

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

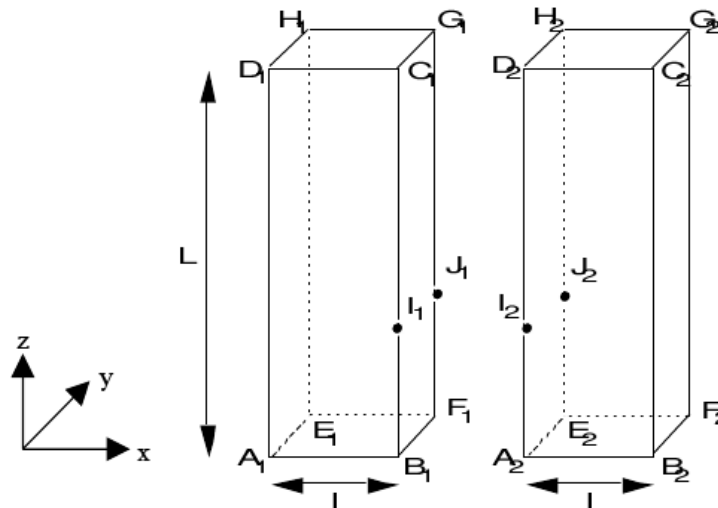
Résumé :

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.

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 $k = 1.W/m^{\circ}C$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Flux sortant à travers le plan $B_1 F_1 G_1 C_1$ identique au flux entrant à travers le plan $A_2 E_2 H_2 D_2$

Température imposée en A_1

$$T = 0.^{\circ}C$$

Température imposée en B_2

$$T = 4.5^{\circ}C$$

Flux normal imposé sur le plan $B_2 F_2 G_2 C_2$

$$\varphi = 3.W/m^2$$

Flux normal imposé sur les plans $C_1 G_1 H_1 D_1$ et $C_2 G_2 H_2 D_2$

$$\varphi = 6.W/m^2$$

Flux normal imposé sur les plans $E_1 F_1 G_1 H_1$ et $E_2 F_2 G_2 H_2$

$$\varphi = 2.W/m^2$$

Source imposée dans le domaine 1

$$S_1$$

Source imposée dans le domaine 2

$$S_2$$

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 , $s_1 = -6$, $s_2 = -5 \text{ W/m}^3$.

2.2 Résultats de référence

Températures aux points des plans $B_1 F_1 G_1 C_1$ et $A_2 E_2 H_2 D_2$

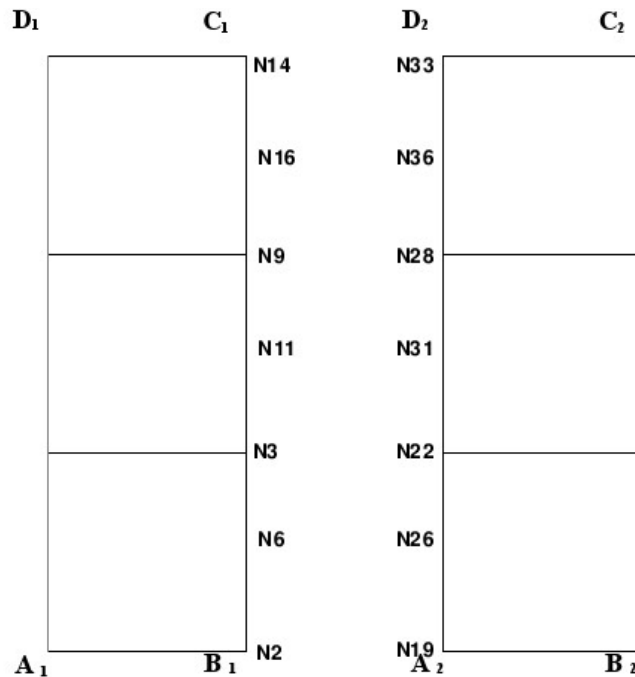
2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

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

Température imposée en B_2

Flux normal imposé sur la paroi B_2C_2

Flux normal imposé sur les plans C_1D_1 et C_2D_2

Source imposée dans le domaine 1

Source imposée dans le domaine 2

$$T = 0.^\circ C$$

$$T = 4.5.^\circ C$$

$$\varphi = 3. W / m^2$$

$$\varphi = 6. W / m^2$$

$$s_1$$

$$s_2$$

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

nœud <i>N9</i>	5.00
nœud <i>N16</i>	7.25
nœud <i>N14</i> (<i>C₁</i>)	10.00
nœud <i>N19</i> (<i>A₂</i>)	2.00
nœud <i>N22</i>	3.00
nœud <i>N26</i>	2.25
nœud <i>N31</i>	4.25
nœud <i>N28</i>	6.00
nœud <i>N36</i>	8.25
nœud <i>N33</i> (<i>D₂</i>)	11.00

3.5 Remarques

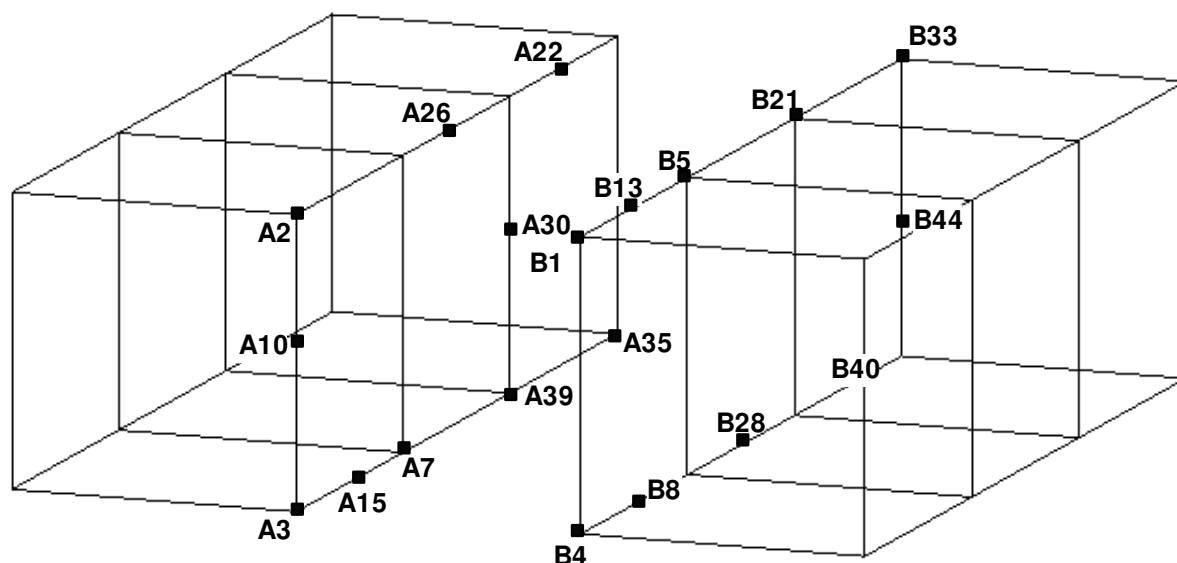
Les fonctions de forme de l'élément QUAD8 étant d'ordre 2, il est naturel d'obtenir la solution de référence qui s'exprime sous la forme d'un polynôme d'ordre 2.

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.

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 Température	Référence
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

nœud <i>B13</i>	2.25
nœud <i>B21</i>	6.00
nœud <i>B28</i>	5.25
nœud <i>B33 (D₂)</i>	11.00
nœud <i>B40</i>	9.25
nœud <i>B44</i>	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'instantes 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.

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 $B_1 C_1$ identique au flux entrant à travers la paroi $A_2 D_2$

Température imposée en A_1

Température imposée en B_2

Flux normal imposé sur la paroi $B_2 C_2$

Flux normal imposé sur les plans $C_1 D_1$ et $C_2 D_2$

Source imposée dans le domaine 1

Source imposée dans le domaine 2

$$T = 0.^\circ C$$

$$T = 4.5.^\circ C$$

$$\varphi = 3. W / m^2$$

$$\varphi = 6. W / m^2$$

$$s_1$$

$$s_2$$

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

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`.