

Manuel de Validation
Fascicule V3.03 : Statique linéaire des plaques et coques
Document : V3.03.124

SSLS124 - Poutre en flexion avec divers élancements

Résumé :

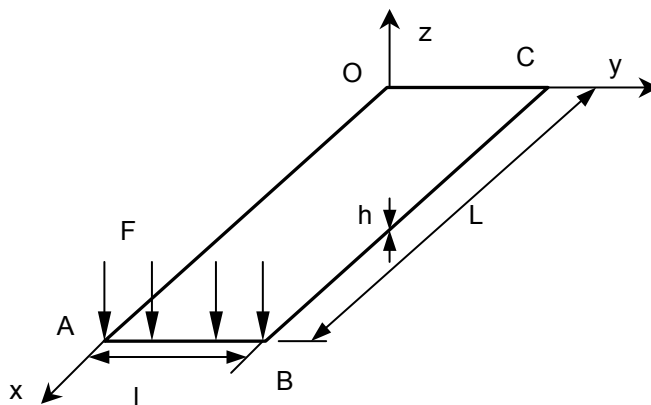
Ce test représente un calcul quasi-statique d'une poutre en flexion, encastree à une extrémité, et soumise à une force verticale à l'autre extrémité. Ce test permet de valider pour un calcul élastique linéaire, et pour quatre valeurs d'élancement (épaisseurs variables) dans chacune des deux modélisations :

- Les éléments finis SHB8 pour un maillage régulier (modélisation A)
- Les éléments finis SHB8 pour un maillage non régulier (modélisation B)

Les déplacements obtenus sont comparés à la solution analytique élastique d'une poutre en flexion. Ce test permet de monter les limites des éléments en terme d'élancement, d'une part, et de montrer leur bonne convergence pour un maillage très irrégulier, d'autre part.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Longueur $L = 100$ m, largeur $l = 10$ m.

Epaisseur : **cas 1** $h = 10$ m, **cas 2** $h = 1$ m, **cas 3** $h = 0.1$ m, **cas 4** $h = 0.05$ m, **cas 5** $h = 0.02$ m

1.2 Propriétés de matériaux

$$E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$$

$$\nu = 0.3$$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Encastree sur le cote OC : $u = v = w = 0$, $\theta_x = \theta_y = \theta_z = 0$

A l'extremite AB , une charge uniformement repartie de resultante :
Force parallele a l'axe Z ; $F_z = 1$ N

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

Les résultats de référence sont obtenus par la théorie des poutres élastiques.

Le déplacement vertical à l'extrémité AB est donné par :

$$U_y = F.L^3 / 3.E.I_z$$

Avec

$$I_z = I.h^3 / 12$$

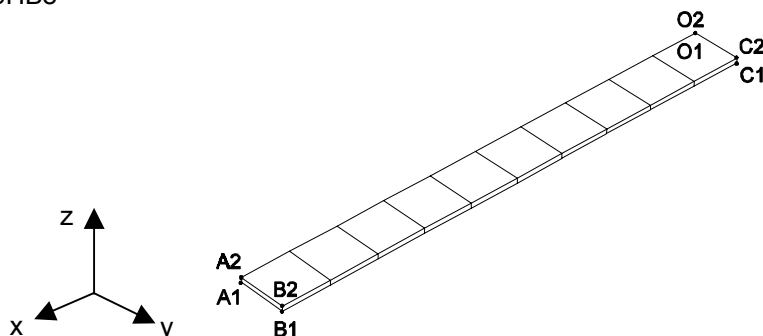
2.2 Résultats de référence

Déplacement des points A et B suivant Z.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Elément SHB8



Découpage : un maillage régulier est considéré dans cette modélisation.

Maillage régulier :

10 mailles SHB8 : 1 selon la largeur, 10 selon la longueur, 1 selon l'épaisseur

épaisseur : **cas 1** h=10 m, **cas 2** h=1 m, **cas 3** h=0.1 m, **cas 4** h=0.05 m, **cas 5** h=0.02 m

Conditions aux limites :

En tous les nœuds du côté OC : déplacement bloqué suivant x

en C1 : déplacement bloqué suivant y et z

en C2 : déplacement bloqué suivant y

en O1 : déplacement bloqué suivant z

Chargement :

en A2 : force nodale suivant x : $F_X = 0,5$

en B2 : force nodale suivant y : $F_Y = 0,5$

Nom des nœuds :

Point O1	N40	Point O2	N44
Point A1	N03	Point A2	N01
Point B1	N04	Point B2	N02
Point C1	N43	Point C2	N39

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 44

Nombre de mailles et types : 11 SHB8

Dans le cas du maillage régulier, chaque élément est un carré parfait de côté de longueur 10m

3.3 Fonctionnalités testées

Commandes

MODI_MALLAGE	ORIE_SHB8	GROUP_MA	TOUT
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	GROUP_NO	
	FORCE_NODALE	GROUP_NO	
AFFE_MODELE	AFFE	MODELISATION :	SHB8
MECA_STATIQUE	SOLVEUR	NPREC	

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

Maillage régulier :

Epaisseur	Point	Grandeur en unité	Référence	Aster	% différence
Cas 1	A2	déplacement W (m)	$2 \cdot 10^{-9}$	$2.008 \cdot 10^{-9}$	+0.41
h = 10m	B2	déplacement W (m)	$2 \cdot 10^{-9}$	$2.008 \cdot 10^{-9}$	+0.41
Cas 2	A2	déplacement W (m)	$2 \cdot 10^{-6}$	$1.995 \cdot 10^{-6}$	-0.27
h = 1m	B2	déplacement W (m)	$2 \cdot 10^{-6}$	$1.995 \cdot 10^{-6}$	-0.27
Cas 3	A2	déplacement W (m)	$2 \cdot 10^{-3}$	$1.994 \cdot 10^{-3}$	-0.28
h = 0.1m	B2	déplacement W (m)	$2 \cdot 10^{-3}$	$1.994 \cdot 10^{-3}$	-0.28
Cas 4	A2	déplacement W (m)	$1.6 \cdot 10^{-2}$	$1.597 \cdot 10^{-2}$	-0.2
h = 0.05m	B2	déplacement W (m)	$1.6 \cdot 10^{-2}$	$1.595 \cdot 10^{-2}$	-0.3
Cas 5	A2	déplacement W (m)	0.25	$2.380 \cdot 10^{-1}$	+4.8
h = 0.02m	B2	déplacement W (m)	0.25	$2.416 \cdot 10^{-1}$	+3.4

4.2 Remarques

Pour les forts élancements, (cas 3, 4, 5), il est nécessaire d'augmenter le nombre de décimales perdues à la résolution, à l'aide du mot-clé `NPREC`. Ceci n'empêche pas d'obtenir une solution correcte (au moins pour les cas 3 et 4).

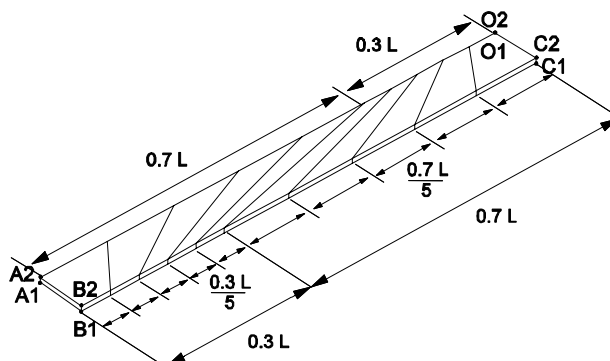
Les élancements sont (rapport h/min (l, L/10)) :

Cas 1 : 1
Cas 2 : 0.1
Cas 3 : 0.01
Cas 4 : 0.005
Cas 5 : 0.002

5 Modélisation B

5.1 Caractéristiques de la modélisation

Elément SHB8



Découpage : un maillage irrégulier est considéré dans cette modélisation.

Maillage non-régulier :

10 mailles SHB8 : 1 selon la largeur, 10 selon la longueur, 1 selon l'épaisseur
épaisseur : **cas 1** $h=10$ m, **cas 2** $h=1$ m, **cas 3** $h=0.1$ m, **cas 4** $h=0.05$ m, **cas 5** $h=0.02$ m

Conditions aux limites :

En tous les nœuds du côté OC : déplacement bloqué suivant x
en C1 : déplacement bloqué suivant y et z
en C2 : déplacement bloqué suivant y
en O1 : déplacement bloqué suivant z

Chargement :

en A2 : force nodale suivant x : $F_X = 0,5$
en B2 : force nodale suivant y : $F_Y = 0,5$

Noms des nœuds :

Point O1	N40	Point O2	N44
Point A1	N03	Point A2	N01
Point B1	N04	Point B2	N02
Point C1	N43	Point C2	N39

5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 44

Nombre de mailles et types : 11 SHB8

5.3 Fonctionnalités testées

Commandes

MODI_MAILLAGE	ORIE_SHB8	GROUP_MA	TOUT
AFFE_CHAR_MECA	DDL_IMPO	GROUP_NO	
	FORCE_NODALE	GROUP_NO	
AFFE_MODELE	AFFE	MODELISATION :	SHB8
MECA_STATIQUE	SOLVEUR	NPREC	

6 Résultats de la modélisation B

6.1 Valeurs testées

Maillage non-régulier :

Epaisseur	Point	Grandeur en unité	Référence	Aster	% différence
Cas 1	A2	déplacement W (m)	$2. \cdot 10^{-9}$	$1.939 \cdot 10^{-9}$	-3.03
h = 10m	B2	déplacement W (m)	$2. \cdot 10^{-9}$	$1.921 \cdot 10^{-9}$	-3.94
Cas 2	A2	déplacement W (m)	$2. \cdot 10^{-6}$	$1.925 \cdot 10^{-6}$	-3.73
h = 1m	B2	déplacement W (m)	$2. \cdot 10^{-6}$	$1.907 \cdot 10^{-6}$	-4.64
Cas 3	A2	déplacement W (m)	$2. \cdot 10^{-3}$	$1.925 \cdot 10^{-3}$	-3.75
h = 0.1m	B2	déplacement W (m)	$2. \cdot 10^{-3}$	$1.907 \cdot 10^{-3}$	-4.65
Cas 4	A2	déplacement W (m)	$1.6 \cdot 10^{-2}$	$1.542 \cdot 10^{-2}$	-3.60
h = 0.05m	B2	déplacement W (m)	$1.6 \cdot 10^{-2}$	$1.528 \cdot 10^{-2}$	-4.51
Cas 5	A2	déplacement W (m)	0.25	$2.479 \cdot 10^{-1}$	-0.83
h = 0.02m	B2	déplacement W (m)	0.25	$2.457 \cdot 10^{-1}$	-1.72

6.2 Remarques

Pour les forts élancements, (cas 3, 4, 5), il est nécessaire d'augmenter le nombre de décimales perdues à la résolution, à l'aide du mot-clé NPREC. Ceci n'empêche pas d'obtenir une solution correcte (au moins pour les cas 3 et 4).

Les élancements sont (rapport h/min (l, L/10)) :

Cas 1 : 1
Cas 2 : 0.1
Cas 3 : 0.01
Cas 4 : 0.005
Cas 5 : 0.002

7 Synthèse des résultats

Dans le cas du maillage régulier, de bonnes solutions sont obtenues. La qualité de la solution décline néanmoins lorsque l'élancement de l'élément (rapport côté/épaisseur) atteint 200.

Dans le cas du maillage non-régulier, quel que soit l'élancement de l'élément, on tend à sous-estimer la rigidité de la poutre d'environ 4%.

Ce test peut être complété par une modélisation 3D et être appliqué aux éléments de COQUE_3D MEC3QU9H ainsi qu'aux éléments DKT.