

TTLP301 - Transfert de chaleur dans une plaque perforée

Résumé :

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

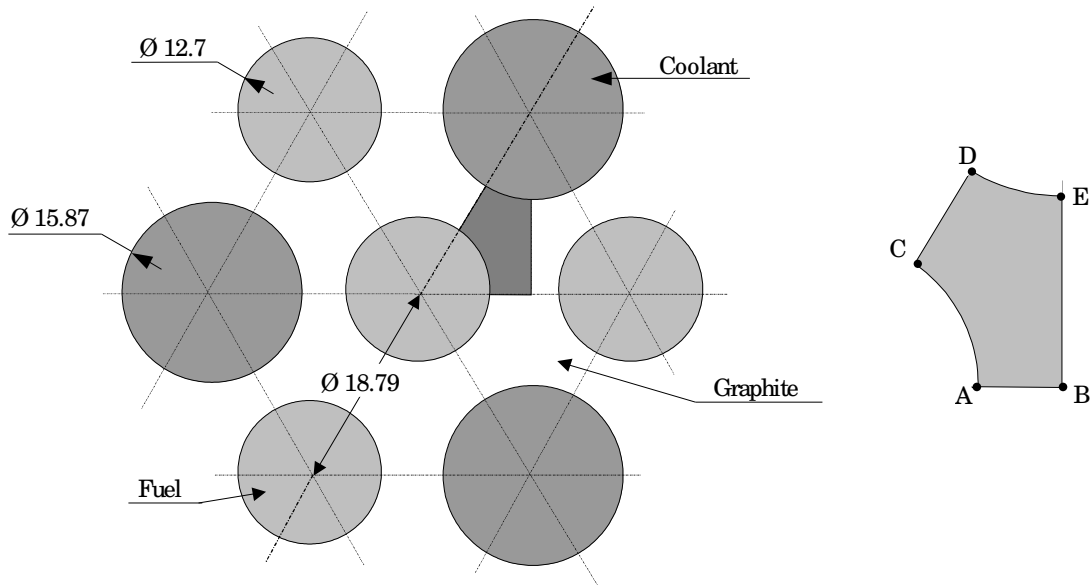
Il s'agit d'un problème 2D plan représenté par deux modélisations, l'une plane, l'autre volumique.

Les fonctionnalités testées sont les suivantes :

- élément thermique plan,
- élément thermique volumique,
- algorithme de thermique transitoire,
- conditions aux limites d'échange et de flux.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



1.2 Propriétés du matériau

$\lambda = 0.1 \text{ W/cm}^\circ\text{C}$ Conductivité thermique
 $\rho C_p = 1.0 \text{ J/cm}^3^\circ\text{C}$ Chaleur volumique

1.3 Conditions aux limites et chargements

- $[ED]$ Coefficient de convection $h = 1 \text{ W/cm}^2^\circ\text{C}$ $T_{ext} = 0^\circ\text{C}$,
- $[AC]$ Densité de flux $q = 1 \text{ W/cm}^2$,
- $[AB], [BE], [DC]$ $\varphi = 0$.

1.4 Conditions initiales

$$T(t=0) = 0$$

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

La solution de référence est une solution numérique obtenue par la méthode des éléments finis. Cette solution est basée sur un maillage triangulaire linéaire présenté ci-dessous. Les calculs ont été effectués en considérant un incrément de temps $\Delta t = 0.01 \text{ s}$

2.2 Résultats de référence

Température au point C pour $t = 0.1, 0.2, \dots, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2 \text{ s}$

2.3 Références bibliographiques

- J. Donea, "On the accuracy of finite element solutions to the transient heat-conduction equation", Int. J. num. Meth. Engng, vol 8, n°1, pp 103-110, 1974

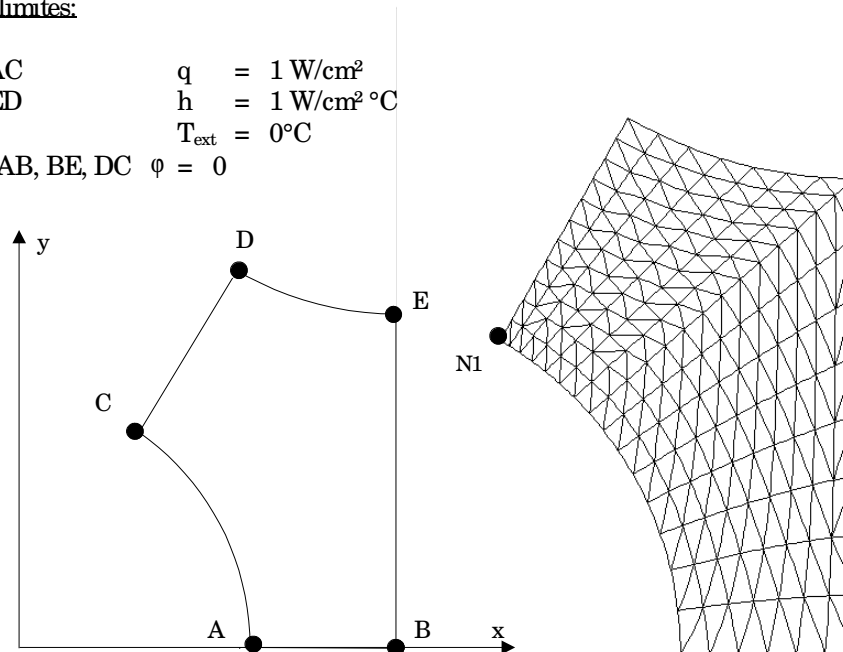
3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

PLAN (TRIA6)

Conditions limites:

- coté AC $q = 1 \text{ W/cm}^2$
- coté ED $h = 1 \text{ W/cm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
- $T_{\text{ext}} = 0^\circ\text{C}$
- cotés AB, BE, DC $\varphi = 0$



3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 718
Nombre de mailles et types : TRIA6 : 335 (SEG3 : 22)

3.3 Remarques

Condition limite, Flux $\varphi=0$, non modélisée (implicite).

La discrétisation en pas de temps est la suivante :

10 pas	pour $[0., 0.2]$	soit $\Delta t = 2.D - 2$
10 pas	pour $[0.2, 12.]$	soit $\Delta t = 1.D - 1$

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

Identification		Référence	Aster	% différence	Tolérance
Noeud Temps (s)		$T(^{\circ}C)$	$T(^{\circ}C)$		
n1	0.1	1.045	1.0664	2.05%	2%
"	0.2	1.447	1.4515	0.31%	2%
"	0.3	1.742	1.7480	0.35%	2%
"	0.4	1.982	1.9847	0.14%	2%
"	0.5	2.189	2.1929	0.18%	2%
"	0.6	2.373	2.3757	0.11%	2%
"	0.7	2.541	2.5451	0.16%	2%
"	0.8	2.698	2.7010	0.11%	2%
"	0.9	2.846	2.8491	0.11%	2%
"	1.0	2.986	2.9889	0.10%	2%
"	1.1	3.120	3.1232	0.10%	2%
"	1.2	3.248	3.2517	0.11%	2%

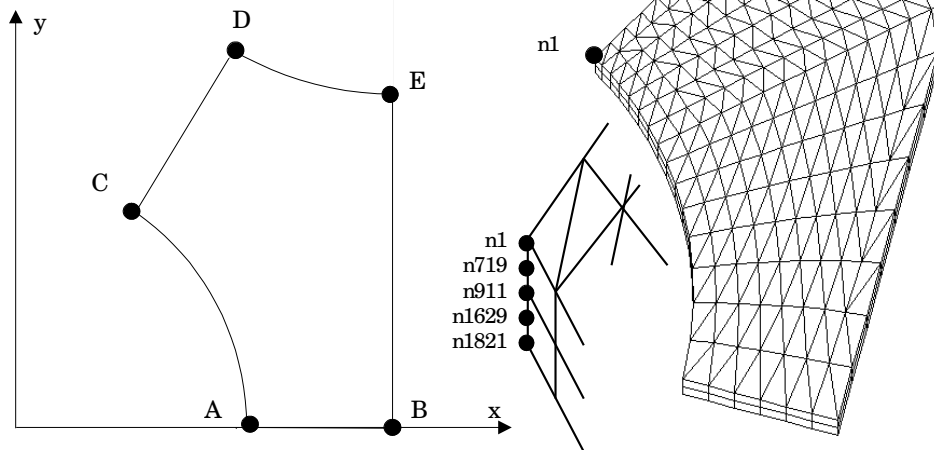
5 Modélisation B

5.1 Caractéristiques de la modélisation

3D (PENTA15)

Conditions limites:

- coté AC $q = 1 \text{ W/cm}^2$
- coté ED $h = 1 \text{ W/cm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
- $T_{\text{ext}} = 0^\circ\text{C}$
- cotés AB, BE, DC $\varphi = 0$



5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 2538
Nombre de mailles et types : PENTA15 : 670 (QUAD8 : 44)

5.3 Remarques

Condition limite $\varphi=0$, implicite : non modélisée.

La discrétisation en pas de temps est la suivante :

10 pas	pour $[0., 0.2]$	soit $\Delta t = 2.D - 2$
10 pas	pour $[0.2, 12.]$	soit $\Delta t = 1.D - 1$

6 Résultats de la modélisation B

6.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence	Tolérance
Noeud Temps (s)	T (°C)	T(°C)		
n1 0.1	1.045	1.0665	2.05%	2%
" 0.2	1.447	1.4514	0.30%	2%
" 0.3	1.742	1.7480	0.35%	2%
" 0.4	1.982	1.9847	0.14%	2%
" 0.5	2.189	2.1929	0.18%	2%
" 0.6	2.373	2.3757	0.11%	2%
" 0.7	2.541	2.5451	0.16%	2%
" 0.8	2.698	2.7010	0.11%	2%
" 0.9	2.846	2.8491	0.11%	2%
" 1.0	2.986	2.9889	0.10%	2%
" 1.1	3.120	3.1232	0.10%	2%
" 1.2	3.248	3.2517	0.11%	2%

6.2 Remarques

Différence entre les valeurs aux nœuds *n1, n719, n911, n1629, n1821* de l'ordre de $1.e-8$.

7 Synthèse des résultats

Les deux modélisations donnent des résultats dont une seule valeur dépasse la tolérance fixée initialement. L'écart maximum est égal à 2.05%, et est donc peu supérieur à la tolérance fixée (2%). il se situe sur la plus petite valeur de température et pour l'instant t le plus faible (démarrage du problème).

Les deux modélisations, PLAN (TRIA6) et 3D (PENTA15) donne les mêmes résultats, ce qui est normal puisque le maillage et le degré d'interpolation sont identiques.

Un maillage plus fin dans la zone du nœud NI devrait améliorer la qualité des résultats qui sont considérés comme acceptables compte tenu des modélisations effectuées.