

SSNS109 – Poutre console soumise à un effort tranchant

Résumé :

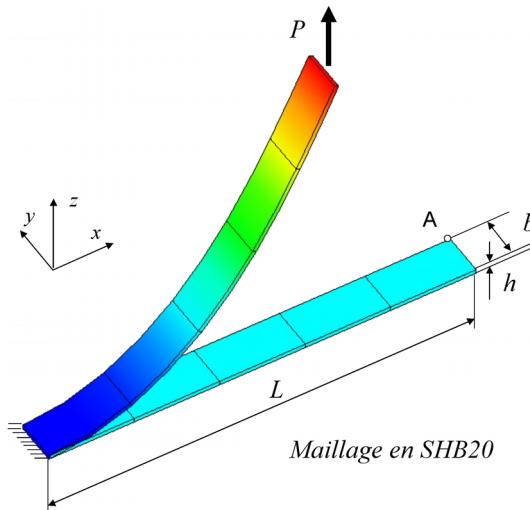
Ce test de mécanique quasi - statique non linéaire permet de valider les éléments SHB en non linéaire géométrique.

Quatre modélisations permettent d'étudier différentes configurations :

- modélisation A à D : comportement élastique linéaire, grands déplacements, test sur tous les éléments SHB (SHB8, SHB6, SHB20, SHB15)

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



Géométrie, chargement et déplacement de la poutre console en non-linéaire géométrique et grand déplacement, exemple d'un maillage de 5 éléments SHB20

- Dimensions de la poutre :
 - $L = 10\text{m}$
 - $b = 1$
 - Épaisseur $h = 0.1\text{m}$

1.2 Propriétés du matériau

Les caractéristiques fixées sont les suivantes :

Caractéristiques élastiques :

$$E = 1.2 \times 10^6 \text{ Pa}$$
$$NU = 0$$

1.3 Conditions aux limites et chargements

La poutre est encastrée à une extrémité. L'autre extrémité est libre et on applique une force concentrée P suivant la direction Z . Cette force est appliquée incrémentalement de 0 à P_{\max} :

$$P_0 = \frac{EI}{L^2} = 1 \text{ N} \text{ et } P_{\max} = 4 P_0$$

Le chargement est piloté par la valeur du déplacement suivant Z du point A . L'amplitude de la force (coefficients ETA de pilotage) est augmentée de façon que le déplacement croisse jusqu'à 6.7mm par pas de 0.1mm .

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

Solution numérique [bib1] : valeurs du paramètre de pilotage (donc de la force P) en fonction du temps (donc du déplacement U_z du point A).

2.2 Grandeurs et résultats de référence

Coefficient de pilotage (coefficient Multiplicateur de la force appliquée) en fonction du déplacement U_z du point A .

Résultats de référence obtenus par une modélisation en 16x1x1 éléments coque *S4R* d'Abaqus.

P/P_{max}	$-U_x(m)$	$U_z(m)$	P/P_{max}	$-U_x(m)$	$U_z(m)$	P/P_{max}	$-U_x(m)$	$U_z(m)$
0,05	0,026	0,663	0,4	1,184	4,292	0,75	2,541	6,031
0,1	0,103	1,309	0,45	1,396	4,631	0,8	2,705	6,190
0,15	0,224	1,922	0,5	1,604	4,933	0,85	2,861	6,335
0,2	0,381	2,493	0,55	1,807	5,202	0,9	3,01	6,467
0,25	0,563	3,015	0,6	2,002	5,444	0,95	3,151	6,588
0,3	0,763	3,488	0,65	2,190	5,660	1	3,286	6,698
0,35	0,971	3,912	0,7	2,370	5,855			

2.3 Incertitudes sur la solution

Sans objet

2.4 Références bibliographiques

1. Sze K.Y, Liu X.H, and Lo S.H. Popular benchmark problems for geometric nonlinear analysis of shells. *Finite Elements in Analysis and Design*, Volume 40, Issue 11, Pages 1551-156, 2004.

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Encastrement d'une extrémité. Élasticité linéaire en grands déplacements.

3.2 Caractéristiques du maillage

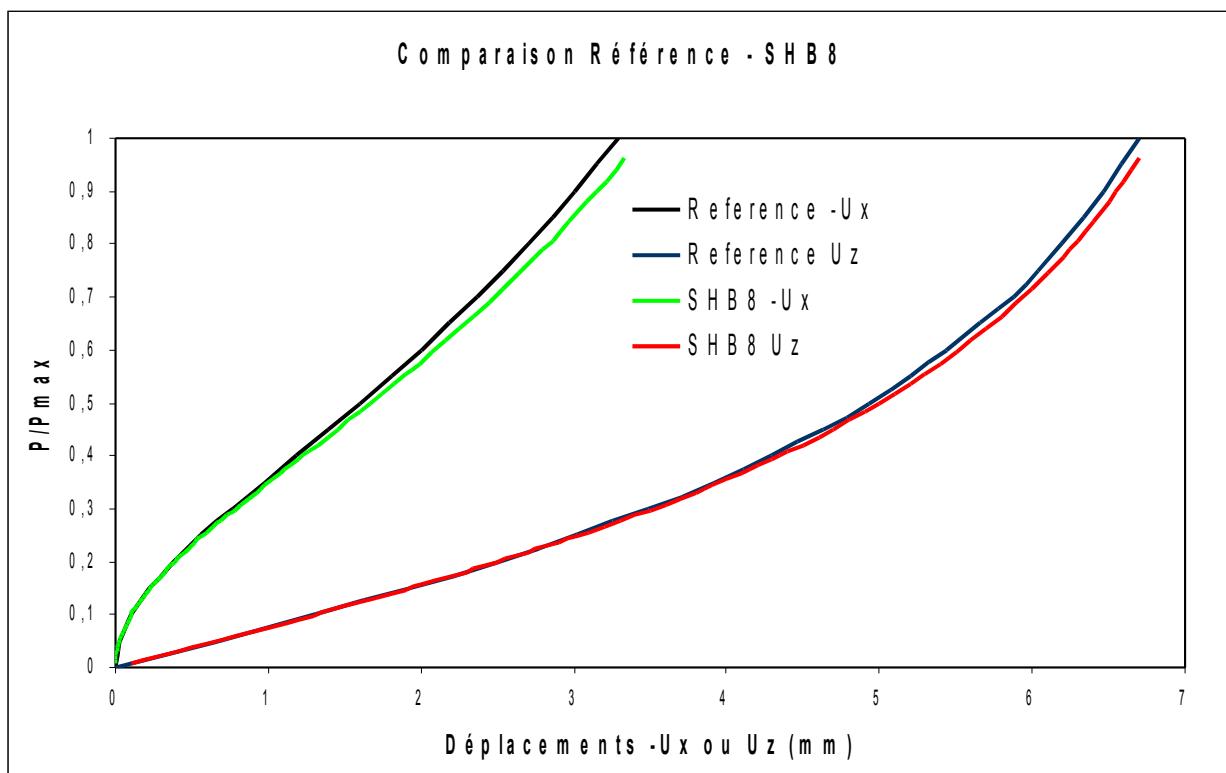
Nombre de nœuds : 126

Nombre de mailles et types : 40 HEXA8 .

3.3 Grandeur testées et résultats

Paramètres identifiés : coefficient de pilotage (force appliquée), déplacement en x et z du point A :

P/P_{max}	Référence		% différence	
	$-U_x(m)$	$U_z(m)$	$-U_x(m)$	P/P_{max}
0,00	0,00	0,000	0,0	0
0,05	0,026	0,663	0,0	0,1
0,10	0,103	1,309	1,9	0,2
0,15	0,224	1,922	0,9	0,5
0,20	0,381	2,493	-1,6	0,7
0,25	0,563	3,015	0,0	1,0
0,30	0,763	3,488	-1,6	1,3
0,35	0,971	3,912	-0,2	1,6
0,40	1,184	4,292	-1,3	1,9
0,45	1,396	4,631	-0,6	2,1
0,50	1,604	4,933	0,6	2,4
0,55	1,807	5,202	-0,2	2,7
0,60	2,002	5,444	0,3	2,8
0,65	2,19	5,660	-0,9	3,1
0,70	2,37	5,885	-1,3	2,1
0,75	2,541	6,031	-0,1	3,4
0,80	2,705	6,190	-0,1	3,5
0,85	2,861	6,335	0,1	3,6
0,90	3,01	6,467	-2,0	3,7
0,95	3,151	6,588	-1,3	3,8
1,00	3,286	6,698	-0,5	3,9



4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

Encastrement d'une extrémité. Élasticité linéaire en grands déplacements.

4.2 Caractéristiques du maillage

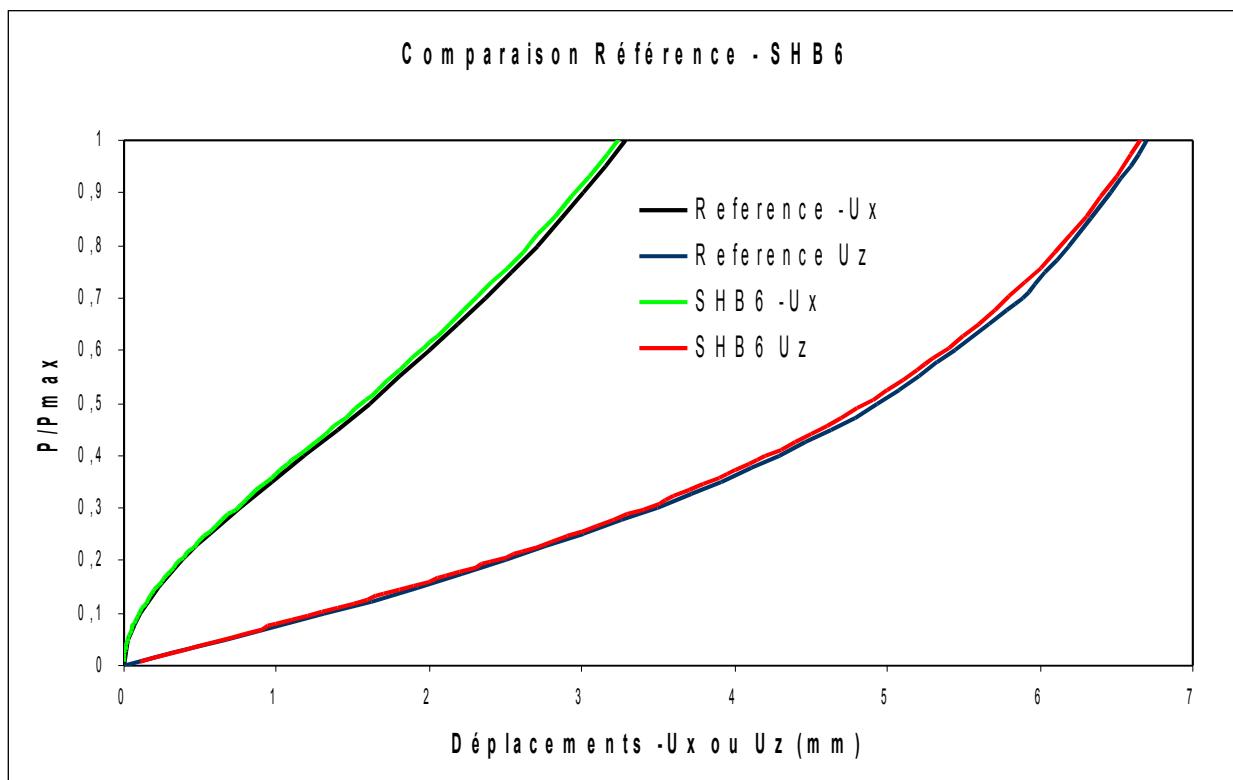
Nombre de nœuds : 2222

Nombre de mailles et types : 2000 PENTA6 .

4.3 Grandeur testées et résultats de la modélisation B

Paramètres identifiés : coefficient de pilotage (force appliquée), déplacement en x et z du point A :

P/P_{max}	Référence		% différence	
	$-U_x(m)$	$U_z(m)$	$-U_x(m)$	P/P_{max}
0,00	0,00	0,000	0,0	0
0,05	0,026	0,663	0,00	-2,00
0,10	0,103	1,309	-0,97	-3,00
0,15	0,224	1,922	0,89	-2,67
0,20	0,381	2,493	-1,57	-3,00
0,25	0,563	3,015	0,36	-2,80
0,30	0,763	3,488	1,70	-2,67
0,35	0,971	3,912	0,10	-2,57
0,40	1,184	4,292	2,62	-2,50
0,45	1,396	4,631	1,15	-2,67
0,50	1,604	4,933	1,18	-2,60
0,55	1,807	5,202	-0,06	-2,55
0,60	2,002	5,444	1,70	-2,50
0,65	2,19	5,660	2,37	-2,46
0,70	2,37	5,885	2,15	-3,57
0,75	2,541	6,031	1,22	-2,27
0,80	2,705	6,190	-0,33	-2,25
0,85	2,861	6,335	1,43	-2,12
0,90	3,01	6,467	0,66	-2,11
0,95	3,151	6,588	-0,29	-2,00
1,00	3,286	6,698	0,15	-1,90



5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

Encastrement d'une extrémité. Élasticité linéaire en grands déplacements.

5.2 Caractéristiques du maillage

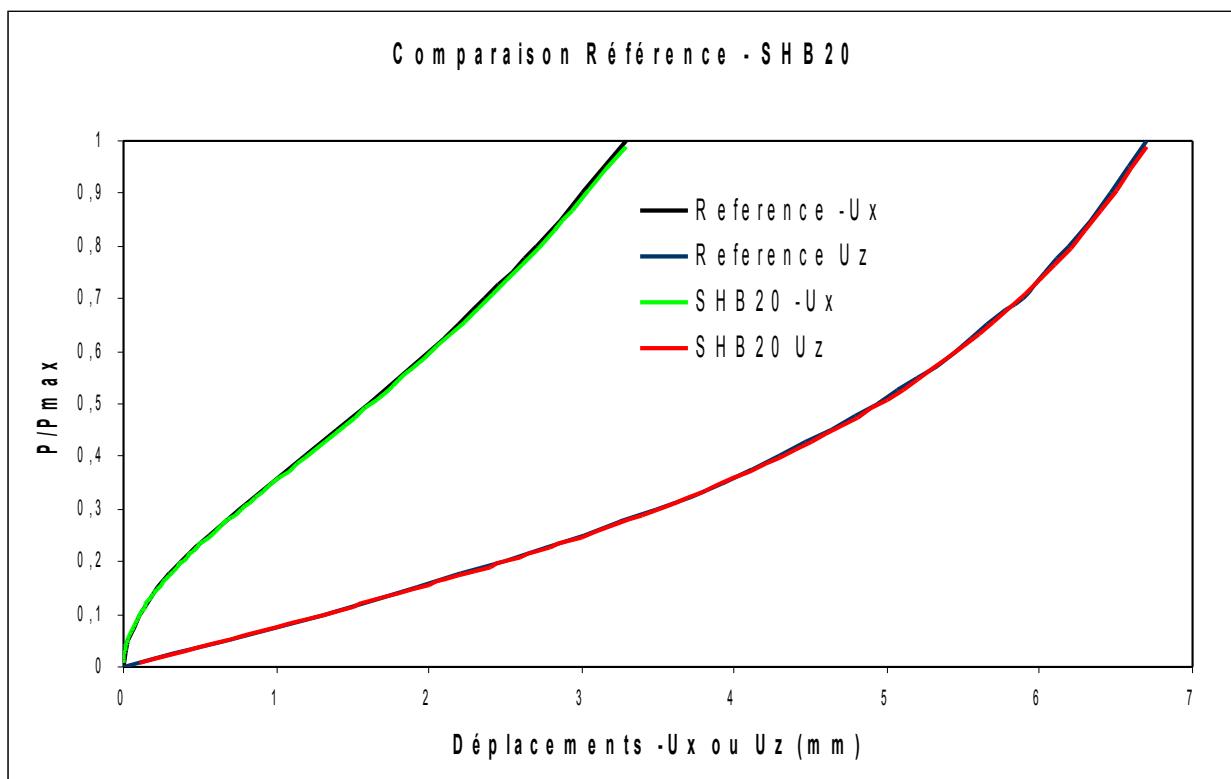
Nombre de nœuds : 68

Nombre de mailles et types : 5 HEXA20.

5.3 Grandeurs testées et résultats de la modélisation C

Paramètres identifiés : coefficient de pilotage (force appliquée), déplacement en x et z du point A :

P/P_{max}	Référence		% différence	
	$-U_x(m)$	$U_z(m)$	$-U_x(m)$	P/P_{max}
0,00	0,00	0,000	0,00	2,00
0,05	0,026	0,663	-0,97	1,00
0,10	0,103	1,309	0,89	0,67
0,15	0,224	1,922	-1,57	0,50
0,20	0,381	2,493	0,36	0,40
0,25	0,563	3,015	0,39	0,33
0,30	0,763	3,488	0,10	0,57
0,35	0,971	3,912	0,93	0,50
0,40	1,184	4,292	0,43	0,44
0,45	1,396	4,631	0,56	0,60
0,50	1,604	4,933	-0,06	0,55
0,55	1,807	5,202	-0,05	0,67
0,60	2,002	5,444	0,37	0,77
0,65	2,19	5,660	-1,69	-0,43
0,70	2,37	5,885	0,43	0,80
0,75	2,541	6,031	-0,26	0,88
0,80	2,705	6,190	0,28	0,94
0,85	2,861	6,335	-0,37	1,00
0,90	3,01	6,467	0,03	1,05
0,95	3,151	6,588	0,06	1,10
1,00	3,286	6,698	0,00	2,00



6 Modélisation D

6.1 Caractéristiques de la modélisation

Encastrement d'une extrémité. Élasticité linéaire en grands déplacements.

6.2 Caractéristiques du maillage

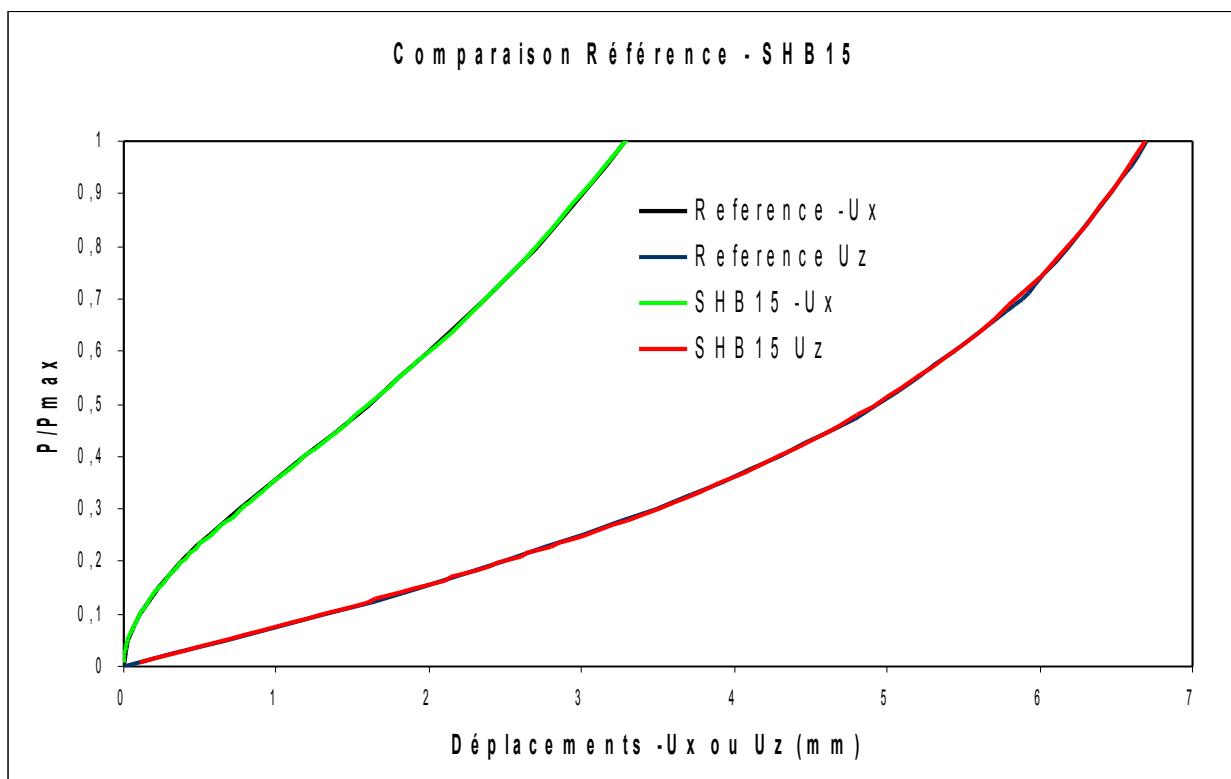
Nombre de nœuds : 218

Nombre de mailles et types : 30 PENTA15.

6.3 Grandeur testées et résultats de la modélisation D

Paramètres identifiés : coefficient de pilotage (force appliquée), déplacement en x et z du point A :

P/P_{max}	Référence		% différence	
	$-U_x(m)$	$U_z(m)$	$-U_x(m)$	P/P_{max}
0,00	0,00	0,000	0,00	2,00
0,05	0,026	0,663	-1,94	1,00
0,10	0,103	1,309	0,45	0,67
0,15	0,224	1,922	-0,26	0,50
0,20	0,381	2,493	-5,86	0,40
0,25	0,563	3,015	0,26	0,33
0,30	0,763	3,488	0,10	0,29
0,35	0,971	3,912	0,34	0,00
0,40	1,184	4,292	0,29	0,00
0,45	1,396	4,631	0,87	0,00
0,50	1,604	4,933	0,28	0,00
0,55	1,807	5,202	0,10	-0,17
0,60	2,002	5,444	0,46	-0,15
0,65	2,19	5,660	-0,84	-1,43
0,70	2,37	5,885	0,04	-0,27
0,75	2,541	6,031	-0,22	-0,25
0,80	2,705	6,190	-0,07	-0,24
0,85	2,861	6,335	-0,03	-0,33
0,90	3,01	6,467	-0,03	-0,32
0,95	3,151	6,588	-0,12	-0,30
1,00	3,286	6,698	0,00	2,00



7 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus par *Code_Aster* avec la modélisation SHB montrent la capacité de tous les éléments de cette modélisation à traiter des problèmes avec des non linéarités géométriques.