

SSLS129 – Plaque ondulée sinusoïdale soumise à des chargements forces linéiques

Résumé

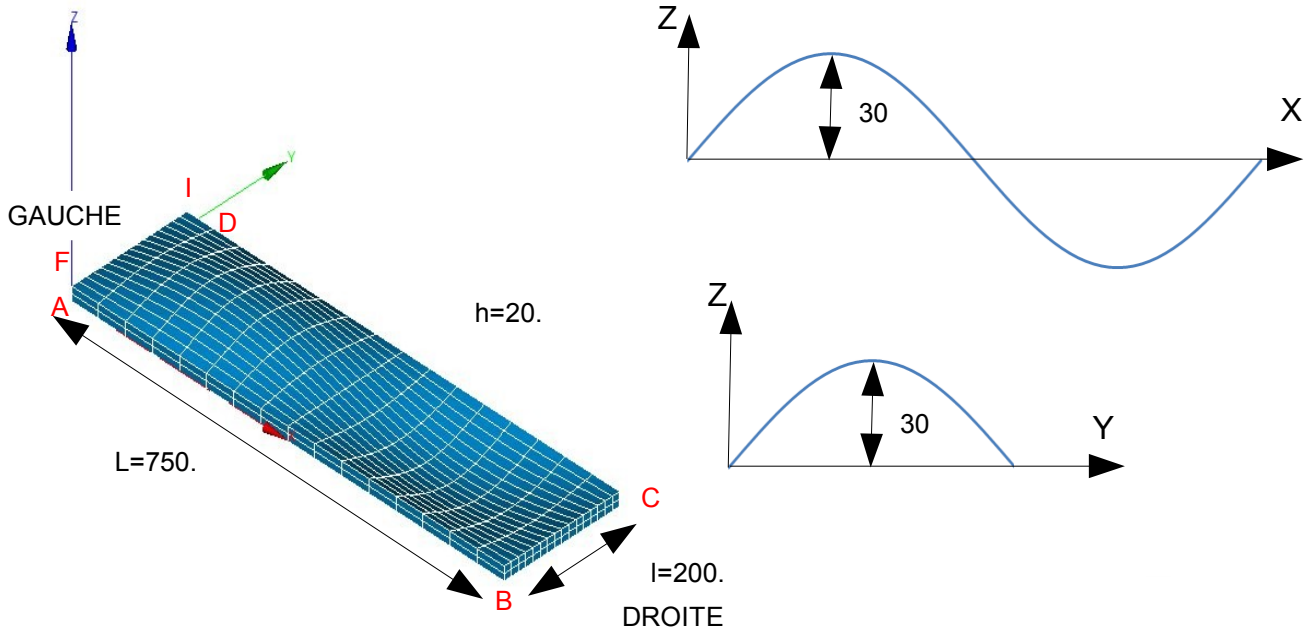
Ce test permet de valider la prise en compte de chargement linéïques.

Les trois modélisations validées sont les suivantes:

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

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 : $E = 204\,000 \text{ MPa}$
- 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* :

- $f_x = 0.5 \text{ N/mm}^2$
- $f_y = 0.5 \text{ N/mm}^2$

- $f_z = -0.5 \text{ N/mm}^2$

Modélisation COQUE_3D ; 2 cas de chargements linéiques sur le coté *DROITE*

- $f_x = 10. \text{ N/mm}$
- $f_z = -10. \text{ N/mm}$

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 f_x

$$R_x = \int_s f_x ds = f_x \cdot h \cdot l = 2000 \text{ N}$$

$$M_y = \int_s f_x z ds = \frac{(f_x \cdot h^2)}{2} l = 20000 \text{ N.mm}$$

$$M_z = \int_s f_x y ds = \frac{(f_x \cdot l^2)}{2} h = 200000 \text{ N.mm}$$

- Cas de charge linéique f_y

$$R_y = \int_s f_y ds = f_y \cdot h \cdot l = 2000 \text{ N}$$

$$M_x = \int_s f_y z ds = \frac{(f_y \cdot h^2)}{2} l = 20000 \text{ N.mm}$$

$$M_z = \int_s f_y L ds = f_y \cdot h \cdot l \cdot L = 1500000 \text{ N.mm}$$

- Cas de charge linéique f_z

$$R_z = \int_s f_z ds = f_z \cdot h \cdot l = 2000 \text{ N}$$

$$M_x = \int_s f_z y ds = \frac{(f_z \cdot l^2)}{2} h = 200000 \text{ N.mm}$$

$$M_y = \int_s f_z L ds = f_z \cdot h \cdot l \cdot L = 1500000 \text{ N.mm}$$

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 : $SIXX$

2.3 Résultats de référence

- Cas de charge linéique f_x

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 f_y

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

- 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

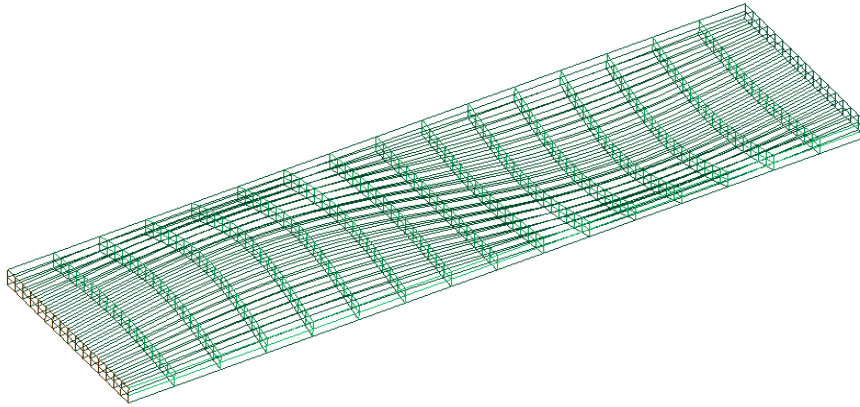
2.4 Incertitude sur la solution

Solutions analytiques et numériques.

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 f_x

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

- Cas de charge surfacique f_y

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 f_z

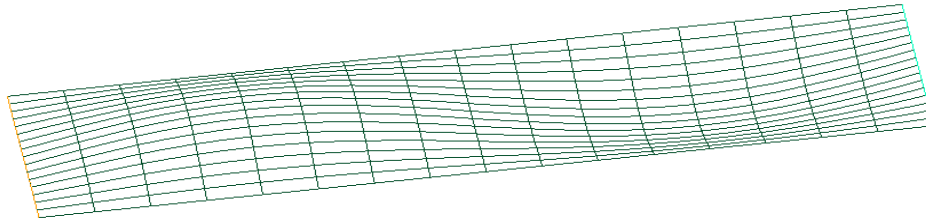
Identification			Type de référence	Valeur de référence	Tolérance (%)
Point	GROUP_MA	Composantes			
A	GAUCHE	RESULT_Z	'ANALYTIQUE'	2 000. N	10 ⁻⁶
	DROITE	RESULT_Z	'ANALYTIQUE'	-2 000. N	10 ⁻⁶
	GAUCHE	MOMENT_X	'ANALYTIQUE'	200 000. N.mm	10 ⁻⁶
	GAUCHE	MOMENT_Y	'ANALYTIQUE'	-1.50 E6 N.mm	10 ⁻⁶

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

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 f_x

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 f_z

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

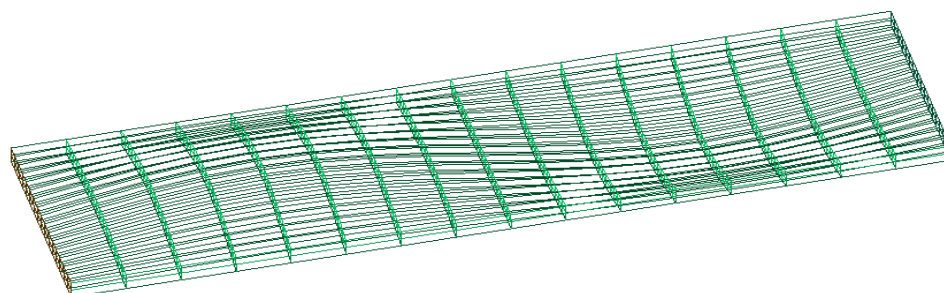
Identification		Type de référence	Valeur de référence	Tolérance (%)
Point A	NXX	'AUTRE_ASTER '	-9.525772 N/mm	9
Point B	DZ	'AUTRE_ASTER '	-6.2097302 mm	2.5
Point C	DZ	'AUTRE_ASTER '	-6.2082328 mm	2.5

Point <i>D</i>	<i>NXX</i>	'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 f_x

Identification			Type de référence	Valeur de référence	Tolérance (%)
Point	GROUP_MA	Composantes			
<i>A</i>	GAUCHE	<i>RESULT_X</i>	'ANALYTIQUE'	-2 000. N	10 ⁻⁶
	DROITE	<i>RESULT_X</i>	'ANALYTIQUE'	2 000. N	10 ⁻⁶
	GAUCHE	<i>MOMENT_Y</i>	'ANALYTIQUE'	-20 000. N.mm	10 ⁻⁶
	GAUCHE	<i>MOMENT_Z</i>	'ANALYTIQUE'	-200 000. N.mm	10 ⁻⁶

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

- Cas de charge surfacique f_y

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 f_z

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.