SSLS27 - Plaque mince vrillée ou fléchie

Résumé :

Le test, repris du guide VPCS, permet de vérifier le comportement d'une plaque plane encastrée soumise à son extrémité libre à deux forces nodales de même signe (flexion) ou de signe opposé (torsion).

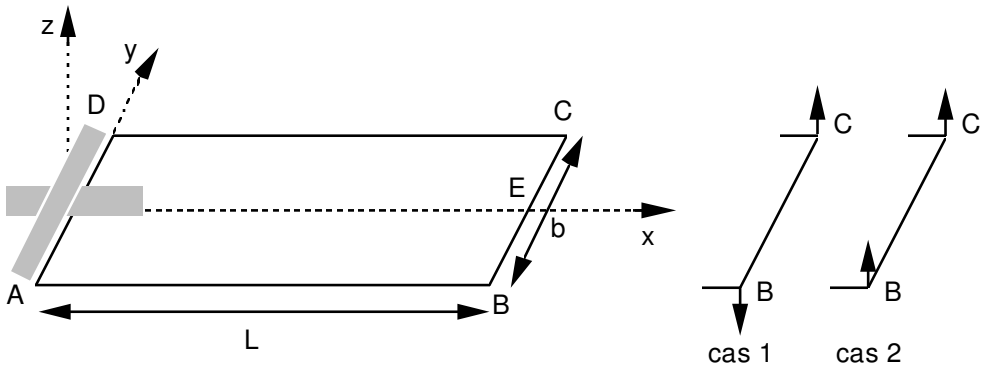
Le premier chargement constitue une extension du test initial pour lequel une solution de référence est donnée en [bib3].

5 modélisations sont réalisées : DKT, DST, DKQ, DSQ et Q4G.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Longueur	L = 12 m
Largeur	b = 1 m
Epaisseur	t = 0.05 m

Coordonnées des points (en m) :

	A	B	C	D	E
x	0.	12.	12.	0.	12.
y	–0.5	–0.5	0.5	0.5	0.
z	0.	0.	0.	0.	0.

1.2 Propriétés du matériau

Les propriétés élastiques du matériau considéré sont les suivantes:
Module d'Young : $E=1.10^{11} Pa$
Coefficient de Poisson: $\nu=0.25$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Côté AD encastré :
tout point P tel que $x_P=0$ ($u=v=w=0 \quad \theta_x=\theta_y=\theta_z=0$)

Chargement : 2 cas de charge

1) en B et C : forces opposées parallèles à l'axe Z $F_{z_B}=-1\,N \quad F_{z_C}=+1\,N$
2) en B et C : forces de même sens parallèles à l'axe Z $F_{z_B}=+1\,N \quad F_{z_C}=+1\,N$

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

- Forces opposées perpendiculaires à la plaque [bib1], [bib2]

  La solution de référence est celle donnée dans la fiche SSLS27/89 du guide VPCS :
  Déplacement du point C : $w=35.37\,10^{-7}m$

  Résultante des efforts à l'encastrement (AD) suivant DZ : $RESULT_Z=0$
  Moment associé à la résultante des efforts à l'encastrement au milieu de AD :
  $MOMENT_X=-1$
  $MOMENT_Y=0$

- Forces de même sens perpendiculaires à la plaque [bib3]

  La formulation en poutre d'Euler donne une solution approchée pour un coefficient de Poisson ν différent.

  Déplacement de tous les nœuds du côté BC : $w=\frac{F}{6EI_z}2\,L^3$

  Résultante des efforts à l'encastrement (AD) suivant DZ : $RESULT_Z=-2$
  Moment associé à la résultante des efforts à l'encastrement au milieu de AD :
  $MOMENT_X=0$
  $MOMENT_Y=24$

2.2 Résultats de référence

Déplacement des points B, C et E. Résultante à l'encastrement le long de AD, moment à l'encastrement par rapport aux axes X et Y au milieu de AD.

2.3 Incertitude sur la solution

Solution analytique.

2.4 Références bibliographiques

1) J. ROBINSON "Element evaluation. A set of assessment parts and standard tests" Proceedings of Finite Element Methods in the commercial Environment, Vol. 1, (octobre 1978).

2) J.L. BATOZ, M.B. TAHAR "Evaluation of new quadrilateral thin plate boundary element" International Journal for Numerical Methods in Engineering, Vol. 18, John Wiley & Sons (1982).

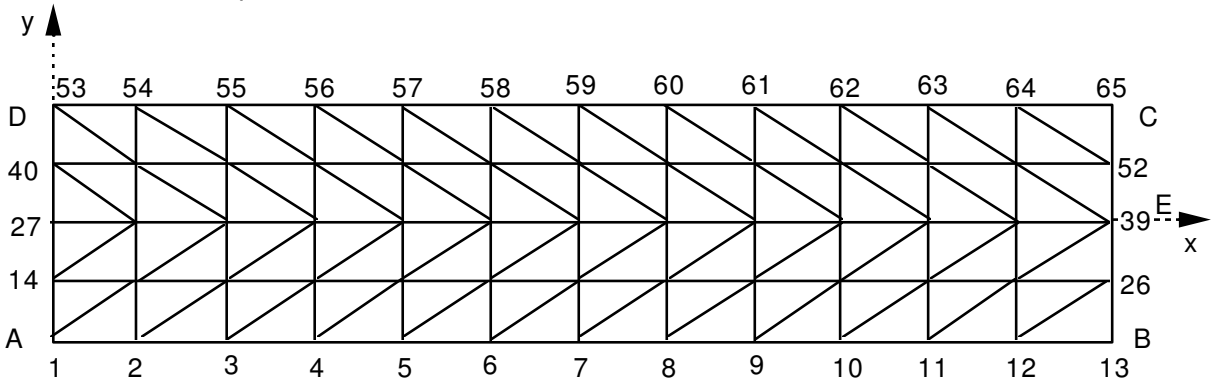
3) R.J. ROARK, W.C. YOUNG "Formulas for Stress and Strain" New-York : Mc Graw-Hill, 5° édition, p 96.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément de coque DKT



Découpage : 12 en longueur 4 en largeur : 96 mailles TRIA3
avec symétrie par rapport axe Ox

Élancement transversal $b/4t=5$
longitudinal $L/12t=20$

2 cas de charges

1) Forces opposées
2) Forces de même sens

Nom des nœuds :

Point $A=N1$ Point $C=N65$ Point $E=N39$
Point $B=N13$ Point $D=N53$

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de noeuds : 65
Nombre de mailles et types : 96 TRIA3

3.3 Grandeurs testées et résultats

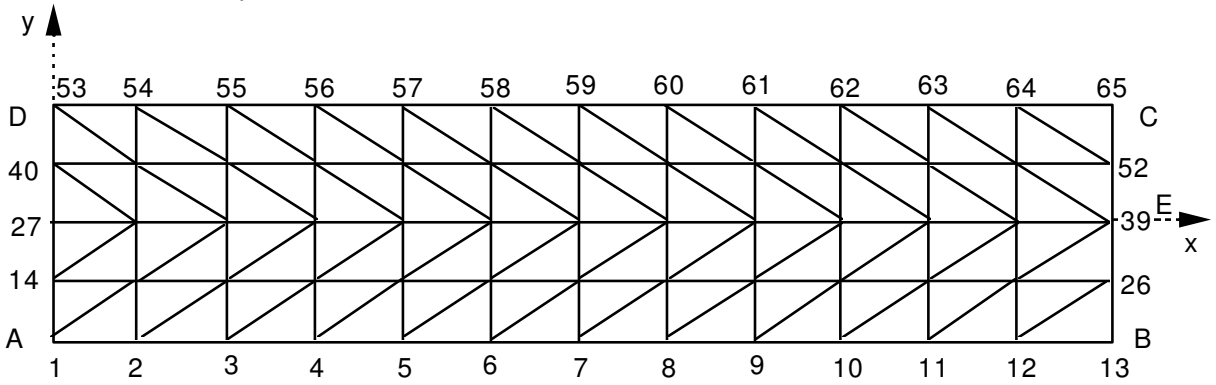
Cas de charge	Point	Grandeur et unité	Référence	Type de référence	Tolérance
1	B	déplacement $DZ\,(m)$	–3.537 10–6	'ANALYTIQUE'	0.5%
	E	déplacement $DZ\,(m)$	0	'ANALYTIQUE'	1.0E-12
	C	déplacement $DZ\,(m)$	3.537 10–6	'ANALYTIQUE'	0.5%
2	B	déplacement $DZ\,(m)$	1.1059 10–3	'ANALYTIQUE'	1%
	E	déplacement $DZ\,(m)$	1.1059 10–3	'ANALYTIQUE'	1%
	C	déplacement $DZ\,(m)$	1.1059 10–3	'ANALYTIQUE'	1%

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément de coque DST



Découpage :	12 en longueur	4 en largeur :	96 mailles TRIA3 avec symétrie par rapport axe Ox
Élancement	transversal	$b/4\mathrm{t}=5$	
	longitudinal	$L/12\mathrm{t}=20$	

2 cas de charges

1) Forces opposées
2) Forces de même sens

Nom des nœuds :

Point $A=N1$	Point $C=N65$	Point $E=N39$
Point $B=N13$	Point $D=N53$	Point $F=N27$

4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de noeuds : 65
Nombre de mailles et types : 96 TRIA3

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

4.3 Grandeurs testées et résultats

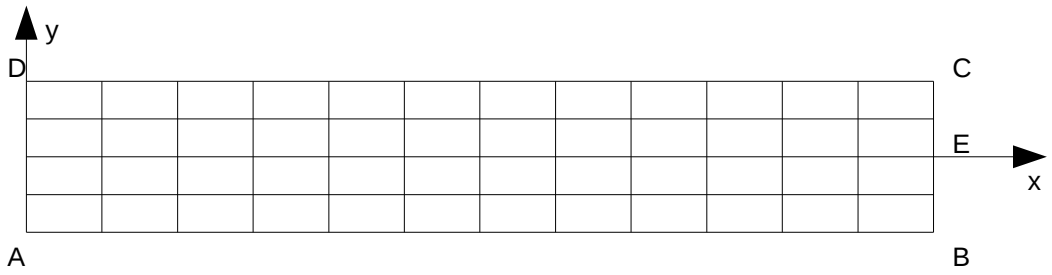
Cas de charge	Point	Grandeur et unité	Référence	Type de référence	Tolérance
1	B	déplacement $DZ(m)$	–3.537 10–6	'ANALYTIQUE'	0.5%
	E	déplacement $DZ(m)$	0	'ANALYTIQUE'	1.0E-12
	C	déplacement $DZ(m)$	3.537 10–6	'ANALYTIQUE'	0.5%
	AD	Force résultante $DZ(N)$	0	'ANALYTIQUE'	1.0E-8
	F	Moment $DRX(N.m)$	-1	'ANALYTIQUE'	1.0E-6%
	F	Moment $DRY(N.m)$	0	'ANALYTIQUE'	1.0E-8
2	B	déplacement $DZ(m)$	1.1059 10–3	'ANALYTIQUE'	1%
	E	déplacement $DZ(m)$	1.1059 10–3	'ANALYTIQUE'	1%
	C	déplacement $DZ(m)$	1.1059 10–3	'ANALYTIQUE'	1%
	AD	Force résultante $DZ(N)$	-2	'ANALYTIQUE'	1.0E-6%
	F	Moment $DRX(N.m)$	0	'ANALYTIQUE'	1.0E-8
	F	Moment $DRY(N.m)$	24	'ANALYTIQUE'	1.0E-6%

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

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément de coque DKT



Découpage :	12 en longueur	4 en largeur :	48 mailles QUAD4 avec symétrie par rapport axe Ox
Élancement	transversal	$b/4t=5$	
	longitudinal	$L/12t=20$	

2 cas de charges

1) Forces opposées
2) Forces de même sens

5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de noeuds : 65
Nombre de mailles et types : 48 QUAD4

5.3 Grandeurs testées et résultats

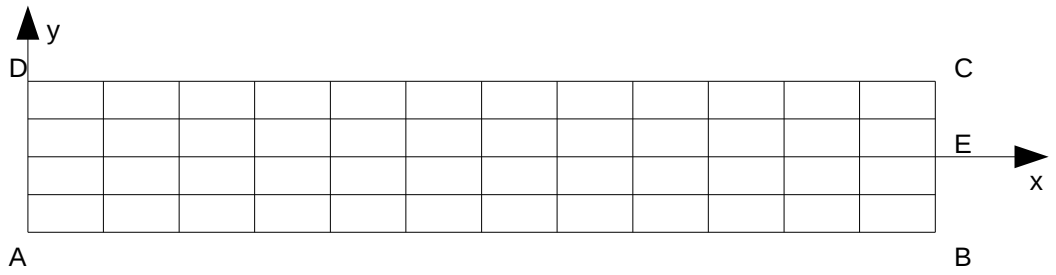
Cas de charge	Point	Grandeur et unité	Référence	Type de référence	Tolérance
1	B	déplacement $DZ\,(m)$	–3.537 10–6	'ANALYTIQUE'	0.5%
	E	déplacement $DZ\,(m)$	0	'ANALYTIQUE'	1.0E-12
	C	déplacement $DZ\,(m)$	3.537 10–6	'ANALYTIQUE'	0.5%
2	B	déplacement $DZ\,(m)$	1.1059 10–3	'ANALYTIQUE'	1%
	E	déplacement $DZ\,(m)$	1.1059 10–3	'ANALYTIQUE'	1%
	C	déplacement $DZ\,(m)$	1.1059 10–3	'ANALYTIQUE'	1%

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

6 Modélisation D

6.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément de coque DST



Découpage :	12 en longueur	4 en largeur :	48 mailles QUAD4 avec symétrie par rapport axe Ox
Élancement	transversal longitudinal	$b/4t=5$ $L/12t=20$	

2 cas de charges

1) Forces opposées
2) Forces de même sens

6.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de noeuds : 65
Nombre de mailles et types : 48 QUAD4

6.3 Grandeurs testées et résultats

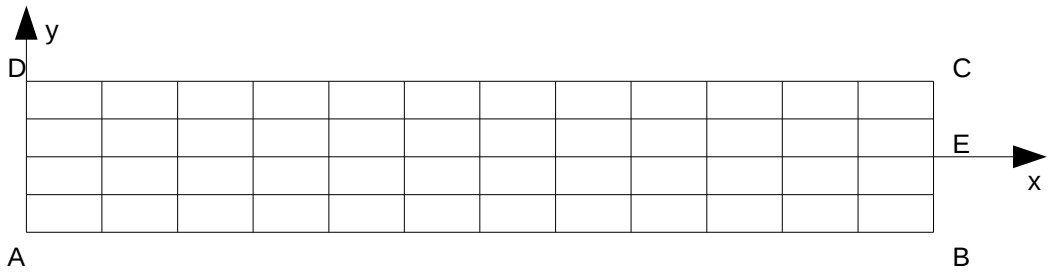
Cas de charge	Point	Grandeur et unité	Référence	Type de référence	Tolérance
1	B	déplacement $DZ(m)$	–3.537 10–6	'ANALYTIQUE'	0.5%
	E	déplacement $DZ(m)$	0	'ANALYTIQUE'	1.0E-12
	C	déplacement $DZ(m)$	3.537 10–6	'ANALYTIQUE'	0.5%
2	B	déplacement $DZ(m)$	1.1059 10–3	'ANALYTIQUE'	1%
	E	déplacement $DZ(m)$	1.1059 10–3	'ANALYTIQUE'	1%
	C	déplacement $DZ(m)$	1.1059 10–3	'ANALYTIQUE'	1%

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

7 Modélisation E

7.1 Caractéristiques de la modélisation

Élément de coque Q4G



Découpage :	12 en longueur	4 en largeur :	48 mailles QUAD4 avec symétrie par rapport axe Ox
Élancement	transversal	$b/4t=5$	
	longitudinal	$L/12t=20$	

2 cas de charges

1) Forces opposées
2) Forces de même sens

7.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de noeuds : 65
Nombre de mailles et types : 48 QUAD4

7.3 Grandeurs testées et résultats

Cas de charge	Point	Grandeur et unité	Référence	Type de référence	Tolérance
1	B	déplacement $DZ\,(m)$	–3.537 10–6	'ANALYTIQUE'	0.5%
	E	déplacement $DZ\,(m)$	0	'ANALYTIQUE'	1.0E-12
	C	déplacement $DZ\,(m)$	3.537 10–6	'ANALYTIQUE'	0.5%
2	B	déplacement $DZ\,(m)$	1.1059 10–3	'ANALYTIQUE'	1%
	E	déplacement $DZ\,(m)$	1.1059 10–3	'ANALYTIQUE'	1%
	C	déplacement $DZ\,(m)$	1.1059 10–3	'ANALYTIQUE'	1%

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

8 Synthèse des résultats

On retrouve les résultats analytiques avec un très bon accord que la modélisation tienne compte du cisaillement transverse ou pas.

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