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.

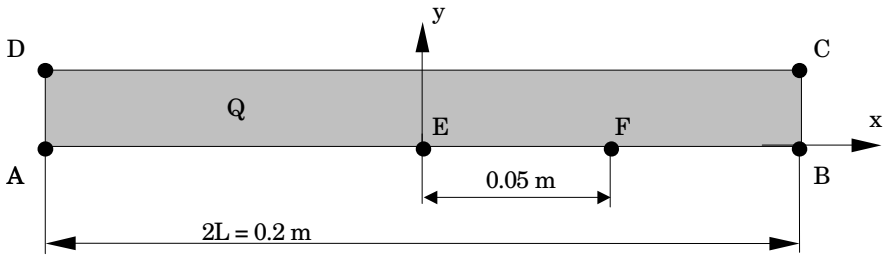
L'intérêt du test réside dans la prise en compte d'une source de chaleur.

Les résultats sont comparés à une solution analytique.

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

$\lambda = 100\, W/m°C$ conductivité thermique

$\rho C_p = 7000\, j/m^3 °C$ chaleur volumique

1.3 Conditions aux limites et chargements

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

1.4 Conditions initiales

$T(t=0) = 0°C$

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

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

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

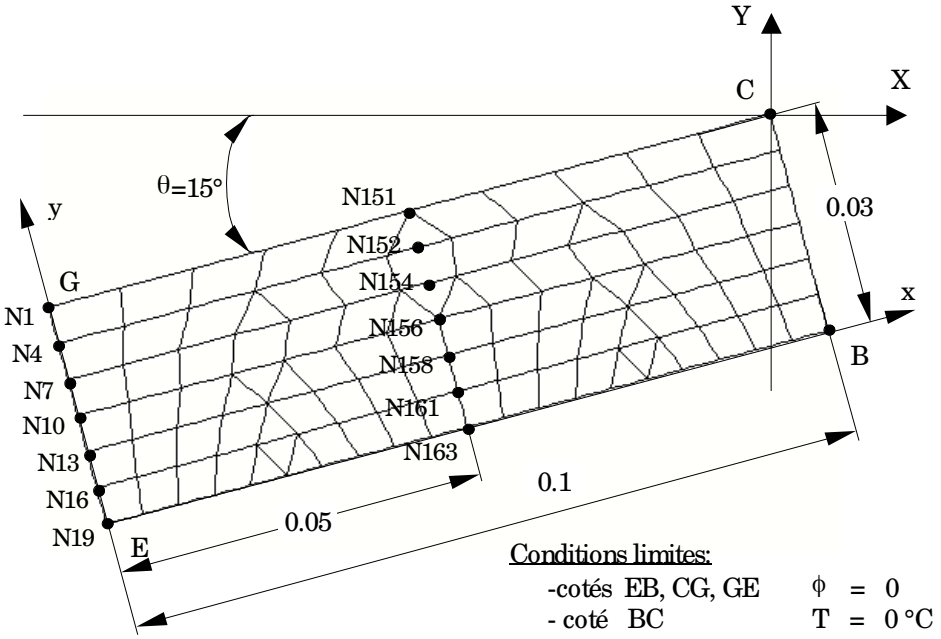
- B.M. Nicolaï, J. de Baerdemaeker, "Computation of heat conduction in materials with random variable thermophysical properties" , Int. J. num. Meth. Engng, vol 36, pp 523-536, 1993.

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

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 $\Delta t = 1.\mathrm{D}-2$

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

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

			Ecart relatif %		Ecart Absolu	
Identification	**Référence**	***Aster***	**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
$x=0.05$, $t=0.50$s						
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

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

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.

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