

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

---

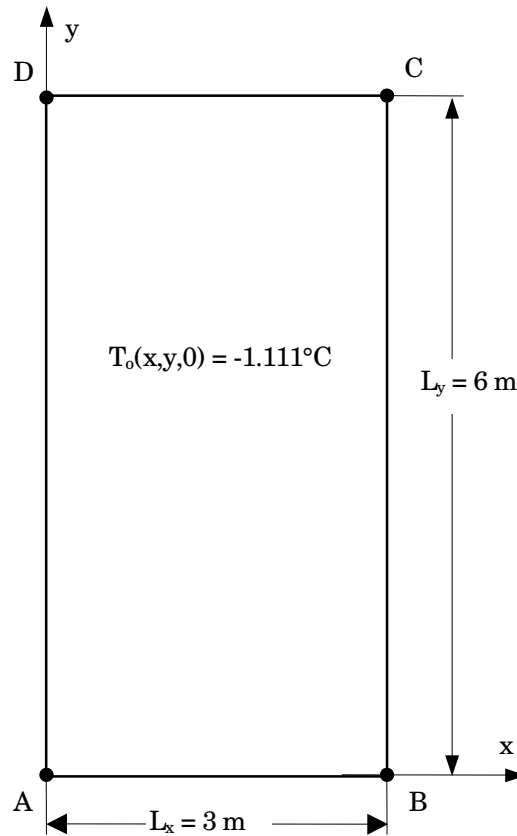
### Résumé :

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

Analyse :	Thermique transitoire linéaire
Problème :	2D plan
Fonctionnalités testées :	<ul style="list-style-type: none"><li>• élément thermique coque</li><li>• élément thermique plan</li><li>• matériau orthotrope</li><li>• algorithme de thermique transitoire</li><li>• conditions limites : températures imposées</li></ul>
Intérêt du test :	<ul style="list-style-type: none"><li>• matériau orthotrope</li><li>• solution analytique</li></ul>
Nombre de modélisations :	<ul style="list-style-type: none"><li>• 1 modélisation coque</li><li>• 1 modélisation plane</li></ul>

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie



### 1.2 Propriétés du matériau

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

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

Contour  $ABCD$  :  $T = -17.778^\circ\text{C}$

### 1.4 Conditions initiales

$$T_0(t=0) = -1.111^\circ\text{C}$$

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

Température en °C à t=4320s

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 ↑  
X →      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

$t = 4320s (1.2hr)$  : 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. Zyrolowski, '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.

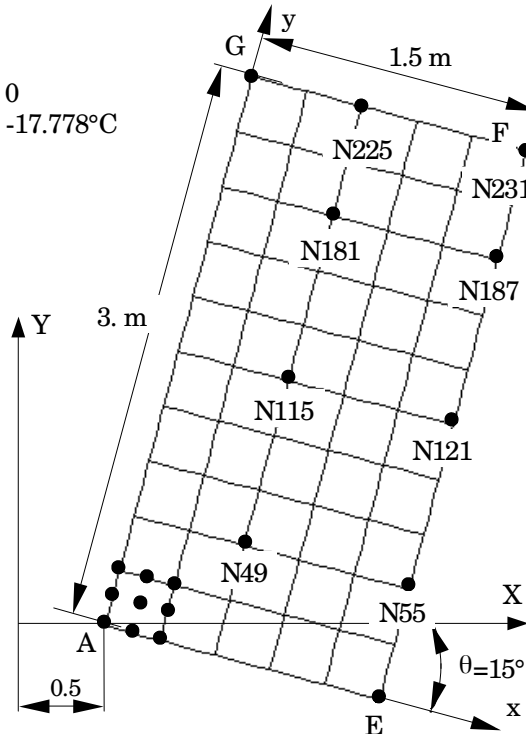
## 3 Modélisation C

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

#### PLAN (QUAD9)

##### Conditions limites

- cotés EF, FG:  $\phi = 0$
- cotés AE, AG:  $T = -17.778^\circ\text{C}$



### 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  $\Delta t = 18.D0$

## 4 Résultats de la modélisation C

### 4.1 Valeurs testées

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

## 5 Synthèse des résultats

---

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