# TPLP301 - Plaque carrée avec température imposée répartie sinusoïdalement

**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 deux modélisations, l'une plane, la deuxième coque.

Les fonctionnalités testées sont les suivantes :
- élément thermique plan,
- élément thermique coque,
- conditions limites : distribution sinusoïdale de la température imposée

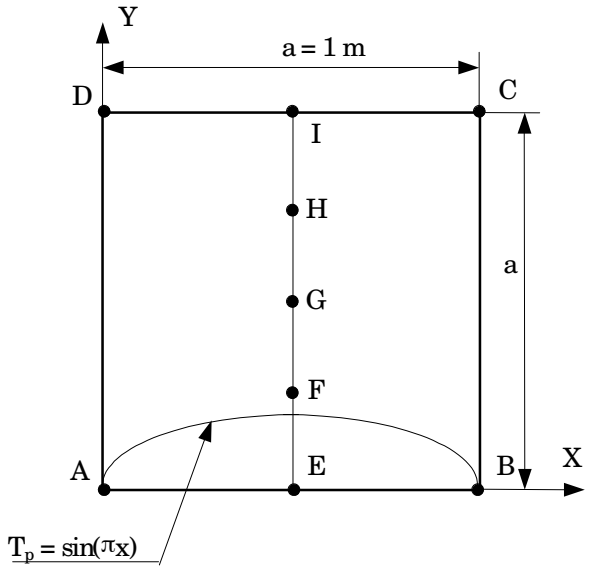
Les résultats sont comparés avec une solution analytique.



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

# 1 Problème de référence

## 1.1 Géométrie




| Points | X | Y |
|---|---|---|
| E | 0.5 | 0.00 |
| F | 0.5 | 0.25 |
| G | 0.5 | 0.50 |
| H | 0.5 | 0.75 |
| I | 0.5 | 1.00 |

## 1.2 Propriétés du matériau

$\lambda = 1.\ W/m.°C$ Conductivité thermique

## 1.3 Conditions aux limites et chargements

- côté $[AB]$ température imposée $T_p = \sin(\pi x)$ ,
- côté $[BC]$ température imposée $T_0 = 0°$ ,
- côté $[CD]$ température imposée $T_0 = 0°$ ,
- côté $[BA]$ température imposée $T_0 = 0°$ .

## 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

Solution analytique :

$$T(x,y)=\sinh[\pi(1.0-y)]\sin(pix)/\sinh(\pi)$$

## 2.2 Résultats de référence

Température aux points $E, F, G, H, I$

## 2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

## 2.4 Références

[1] W.K. Liu, T. Belytschko, "Efficient linear and nonlinear heat conduction with a quadrilateral element", Int. J. num. Meth. Engng, vol 20, n°5, pp 931-948, 1984.



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

# 3 Modélisation A

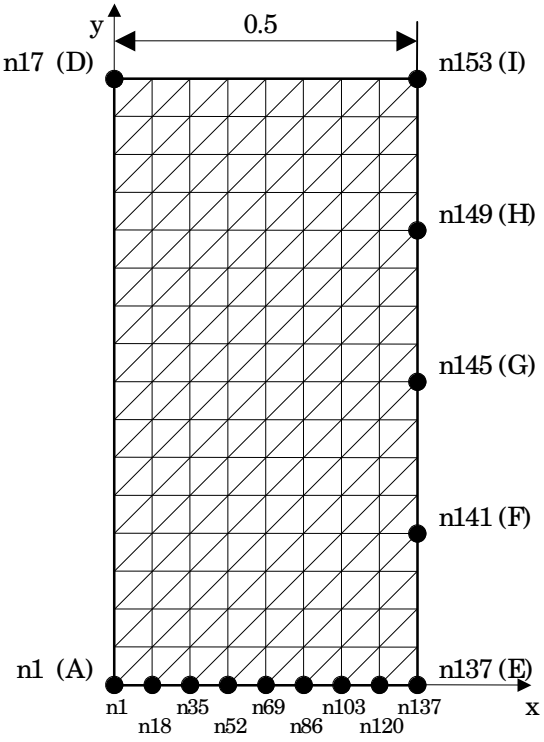
## 3.1 Caractéristiques de la modélisation

**COQUE (TRIA3)**

Conditions limites:

- coté AE T= sin(πx)
- coté JD, DA T= 0°C
- coté EJ : ϕ = 0

| Point | x | y | Noeud |
|---|---|---|---|
| E | 0.5 | 0. | n137 |
| F | 0.5 | 0.25 | n141 |
| G | 0.5 | 0.5 | n145 |
| H | 0.5 | 0.75 | n149 |
| I | 0.5 | 1. | n153 |




## 3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 153
Nombre de mailles et types : 256 TRIA3

## 3.3 Remarques

La température imposée, répartie sinusoïdalement sur $AE$ , est entrée nœud par nœud.

La donnée de la chaleur volumique $C_P$ est obligatoire pour *Code_Aster* (bien que sans influence dans cette simulation). On prend $C_P = 1.J/m^3 \circ C$ .

La condition limite $\varphi = 0.$ est implicite sur les bords libres.

## 3.4 Grandeurs testées et résultats

| | Identification | | Type de référence | Référence | tolérance |
|---|---|---|---|---|---|
| Température | $(°C)$ | | | | |
| $E$ Nœud | $n137$ | peau inférieure | ANALYTIQUE | 1.0 | 1% |
| $E$ Nœud | $n137$ | peau moyenne | ANALYTIQUE | 1.0 | 1% |
| $E$ Nœud | $n137$ | peau supérieure | ANALYTIQUE | 1.0 | 1% |
| $F$ Nœud | $n141$ | peau inférieure | ANALYTIQUE | 0.45269 | 1% |



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

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| F | Nœud | n141 | peau moyenne | ANALYTIQUE | 0.45269 | 1% |
| F | Nœud | n141 | peau supérieure | ANALYTIQUE | 0.45269 | 1% |
| G | Nœud | n145 | peau inférieure | ANALYTIQUE | 0.19927 | 1% |
| G | Nœud | n145 | : peau moyenne | ANALYTIQUE | 0.19927 | 1% |
| G | Nœud | n145 | : peau supérieure | ANALYTIQUE | 0.19927 | 1% |
| H | Nœud | n149 | : peau inférieure | ANALYTIQUE | 0.07522 | 1% |
| H | Nœud | n149 | : peau moyenne | ANALYTIQUE | 0.07522 | 1% |
| H | Nœud | n149 | : peau supérieure | ANALYTIQUE | 0.07522 | 1% |
| I | Nœud | n153 | : peau inférieure | ANALYTIQUE | 0.0 | 1.E–4 |
| I | Nœud | n153 | : peau moyenne | ANALYTIQUE | 0.0 | 1.E–4 |
| I | Nœud | n153 | : peau supérieure | ANALYTIQUE | 0.0 | 1.E–4 |



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

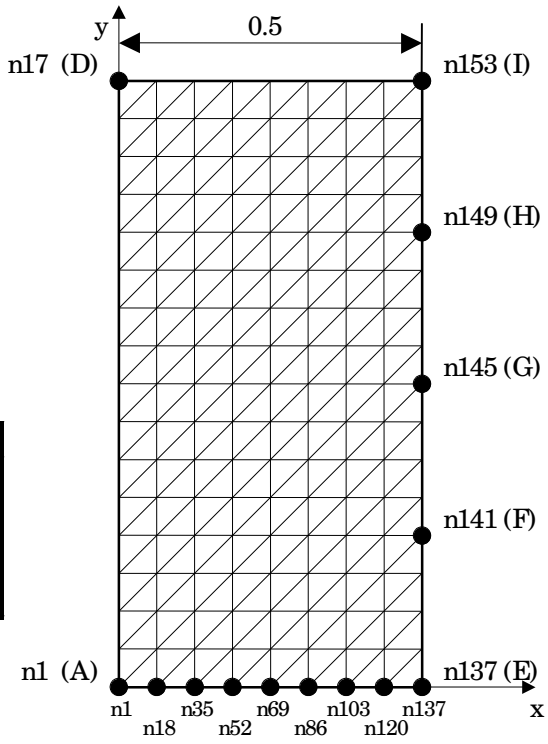
# 4 Modélisation B

## 4.1 Caractéristiques de la modélisation

**PLAN (TRIA3)**

Conditions limites:

- coté AE T= sin(πx)
- coté JD, DA T= 0°C
- coté EJ : ϕ = 0




| Point | x | y | Noeud |
|---|---|---|---|
| E | 0.5 | 0. | n137 |
| F | 0.5 | 0.25 | n141 |
| G | 0.5 | 0.5 | n145 |
| H | 0.5 | 0.75 | n149 |
| I | 0.5 | 1. | n153 |

## 4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 153
Nombre de mailles et types : 256 TRIA3

## 4.3 Remarques

La donnée de la chaleur volumique $C_P$ est obligatoire pour *Code_Aster* (bien que sans influence dans cette simulation). On prend $C_P = 1. J/m^3 °C$ .

La condition limite $\varphi = 0.$ est implicite sur les bords libres.

## 4.4 Grandeurs testées et résultats

| Identification | Type de Référence | Référence | tolérance |
|---|---|---|---|
| Température $(°C)$ | | | |
| $E$ : Nœud $n137$ | ANALYTIQUE | 1.0 | 1% |
| $F$ : Nœud $n141$ | ANALYTIQUE | 0.45269 | 1% |
| $G$ : Nœud $n145$ | ANALYTIQUE | 0.19927 | 1% |
| $H$ : Nœud $n149$ | ANALYTIQUE | 0.07522 | 1% |
| $I$ : Nœud $n153$ | ANALYTIQUE | 0.0 | 1.E–4 |



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

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

# 5 Synthèse des résultats

Les 2 modélisations effectuées, COQUE et PLAN avec des mailles TRIA3 donnent des résultats satisfaisants, l'écart maximum obtenu est de $0.63\%$ . Les résultats trouvés pour les deux modélisations sont identiques. L'intérêt de ce test est de comparer les résultats obtenus à une solution analytique.



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