TTLL301 - Transfert thermique dans une barre avec température imposée (sinusoïde)

Résumé :

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

Il s'agit d'un problème 1D linéique représenté par deux modélisations, l'une plane, l'autre volumique.

Les fonctionnalités testées sont les suivantes :
1. élément thermique plan,
2. élément thermique volumique,
3. algorithme de thermique transitoire,
4. conditions limites : variation sinusoïdale de la température imposée au cours du temps.

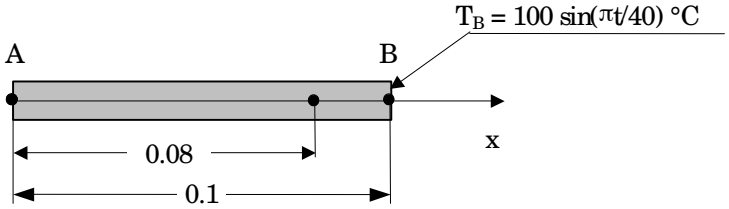
L'intérêt du test réside dans la prise en compte de la variation de la température imposée au cours du temps et de la discrétisation géométrique.

Les résultats sont comparés à ceux fournis par NAFEMS.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Dimensions en mètres

1.2 Propriétés du matériau

$\lambda = 35\, W/m°C$ conductivité thermique
$C_p = 440.5\, J/kg°C$ chaleur spécifique
$\rho = 7200\, kg/m^3$ masse volumique

1.3 Conditions aux limites et chargements

- température imposée au point A : $T_A = 0°C$,
- température imposée au point B : $T_B = 100 \sin(\pi t/40)°C$.

1.4 Conditions initiales

$t = 0$: $T(x) = 0°C$

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 est celle donnée dans la fiche "TEST n° T3" des tests de référence publiés par NAFEMS.

2.2 Résultats de référence

Température au point $x=0.08$ à l'instant $t=32\,s$

2.3 Incertitude sur la solution

Non disponible sur la fiche NAFEMS.

2.4 Références bibliographiques

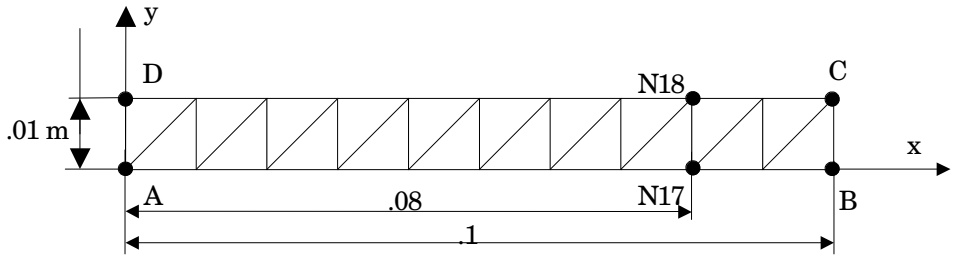
1. NAFEMS (the National Agency for Finite Element Methods and Standard (UK)) : "The standard NAFEMS Benchmarks", TNSB rév 3, October 1990.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

PLAN (TRIA3)



Conditions limites:

- cotés AB CD $\phi = 0$
- coté AD $T = 0\ °C$
- coté BC $T = 100 \sin(\pi t/40)\ °C$

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 22
Nombre de mailles et types : 10 TRIA3

3.3 Remarques

La discrétisation en pas de temps est la suivante :

5	pas pour	$[0.,1.0D+0]$	soit	$\Delta t = 2.D-1$
18	pas pour	$[1.D+0,1.0D+1]$	soit	$\Delta t = 5.D-1$
20	pas pour	$[1.D+1,2.0D+1]$	soit	$\Delta t = 5.D-1$
20	pas pour	$[2.D+1,3.0D+1]$	soit	$\Delta t = 5.D-1$
10	pas pour	$[3.D+1,3.5D+1]$	soit	$\Delta t = 5.D-1$

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

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

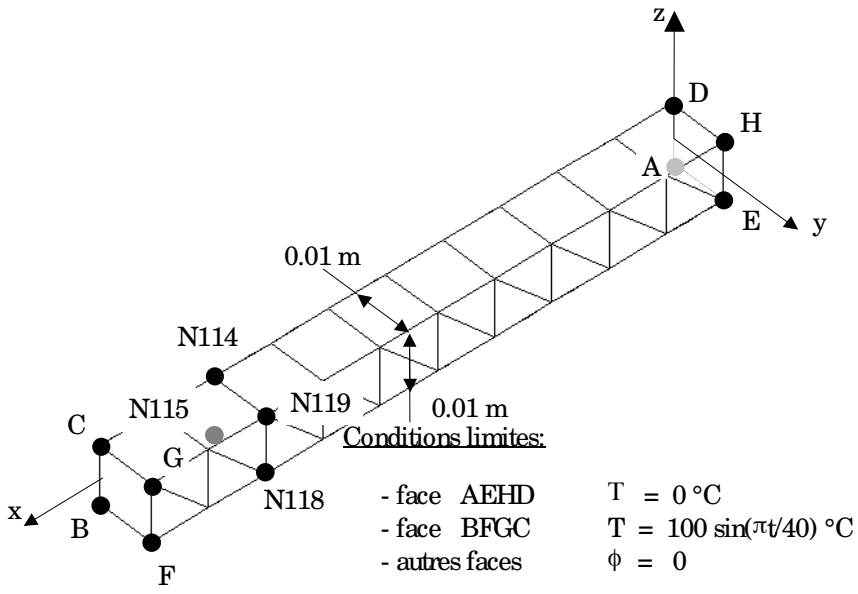
Identification	Référence	% différence	Tolérance
Température au point : $x=0.08\,m$ à $t=32\,s$	$T(°C)$		
N17	36.60	3.480	2%
N18	36.60	1.036	2%

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

5 Modélisation B

5.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation: 3D (PENTA15)



5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 148
Nombre de mailles et types : 20 PENTA15

5.3 Remarques

La discrétisation en pas de temps est la suivante:

5	pas pour	$[0.,1.0D+0]$	soit	$\Delta t=2.D-1$
18	pas pour	$[1.D+0,1.0D+1]$	soit	$\Delta t=5.D-1$
20	pas pour	$[1.D+1,2.0D+1]$	soit	$\Delta t=5.D-1$
20	pas pour	$[2.D+1,3.0D+1]$	soit	$\Delta t=5.D-1$
10	pas pour	$[3.D+1,3.5D+1]$	soit	$\Delta t=5.D-1$

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

6 Résultats de la modélisation B

6.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Tolérance
Température au point : $x=0.08\,m$ à $t=32\,s$		
N114	36.60	2%
N115	36.60	2%
N118	36.60	2%
N119	36.60	2%

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

7 Synthèse des résultats

Ce test est recommandé par NAFEMS (mais avec un autre type de maille).
Les deux modélisations effectuées donnent les résultats suivants :

- modélisation A (PLAN avec des mailles TRIA3), l'écart maximum (3.48%) est supérieur à la tolérance fixée initialement (2%),
- modélisation B (3D avec des mailles PENTA15), l'écart maximum (0.36%) est inférieur à la tolérance fixée initialement (2%).

La condition limite est donnée en utilisant la commande FORMULE. Ce choix permet une bonne représentation de la prise en compte de la condition limite de forme sinusoïdale.

La modélisation quadratique est plus appropriée pour simuler ce test. Un maillage plus fin et équilibré pour la modélisation linéaire permettrait d'obtenir de meilleurs résultats.
Les résultats de la modélisation A sont donc considérés comme acceptables.

Le principal intérêt de ce test est son origine : NAFEMS.

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