Titre : TPNA01 - Problème axisymétrique stationnaire avec [...]
Responsable : Jessica HAELEWYN

Date : 12/12/2011 Page : 1/8 Clé : V4.41.001 Révision : 7969

TPNA01 - Problème axisymétrique stationnaire avec rayonnement

Résumé:

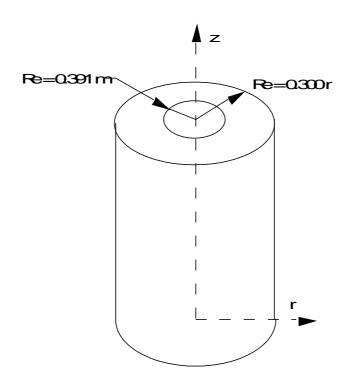
Ce test élémentaire permet de traiter un problème axisymétrique en thermique stationnaire avec une condition aux limites de type rayonnement. La solution est analytique. Le problème est traité en axisymétrique et en volumique.

Pour les modélisations présentées ici, les écarts des résultats obtenus par *Code_Aster* se situent entre 1 et 2% de la référence calculée analytiquement.

Date: 12/12/2011 Page: 2/8 Responsable: Jessica HAELEWYN Clé: V4.41.001 Révision: 7969

Problème de référence

Géométrie 1.1



Le cylindre creux est supposé infiniment long.

1.2 Propriétés de matériaux

Seul le coefficient de conductivité intervient. Le Code_Aster rend obligatoire la fourniture d'une fonction représentant l'enthalpie volumique déterminée à partir du coefficient de chaleur volumique.

 $\rho C_{P} = 1.00 J/ m^{3} \circ C$ chaleur volumique conductivité thermique $k = 40 W / m^3 \circ C$

1.3 **Conditions aux limites et chargements**

Condition de type rayonnement sur la surface interne du cylindre, condition de type convection (échange avec le milieu extérieur) sur la surface externe.

Pas de condition aux limites sur les extrémités du cylindre (ce qui revient à imposer un flux nul).

Surface interne
$$k\frac{\partial T}{\partial n}=\varepsilon\,\sigma\left[\;\left(T+273.15\right)^4-\left(T_{ext}^i+273.15\right)^4\right]$$
 avec $\varepsilon=0.6$, $\sigma=5.73\,10^{-8}\,W/\;m^2\,K^4$ et $T_{ext}^i=500.\,^{\circ}C$, T en Celsius

Surface externe
$$k \frac{\partial T}{\partial n} = h_e [T_{ext}^e - T]$$

avec $h_e = 142. \, W/ \, m^2 \, ^{\circ} C$ et $T_{ext}^e = 20. \, ^{\circ} C$

Date: 12/12/2011 Page: 3/8 Responsable: Jessica HAELEWYN Clé: V4.41.001 Révision: 7969

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

On dispose d'une solution analytique dans le cas d'un cylindre de longueur infinie :

$$T(r) = \frac{T_e - T_i}{\log\left(\frac{R_e}{R_i}\right)} \log(r) + \frac{T_i \log(R_e) - T_e \log(R_i)}{\log(R_e) - \log(R_i)}$$

Résultats de référence 2.2

r(m)	$T(\circ C)$
.30000	105.55
.32275	99.21
.34550	93.30
.36825	87.76
.39100	82.56

Valeur de la température en fonction de r

r(m)	$\phi(W/m^2)$
.300	11577.49
.391	8822.98

Valeur du flux en fonction de r

2.3 Incertitude sur la solution

Solution exacte.

Références bibliographiques 2.4

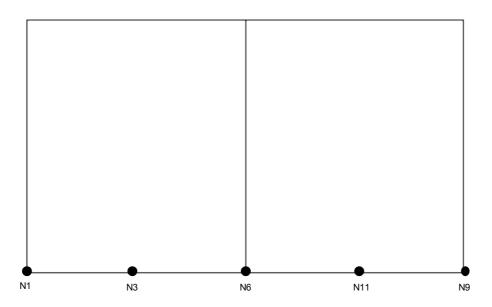
Guide de validation des progiciels de calcul de structures. Société Française des Mécaniciens AFNOR 1990 ISBN 2-12-486611-7

Date: 12/12/2011 Page: 4/8 Responsable: Jessica HAELEWYN Clé: V4.41.001 Révision: 7969

Modélisation A

Caractéristiques de la modélisation 3.1

Modélisation 2D:



Caractéristiques du maillage 3.2

2 QUAD8

3.3 Valeurs testées

Les nœuds observés ont pour coordonnée z=0.0

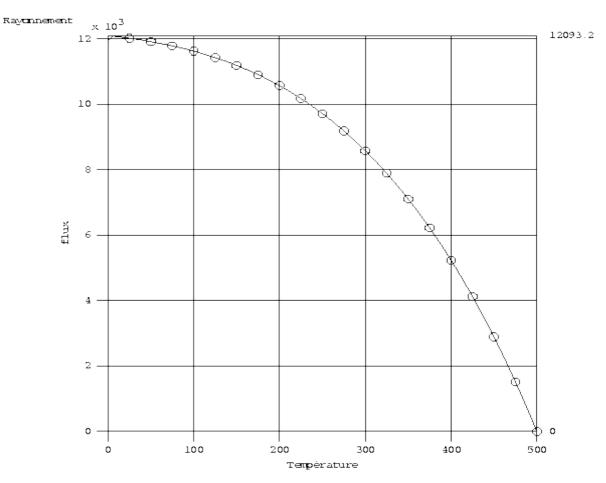
Identification température	Référence
NI (r = .30000)	105.55
N3 (r = .32275)	99.21
N6 (r = .34550)	93.30
$N11 \ (r = .36825)$	87.76
N9 (r = .39100)	82.56

Identification flux	Référence
maille MI nœud NI	11577.49
maille M2 nœud N0	8822 98

3.4 Remarques

Titre : TPNA01 - Problème axisymétrique stationnaire avec [...]
Responsable : Jessica HAELEWYN

Date : 12/12/2011 Page : 5/8 Clé : V4.41.001 Révision : 7969



La condition aux limites de type rayonnement est fournie sous la forme d'une fonction de la température interpolée linéairement entre chaque point (on a discrétisé ici la courbe à l'aide de 101 points).

Révision: 7969

Date: 12/12/2011 Page: 6/8

Clé: V4.41.001

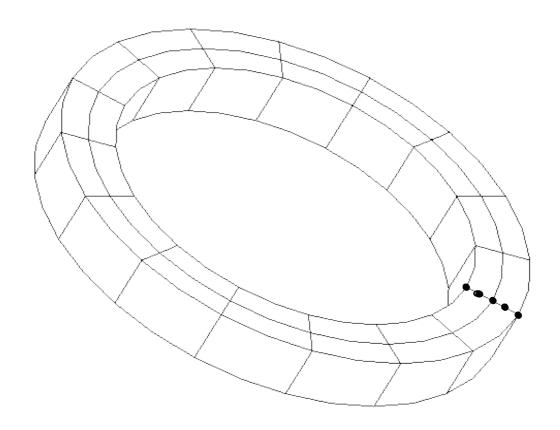
Titre : TPNA01 - Problème axisymétrique stationnaire avec [...]

Responsable : Jessica HAELEWYN

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation 3D:



4.2 Caractéristiques du maillage

32 HEXA20

4.3 Valeurs testées

Les nœuds observés ont pour coordonnées : y=z=0.0

Identification	Référence
température	
NO106 (x=.30000)	105.55
NO105 (x=.32275)	99.21
NO115 (x=.34550)	93.30
NO125 (x=.36825)	87.76
NO123 (x=.39100)	82.56

Identification	Référence
flux	



Code Aster

Titre : TPNA01 - Problème axisymétrique stationnaire avec [...]

Responsable : Jessica HAELEWYN

Date : 12/12/2011 Page : 7/8

Clé : V4.41.001 Révision : 7969

maille MA17 nœud NO106	11577.49
maille MA16 nœud NO123	8822.98

4.4 Remarques

La fonction de flux utilisée dans la modélisation A est aussi utilisée ici.

Date: 12/12/2011 Page: 8/8 Responsable : Jessica HAELEWYN Clé: V4.41.001 Révision: 7969

5 Synthèses des résultats

La prise en compte des conditions de rayonnement est tout à fait correcte dans ce cas stationnaire. Notons que ce test fait intervenir un coefficient de conductivité thermique constant, la seule non-linéarité porte donc sur les conditions aux limites.

Les erreurs sont plus élevées sur le calcul du flux, ce que l'on peut expliquer par l'utilisation des lissages aux nœuds, effectués à partir des valeurs calculées aux points d'intégration (points de GAUSS).