

Manuel de Validation**Fascicule V4.25 : Thermique transitoire des structures volumiques
Document V4.25.301**

TTLV301 - Parallélépipède soumis à une température imposée sur ses faces

Résumé :

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

Il s'agit d'un problème volumique représenté par une seule modélisation (3D).

Les fonctionnalités testées sont les suivantes :

- élément thermique volumique,
- algorithme de thermique transitoire,
- conditions limites : température imposée.

Les résultats sont comparés à une solution analytique.

1 Problème de référence

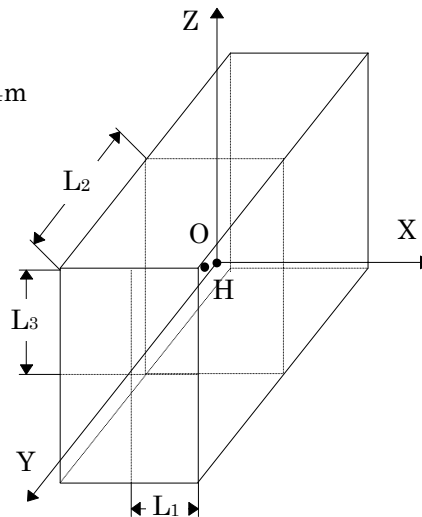
1.1 Géométrie

Dimensions du parallélépipède: 2m x 3.2m x 4m

- $L_1 = 1.0$ m
- $L_2 = 1.6$ m
- $L_3 = 2.0$ m

Point O (0.,0.,0.)

Point H (0.5,0.8,1.0)



1.2 Propriétés du matériau

λ	=	1. W/m °C	conductivité thermique
c_p	=	1. J/kg °C	chaleur spécifique
ρ	=	1. kg/m ³	masse volumique

1.3 Conditions aux limites et chargements

Température imposée sur les 6 faces $T = 2$ °C = T_w

1.4 Conditions initiales

$T(t = 0) = 1$ °C = T_o

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

$$T(x, y, z, t) = T_w + \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{l=1}^{\infty} a_{mnl} \exp(-\kappa_{mnl}^2 \alpha \cdot t) \cdot \cos\left(\frac{(2m-1)\pi x}{2L_1}\right) \cos\left(\frac{(2n-1)\pi y}{2L_2}\right) \cos\left(\frac{(2l-1)\pi z}{2L_3}\right)$$

$$a_{mnl} = \frac{64(T_0 - T_w)}{\pi^3(2m-1)(2n-1)(2l-1)} \sin\left(\frac{(2m-1)\pi}{2}\right) \sin\left(\frac{(2n-1)\pi}{2}\right) \sin\left(\frac{(2l-1)\pi}{2}\right)$$

$$\kappa_{mnl}^2 = \left[\frac{(2m-1)\pi}{2L_1}\right]^2 + \left[\frac{(2n-1)\pi}{2L_2}\right]^2 + \left[\frac{(2l-1)\pi}{2L_3}\right]^2$$

$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho \cdot c_p}$$

Les valeurs de référence sont obtenues avec $m = n = l = 100$.

2.2 Résultats de référence

Température aux points : O (0,0,0) et H (0.5,0.8,1.)

2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

2.4 Références bibliographiques

- [1] M.J Chang, L.C Chow, W.S Chang, "Improved alternating direction implicit for solving transient three dimensional heat diffusion problems", Numerical Heat Transfer, vol 19, pp 69-84, 1991.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

3D (HEXA27)

Modélisation 1/8 du parallélépipède

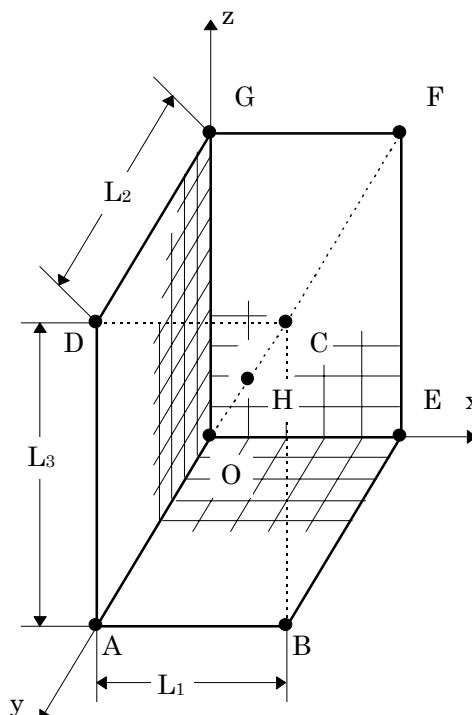
Maillage:

- 5 éléments suivant x
- 8 éléments suivant y
- 10 éléments suivant z

Conditions limites:

- faces [ABCD], [BEFC], [DCFG]: $T = 2^{\circ}\text{C}$
- faces [ABEO], [AOGD], [OEFG]: $\varphi = 0$.

Points	x	y	z	Noeud
O	0.00	0.00	0.00	N5
H	0.50	0.80	1.00	N1075



3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 3927
 Nombre de mailles et types : 400 HEXA27

3.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_MODELE THERMIQUE
 3D

AFFE_CHAR_THER TEMP_IMPO

THER_LINEAIRE TEMP_INIT VALE
 LIST_INST

RECU_CHAMP INST

3.4 Remarques

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

Discretisation du temps : 24 intervalles entre 0. et 1.2 secondes :

de t = 0.00	à t = 0.02	:	4 intervalles de 0.005	secondes.
de t = 0.02	à t = 0.05	:	3 intervalles de 0.01	secondes.
de t = 0.05	à t = 0.15	:	4 intervalles de 0.025	secondes.
de t = 0.15	à t = 0.4	:	5 intervalles de 0.05	secondes.
de t = 0.4	à t = 1.2	:	8 intervalles de 0.1	secondes.

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence	Tolérance
Point O				
N5 (0.,0.,0.)				
t = 0.1 s	1.05137	1.04934	-0.193	1%
t = 0.2 s	1.24768	1.24181	-0.471	1%
t = 0.3 s	1.45136	1.44378	-0.522	1%
t = 0.5 s	1.73684	1.72955	-0.420	1%
t = 0.7 s	1.88010	1.87516	-0.263	1%
t = 1.0 s	1.96406	1.96191	-0.110	1%
t = 1.2 s	1.98398	1.98282	-0.059	1%
Point H				
N1075 (0.5,0.8,1.0)				
t = 0.1 s	1.33579	1.32490	-0.816	1%
t = 0.2 s	1.61081	1.60337	-0.462	1%
t = 0.3 s	1.75959	1.75424	-0.304	1%
t = 0.5 s	1.90017	1.89718	-0.157	1%
t = 0.7 s	1.95657	1.95478	-0.091	1%
t = 1.0 s	1.98723	1.98646	-0.039	1%
t = 1.2 s	1.99433	1.99391	-0.021	1%

4.2 Paramètres d'exécution

Version : 5.03

Machine : SGI - ORIGIN 2000 - R12000

Encombrement mémoire : 8 mégamots

Temps CPU User : 16.36 secondes

5 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus sont satisfaisants. L'écart maximum obtenu (0.816%), est situé au point H placé à mi-distance entre la surface extérieure et le centre du parallélépipède. Au bout de 1.2s, cet écart diminue, le maximum obtenu est alors de 0.059% (point O: centre du parallélépipède).

Ce test a permis de tester en linéaire transitoire la modélisation 3D avec des mailles HEXA27.