TPNL300 - Transfert de chaleur unidimensionnel avec rayonnement

Résumé :

Ce test est issu de la validation indépendante de la version 3 en thermique stationnaire non 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 :
- élément thermique plan,
- élément thermique volumique,
- conditions limites : (températures imposées, rayonnement).

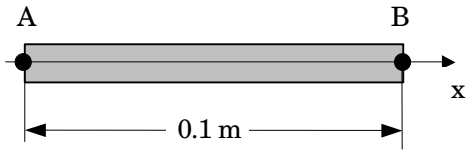
L'intérêt du test réside dans la prise en compte du rayonnement.

Les résultats sont comparés avec ceux fournis par NAFEMS.

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

$\lambda = 55.6\, W/m\,°C$	Conductivité thermique
$c = 460.\, J/kg\,°C$	Chaleur spécifique
$\rho = 7850.\, kg/m^3$	Masse volumique

1.3 Conditions aux limites et chargements

- température imposée au point A : $T_A = 726.85\,°C$,
- échange par rayonnement au point B :
  - température extérieure $T_e = 26.85\,°C$,
  - $\varepsilon = 0.98$ émissivité,
  - $\sigma = 5.67.10^{-8}\, W/m^2 K^4$ (constante de Stefan-Boltzman).

1.4 Conditions initiales

Sans objet.

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°2" des tests de référence publiés par NAFEMS.

2.2 Résultats de référence

Température au point B : $T = 653.85 °C$

2.3 Incertitude sur la solution

Non disponible sur la fiche NAFEMS.

2.4 Références bibliographiques

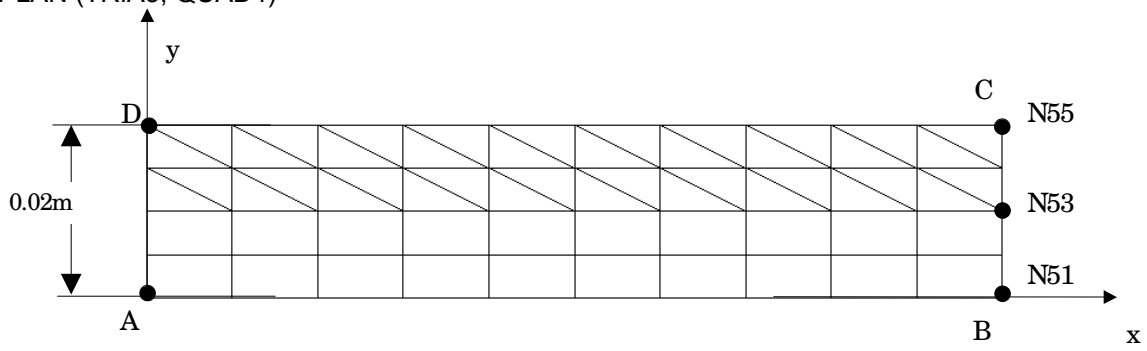
- NAFEMS (the National Agency for Finite Element Methods and Standard (UK)): "The standard NAFEMS Benchmarcks", TNSB rév 3, October 1990.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

PLAN (TRIA3, QUAD4)



Conditions aux limites:

- Coté AD: T = 726.85°C
- Cotés AB, CD: $\phi = 0$
- Coté BC: T_{ext}=26.85°C
  $\varepsilon = 0.98$

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 55
Nombre de mailles et types : 60 : (20 QUAD4, 40 TRIA3)

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

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

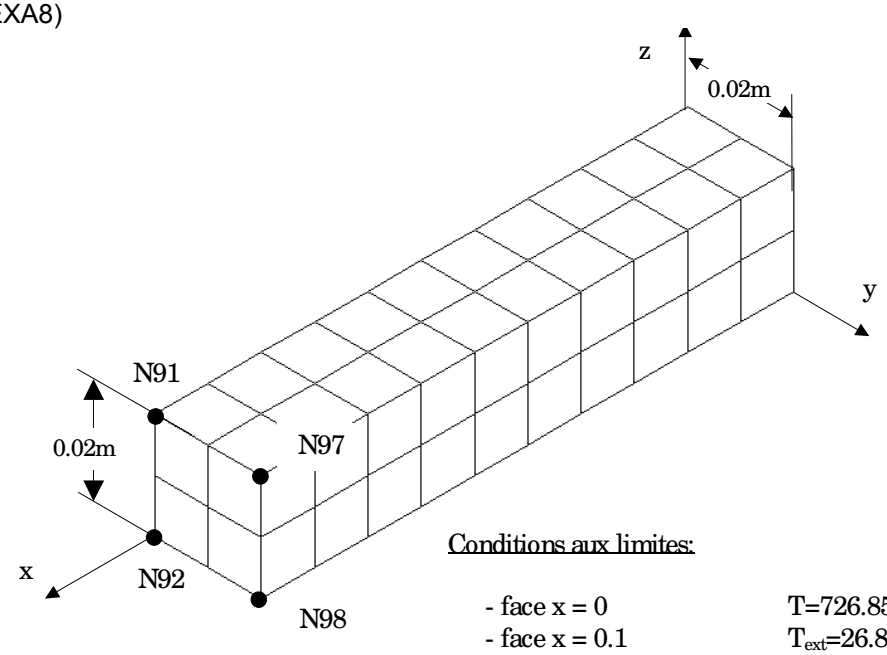
Identification	Référence	*Aster*	% différence	tolérance
Température au point B en °C				
N51	653.85	653.87	0.003	2%
N53	653.85	653.87	0.003	2%
N55	653.85	653.87	0.003	2%

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

5 Modélisation B

5.1 Caractéristiques de la modélisation

3D (HEXA8)



Conditions aux limites:

- face x = 0	T=726.85°C
- face x = 0.1	T_{ext}=26.85°C
	ε = 0.98
- autres faces	ϕ = 0

5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds :	99
Nombre de mailles et types :	40 HEXA8

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	*Aster*	% différence	tolérance
Température au point B en °C				
N91	653.85	653.87	0.003	2%
N92	653.85	653.87	0.003	2%
N97	653.85	653.87	0.003	2%
N98	653.85	653.87	0.003	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 maillage).
Les deux modélisations donnent des résultats très satisfaisants, l'écart maximum obtenu est de 0.003%.

Pour la modélisation PLAN, malgré la non-symétrie du maillage, on constate que la température aux nœuds (points d'observation) appartenant au TRIA3 et au QUAD4 est identique.

La condition limite de rayonnement a été imposée via un chargement de flux non linéaire (flux fonction de la température). Dans ce test la prise en compte du rayonnement est tout à fait correcte.

Ce test à permis de tester la commande AFFE_CHAR_THER_F (associé à l'opérande FLUX_NL qui permet d'affecter un flux non_linéaire) dans le cas de modélisations PLAN et 3D.

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