

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

---

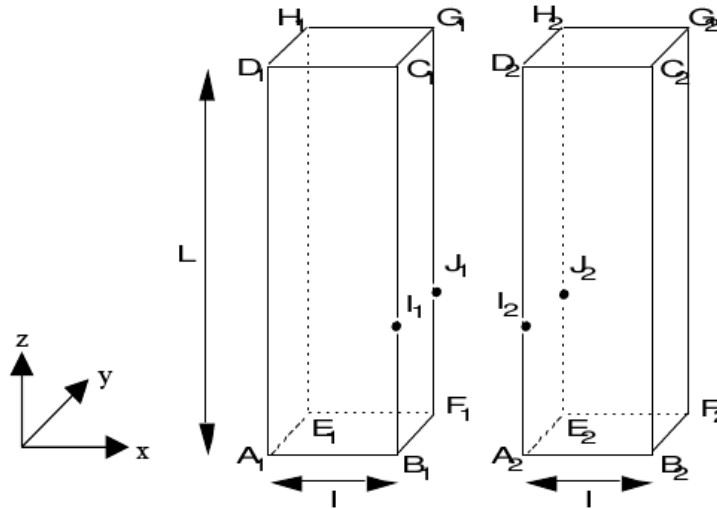
### Résumé :

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  $B_1F_1G_1C_1$  identique au flux entrant à travers le plan  $A_2E_2H_2D_2$

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  $B_2F_2G_2C_2$

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

Flux normal imposé sur les plans  $C_1G_1H_1D_1$  et  $C_2G_2H_2D_2$

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

Flux normal imposé sur les plans  $E_1F_1G_1H_1$  et  $E_2F_2G_2H_2$

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

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  $A_2 E_2 H_2 D_2$

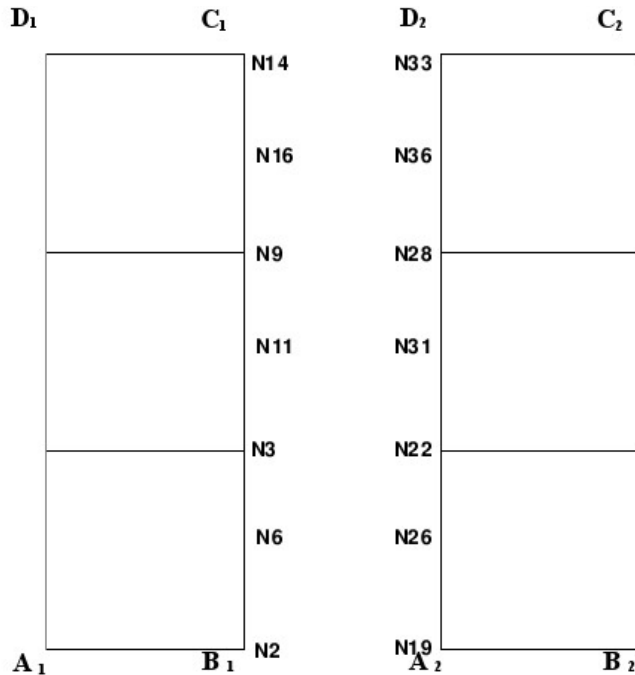
### 2.3 Incertitude sur la solution

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

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

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

$$\varphi = 3. \text{W/m}^2$$

$$\varphi = 6. \text{W/m}^2$$

$$s_1$$

$$s_2$$

### 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 N9	5.00
nœud N16	7.25
nœud N14 ( C <sub>1</sub> )	10.00
nœud N19 ( A <sub>2</sub> )	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 <sub>2</sub> )	11.00

## 3.5 Remarques

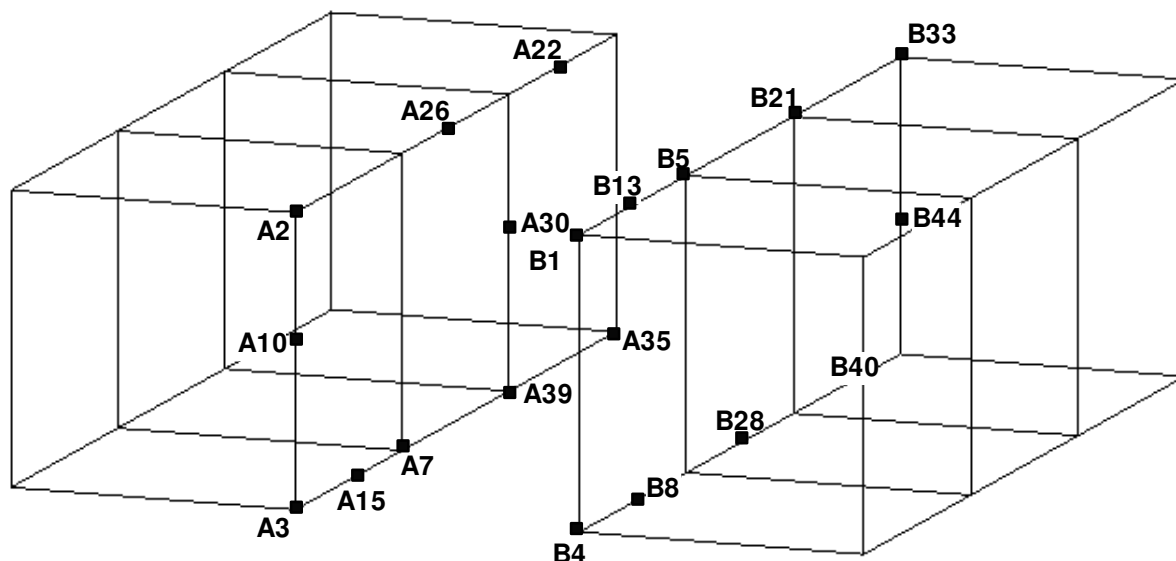
Les fonctions de forme de l'élément QUAD8 étant d'ordre 2, il est naturel d'obtenir la solution de référence qui s'exprime sous la forme d'un polynôme d'ordre 2.

Le fichier de commandes déposé contient une liste d'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.

## 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 $A_2$ ( $B_1$ )	1.00
nœud $A_3$ ( $F_1$ )	2.00
nœud $A_7$	3.00
nœud $A_{10}$	1.25
nœud $A_{15}$	2.25
nœud $A_{22}$	5.00
nœud $A_{26}$	3.25
nœud $A_{30}$	5.25
nœud $A_{35}$ ( $G_1$ )	11.00
nœud $A_{39}$	8.25
nœud $B_1$ ( $A_2$ )	2.00
nœud $B_4$ ( $E_2$ )	3.00
nœud $B_5$	3.00
nœud $B_8$	4.00

nœud B13	2.25
nœud B21	6.00
nœud B28	5.25
nœud B33 ( D <sub>2</sub> )	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'instantanés 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  $B_1C_1$  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

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

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

$$\varphi = 3. \text{ W/m}^2$$

$$\varphi = 6. \text{ W/m}^2$$

$$s_1$$

$$s_2$$

### 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`.