

TTLL303 - Transfert thermique dans une barre avec génération de chaleur interne

Résumé :

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

Il s'agit d'un problème 2D plan représenté par une seule modélisation (plane).

Les fonctionnalités testées sont les suivantes :

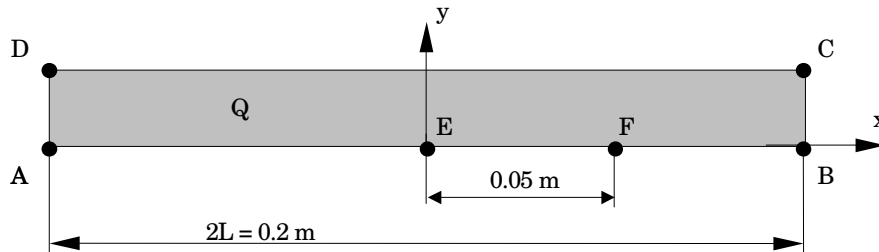
- élément thermique plan,
- algorithme de thermique transitoire,
- conditions limites : source de chaleur.

L'intérêt du test réside dans la prise en compte d'une source de chaleur.

Les résultats sont comparés à une solution analytique.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



1.2 Propriétés du matériau

$\lambda = 100 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ conductivité thermique
 $\rho C_p = 7000 \text{ J/m}^3^\circ\text{C}$ chaleur volumique

1.3 Conditions aux limites et chargements

- Source de chaleur interne $Q = 10^6 \text{ W/m}^3$,
- $[AB], [CD]$ $\varphi = 0$,
- $[BC], [DA]$ $T = 0^\circ\text{C}$.

1.4 Conditions initiales

$$T(t=0) = 0^\circ\text{C}$$

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

$$T = \frac{QL^2}{2\lambda} \left(1 - \left(\frac{x}{L} \right)^2 - \frac{32}{\pi} \sum_{i=0}^{\infty} \frac{(-1)^i}{(2i+1)^3} \cos \left(\frac{2i+1}{2L} \pi \right) \exp \left(\frac{-\lambda}{\rho c} \left(\frac{2i+1}{2L} \pi \right)^2 t \right) \right)$$

Les valeurs de référence sont obtenues avec $i=1000$.

2.2 Résultats de référence

Température aux points E et F aux instants $t=0.25$ et 0.5 s

2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

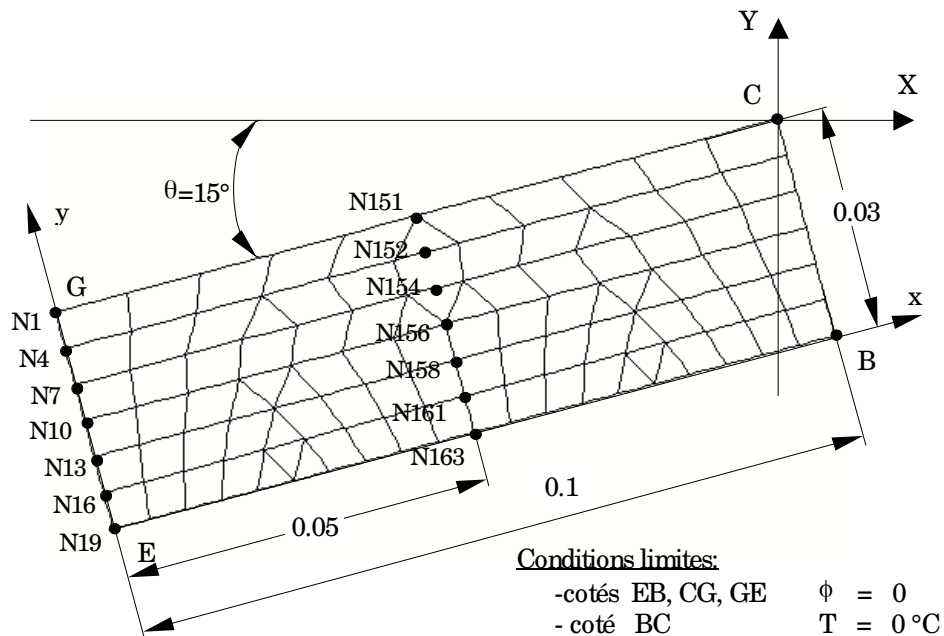
2.4 Références bibliographiques

- B.M. Nicolaï, J. de Baerdemaeker, "Computation of heat conduction in materials with random variable thermophysical properties", Int. J. num. Meth. Engng, vol 36, pp 523-536, 1993.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

PLAN (TRIA6, QUAD8)



3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 314
 Nombre de mailles et types : 97 (20 TRIA6, 77QUAD8)

3.3 Remarques

La discrétisation en pas de temps est la suivante :
 50 pas pour $[0., 0.50]$ soit $\Delta t = 1.D-2$

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

| Identification | Référence | Aster | Ecart relatif % | | Ecart Absolu | |
|--------------------|-----------|-------|-----------------|-----------|--------------|-----------|
| | | | différence | tolérance | différence | tolérance |
| Températures (°C) | | | | | | |
| $x=0, t=0.25 s$ | | | | | | |
| N1 | 28.62 | 28.58 | -0.145 | 1,00% | -0.042 | 0.05 |
| N4 | 28.62 | 28.58 | -0.145 | 1% | -0.042 | 0.05 |
| N7 | 28.62 | 28.58 | -0.145 | 1% | -0.042 | 0.05 |
| N10 | 28.62 | 28.58 | -0.145 | 1% | -0.042 | 0.05 |
| N13 | 28.62 | 28.58 | -0.145 | 1% | -0.042 | 0.05 |
| N16 | 28.62 | 28.58 | -0.145 | 1% | -0.042 | 0.05 |
| N19 | 28.62 | 28.58 | -0.145 | 1% | -0.042 | 0.05 |
| $x=0.05, t=0.25 s$ | | | | | | |
| N151 | 22.38 | 22.35 | -0.127 | 1% | -0.028 | 0.05 |
| N152 | 22.38 | 22.35 | -0.127 | 1% | -0.028 | 0.05 |
| N154 | 22.38 | 22.35 | -0.127 | 1% | -0.028 | 0.05 |
| N156 | 22.38 | 22.35 | -0.127 | 1% | -0.028 | 0.05 |
| N158 | 22.38 | 22.35 | -0.127 | 1% | -0.028 | 0.05 |
| N161 | 22.38 | 22.35 | -0.127 | 1% | -0.028 | 0.05 |
| N163 | 22.38 | 22.35 | -0.127 | 1% | -0.028 | 0.05 |
| $x=0, t=0.50 s$ | | | | | | |
| N1 | 41.14 | 41.11 | -0.081 | 1% | -0.033 | 0.05 |
| N4 | 41.14 | 41.11 | -0.080 | 1% | -0.033 | 0.05 |
| N7 | 41.14 | 41.11 | -0.081 | 1% | -0.033 | 0.05 |
| N10 | 41.14 | 41.11 | -0.081 | 1% | -0.033 | 0.05 |
| N13 | 41.14 | 41.11 | -0.081 | 1% | -0.033 | 0.05 |
| N16 | 41.14 | 41.11 | -0.081 | 1% | -0.033 | 0.05 |
| N19 | 41.14 | 41.11 | -0.081 | 1% | -0.033 | 0.05 |
| $x=0.05, t=0.50s$ | | | | | | |
| N151 | 31.24 | 31.21 | -0.091 | 1% | -0.029 | 0.05 |
| N152 | 31.24 | 31.21 | -0.091 | 1% | -0.029 | 0.05 |
| N154 | 31.24 | 31.21 | -0.091 | 1% | -0.029 | 0.05 |
| N156 | 31.24 | 31.21 | -0.091 | 1% | -0.029 | 0.05 |
| N158 | 31.24 | 31.21 | -0.091 | 1% | -0.029 | 0.05 |
| N161 | 31.24 | 31.21 | -0.091 | 1% | -0.029 | 0.05 |
| N163 | 31.24 | 31.21 | -0.091 | 1% | -0.029 | 0.05 |

5 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus sont satisfaisants, l'écart maximum est de -0.15% .

Les points d'observations, situés à $x=0.05$ et appartenant à des mailles de types différents, ont le même résultat.

Ce test a permis de tester en transitoire linéaire (modélisation `PLAN`), la commande `AFFE_CHAR_THER_F` avec l'opérande `SOURCE`.