

Manuel de Validation**Fascicule V4.05 : Thermique stationnaire des structures planes**
Document V4.05.002

TPLP02 - Carré orthotrope

Résumé :

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

Il s'agit d'un problème 2D plan représenté par une seule modélisation (plane).

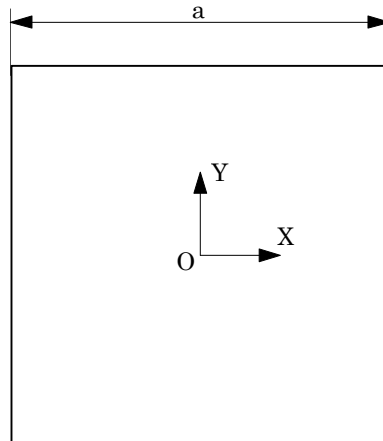
Les fonctionnalités testées sont l'utilisation d'éléments thermiques plans, d'un matériau orthotrope, de trois types de conditions limites :

- convection
- variation linéaire des températures extérieures,
- flux imposé.

Les résultats sont comparés avec une solution analytique (VPCS).

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Cube d'arête $a = 0.2$ m
Centre du cube = $(0.,0.)$

1.2 Propriétés du matériau

$\lambda_x = 1.0$ W/m.°C conductivité thermique suivant l'axe x
 $\lambda_y = 0.75$ W/m.°C conductivité thermique suivant l'axe y

1.3 Conditions aux limites et chargements

- densité de flux :
 $\phi_y = 60$ W/m² face y = -0.1 (flux entrant)
 $\phi_y = -60$ W/m² face y = 0.1 (flux sortant)
- convection sur les faces $x = -0.1$ et $x = 0.1$: $h = 15$ W/m² °C,
- variation linéaire des températures extérieures :
 - $T_{\text{ext}} = 30 - 80y$ face $x = -0.1$,
 - $T_{\text{ext}} = 15 - 80y$ face $x = 0.1$.

1.4 Conditions initiales

Sans objet.

2 Solution de référence

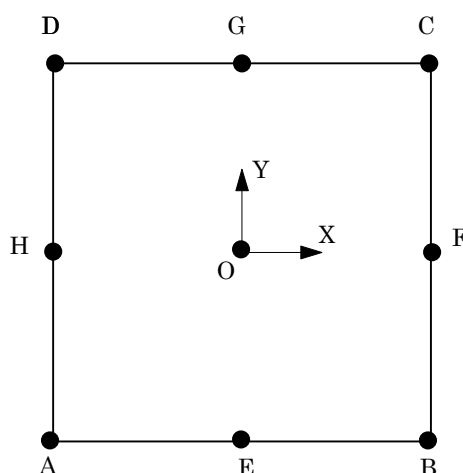
2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

La solution de référence est celle donnée dans la fiche TPLP02/89 du guide VPCS

Solution analytique.

$$T(x,y,z) = ax + by + d = -45x - 80y + 22.5$$

Point	T(°C)
O	22.5
A	35.0
B	26.0
C	10.0
D	19.0
E	30.5
F	18.0
G	14.5
H	27.0



$$\varphi_x = 45 \text{ W/m}^2 = \text{constante}$$

$$\varphi_y = 60 \text{ W/m}^2 = \text{constante}$$

2.2 Résultats de référence

Température aux points situés sur la figure ci-dessus.

2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

2.4 Références bibliographiques

- [1] Guide de validation des progiciels de calcul de structures. Société Française des Mécaniciens, AFNOR 1990 ISBN 2-12-486611-7

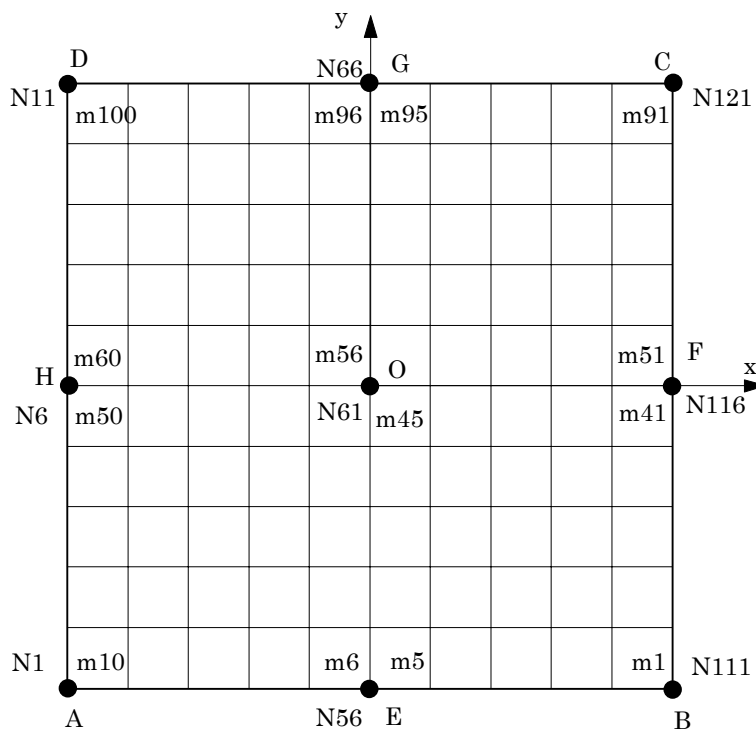
3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

PLAN (QUAD4)

Conditions limites:

- coté AB $\varphi^y = 60 \text{ W/m}^2$
- coté CD $\varphi^y = -60 \text{ W/m}^2$
- coté BC $h = 15 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
 $T_{\text{ext}} = 15-80y$
- coté AD $h = 15 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$
 $T_{\text{ext}} = 30-80y$



3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 121
Nombre de mailles et types : 100 QUAD4

3.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE_MODELE	THERMIQUE	PLAN	TOUT
DEFI_MATERIAU	THER_ORTH		
AFFE_CARA_ELEM	MASSIF		
DEFI_FONCTION	NOM_PARA: 'X'	NOM_PARA: 'Y'	
AFFE_CHAR_THER_F	ECHANGE	FLUX_REP	
THER_LINEAIRE	EXCIT	CARA_ELEM	
CALC_CHAM_ELEM	CARA_ELEM	FLUX_ELNO_TEMP	

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

Identification	Référence	Aster	différence	tolérance
Température	°C			
T(O)	22.5	22.5	0.0	1%
T(A)	35.0	35.0	0.0	1%
T(B)	26.0	26.0	0.0	1%
T(C)	10.0	10.0	0.0	1%
T(D)	19.0	19.0	0.0	1%
T(E)	30.5	30.5	0.0	1%
T(F)	18.0	18.0	0.0	1%
T(G)	14.5	14.5	0.0	1%
T(H)	27.0	27.0	0.0	1%
Flux	W/m ²			
$\phi_x(A)$	45.0	45.0	0.0	1%
$\phi_x(H)$	45.0	45.0	0.0	1%
$\phi_x(D)$	45.0	45.0	0.0	1%
$\phi_x(B)$	45.0	45.0	0.0	1%
$\phi_x(F)$	45.0	45.0	0.0	1%
$\phi_x(C)$	45.0	45.0	0.0	1%
$\phi_y(A)$	60.0	60.0	0.0	1%
$\phi_y(E)$	60.0	60.0	0.0	1%
$\phi_y(B)$	60.0	60.0	0.0	1%
$\phi_y(D)$	60.0	60.0	0.0	1%
$\phi_y(G)$	60.0	60.0	0.0	1%
$\phi_y(C)$	60.0	60.0	0.0	1%

4.2 Paramètres d'exécution

Version : 5.03

Machine : SGI - ORIGIN 2000 - R12000

Encombrement mémoire : 8 mégamots

Temps CPU User : 2.40 secondes

5 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus sont excellents. Les valeurs calculées par Aster sont identiques aux valeurs de référence. Cela est un résultat "normalement attendu" puisque le champ solution qui est linéaire appartient à l'espace d'interpolation de l'élément testé.

Ce test a permis de tester les commandes suivantes :

- `DEFI_FONCTION` associée à l'opérande `NOM_PARA`, permettant de définir une variation de la température extérieure en fonction de l'abscisse ou de l'ordonnée,
- `DEFI_MATERIAU` associé au mot clé `THER_ORTH`, permettant de définir les caractéristiques d'un matériau orthotrope,
- `AFFE_CARA_ELEM` associé au mot clé `MASSIF`, permettant de définir les axes d'orthotropie.