TPLS302 - Distribution de température dans une plaque mince

Résumé :

On considère une plaque soumise à de la convection appliquée sur les faces inférieure et supérieure et sur un bord de la plaque (largeur). La température est imposée sur le bord opposé de la plaque.

Le but de ce test est de valider l'élément de coque thermique en conduction dans le plan et en convection [R3.11.01] et [U1.01.01]. Il permet également de valider les éléments de bord en convection.

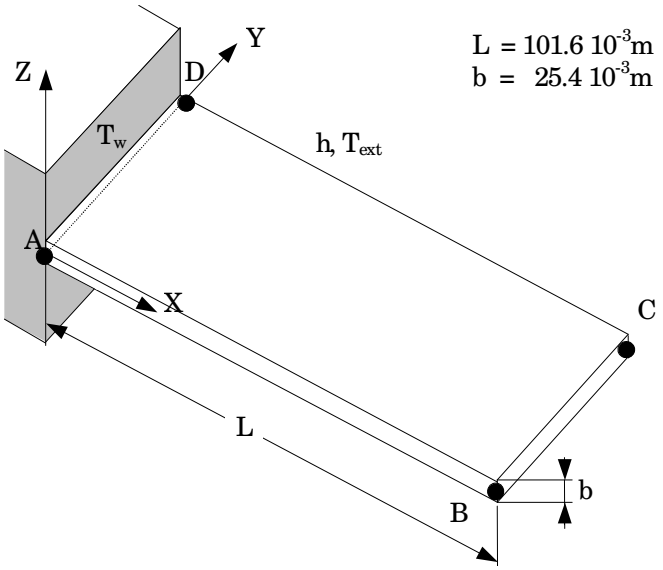
En raison des conditions aux limites et des chargements considérés, la distribution de température est uniforme le long de la largeur. Les résultats sont comparés avec une solution basée sur une estimation graphique. Les deux types d'approche donnent des résultats équivalents.

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

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



1.2 Propriétés de matériaux

$\rho C_P = 1. J/m^3 °C$
$\lambda = 25.961 W/m °C$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Convection sur la face inférieure, supérieure :

$h = 85.169 W/m^2 °C$
$T_{ext} = 37.778 °C$

et sur l'extrémité $(x = L, BC)$ de la plaque :

$h' = 2.163 W/m °C$ correspondant à $h \times b$ pour ce test

Température imposée sur le coté AD : $T_w = 593.333 °C$

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 originale donnée dans le livre [bib1] est basée sur une estimation graphique. L'incertitude sur la solution est inconnue.

Cette référence est citée dans le manuel de vérification d'ANSYS [bib2].

2.2 Résultats de référence

Température aux points de coordonnées $x/L = 0, 0.1, 0.2, \ldots 0.8, 0.9, 1.$

2.3 Références bibliographiques

- Kreith, F., " Principles of heat transfer", International Textbook Co., Scranton, Pennsylvania, 2nd Printing, 1959.
- ANSYS : "Verification manual", 1st edition, June 1, 1976

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

3 Modélisation A

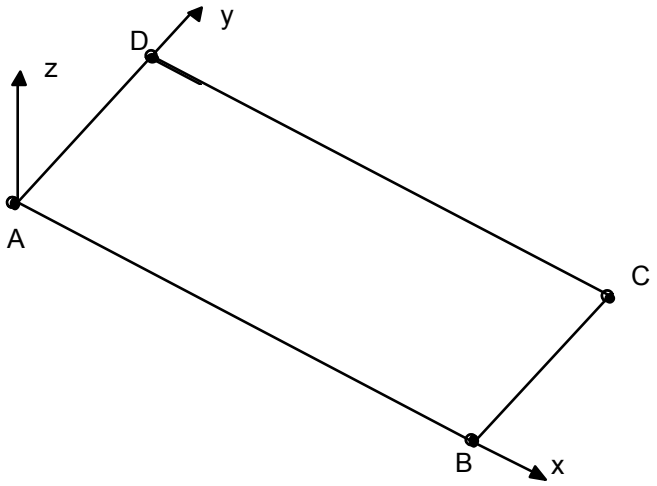
3.1 Caractéristiques de la modélisation

Du fait de la symétrie des conditions aux limites et des chargements, la modélisation est indépendante de la largeur des cotés AD et BC (la distribution de température est uniforme dans le sens de la largeur).

Modélisation : COQUE (QUAD8 + SEG3)

Conditions limites :

- coté AD T_w = 593.33°C
- face supérieure, inférieure et bord BC
  h = 85.169 W/m^2°C
  T_{ext} = 37.78 °C



Découpage

- Cotés AB, CD : 5 éléments
- Cotés AD, BC : 1 élément

3.2 Caractéristiques du maillage

On a 28 nœuds au total

5 mailles QUAD8 sur la surface moyenne de la coque
1 maille SEG3 sur le coté BC

3.3 Valeurs testées

Identification	Référence
Localisation	$T(°C)$
$x/L=0.0$	593.333
$x/L=0.1$	512.778
$x/L=0.2$	446.111
$x/L=0.3$	393.333
$x/L=0.4$	348.889
$x/L=0.5$	312.778
$x/L=0.6$	279.444
$x/L=0.7$	254.444
$x/L=0.8$	237.778
$x/L=0.9$	221.111
$x/L=1.0$	213.333

3.4 Remarques

Comme prévu, la distribution de température est uniforme selon la largeur. Tous les résultats obtenus sont dans l'intervalle de tolérance admis qui correspond à l'incertitude présumée sur les résultats de l'estimation graphique.

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)

4 Modélisation B

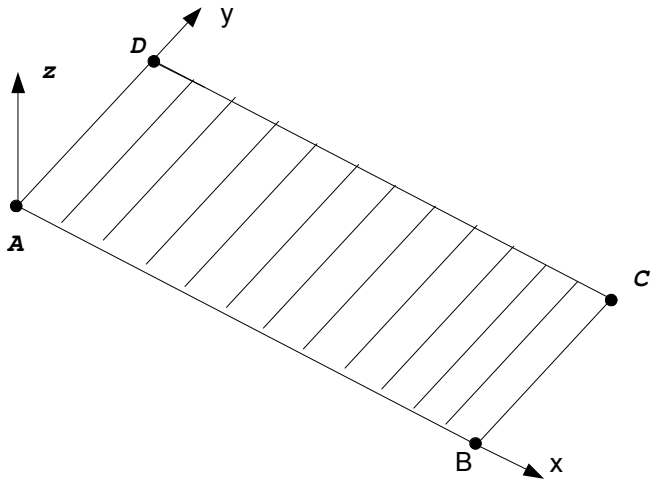
4.1 Caractéristiques de la modélisation

Du fait des conditions aux limites et des chargements, la modélisation est indépendante de la largeur des cotés AD et BC (la distribution de température est uniforme le long de la largeur).

Modélisation: COQUE (QUAD4 + SEG2)

Conditions limites:

• coté AD T_w=593.33°C
• face supérieure, inférieure et bord BC
h = 85.169 W/m²°C
T_{ext}= 37.78 °C



Découpage

• Cotés AB, CD: 10 éléments
• Cotés AD, BC: 1 élément

4.2 Caractéristiques du maillage

On a 22 nœuds au total
10 mailles QUAD4 sur la surface moyenne de la coque
1 maille SEG2 sur le coté BC

4.3 Valeurs testées

Identification	Référence
Localisation	$T(°C)$
$x/L=0.0$	593.333
$x/L=0.1$	512.778
$x/L=0.2$	446.111
$x/L=0.3$	393.333
$x/L=0.4$	348.889
$x/L=0.5$	312.778
$x/L=0.6$	279.444
$x/L=0.7$	254.444
$x/L=0.8$	237.778
$x/L=0.9$	221.111
$x/L=1.0$	213.333

4.4 Remarques

Comme prévu, la distribution de température est uniforme selon la largeur. Tous les résultats obtenus sont dans l'intervalle de tolérance admis qui correspond à l'incertitude présumée sur les résultats de l'estimation graphique.

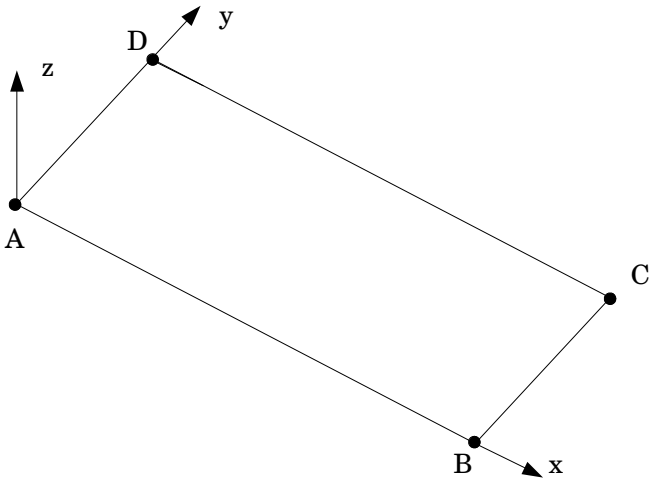
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

5 Modélisation C

Modélisation : COQUE (QUAD9 + SEG3)

Conditions limites:

- coté AD T_w=593.33°C
- face supérieure, inférieure et bord BC
  h = 85.169 W/m²°C
  T_{ext}= 37.78 °C



Découpage

- Cotés AB, CD: 5 éléments
- Cotés AD, BC: 1 élément

5.1 Caractéristiques de la modélisation

Du fait des conditions aux limites et de chargements, la modélisation est indépendante de la largeur des cotés AD et BC (la distribution de température est uniforme le long de la largeu).

5.2 Caractéristiques du maillage

On a 33 nœuds au total
5 mailles QUAD9 sur la surface moyenne de la coque
1 mailles SEG3 sur le coté BC

5.3 Valeurs testées

Identification	Référence	*Aster*	% différence	tolérance
Localisation	$T(°C)$			
$x/L=0.0$	593.333	593.333	0.000	5%
$x/L=0.1$	512.778	517.947	1.008	5%
$x/L=0.2$	446.111	451.207	1.142	5%
$x/L=0.3$	393.333	395.841	0.638	5%
$x/L=0.4$	348.889	349.658	0.220	5%
$x/L=0.5$	312.778	311.722	-0.338	5%
$x/L=0.6$	279.444	280.993	0.554	5%
$x/L=0.7$	254.444	256.673	0.876	5%
$x/L=0.8$	237.778	238.125	0.146	5%
$x/L=0.9$	221.111	224.854	1.693	5%
$x/L=1.0$	213.333	216.516	1.492	5%

5.4 Remarques

Comme prévu, la distribution de température est uniforme selon la largeur. Tous les résultats obtenus sont nettement dans l'intervalle de tolérance admis.

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

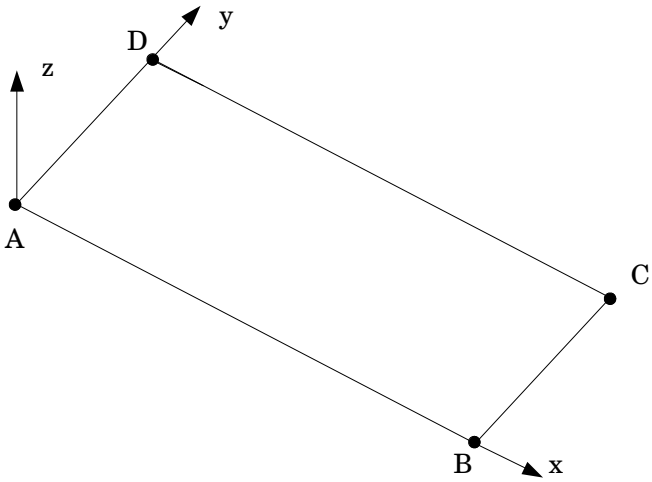
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

6 Modélisation D

Modélisation: COQUE (TRIA7 + SEG3)

Conditions limites:

- coté AD T_w=593.33°C
- face supérieure, inférieure et bord BC
  h = 85.169 W/m²°C
  T_{ext}= 37.78 °C



Découpage

- Cotés AB, CD: 10 éléments
- Cotés AD, BC: 1 élément

6.1 Caractéristiques de la modélisation

Du fait des conditions aux limites et de chargements, la modélisation est indépendante de la largeur des cotés AD et BC (la distribution de température est uniforme le long de la largeu).

6.2 Caractéristiques du maillage

On a 43 nœuds au total
10 mailles TRIA7 sur la surface moyenne de la coque
1 mailles SEG3 sur le coté BC

6.3 Valeurs testées

Identification	Référence	*Aster*	% différence	tolérance
Localisation	T (°C)			
x/L = 0.0	593.333	593.333	0.000	5%
x/L = 0.1	512.778	517.863	0.992	5%
x/L = 0.2	446.111	451.193	1.139	5%
x/L = 0.3	393.333	395.862	0.643	5%
x/L = 0.4	348.889	349.635	0.214	5%
x/L = 0.5	312.778	311.737	-0.333	5%
x/L = 0.6	279.444	280.981	0.550	5%
x/L = 0.7	254.444	256.683	0.880	5%
x/L = 0.8	237.778	238.122	0.145	5%
x/L = 0.9	221.111	224.857	1.694	5%
x/L = 1.0	213.333	216.526	1.497	5%

6.4 Remarques

Comme prévu, la distribution de température est uniforme selon la largeur. Tous les résultats obtenus sont nettement dans l'intervalle de tolérance admis.

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

7 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus pour les deux modélisations (QUAD8 + SEG3 ou QUAD + SEG2) dans l'intervalle de tolérance admis (< 2% pour une tolérance de 5%) qui correspond à l'incertitude sur les résultats de l'estimation graphique de référence.

Les données du test pourraient retenir une tolérance de 2%.

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