TPLV101 - Thermique stationnaire avec condition d'échange entre parois en vis-à-vis

Résumé :

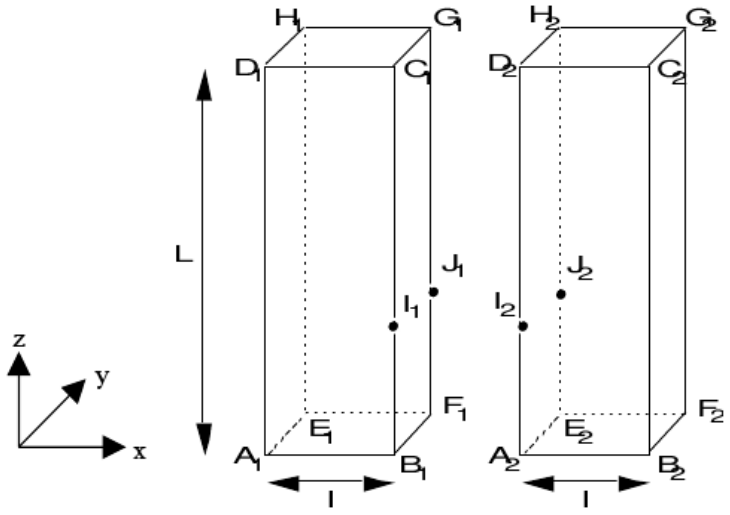
Ce test élémentaire permet de traiter un problème stationnaire en thermique mettant en jeu deux domaines séparés en imposant une condition au limite de type échange entre parois.

Pour les modélisations présentées ici, les résultats obtenus par *Code_Aster* sont identiques à la référence calculée analytiquement.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Hauteur $L=3.m$
Largeur $l=1.m$

1.2 Propriétés de matériaux

Chaleur volumique $\rho C_P=0.$
Conductivité thermique $k=1.\mathrm{W}/m\,°C$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Flux sortant à travers le plan $B_1F_1G_1C_1$ identique au flux entrant à travers le plan $A_2E_2H_2D_2$	
Température imposée en A_1	$T=0.°C$
Température imposée en B_2	$T=4.5°C$
Flux normal imposé sur le plan $B_2F_2G_2C_2$	$\varphi=3.\mathrm{W}/m^2$
Flux normal imposé sur les plans $C_1G_1H_1D_1$ et $C_2G_2H_2D_2$	$\varphi=6.\mathrm{W}/m^2$
Flux normal imposé sur les plans $E_1F_1G_1H_1$ et $E_2F_2G_2H_2$	$\varphi=2.\mathrm{W}/m^2$
Source imposée dans le domaine 1	s_1
Source imposée dans le domaine 2	s_2

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

On dispose d'une solution analytique simple, puisqu'il s'agit d'exhiber une fonction harmonique et d'ajuster la source associée dans chaque domaine :

- dans le domaine 1 : $T(x,y,z)=T(A_1)+x^2+y^2+z^2$, (dans le repère d'origine A_1),
- dans le domaine 2 : $T(x,y,z)=T(A_2)+\frac{1}{2}x^2+y^2+z^2$, (dans le repère d'origine A_2).

On en déduit les valeurs de s_1 et s_2 , $s_1=-6.$, $s_2=-5.\mathrm{W}/m^3$.

2.2 Résultats de référence

Températures aux points des plans $B_1F_1G_1C_1$ et $A_2E_2H_2D_2$

2.3 Incertitude sur la solution

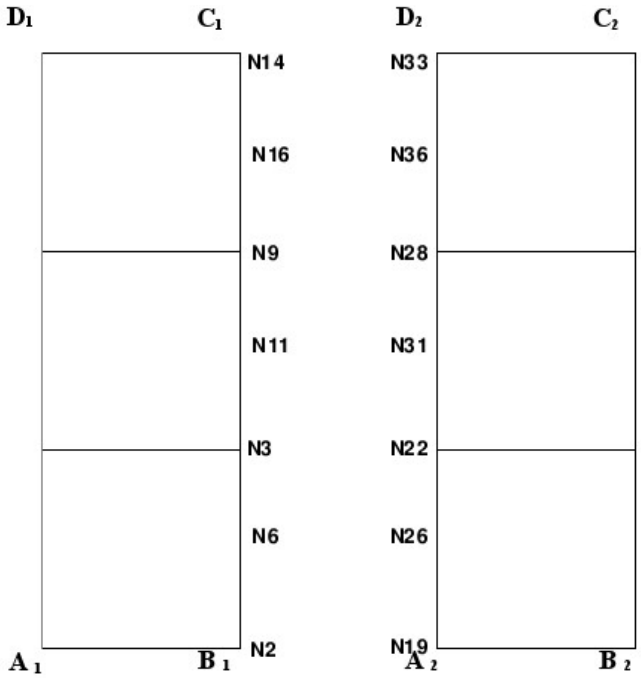
Solution analytique.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation 2D :



3.2 Conditions aux limites et chargements

Flux sortant à travers la paroi B_1C_1 identique au flux entrant à travers la paroi A_2D_2	
Température imposée en A_1	$T=0.°C$
Température imposée en B_2	$T=4.5°C$
Flux normal imposé sur la paroi B_2C_2	$\varphi=3.\mathrm{W}/m^2$
Flux normal imposé sur les plans C_1D_1 et C_2D_2	$\varphi=6.\mathrm{W}/m^2$
Source imposée dans le domaine 1	s_1
Source imposée dans le domaine 2	s_2

3.3 Caractéristiques du maillage

6 QUAD8
36 nœuds

3.4 Valeurs testées

Identification Température	Référence
nœud $N2$ (B_1)	1.00
nœud $N3$	2.00
nœud $N6$	1.25
nœud $N11$	3.25

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

nœud $N9$	5.00
nœud $N16$	7.25
nœud $N14$ (C_1)	10.00
nœud $N19$ (A_2)	2.00
nœud $N22$	3.00
nœud $N26$	2.25
nœud $N31$	4.25
nœud $N28$	6.00
nœud $N36$	8.25
nœud $N33$ (D_2)	11.00

3.5 Remarques

Les fonctions de forme de l'élément QUAD8 étant d'ordre 2, il est naturel d'obtenir la solution de référence qui s'exprime sous la forme d'un polynôme d'ordre 2.

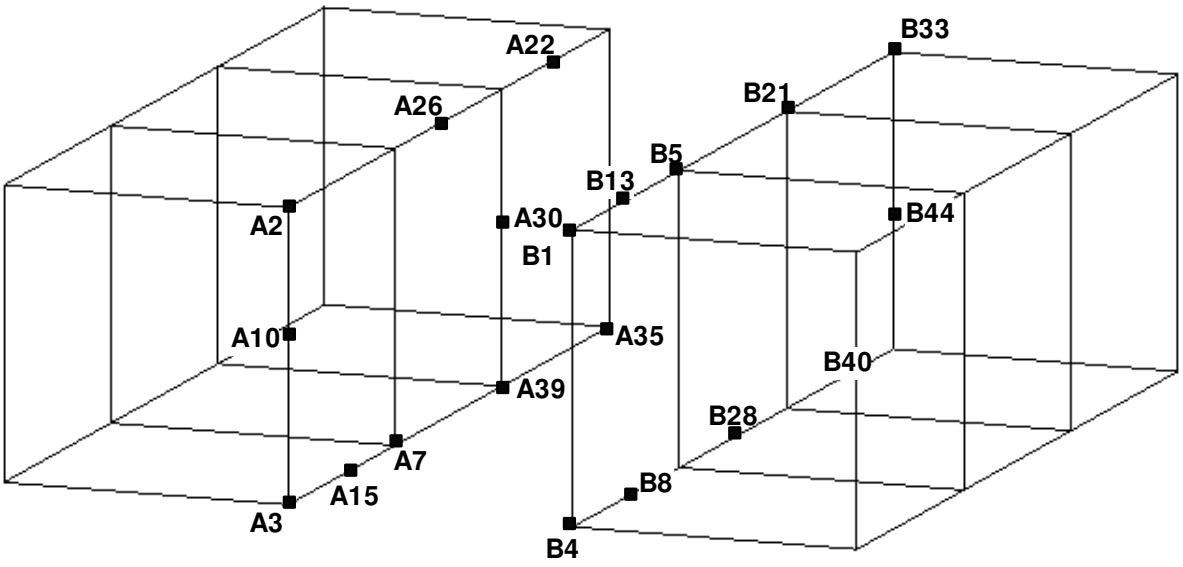
Le fichier de commandes déposé contient une liste d'instants et appelle la commande THER_LINEAIRE pour effectuer un calcul transitoire qui ne présente pas d'intérêt, le coefficient de chaleur volumique étant pris égal à 0.

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation 3D :



4.2 Caractéristiques du maillage

6 HEXA20
88 nœuds

4.3 Valeurs testées

Identification	Référence
Température	
nœud $A2$ (B_1)	1.00
nœud $A3$ (F_1)	2.00
nœud $A7$	3.00
nœud $A10$	1.25
nœud $A15$	2.25
nœud $A22$	5.00
nœud $A26$	3.25
nœud $A30$	5.25
nœud $A35$ (G_1)	11.00
nœud $A39$	8.25
nœud $B1$ (A_2)	2.00
nœud $B4$ (E_2)	3.00
nœud $B5$	3.00
nœud $B8$	4.00

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

nœud $B13$	2.25
nœud $B21$	6.00
nœud $B28$	5.25
nœud $B33$ (D_2)	11.00
nœud $B40$	9.25
nœud $B44$	11.25

4.4 Remarques

Les fonctions de forme de l'élément HEXA20 étant d'ordre 2, il est naturel d'obtenir la solution de référence qui s'exprime sous la forme d'un polynôme d'ordre 2.

Le fichier de commandes déposé contient une liste d'instants et appelle la commande THER_LINEAIRE pour effectuer un calcul transitoire qui ne présente pas d'intérêt, le coefficient de chaleur volumique étant pris égal à 0.

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

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation est la même que celle de la modélisation A.

5.2 Conditions aux limites et chargements

Flux sortant à travers la paroi B_1C_1 identique au flux entrant à travers la paroi A_2D_2	
Température imposée en A_1	$T=0.°C$
Température imposée en B_2	$T=4.5°C$
Flux normal imposé sur la paroi B_2C_2	$\varphi=3.\mathrm{W}/m^2$
Flux normal imposé sur les plans C_1D_1 et C_2D_2	$\varphi=6.\mathrm{W}/m^2$
Source imposée dans le domaine 1	s_1
Source imposée dans le domaine 2	s_2

5.3 Caractéristiques du maillage

6 QUAD8
36 nœuds

5.4 Valeurs testées

Identification Température	Référence
nœud N2 (B_1)	1.00
nœud N3	2.00
nœud N6	1.25
nœud N11	3.25
nœud N9	5.00
nœud N16	7.25
nœud N14 (C_1)	10.00
nœud N19 (A_2)	2.00
nœud N22	3.00
nœud N26	2.25
nœud N31	4.25
nœud N28	6.00
nœud N36	8.25
nœud N33 (D_2)	11.00

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

6 Synthèses des résultats

Les deux modélisations avec des éléments d'ordre 2 conduisent de façon exacte à la solution analytique et valide l'implantation des conditions aux limites de type ECHANGE_PAROI.

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