TTLP303 - Transfert de chaleur dans une plaque orthotrope : températures imposées

Résumé :

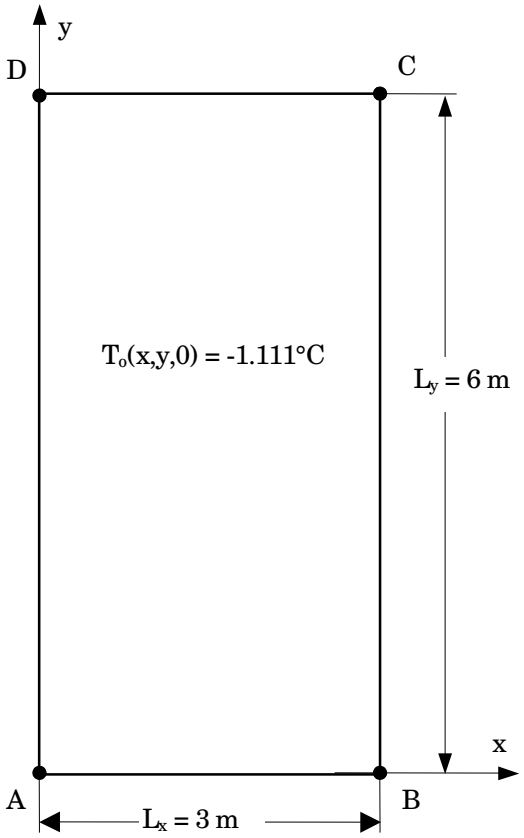
Ce test est issu de la validation indépendante de la version 3 en thermique.

Analyse :	Thermique transitoire linéaire
Problème :	2D plan
Fonctionnalités testées :	• élément thermique coque • élément thermique plan • matériau orthotrope • algorithme de thermique transitoire • conditions limites : températures imposées
Intérêt du test :	• matériau orthotrope • solution analytique
Nombre de modélisations :	• 1 modélisation coque • 1 modélisation plane

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



1.2 Propriétés du matériau

$\lambda_x = 1.319\, W/m°C$	conductivité thermique suivant l'axe x
$\lambda_y = 0.659\, W/m°C$	conductivité thermique suivant l'axe y
$\rho C = 1899.1\, J/m^3°C$	chaleur volumique

1.3 Conditions aux limites et chargements

Contour $ABCD$: $T = -17.778°C$

1.4 Conditions initiales

$T_0(t=0) = -1.111°C$

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

$$T(x,y,t)=\sum_{n=1}^{\infty}\sum_{j=1}^{\infty} A_n \sin\frac{n\pi x}{L_x}\sin\frac{j\pi y}{L_y}\exp\left[-\left(\frac{\lambda_x n^2\pi^2}{L_x^2}+\frac{\lambda_y j^2\pi^2}{L_y^2}\right)t/\rho c\right]$$

où $A_n=\left[\frac{4(T_i)}{\pi^2 jn}[(-1)^n-1][(-1)^j-1]-32\right]\frac{5}{9}$ $T_i=\frac{5}{9}T_0+32$

	Température en $°C$ à $t=4320\text{s}$					
3.0	-17.7778	-17.5742	-17.3905	-17.2448	-17.1515	-17.1189
2.7	-17.7778	-17.5764	-17.3948	-17.2507	-17.1581	-17.1262
2.4	-17.7778	-17.5832	-17.4077	-17.2684	-17.1790	-17.1482
2.1	-17.7778	-17.5945	-17.4291	-17.2979	-17.2137	-17.1847
1.8	-17.7778	-17.6102	-17.4590	-17.3391	-17.2620	-17.2355
1.5	-17.7778	-17.6302	-17.4970	-17.3914	-17.3235	-17.3002
1.2	-17.7778	-17.6542	-17.5426	-17.4541	-17.3973	-17.3777
0.9	-17.7778	-17.6816	-17.5949	-17.5261	-17.4819	-17.4667
0.6	-17.7778	-17.7120	-17.6526	-17.6056	-17.5753	-17.5649
0.3	-17.7778	-17.7444	-17.7142	-17.6903	-17.6749	-17.6696
0.0	-17.7778	-17.7778	-17.7778	-17.7778	-17.7778	-17.7778
$Y\uparrow$ $X\rightarrow$	0.0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5

Les valeurs de référence sont obtenues avec $n=j=1000$

2.2 Résultats de référence

$t=4320\text{s}(1.2\text{hr})$: température aux points suivants :

- en $x=0.6$: pour $y=0.6, 1.5, 2.4, 3.0$
- en $x=1.5$: pour $y=0.6, 1.5, 2.4, 3.0$

2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

2.4 Références bibliographiques

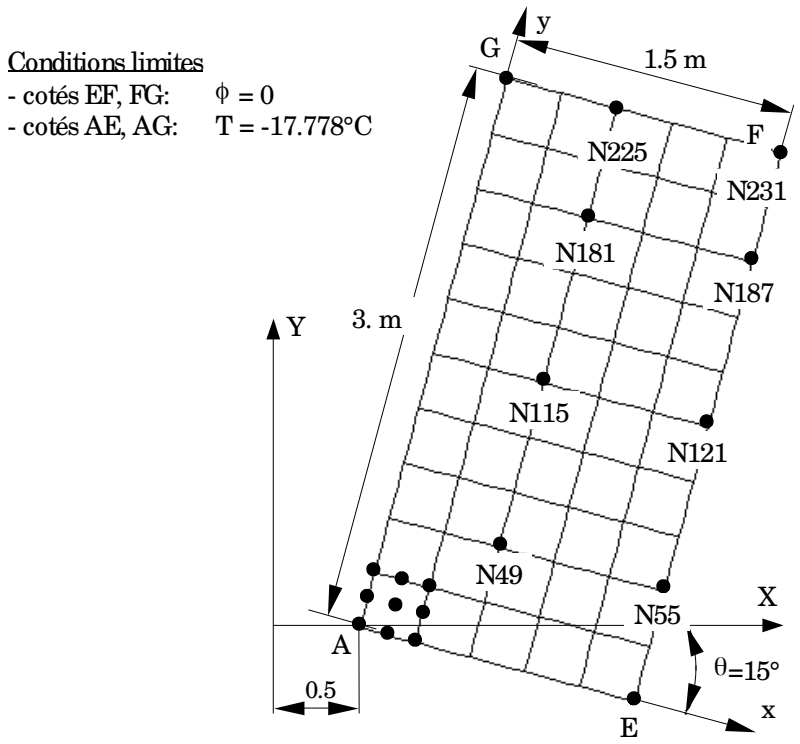
1. J.C. Bruch Jr., G. Zyroloski, 'Transient two-dimensional heat conduction problems solved by the finite element method', Int. J. num. Meth. Engng, vol 8, n°3, pp 481-494, 1974.

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

3 Modélisation C

3.1 Caractéristiques de la modélisation

PLAN (QUAD9)



3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds :	231
Nombre de mailles et types :	50 QUAD9

3.3 Remarques

La discrétisation en pas de temps est la suivante :

240 pas pour $[0., 4320.D0]$ soit $\Delta t = 18.D0$

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

4 Résultats de la modélisation C

4.1 Valeurs testées

			Écart relatif %		Écart Absolu	
Identification	**Référence**	***Aster***	**différence**	**tolérance**	**différence**	**tolérance**
Température en $°C$						
$x=0.6$						
$N49(y=0.6)$	-17.6526	-17.6515	-0.006	1%	0.001	0.05
$N115(y=1.5)$	-17.4970	-17.4942	-0.016	1%	0.003	0.05
$N181(y=2.4)$	-17.4077	-17.4040	-0.021	1%	0.004	0.05
$N225(y=3.0)$	-17.3905	-17.3867	-0.022	1%	0.004	0.05
$x=1.5$						
$T(y=0.6)$	-17.5649	-17.5627	-0.012	1%	0.002	0.05
$T(y=1.5)$	-17.3002	-17.2952	-0.029	1%	0.005	0.05
$T(y=2.4)$	-17.1482	-17.1418	-0.037	1%	0.006	0.06
$T(y=3.0)$	-17.1189	-17.1123	-0.039	1%	0.007	0.05

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

5 Synthèse des résultats

La modélisation PLAN, effectuée avec des mailles QUAD9, donne des résultats satisfaisants, l'écart maximum obtenu est de 0.039%.

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