TPLA301 - Distribution de température dans un cylindre court

Résumé :

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

Le problème 2D axisymétrique a pour objectif de valider les éléments thermiques axisymétriques sous température imposée dans le cas d'un cylindre court à comportement radial et axial.

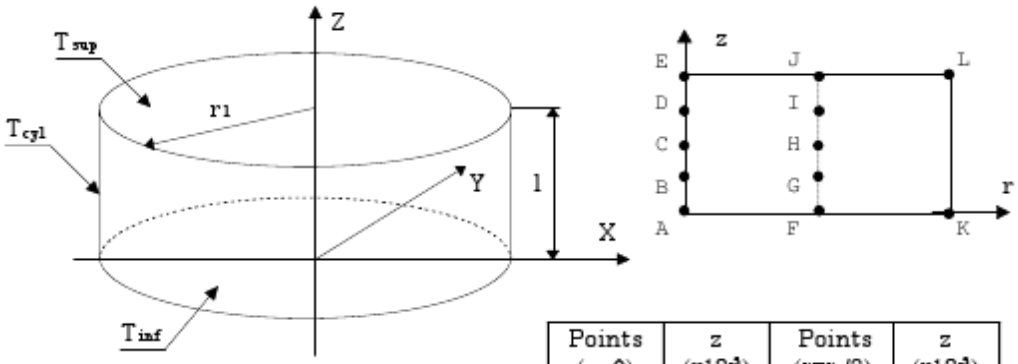
Il comporte une seule modélisation (axisymétrique).

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



Points (r=0)	z (x10⁻³)	Points (r=r1/2)	z (x10⁻³)
A	0.0	F	0.0
B	38.1	G	38.1
C	76.2	H	76.2
D	114.3	I	114.3
E	152.4	J	152.4

$r_1 = l = 0.1524$ m

1.2 Propriétés du matériau

$\lambda = 1.7307\, W/m°C$ Conductivité thermique

1.3 Conditions aux limites et chargements

Températures imposées :

- $T_{inf} = T_{cyl} = -17.778°C$,
- $T_{sup} = 4.444°C$

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 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 $A\,B\,C\,D\,E\,F\,G\,H\,I\,J$

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

[1] Schneider, P.J., " Conduction Heat Transfer ", Addison-Wesley Publishing Co., Inc. Reading, Mass., 2nd Printing, 1957.

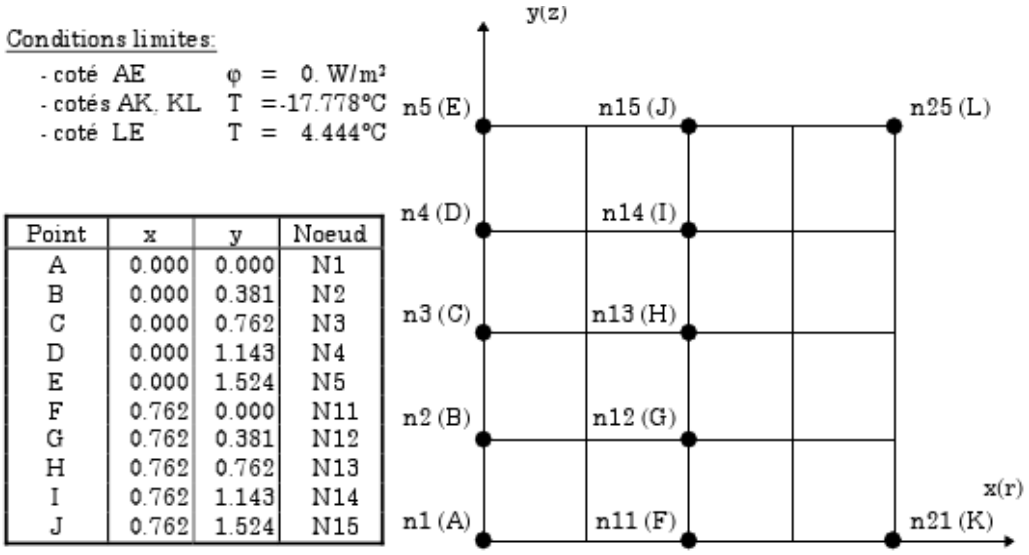
[2] ANSYS : "Verification manual", 1 st edition, June 1, 1976

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

AXIS (QUAD4)



Point	x	y	Noeud
A	0.000	0.000	N1
B	0.000	0.381	N2
C	0.000	0.762	N3
D	0.000	1.143	N4
E	0.000	1.524	N5
F	0.762	0.000	N11
G	0.762	0.381	N12
H	0.762	0.762	N13
I	0.762	1.143	N14
J	0.762	1.524	N15

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 25
Nombre de mailles et types : 16 QUAD4

3.3 Remarques

La chaleur volumique ρC_P n'intervient pas dans ce test, mais doit obligatoirement être déclarée. On prend $\rho C_P = 2.0 J/m^3 °C$.

La condition limite $\varphi = 0.$ est implicite sur les bords libres.

Les conditions limites, $T = -17.778 °C$ sur KL, et $T = 4.444 °C$ sur LE, sont incompatibles au point L (nœud n25).

Code_Aster applique une "loi de surcharge" qui, dans ce cas, consiste à prendre en compte la dernière condition limite entrée. L'ordre d'affectation des températures imposées a donc une grande influence sur les résultats obtenus.

Dans le cas traité, la température sur la face supérieure (LE) est affectée après celle sur le flan du cylindre (KL).

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

3.4 Grandeurs testées et résultats

Identification	Référence	*Aster* KL avant	% différence KL avant	NISA
Température $(°C)$				
Noeuds				
n1 T(A)	-17.778	-17.778	0.00%*	–17.778
n2 T(B)	-14.000	-13.79	-1.50%	–13.953
n3 T(C)	-9.111	-8.908	-2.27%	–9.151
n4 T(D)	-2.889	-2.713	**-6.10%**	–2.892
n5 T(E)	4.444	4.444	0.00%*	4.444
n11 T(F)	-17.778	-17.778	0.00%*	–17.778
n12 T(G)	-14.889	-14.999	0.74%	–15.179
n13 T(H)	-10.667	-11.005	3.16%	–11.499
n14 T(I)	-4.444	-4.412	**-0.72%**	–4.854
n15 T(J)	4.444	4.444	0.00%*	4.444

(* : Température imposée)

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

4 Synthèse des résultats

La modélisation donne des résultats dont une valeur (sur 10) dépasse la tolérance fixée initialement (5%) . L'écart maximum obtenu est de -6.10% , il se situe sur la plus petite valeur de référence.

Dans ce test, *Code_Aster* applique une "loi de surcharge" qui dans ce cas consiste à prendre en compte la dernière condition limite entrée. L'ordre d'affectation des températures imposées, a donc une grande influence sur les résultats obtenus.

Les calculs ont été effectués en $°C$. La détermination de l'écart, en considérant les températures en $°F$, donne une valeur maximum très différente de celle obtenue en $°C$.

Un calcul effectué avec le logiciel NISA donne des résultats identiques a ceux de Code_Aster (vérifié dans le cas où la température imposée au point L est de $4.44°C$).

La qualité des résultats pourrait être améliorée en effectuant un maillage plus fin, le problème de la surcharge serait toujours présent, mais la zone d'influence de la température imposée au point L serait plus faible. Les résultats sont considérés comme acceptables compte tenu de la modélisation effectuée (maillage et système d'unité, loi de surcharge).

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