TPLL100 - Mur plan anisotrope en thermique stationnaire

Résumé :

Ce test qui concerne la thermique linéaire stationnaire et transitoire a pour but de valider l'anisotropie cartésienne.

Deux modélisations sont réalisées :

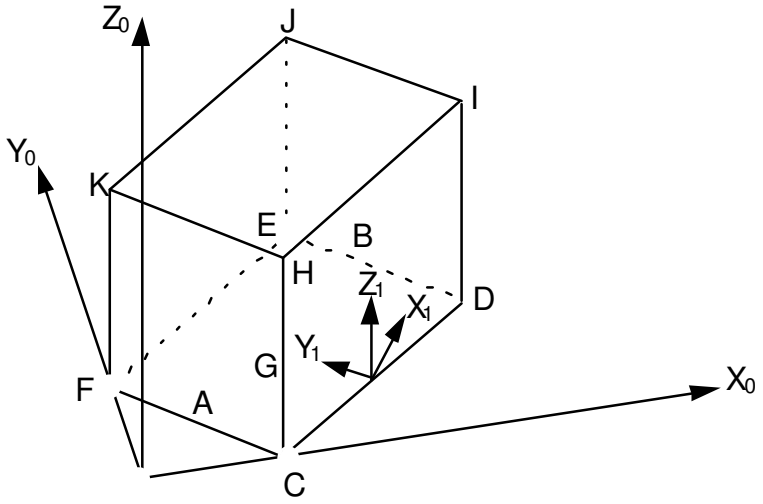
- une première en volumique,
- une deuxième en plan.

Les résultats obtenus sont en parfait accord avec les valeurs analytiques.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Dans le repère $(X_{0,}Y_{0,}Z_0)$, les points ont pour coordonnées :

$C(0.03;0;0)$ $D(0.07;0.03;0)$ $E(0.04;0.07;0)$
$F(0;0.04;0)$ $A(0.015;0.02;0)$ $B(0.055;0.05;0)$
$G(0.035;0.035;0)$

$FK=CH=DI=EJ=0.05.Z_0$

$(CD,X_1)=\frac{\pi}{4} rad\ Z_0 // Z_1$

1.2 Propriétés de matériaux

Matériau anisotrope, direction privilégiée suivant les axes du repère $(X_{1,}Y_{1,}Z_1)$:

$\lambda_X=1\ W/m°C$ $\lambda_Y=0.5\ W/m°C$ $\lambda_L=2\ W/m°C$
$\rho C_P=2\ J/m^3°C$

1.3 Conditions aux limites et chargements

face $FEJK$: Flux sortant de $400\ W/m^2$.

face $CDIH$: Flux entrant de $400\ W/m^2$.

face $EDIJ$: Flux sortant de $1200\ W/m2$.

face $FCHK$: Température imposée $100°C$.

Autres faces : condition de Neumann.

1.4 Conditions initiales

Pour faire ce calcul stationnaire, on fait un calcul transitoire pour lequel les conditions aux limites sont constantes dans le temps. Ceci permet de tester les calculs élémentaires de masse et de rigidité intervenant dans le premier membre ainsi que le deuxième membre.

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

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

Solution analytique.
Température variant linéairement suivant CD

Isothermes parallèles aux faces $CHKF$ et $DIJE$.

Dans le repère : $\left(\frac{CD}{\|CD\|},\frac{CH}{\|CH\|},\frac{CF}{\|CF\|},\right)$, on a :

$$\begin{bmatrix}\varphi_x\\ \varphi_y\\ \varphi_z\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}-(\lambda_X\cos^2\alpha+\lambda_Y\sin^2\alpha)\frac{\partial T}{\partial x}\\ -(\lambda_X-\lambda_Y)\cos\alpha\sin\alpha\frac{\partial T}{\partial x}\\ 0\end{bmatrix}$$

avec :

$$\varphi_x=1200\quad \varphi_y=400\quad \alpha=(X_1,CD)\quad T(x)=\frac{-\varphi_x}{\lambda_{X_1}\cos^2\alpha+\lambda_Y\sin^2\alpha}x+T(A)$$

soit : $T(x)=-1600.x+20.$

Si $\beta=(CD,X_0)$: $\begin{array}{ll}\varphi.X_0=\cos\beta.\varphi_X-\sin\beta\varphi_y & \text{soit } 720\\ \varphi.Y_0=\sin\beta.\varphi_X+\cos\beta\varphi_L & \text{soit } 720\end{array}$

2.2 Résultats de référence

Température aux points A , B , G .

Flux suivant les directions X_0 et Y_0 .

$T(A)=100\quad T(B)=20\quad T(G)=60\quad \Phi.X_0=720\quad \Phi.Y_0=1040$

2.3 Références bibliographiques

1) N. RICHARD : Note technique HM-18/94/0011, "Développement de l'anisotropie thermique dans le logiciel *Aster*".

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

θ du schéma en temps, imposé à 1 pour tester le calcul du second membre.
4 éléments 3D, HEXA8.

3.2 Caractéristiques du maillage

4 Hexa 8.

3.3 Valeurs testées

Identification	Référence
$T(A)$ N7 *	100°
$T(B)$ N2	20°C
$T(G)$ N13	60°C
$\varphi . X_0$	720
$\varphi . Y_0$	1040

* : température imposée

3.4 Remarques

La solution analytique étant d'ordre 1 et le domaine représenté par la discrétisation, le code retrouve, aux erreurs d'arrondi près, cette solution.

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

Semblable à la modélisation A, mais résolu en 2D dans le plan $CDEF$.

4.2 Caractéristiques du maillage

4 QUAD 4.

4.3 Valeurs testées

Identification	Référence
$T(A) \quad N5$ *	100°
$T(B) \quad N2$	20°C
$T(G) \quad N8$	60°C
$\varphi . X_0$	720
$\varphi . Y_0$	1040

* : température imposée

4.4 Remarques

La solution analytique étant d'ordre 1 et le domaine représenté par la discrétisation, le code retrouve, aux erreurs d'arrondi près, cette solution.

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

5 Synthèse des résultats

Le mot-clé ANGL_REP introduit dans la commande AFFE_CARA_ELEM est ainsi testé en 3D et 2D plan sur un problème de thermique anisotrope.

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