TTLP302 - Transfert thermique dans un domaine Plan avec singularité géométrique

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 deux modélisations, l'une plane, l'autre volumique.

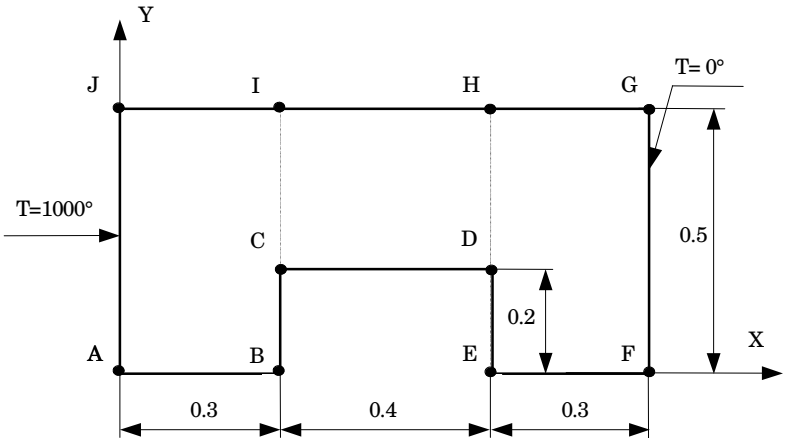
Les fonctionnalités testées sont les suivantes :
- élément thermique plan,
- élément thermique volumique,
- algorithme de thermique transitoire,
- singularité géométrique,
- conditions limites : température imposée.

L'intérêt du test, en plus du fait que c'est un cas industriel, réside dans la prise en compte d'une singularité géométrique en analyse thermique transitoire.

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

$\lambda = 1. W/m°C$ Conductivité thermique

$\rho C_P = 1. J/m3°C$ Chaleur volumique

1.3 Conditions aux limites et chargements

- $[AJ]$ température imposée $T = 1000°C$,
- $[FG]$ température imposée $T = 0°C$,
- autres cotés $\varphi = 0.$

1.4 Conditions initiales

$$T(x, y, 0) = erfc\left(\frac{x}{2\sqrt{t}}\right) \quad \text{pour } t = 0.0005\, s$$

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 [bib2] citée dans la référence [bib1]. Cette solution est basée sur un maillage de 168 éléments carrés de $0.05\mathrm{m}$ de coté, avec 200 pas de temps ($\Delta t = 0.0005\, s$).

2.2 Résultats de référence

Température aux points $B\,C\,D\,E\,H$ et I à l'instant $t = 0.1\mathrm{s}$

2.3 Incertitude sur la solution

Inconnue.

2.4 Références bibliographiques

- J.C. Bruch Jr., G. Zyroloski, '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.
- G.E. Bell, " A method for treating boundary singularities in time-dependant problems" TR/8, Dept. of Math., Brunel Univ. Uxbridge, Middlesex, 19 pp.,1972.

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

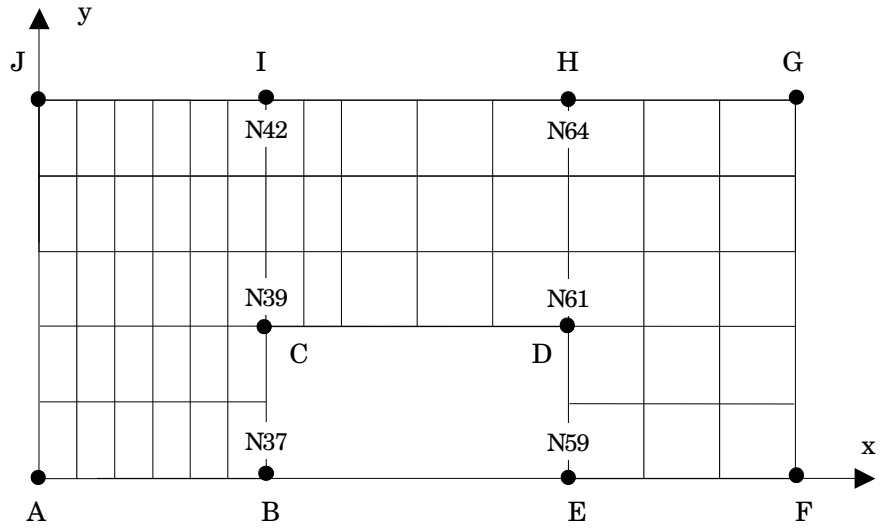
3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

PLAN (QUAD4)

Conditions limites:

- coté AJ: T = 1000°C
- coté FG: T = 0°C
- cotés AB, BC, CD, DE, EF, GJ $\phi = 0$



3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 82
Nombre de mailles et types : 60 QUAD4

3.3 Remarques

La discrétisation en pas de temps est la suivante :

10 pas	pour $[0., 1.D-4]$	soit	$\Delta t = 1.D-5$
9 pas	pour $[1.D-4, 1.D-3]$	soit	$\Delta t = 1.D-4$
9 pas	pour $[1.D-3, 1.D-2]$	soit	$\Delta t = 1.D-3$
9 pas	pour $[1.D-2, 1.D-1]$	soit	$\Delta t = 1.D-2$

3.4 Grandeurs testées et résultats

Identification	Type de Référence	Référence	Tolérance
Température $(°C)$			
$t = 0.1\ s$			
Points			
$B(N37)$	SOURCE_EXTERNE	787.	2%
$C(N39)$	SOURCE_EXTERNE	634.	2%
$D(N61)$	SOURCE_EXTERNE	86.	2%
$E(N59)$	SOURCE_EXTERNE	28.	2%
$H(N64)$	SOURCE_EXTERNE	119.	2%
$I(N42)$	SOURCE_EXTERNE	538.	2%

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

4 Synthèse des résultats

La modélisation effectuée (PLAN avec des mailles QUAD4) donne des résultats satisfaisants. L'écart maximum est de -0.73% , et il se situe sur la plus petite valeur de référence.

La prise en compte de la condition initiale de type $erfc\left(\frac{x}{2\sqrt{t}}\right)$ a été effectuée correctement. Elle a nécessité l'utilisation de la commande CREA_CHAMP permettant de définir un champ de température initial en chacun des nœuds du modèle.

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