TTLP300 - Transfert thermique dans une barre métallique orthotrope

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,
- matériau orthotrope,
- algorithme de thermique transitoire,
- condition limite : convection.

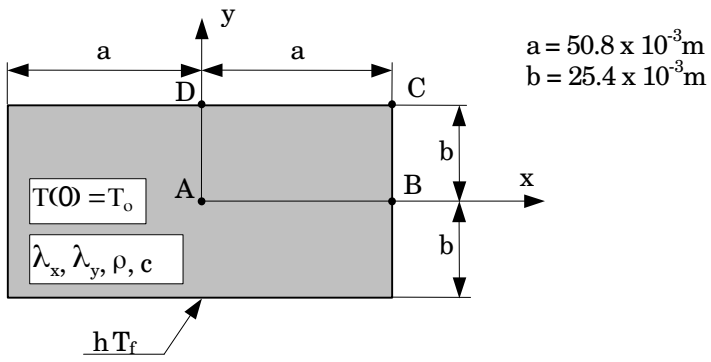
L'intérêt du test réside dans la prise en compte d'un matériau orthotrope.

Les résultats sont comparés avec une solution basée sur une estimation graphique.

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

$\lambda_x = 34.614\, W/m°C$	conductivité thermique suivant l'axe x
$\lambda_y = 6.237\, W/m°C$	conductivité thermique suivant l'axe y
$C_P = 37.719\, J/kg.°C$	chaleur spécifique
$\rho = 6407.38\, kg/m^3$	masse volumique

1.3 Conditions aux limites et chargements

Convection :

- $h = 1362.71\, W/m^2°C$,
- $T_f = 37.78°C$.

1.4 Conditions initiales

$T(x, y, t=0) = 260°C$

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

La solution de référence originale donnée dans le livre [bib1] est basée sur une estimation graphique. Cette référence est citée dans le manuel de vérification d'ANSYS [bib2]

2.2 Résultats de référence

Température aux points $A\,B\,C\,D$ à l'instant $t=3\text{s}$

2.3 Incertitude sur la solution

Inconnue, il n'a pas été possible de se procurer la référence originale (livre ancien, plus édité).

2.4 Références bibliographiques

- Schneider, P.J., " Conduction Heat Transfer ", Addison-Wesley Publishing Co., Inc. Reading, Mass., 2nd Printing, 1957.
- ANSYS : "Verification manual", 1 st edition, June 1, 1976

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

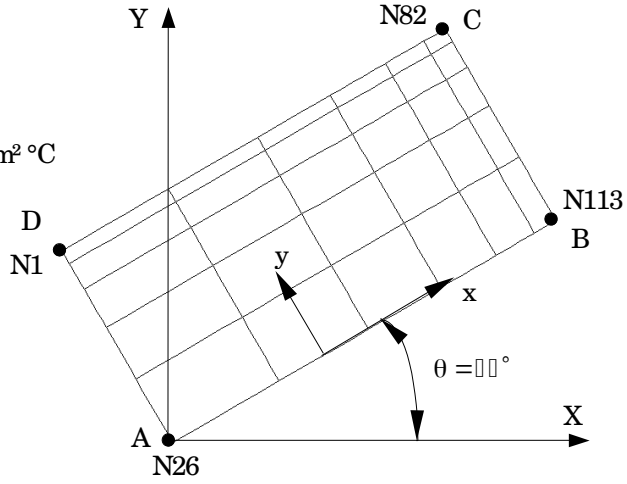
3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

PLAN (QUAD8)

Conditions limites:

- cotés AB et DA: $\phi = 0$
- cotés BC et CD: $T_{ext} = 37.78$ °C
  $h = 1362.71$ w/m² °C



3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds :	113
Nombre de mailles et types :	30 QUAD8

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 $\Delta t = 1.D-2$
9 pas	pour $[1.D-1, 1.D0]$	soit $\Delta t = 1.D-1$
20 pas	pour $[1.D0, 3.D0]$	soit $\Delta t = 1.D-1$

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

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

Identification	Référence	*Aster*	% différence	Tolérance
instant $t=3\ s$				
Points	$T(°C)$			
$A(N26)$	237.50	238.95	0.611	5%
$B(N113)$	137.22	140.71	2.541	5%
$C(N82)$	65.98	66.19	0.318	5%
$D(N1)$	94.44	93.30	-1.206	5%

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 2.5% inférieur à la tolérance fixée initialement (5%) (la solution de référence est obtenue graphiquement).

Ce test a permis de tester en transitoire linéaire, modélisation PLAN, les commandes :

- DEFI_MATERIAU associé au mot clé THER_ORTH, permettant de définir les caractéristiques d'un matériau orthotrope,
- AFFE_CARA_ELEM associé au mot clé MASSIF, permettant de définir les axes d'orthotropie.

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