

SSLS27 - Plaque mince vrillée ou fléchie

Résumé :

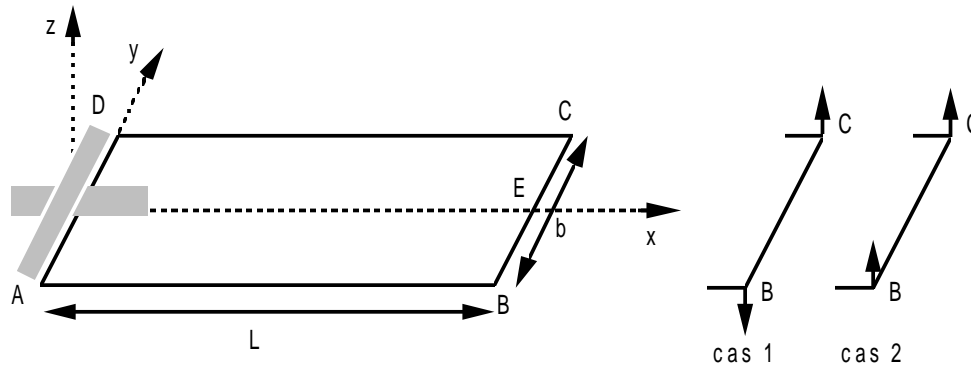
Le test, repris du guide VPCS, permet de vérifier le comportement d'une plaque plane encadrée soumise à son extrémité libre à deux forces nodales de même signe (flexion) ou de signe opposé (torsion).

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.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Longueur $L = 12 \text{ m}$
 Largeur $b = 1 \text{ m}$
 Epaisseur $t = 0.05 \text{ m}$

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 : $E = 1.10^{11} \text{ Pa}$

Coefficient de Poisson : $\nu = 0.25$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Côté AD encasté :

tout point P tel que $x_P = 0$ ($u = v = w = 0$ $\theta_x = \theta_y = \theta_z = 0$)

Chargement : 2 cas de charge

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

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 : $w = 35.3710^{-7} m$

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.

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

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

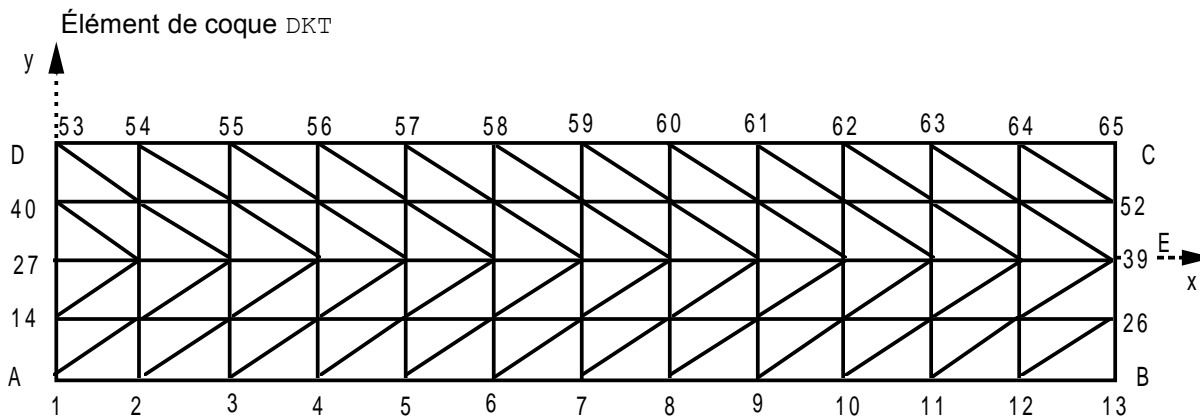
Solution analytique.

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^e édition, p 96.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation



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

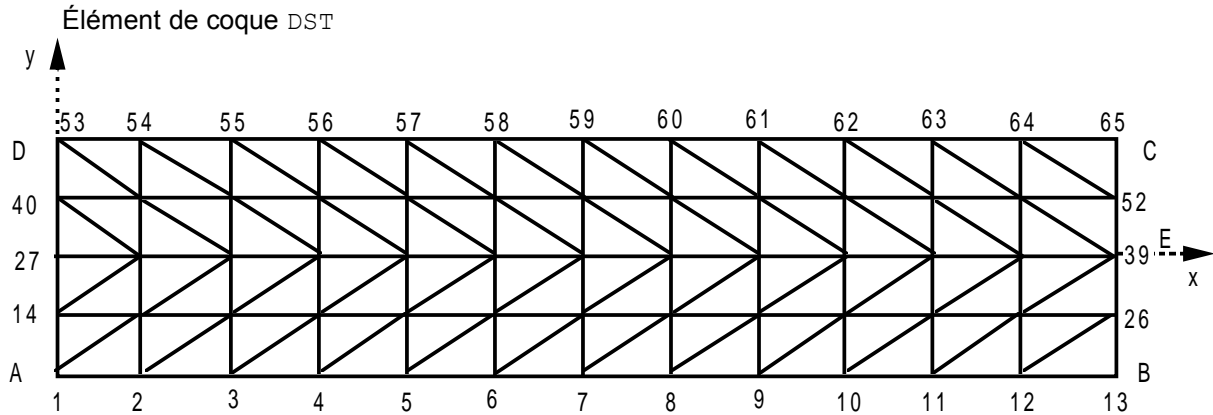
Nombre de noeuds : 65
Nombre de mailles et types : 96 TRIA3

3.3 Grandeurs testées et résultats

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation



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 $D=N53$	Point $F=N27$

4.2 Caractéristiques du maillage

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

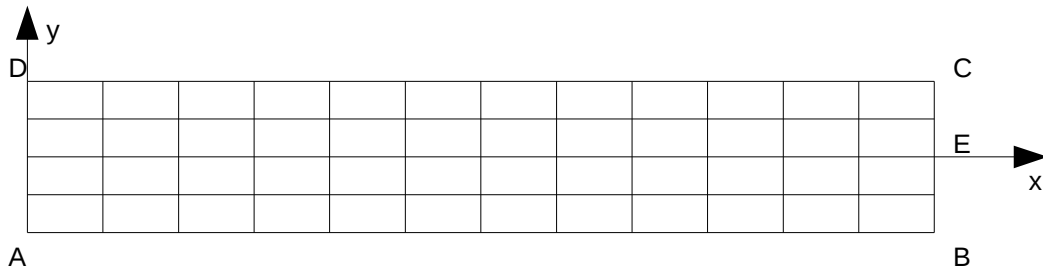
4.3 Grandeurs testées et résultats

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

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

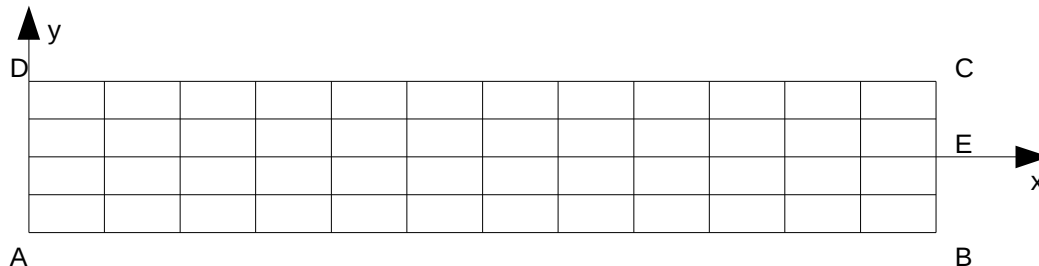
5.3 Grandeurs testées et résultats

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

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

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 $QUAD4$

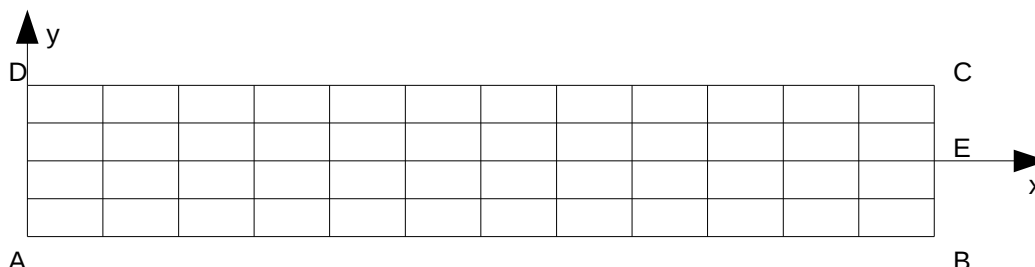
6.3 Grandeurs testées et résultats

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

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 $DZ (m)$	$-3.537 \cdot 10^{-6}$	'ANALYTIQUE'	0.5%
	E	déplacement $DZ (m)$	0	'ANALYTIQUE'	1.0E-12
	C	déplacement $DZ (m)$	$3.537 \cdot 10^{-6}$	'ANALYTIQUE'	0.5%
2	B	déplacement $DZ (m)$	$1.1059 \cdot 10^{-3}$	'ANALYTIQUE'	1%
	E	déplacement $DZ (m)$	$1.1059 \cdot 10^{-3}$	'ANALYTIQUE'	1%
	C	déplacement $DZ (m)$	$1.1059 \cdot 10^{-3}$	'ANALYTIQUE'	1%

8 Synthèse des résultats

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