SSLS129 – Plaque ondulée sinusoïdale soumise à des chargements forces linéiques

Résumé

Ce test permet de valider la prise en compte de chargement linéïques.

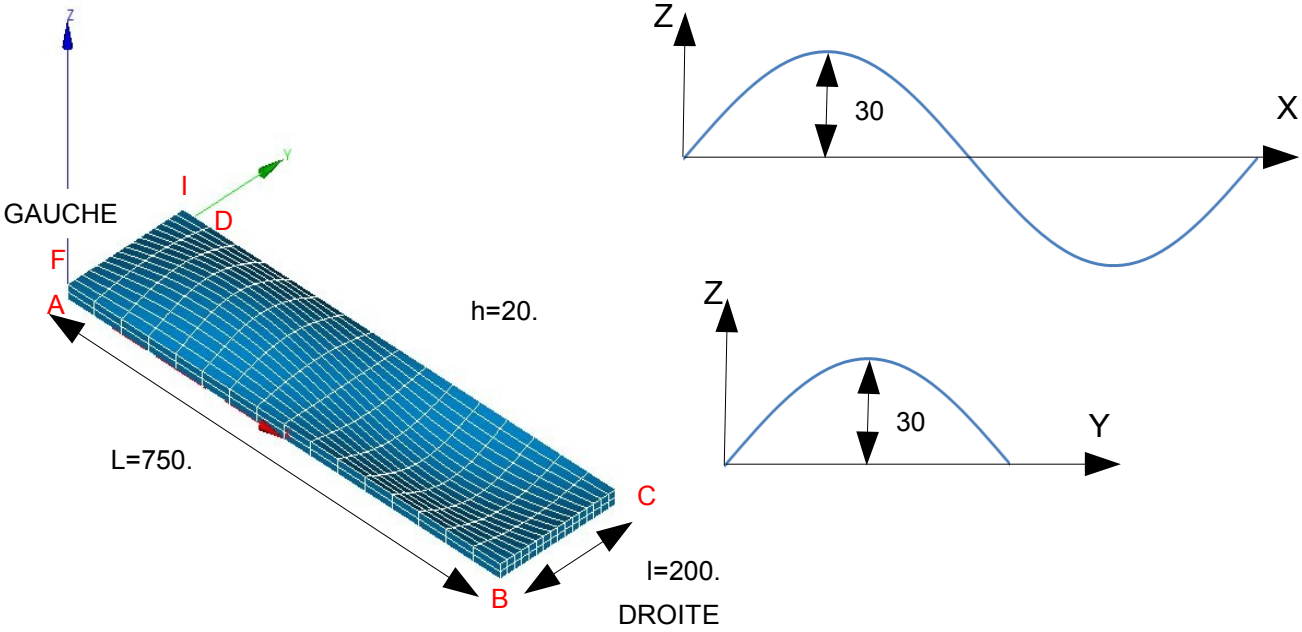
Les trois modélisations validées sont les suivantes:

- Modélisation A : 3D ,
- Modélisation B : COQUE_3D ,
- Modélisation C : SHB .

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Point	$X\,(mm)$	$Y\,(mm)$	$Z\,(mm)$
A	0	0	0
B	750	0	10
C	750	200	10
D	0	200	0
F	0	0	20
I	0	200	20

La cote z de la plaque est définie par l'équation suivante: $z=30\sin(2\pi x/L)\sin(\pi y/l)$

1.2 Propriétés matériaux

Le matériau a un comportement élastique isotrope :

- Module d'Young : $E=204\,000.\mathrm{MPa}$
- Coefficient de Poisson: $\nu=0.3$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Conditions aux limites :

- Encastrement sur le coté $GAUCHE$

Modélisation `3D, SHB` : 3 cas de chargements surfaciques sur le coté $DROITE$:

- $fx = 0.5\,N/mm^2$
- $fy = 0.5\,N/mm^2$

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

- $fz = -0.5\ N/mm^2$

Modélisation COQUE_3D ; 2 cas de chargements linéiques sur le coté $DROITE$
- $fx = 10.\ N/mm$
- $fz = -10.\ N/mm$

2 Solution de référence

2.1 Solution de référence

La solution de référence est :

- "ANALYTIQUE" pour les efforts et moment résultants ,
- "NON_REGRESSION" pour les déplacements et les contraintes (modélisation A)
- "AUTRE_ASTER" pour les déplacements et les contraintes (modélisations B et C). Les résultats obtenus avec la modélisation A servent de solution de référence.

Calculs des efforts et moments résultants

- Cas de charge linéique fx

$$R_x = \int_s f_x ds = f_x . h . l = 2\,000\ N$$
$$M_y = \int_s f_x z\, ds = \frac{(f_x . h^2)}{2} l = 20\,000\ N.mm$$
$$M_z = \int_s f_x y\, ds = \frac{(f_x . l^2)}{2} h = 200\,000\ N.mm$$

- Cas de charge linéique fy

$$R_y = \int_s f_y ds = f_y . h . l = 2\,000\ N$$
$$M_x = \int_s f_y z\, ds = \frac{(f_y . h^2)}{2} l = 20\,000\ N.mm$$
$$M_z = \int_s f_y L\, ds = f_y . h . l . L = 1\,500\,000\ N.mm$$

- Cas de charge linéique fz

$$R_z = \int_s f_z ds = f_z . h . l = 2\,000\ N$$
$$M_x = \int_s f_z y\, ds = \frac{(f_z . l^2)}{2} h = 200\,000\ N.mm$$
$$M_y = \int_s f_z L\, ds = f_z . h . l . L = 1\,500\,000\ N.mm$$

2.2 Grandeurs de référence

- Efforts résultants : $RESULT_X,\ RESULT_Y,\ RESULT_Z$
- Moments résultants : $MOMENT_X,\ MOMENT_Y,\ MOMENT_Z$
- Déplacements : $DX,\ DY,\ DZ$
- Contraintes : $SIXX$

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

2.3 Résultats de référence

- Cas de charge linéique fx

Identification			Type de référence	Valeur de référence
Point	GROUP_MA	Composantes		
A	GAUCHE	$RESULT_X$	'ANALYTIQUE'	-2 000. N
	DROITE	$RESULT_X$	'ANALYTIQUE'	2 000. N
	GAUCHE	$MOMENT_Y$	'ANALYTIQUE'	-20 000. N.mm
	GAUCHE	$MOMENT_Z$	'ANALYTIQUE'	-200 000. N.mm

Identification		Type de référence	Valeur de référence
Point A	$SIXX$	'NON_REGRESSION'	1.067538 MPa
Point B	DX	'NON_REGRESSION'	5.676675E-3 mm
Point C	DX	'NON_REGRESSION'	5.837494E-3 mm
Point D	$SIXX$	'NON_REGRESSION'	1.030237 MPa
Point F	$SIXX$	'NON_REGRESSION'	1.435778 MPa
Point I	$SIXX$	'NON_REGRESSION'	1.472049 MPa

- Cas de charge linéique fy

Identification			Type de référence	Valeur de référence
Point	GROUP_MA	Composantes		
A	GAUCHE	$RESULT_Y$	'ANALYTIQUE'	-2 000. N
	DROITE	$RESULT_Y$	'ANALYTIQUE'	2 000. N
	GAUCHE	$MOMENT_X$	'ANALYTIQUE'	20 000. N.mm
	GAUCHE	$MOMENT_Z$	'ANALYTIQUE'	-1.50 E6 N.mm

Identification		Type de référence	Valeur de référence
Point A	$SIXX$	'NON_REGRESSION'	4.55542676 MPa
Point B	DY	'NON_REGRESSION'	0.15476384 mm
Point C	DY	'NON_REGRESSION'	0.15475096 mm
Point D	$SIXX$	'NON_REGRESSION'	-4.43905267 MPa
Point F	$SIXX$	'NON_REGRESSION'	26.8162393 MPa
Point I	$SIXX$	'NON_REGRESSION'	-26.9483395 MPa

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

- Cas de charge linéique fz

Identification			Type de référence	Valeur de référence
Point	GROUP_MA	Composantes		
A	GAUCHE	$RESULT_Z$	'ANALYTIQUE'	2 000. N
	DROITE	$RESULT_Z$	'ANALYTIQUE'	-2 000. N
	GAUCHE	$MOMENT_X$	'ANALYTIQUE'	200 000. N.mm
	GAUCHE	$MOMENT_Y$	'ANALYTIQUE'	-1.50 E6 N.mm

Identification		Type de référence	Valeur de référence
Point A	$SIXX$	'NON_REGRESSION'	-132.297834 MPa
Point B	DZ	'NON_REGRESSION'	-6.2097302 mm
Point C	DZ	'NON_REGRESSION'	-6.2082328 mm
Point D	$SIXX$	'NON_REGRESSION'	-131.564485 Mpa
Point F	$SIXX$	'NON_REGRESSION'	37.0401177 MPa
Point I	$SIXX$	'NON_REGRESSION'	36.1921083 MPa

2.4 Incertitude sur la solution

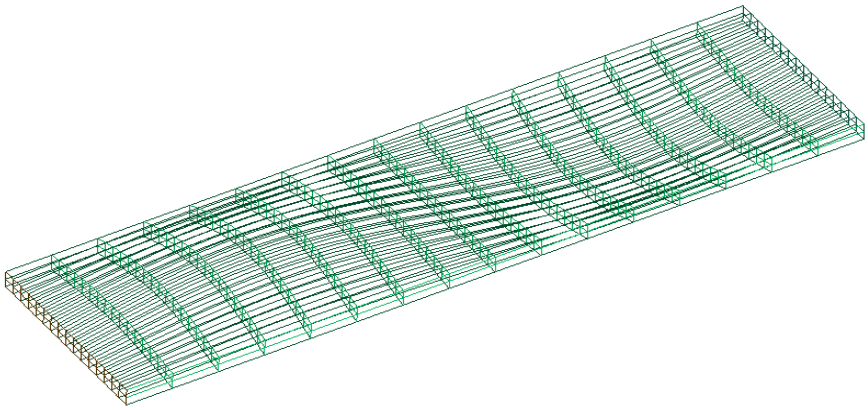
Solutions analytiques et numériques.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation 3D.



3.2 Caractéristiques du maillage

- Nombre de nœuds : 3 077
- Nombre de mailles et types : 512 HEXA20

3.3 Résultats

- Cas de charge surfacique fx

Identification			Type de référence	Valeur de référence	Tolérance (%)
Point	GROUP_MA	Composantes			
A	GAUCHE	$RESULT_X$	'ANALYTIQUE'	-2 000. N	10^{-6}
	DROITE	$RESULT_X$	'ANALYTIQUE'	2 000. N	10^{-6}
	GAUCHE	$MOMENT_Y$	'ANALYTIQUE'	-20 000. N.mm	10^{-6}
	GAUCHE	$MOMENT_Z$	'ANALYTIQUE'	-200 000. N.mm	10^{-6}

Identification		Type de référence	Valeur de référence	Tolérance (%)
Point A	$SIXX$	'NON_REGRESSION'	1.067538 MPa	10^{-6}
Point B	DX	'NON_REGRESSION'	5.676675E-3 mm	10^{-6}
Point C	DX	'NON_REGRESSION'	5.837494E-3 mm	10^{-6}
Point D	$SIXX$	'NON_REGRESSION'	1.030237 MPa	10^{-6}
Point F	$SIXX$	'NON_REGRESSION'	1.435778 MPa	10^{-6}
Point I	$SIXX$	'NON_REGRESSION'	1.472049 MPa	10^{-6}

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

- Cas de charge surfacique fy

Identification			Type de référence	Valeur de référence	Tolérance (%)
Point	GROUP_MA	Composantes			
A	GAUCHE	$RESULT_Y$	'ANALYTIQUE'	-2 000. N	10^{-6}
	DROITE	$RESULT_Y$	'ANALYTIQUE'	2 000. N	10^{-6}
	GAUCHE	$MOMENT_X$	'ANALYTIQUE'	20 000. N.mm	10^{-6}
	GAUCHE	$MOMENT_Z$	'ANALYTIQUE'	-1.50 E6 N.mm	10^{-6}

Identification		Type de référence	Valeur de référence	Tolérance (%)
Point A	$SIXX$	'NON_REGRESSION'	4.55542676 MPa	10^{-6}
Point B	DY	'NON_REGRESSION'	0.15476384 mm	10^{-6}
Point C	DY	'NON_REGRESSION'	0.15475096 mm	10^{-6}
Point D	$SIXX$	'NON_REGRESSION'	-4.43905267 MPa	10^{-6}
Point F	$SIXX$	'NON_REGRESSION'	26.8162393 MPa	10^{-6}
Point I	$SIXX$	'NON_REGRESSION'	-26.9483395 MPa	10^{-6}

- Cas de charge surfacique fz

Identification			Type de référence	Valeur de référence	Tolérance (%)
Point	GROUP_MA	Composantes			
A	GAUCHE	$RESULT_Z$	'ANALYTIQUE'	2 000. N	10^{-6}
	DROITE	$RESULT_Z$	'ANALYTIQUE'	-2 000. N	10^{-6}
	GAUCHE	$MOMENT_X$	'ANALYTIQUE'	200 000. N.mm	10^{-6}
	GAUCHE	$MOMENT_Y$	'ANALYTIQUE'	-1.50 E6 N.mm	10^{-6}

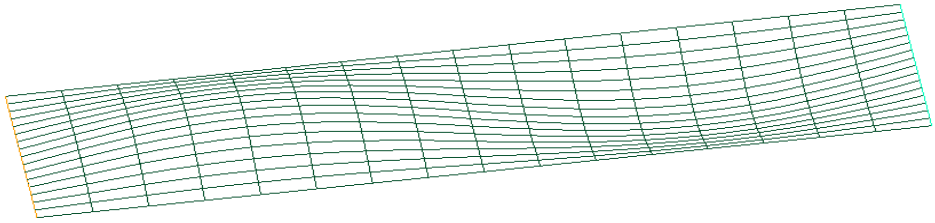
Identification		Type de référence	Valeur de référence	Tolérance (%)
Point A	$SIXX$	'NON_REGRESSION'	-132.297834 MPa	10^{-6}
Point B	DZ	'NON_REGRESSION'	-6.2097302 mm	10^{-6}
Point C	DZ	'NON_REGRESSION'	-6.2082328 mm	10^{-6}
Point D	$SIXX$	'NON_REGRESSION'	-131.564485 Mpa	14
Point F	$SIXX$	'NON_REGRESSION'	37.0401177 MPa	10^{-6}
Point I	$SIXX$	'NON_REGRESSION'	36.1921083 MPa	14

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation COQUE_3D .



4.2 Caractéristiques du maillage

- Nombre de nœuds : 1 089
- Nombre de mailles et types : 256 QUAD9

4.3 Résultats

- Cas de charge linéique fx

Identification			Type de référence	Valeur de référence	Tolérance (%)
Point	GROUP_MA	Composantes			
A	GAUCHE	$RESULT_X$	'ANALYTIQUE'	-2 000. N	10^{-7}
	DROITE	$RESULT_X$	'ANALYTIQUE'	2 000. N	10^{-7}

Identification		Type de référence	Valeur de référence	Tolérance (%)
Point A	NXX	'AUTRE_ASTER'	2.5033164 N/mm	5
Point B	DX	'AUTRE_ASTER'	5.676675E-3 mm	5
Point C	DX	'AUTRE_ASTER'	5.837494E-3 mm	5
Point D	NXX	'AUTRE_ASTER'	2.5022855 N/mm	5

- Cas de charge linéique fz

Identification			Type de référence	Valeur de référence	Tolérance (%)
Point	GROUP_MA	Composantes			
A	GAUCHE	$RESULT_Z$	'ANALYTIQUE'	2 000. N	10^{-7}
	DROITE	$RESULT_Z$	'ANALYTIQUE'	-2 000. N	10^{-7}

Identification		Type de référence	Valeur de référence	Tolérance (%)
Point A	NXX	'AUTRE_ASTER'	-9.525772 N/mm	9
Point B	DZ	'AUTRE_ASTER'	-6.2097302 mm	2.5
Point C	DZ	'AUTRE_ASTER'	-6.2082328 mm	2.5

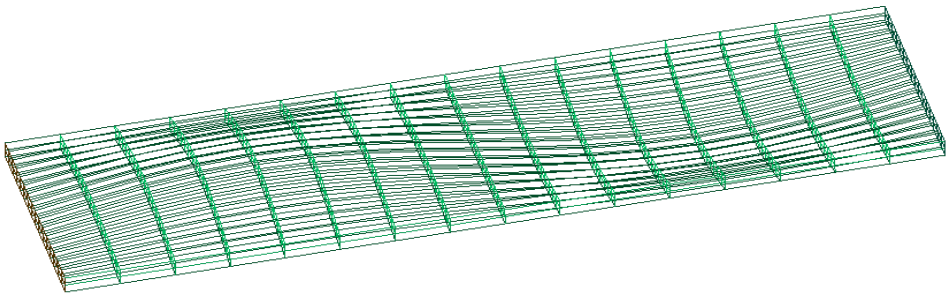
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Point D	NXX	'AUTRE_ASTER'	-9.537275 N/mm	10

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation SHB .



5.2 Caractéristiques du maillage

- Nombre de nœuds : 867
- Nombre de mailles et types : 512 HEXA8

5.3 Résultats

- Cas de charge surfacique fx

Identification			Type de référence	Valeur de référence	Tolérance (%)
Point	GROUP_MA	Composantes			
A	GAUCHE	$RESULT_X$	'ANALYTIQUE'	-2 000. N	10^{-6}
	DROITE	$RESULT_X$	'ANALYTIQUE'	2 000. N	10^{-6}
	GAUCHE	$MOMENT_Y$	'ANALYTIQUE'	-20 000. N.mm	10^{-6}
	GAUCHE	$MOMENT_Z$	'ANALYTIQUE'	-200 000. N.mm	10^{-6}

Identification		Type de référence	Valeur de référence	Tolérance (%)
Point B	DX	'AUTRE_ASTER'	5.676675E-3 mm	1.
Point C	DX	'AUTRE_ASTER'	5.837494E-3 mm	1.6

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

- Cas de charge surfacique fy

Identification			Type de référence	Valeur de référence	Tolérance (%)
Point	GROUP_MA	Composantes			
A	GAUCHE	$RESULT_Y$	'ANALYTIQUE'	-2 000. N	$5x10^{-6}$
	DROITE	$RESULT_Y$	'ANALYTIQUE'	2 000. N	10^{-6}
	GAUCHE	$MOMENT_X$	'ANALYTIQUE'	20 000. N.mm	$7x10^{-6}$
	GAUCHE	$MOMENT_Z$	'ANALYTIQUE'	-1.50 E6 N.mm	$3x10^{-5}$

Identification		Type de référence	Valeur de référence	Tolérance (%)
Point B	DY	'AUTRE_ASTER'	0.15476384 mm	1.5
Point C	DY	'AUTRE_ASTER'	0.15475096 mm	1.5

- Cas de charge surfacique fz

Identification			Type de référence	Valeur de référence	Tolérance (%)
Point	GROUP_MA	Composantes			
A	GAUCHE	$RESULT_Z$	'ANALYTIQUE'	2 000. N	$9x10^{-4}$
	DROITE	$RESULT_Z$	'ANALYTIQUE'	-2 000. N	$9x10^{-4}$
	GAUCHE	$MOMENT_X$	'ANALYTIQUE'	200 000. N.mm	10^{-3}
	GAUCHE	$MOMENT_Y$	'ANALYTIQUE'	-1.50 E6 N.mm	10^{-3}

Identification		Type de référence	Valeur de référence	Tolérance (%)
Point B	DZ	'AUTRE_ASTER'	-6.2097302 mm	1.
Point C	DZ	'AUTRE_ASTER'	-6.2082328 mm	1.

Les résultats obtenus avec le SHB en bon accord avec les valeurs analytiques et avec les calculs avec HEXA20 et COQUE_3D.

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