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 :

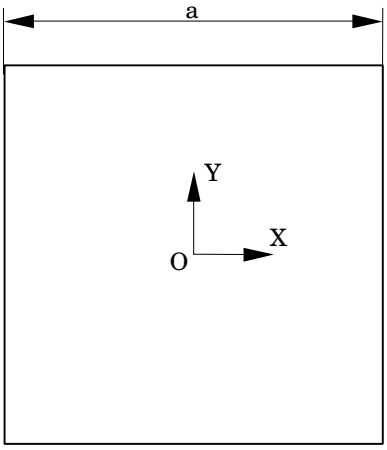
- convection
- variation linéaire des températures extérieures,
- flux imposé.

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

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

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 :

  $\varphi_y = 60\, W/m^2$ face $y = -0.1$ (flux entrant)
  $\varphi_y = -60\, W/m^2$ face $y = 0.1$ (flux sortant)

- convection sur les faces $x = -0.1$ et $x = 0.1$: $h = 15\, W/m^2°C$,

- variation linéaire des températures extérieures :

  - $T_{ext} = 30 - 80y$ face $x = -0.1$,
  - $T_{ext} = 15 - 80y$ face $x = 0.1$.

1.4 Conditions initiales

Sans objet.

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

2 Solution de référence

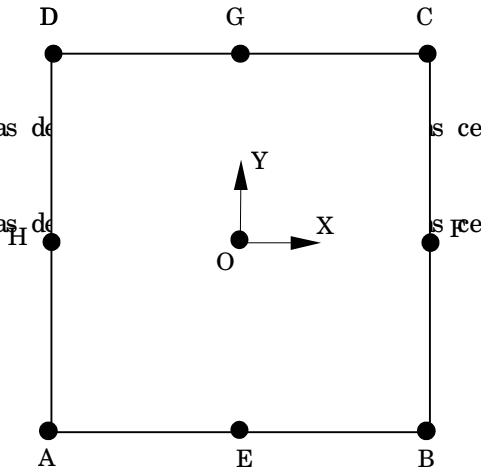
2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

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

Solution analytique.

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

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



$\phi_x = 45$ W/m² = constante
$\phi_y = 60$ W/m² = 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

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

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

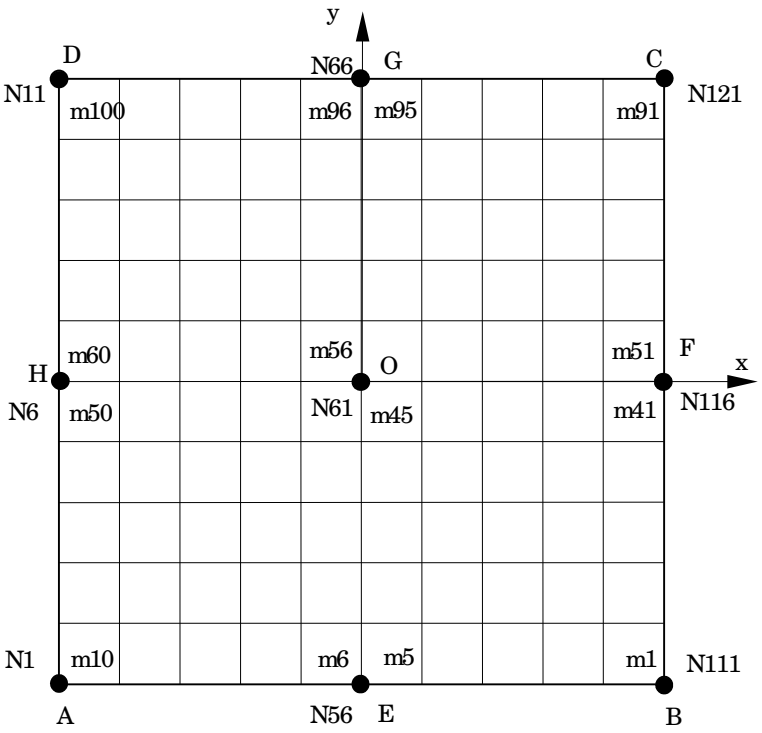
3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

PLAN (QUAD4)

Conditions limites:

- coté AB ϕ_y = 60 W/m²
- coté CD ϕ_y = -60 W/m²
- coté BC h = 15 W/m² °C
  T_{ext} = 15-80y
- coté AD h = 15 W/m² °C
  T_{ext} = 30-80y



3.2 Caractéristiques du maillage

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

3.3 Valeurs testées

Identification	Référence
Température	$°C$
T(O)	22.5
T(A)	35.0
T(B)	26.0
T(C)	10.0
T(D)	19.0
T(E)	30.5
T(F)	18.0
T(G)	14.5
T(H)	27.0
Flux	W/m^2
$\phi_x(A)$	45.0
$\phi_x(H)$	45.0
$\phi_x(D)$	45.0

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

$\Phi_x(B)$	45.0
$\Phi_x(F)$	45.0
$\Phi_x(C)$	45.0
$\Phi_y(A)$	60.0
$\Phi_y(E)$	60.0
$\Phi_y(B)$	60.0
$\Phi_y(D)$	60.0
$\Phi_y(G)$	60.0
$\Phi_y(C)$	60.0

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

4 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.

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