TPLV06 - Dégagement de puissance dans une sphère creuse

Résumé :

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

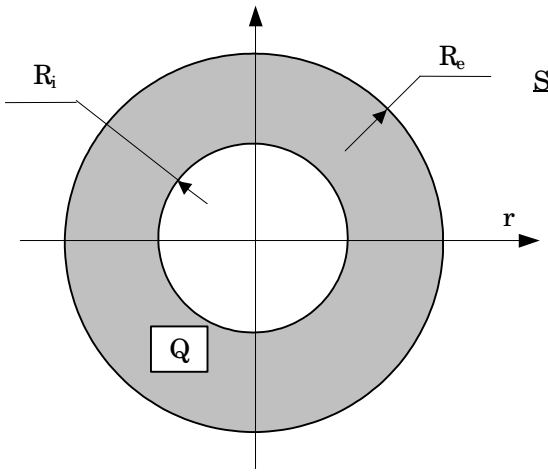
Il s'agit d'un problème tridimensionnel qui a pour objectif de valider l'élément thermique volumique soumis à une température imposée et à une source de chaleur.

Ce cas test comprend une modélisation 3D. Les résultats sont comparés à une solution analytique (VPCS).

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Sphère creuse:
- Rayon intérieur $R_i = 1$ m
- Rayon extérieur $R_e = 2$ m

1.2 Propriétés du matériau

$\lambda = 1. W/m°C$ Conductivité thermique

1.3 Conditions aux limites et chargements

- $T_i = T(r = R_i) = 20°C$,
- $T_e = T(r = R_e) = 20°C$,
- $Q = 100 W/m^3$.

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 TPLV06/89 du guide VPCS.

- Température en fonction de r :

$$T = T_i + \frac{Q}{6\lambda}\left[\frac{(R_e^2 - R_i^2)\left[\frac{1}{R_i} - \frac{1}{r}\right]}{\left[\frac{1}{R_i} - \frac{1}{R_e}\right]} - (r^2 - R_i^2)\right]$$

- Densité de flux en fonction de r :

$$\phi = -4\pi r^2 \lambda \frac{dT}{dr} = -\frac{2\pi Q}{3}\left[(R_e^2 - R_i^2)\left[\frac{1}{R_i} - \frac{1}{R_e}\right] - 2r^3\right]$$

2.2 Résultats de référence

Température en $r = 1.25$; 1.5 et $1.75\,m$

2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

2.4 Références bibliographiques

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

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

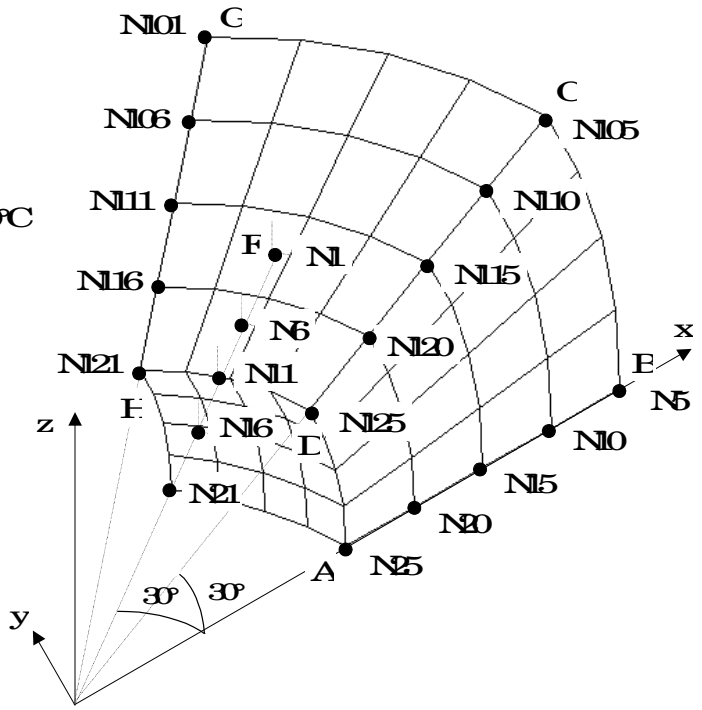
3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

3D (HEXA8)

Conditions limites:

- faces ABCD, EFGH, ABFE, DCGH $\Phi = 0$
- faces ADHE, BCGF $T = 20°C$



3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 125
Nombre de mailles et types : 64 HEXA8

3.3 Grandeurs testées et résultats

Identification	Référence	*Aster*	% différence	tolérance
Température $(°C)$				
r = 1.25 (N16)	30.625	30.471	0.504	1%
r = 1.25 (N116)	30.625	30.471	0.504	1%
r = 1.25 (N20)	30.625	30.462	0.532	1%
r = 1.25 (N120)	30.625	30.462	0.532	1%
r = 1.50 (N11)	32.500	32.337	0.500	1%
r = 1.50 (N111)	32.500	32.337	0.500	1%
r = 1.50 (N15)	32.500	32.335	0.507	1%
r = 1.50 (N115)	32.500	32.335	0.507	1%
r = 1.75 (N6)	28.482	28.379	0.362	1%
r = 1.75 (N106)	28.482	28.379	0.362	1%
r = 1.75 (N10)	28.482	28.382	0.351	1%
r = 1.75 (N110)	28.482	28.382	0.351	1%

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

4 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus sont satisfaisants, l'écart maximum obtenu est de 0.53%.

La modélisation 3D utilisée pour modéliser cette sphère est correcte.

La qualité des résultats pourrait être encore améliorée en :

- effectuant un maillage plus fin de la portion de sphère,
- choisissant des éléments quadratiques pour mieux approximer la solution de référence.

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