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.

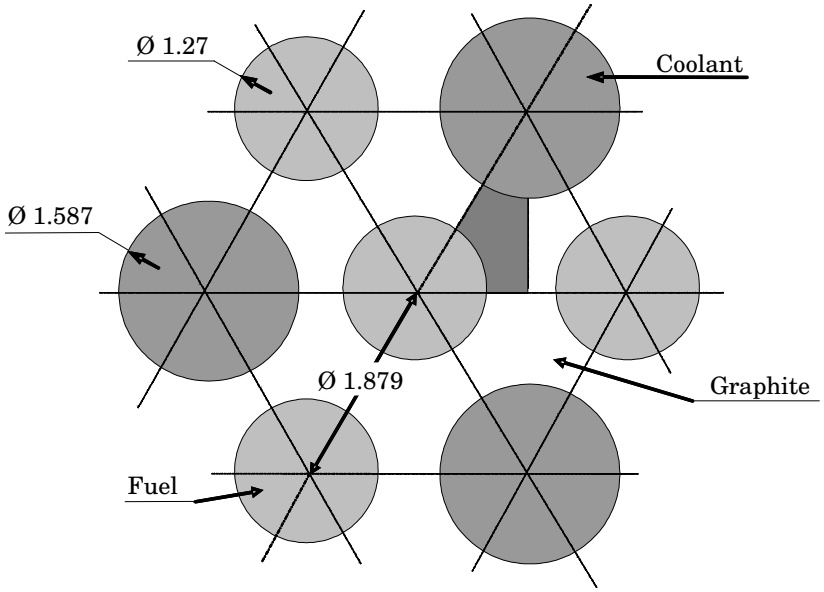
Il s'agit d'un problème 2D plan représenté par deux modélisations, l'une plane, l'autre volumique.

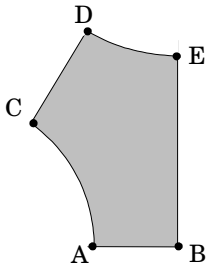
Les fonctionnalités testées sont les suivantes :
- élément thermique plan,
- élément thermique volumique,
- algorithme de thermique transitoire,
- conditions aux limites d'échange et de flux.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie





L'unité du maillage est le centimètre.

1.2 Propriétés du matériau

$\lambda = 0.1\ W/cm°C$ Conductivité thermique

$\rho C_P = 1.0\ J/cm^3°C$ Chaleur volumique

1.3 Conditions aux limites et chargements

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

1.4 Conditions initiales

$T(t=0) = 0$

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

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 dans la référence [1]. Les calculs ont été effectués en considérant un incrément de temps $\Delta t = 0.01\ s$.

2.2 Grandeurs et résultats de référence

Température au point C pour $t = 0.1\ ,\ 0.2\ ,\ ...\ ,\ 0.9\ ,\ 1.0\ ,\ 1.1\ ,\ 1.2\ s$.

2.3 Références bibliographiques

[1] 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.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Dans la modélisation A, la structure est modélisée par des éléments PLAN.

3.2 Caractéristiques du maillage

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

3.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Précision
Point C - Instant 0.1	'SOURCE_EXTERNE'	1.045 $T(°C)$	3 %
Point C - Instant 0.2	'SOURCE_EXTERNE'	1.447 $T(°C)$	2 %
Point C - Instant 0.3	'SOURCE_EXTERNE'	1.742 $T(°C)$	2 %
Point C - Instant 0.4	'SOURCE_EXTERNE'	1.982 $T(°C)$	2 %
Point C - Instant 0.5	'SOURCE_EXTERNE'	2.189 $T(°C)$	2 %
Point C - Instant 0.6	'SOURCE_EXTERNE'	2.373 $T(°C)$	2 %
Point C - Instant 0.7	'SOURCE_EXTERNE'	2.541 $T(°C)$	2 %
Point C - Instant 0.8	'SOURCE_EXTERNE'	2.698 $T(°C)$	2 %
Point C - Instant 0.9	'SOURCE_EXTERNE'	2.846 $T(°C)$	2 %
Point C - Instant 1.0	'SOURCE_EXTERNE'	2.986 $T(°C)$	2 %
Point C - Instant 1.1	'SOURCE_EXTERNE'	3.120 $T(°C)$	2 %
Point C - Instant 1.2	'SOURCE_EXTERNE'	3.248 $T(°C)$	2 %

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

Dans la modélisation B, la structure est modélisée par des éléments 3D.

4.2 Caractéristiques du maillage

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

4.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Précision
Point C - Instant 0.1	'SOURCE_EXTERNE'	1.045 $T(°C)$	3 %
Point C - Instant 0.2	'SOURCE_EXTERNE'	1.447 $T(°C)$	2 %
Point C - Instant 0.3	'SOURCE_EXTERNE'	1.742 $T(°C)$	2 %
Point C - Instant 0.4	'SOURCE_EXTERNE'	1.982 $T(°C)$	2 %
Point C - Instant 0.5	'SOURCE_EXTERNE'	2.189 $T(°C)$	2 %
Point C - Instant 0.6	'SOURCE_EXTERNE'	2.373 $T(°C)$	2 %
Point C - Instant 0.7	'SOURCE_EXTERNE'	2.541 $T(°C)$	2 %
Point C - Instant 0.8	'SOURCE_EXTERNE'	2.698 $T(°C)$	2 %
Point C - Instant 0.9	'SOURCE_EXTERNE'	2.846 $T(°C)$	2 %
Point C - Instant 1.0	'SOURCE_EXTERNE'	2.986 $T(°C)$	2 %
Point C - Instant 1.1	'SOURCE_EXTERNE'	3.120 $T(°C)$	2 %
Point C - Instant 1.2	'SOURCE_EXTERNE'	3.248 $T(°C)$	2 %

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

5 Synthèse des résultats

Les deux modélisations donnent des résultats en bon accord avec la solution de référence, avec un écart relatif inférieur à 2 % sauf localement sur la plus petite valeur de température et pour l'instant t le plus faible (démarrage du problème).

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

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