonctionnalités testées

Commandes

DEFI_MATERIAU	THER_ORTH		
AFFE_MODELE	THERMIQUE	3D	TOUT
AFFE_CARA_ELEM	MASSIF	ANGLE_REP	0. 0. 0.
DEFI_NAPPE			
AFFE_CHAR_THER_F	FLUX_REP	ECHANGE	
THER_LINEAIRE	CARA_ELEM	EXCIT	
CALC_CHAM_ELEM	CARA_ELEM	FLUX_ELNO_TEMP	

3.4Remarques

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

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

Identification		Référence	Aster	Ecart relatif (%)		Ecart absolu (°C , W/m ²)		
				différence	tolérance	différence	tolérance	
Point	Noeud	T (°C)						
O	N169	22.5	22.500	0.000%	1.%	2.50E-7	0.5 °C	
A	N5	35.0	35.000	0.000%	1.%	1.03E-7	0.5	
B	N301	26.0	26.000	0.000%	1.%	-7.12E-8	0.5	
C	N337	10.0	10.000	0.000%	1.%	-7.72E-8	0.5	
D	N49	19.0	19.000	0.000%	1.%	1.00E-7	0.5	
E	N151	30.5	30.500	0.000%	1.%	2.54E-7	0.5	
F	N316	18.0	18.000	0.000%	1.%	-7.42E-8	0.5	
G	N196	14.5	14.500	0.000%	1.%	2.46E-7	0.5	
H	N24	27.0	27.000	0.000%	1.%	1.02E-7	0.5	
I	N1	29.0	29.000	0.000%	1.%	1.14E-7	0.5	
J	N298	20.0	20.000	0.000%	1.%	4.97E-7	0.5	
K	N340	4.0	4.000	0.000%	1.%	-4.64E-8	0.5	
L	N44	13.0	13.000	0.000%	1.%	1.07E-7	0.5	
M	N172	16.5	16.500	0.000%	1.%	2.89E-7	0.5	
N	N2	41.0	41.000	0.000%	1.%	9.66E-8	0.5	
P	N297	32.0	32.000	0.000%	1.%	-8.30E-8	0.5	
Q	N338	16.0	16.000	0.000%	1.%	-8.38E-8	0.5	
R	N43	25.0	25.000	0.000%	1.%	9.59E-8	0.5	
S	N173	28.5	28.500	0.000%	1.%	2.37E-7	0.5	
Point	maill e	Noeud	φ (W/m ²)					
φ _x K	m211	N340	45.0	45.000	0.000%	1.%	-1.73E-6	0.5 W/m ²
φ _x F	m201	N316	45.0	45.000	0.000%	1.%	-1.13E-6	0.5
φ _x O	m129	N169	45.0	45.000	0.000%	1.%	-1.36E-6	0.5
φ _y K	m211	N340	60.0	60.000	0.000%	1.%	-2.43E-6	0.5
φ _y F	m201	N316	60.0	60.000	0.000%	1.%	2.96E-8	0.5
φ _y O	m129	N169	60.0	60.000	0.000%	1.%	4.49E-8	0.5
φ _z K	m211	N340	30.0	30.000	0.000%	1.%	-3.71E-7	0.5
φ _z F	m201	N316	30.0	30.000	0.000%	1.%	-2.40E-7	0.5
φ _z O	m129	N169	30.0	30.000	0.000%	1.%	-2.03E-7	0.5

4.2 Paramètres d'exécution

Version : 5.03

Machine : SGI - ORIGIN 2000 - R12000

Encombrement mémoire : 8 mégamots

Temps CPU User : 3.30 secondes

5 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus sont excellents. Les valeurs calculées par *Aster* sont identiques aux valeurs de référence. Cela est un résultat "normalement attendu" puisque le champ solution qui est linéaire appartient à l'espace d'interpolation de l'élément testé.

Ce test a permis de tester les commandes suivantes :

- `DEFI_NAPPE` permettant de définir une variation de la température extérieure en fonction de l'abscisse `x` et de l'ordonnée `y`,
- `DEFI_MATERIAU` associé au mot clé `THER_ORTH`, permettant de définir les caractéristiques d'un matériau orthotrope,
- `AFFE_CARA_ELEM` associé au mot clé `MASSIF`, permettant de définir les axes d'orthotropie.