

Manuel de Validation**Fascicule V4.23 : Thermique transitoire des systèmes plans
Document V4.23.302**

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.

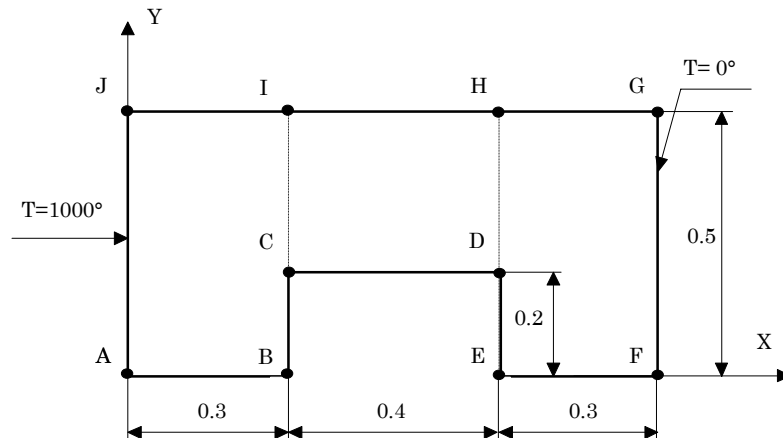
Les fonctionnalités testées sont les suivantes :

- 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.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



1.2 Propriétés du matériau

λ = 1. W/m°C Conductivité thermique
 ρC_p = 1. J/m³ °C Chaleur volumique

1.3 Conditions aux limites et chargements

- [AJ] température imposée $T = 1000^\circ\text{C}$,
- [FG] température imposée $T = 0^\circ\text{C}$,
- autres cotés $\varphi = 0$.

1.4 Conditions initiales

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

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 0.05m. 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 $t = 0.1$ s

2.3 Incertitude sur la solution

Inconnue.

2.4 Références bibliographiques

- [1] J.C. Bruch Jr., G. Zyrolski, '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.
- [2] 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.

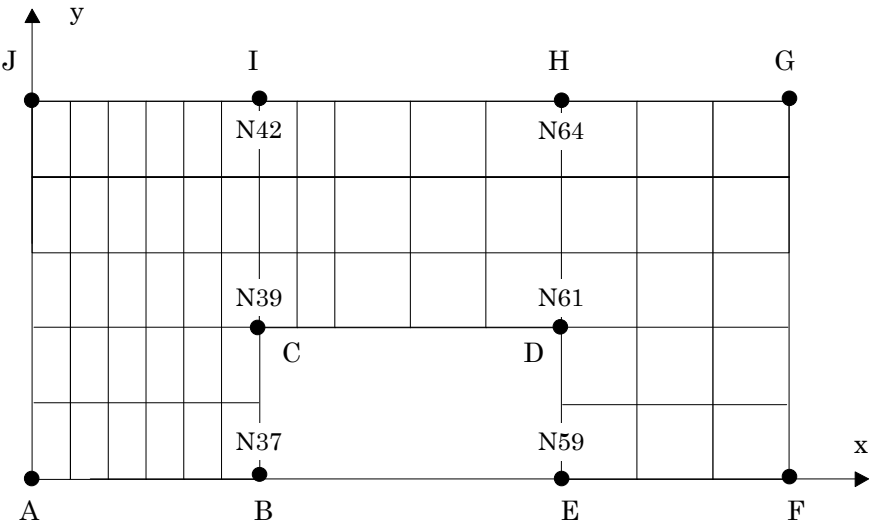
3Modélisation A

3.1Caractéristiques de la modélisation

PLAN (QUAD4)

Conditions limites:

- coté AJ: $T = 1000^{\circ}\text{C}$
- coté FG: $T = 0^{\circ}\text{C}$
- cotés AB, BC, CD, DE, EF, GJ $\varphi = 0$



3.2Caractéristiques du maillage

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

3.3Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_MODELE	THERMIQUE	PLAN	TOUT
AFFE_CHAR_THER_F	TEMP_IMPO		
AFFE_CHAM_NO	GRANDEUR	'TEMP_R'	
THER_LINEAIRE	AFFE	NOEUD	
	TEMP_INIT	CHAM_NO	
RECU_CHAMP	LIST_INST		
	INST		

3.4Remarques

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 $\Delta t = 1.D-2$

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	% différence	Tolérance
Température (°C)				
t = 0.1 s				
Points				
B (N37)	787.	785.35	-0.210	2%
C (N39)	634.	631.74	-0.357	2%
D (N61)	86.	85.40	-0.696	2%
E (N59)	28.	27.80	-0.730	2%
H (N64)	119.	118.84	-0.136	2%
I (N42)	538.	536.97	-0.192	2%

4.2 Paramètres d'exécution

Version : 5.03

Machine : SGI - ORIGIN 2000 - R12000

Encombrement mémoire : 8 mégamots

Temps CPU User : 3.28 secondes

5 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 $\text{erfc}(x/(2\sqrt{t}))$ a été effectuée correctement. Elle a nécessité l'utilisation de la commande `AFFE_CHAM_NO` permettant de définir un champ de température initial en chacun des nœuds du modèle.