

Manuel de Validation
Fascicule V6.05 : Statique non linéaire
Document : V6.05.101

SSNS101 – Claquage d'un panneau cylindrique sous force ponctuelle

Résumé :

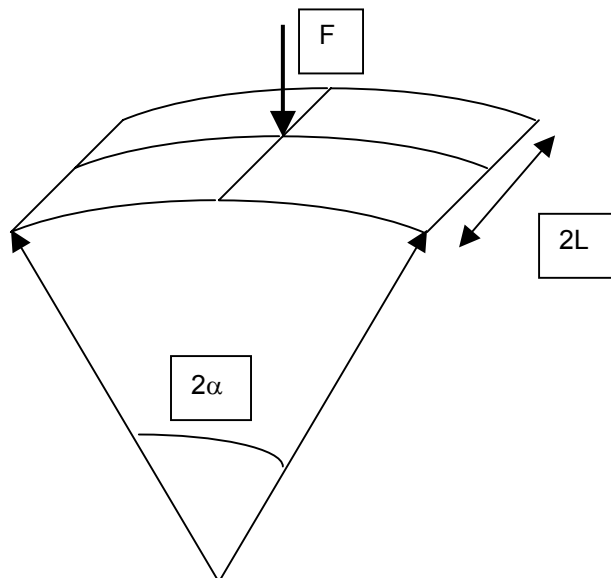
Ce test de mécanique quasi - statique non linéaire permet de valider les éléments SHB8 en non linéaire géométrique et matériau.

Trois modélisations permettent d'étudier différentes configurations :

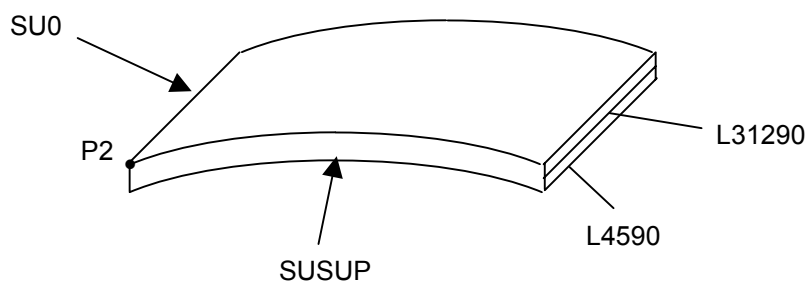
- modélisation A : comportement élastique linéaire, grands déplacements, appui sur la surface moyenne
- modélisation B : comportement élastique linéaire, grands déplacements, appui sur la surface inférieure
- modélisation C : comportement élasto-plastique de Von Mises à écrouissage isotrope linéaire, grands déplacements, appui sur la surface moyenne.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



On modélise un quart du panneau à cause des symétries :



- Panneau cylindrique
 - Angle $2\alpha = 0.1$ rad
 - $L=254$ mm
 - $R=2450$ mm
 - Epaisseur $h=12.7$ mm

1.2 Propriétés du matériau

Les caractéristiques fixées sont les suivantes :

Caractéristiques élastiques :

$E=3102.75$ MPa

$\nu=0.3$

Courbe de traction :

ϵ_p	σ
$1.e-03$	$3.102,$
0.1	$33.5,$
$1.$	$150,$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Conditions de symétrie sur les côtes SU0 et SUSUP

Encastrement sur le côté L31290 (ce qui revient à un appui simple) pour les modélisations A et C.
Encastrement sur la ligne L4590 (appui simple sur la partie inférieure de la coque) pour la modélisation B.

Force nodale $F_X = -0.25$ N sur le point P2. (résultante totale en prenant en compte les symétries : 1N).

Le chargement est piloté par la valeur du déplacement suivant X du point P2. L'amplitude de la force (coefficient ETA de pilotage) est augmentée de façon que le déplacement croise jusqu'à 45mm par pas de 1mm.

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

Solution numérique [bib1] [bib2]: valeurs du paramètre de pilotage (donc de la force F) en fonction du temps (donc du déplacement DX du point P2).

2.2 Grandeurs et résultats de référence

Coefficient de pilotage(coef. Multiplicateur de la force appliquée) en fonction du déplacement DX du point P2

Dans le cas de la modélisation A : appui simple sur la surface moyenne de la coque : résultats obtenus par le code INCA [bib1].

Dans le cas de la modélisation B, avec des conditions d'appui simple sur le bord inférieur de la coque, la courbe de référence donnée dans [bib2], est :

Déplacement	Force (N) [bib1]	Force (N) [bib2]
2	0.706	0.730
4	1.273	1.315
6	1.707	1.760
8	2.007	2.066
10	2.160	2.221
12	2.129	2.189
14	1.827	1.876
16	1.180	1.178
18	0.677	0.654
20	0.592	0.582

Dans le cas de la modélisation C : appui simple sur la surface moyenne de la coque, en élastoplasticité, les résultats sont obtenus par le code INCA [bib1].

2.3 Incertitudes sur la solution

Sans objet

2.4 Références

- [1] "Elastoplastic Stability analysis oh shells using the physically stabilised finite element SHB8PS" A.Legay, A.Combescure, International Journal for Numerical Methods in Engineering, 20 1-6, 2000,
- [2] "A geometrical non-linear brick element based on the eas method" Kinkel S, Wagner W., International Journal for Numerical Methods in Engineering, 40 4529-4545 1997,

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Appui simple sur la ligne moyenne. Elasticité linéaire en grands déplacements.

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 242

Nombre de mailles et types : 100 HEXA8.

3.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE MODELE	MODELISATION	SHB8	
STAT_NON_LINE	PILOTAGE	TYPE	DDL_IMPO

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Grandeurs testées et résultats

Paramètres identifiés : déplacement en x du point P2, et coefficient de pilotage (valeurs de non régression) :

Identification (instant)	Valeurs du déplacement DX du point P2	Aster
1.00000E+00	-1.00000E+00	4.32117E+02
2.00000E+00	-2.00000E+00	8.34401E+02
3.00000E+00	-3.00000E+00	1.20919E+03
4.00000E+00	-4.00000E+00	1.55870E+03
5.00000E+00	-5.00000E+00	1.88499E+03
6.00000E+00	-6.00000E+00	2.18993E+03
7.00000E+00	-7.00000E+00	2.47513E+03
8.00000E+00	-8.00000E+00	2.74194E+03
9.00000E+00	-9.00000E+00	2.99133E+03
1.00000E+01	-1.00000E+01	3.22392E+03
1.10000E+01	-1.10000E+01	3.43983E+03
1.20000E+01	-1.20000E+01	3.63865E+03
1.30000E+01	-1.30000E+01	3.81934E+03
1.40000E+01	-1.40000E+01	3.98007E+03
1.50000E+01	-1.50000E+01	4.11808E+03
1.60000E+01	-1.60000E+01	4.22949E+03
1.70000E+01	-1.70000E+01	4.30899E+03
1.80000E+01	-1.80000E+01	4.34962E+03
1.90000E+01	-1.90000E+01	4.34249E+03
2.00000E+01	-2.00000E+01	4.27684E+03
2.10000E+01	-2.10000E+01	4.14064E+03
2.20000E+01	-2.20000E+01	3.92259E+03
2.30000E+01	-2.30000E+01	3.61577E+03
2.40000E+01	-2.40000E+01	3.22226E+03
2.50000E+01	-2.50000E+01	2.75610E+03
2.60000E+01	-2.60000E+01	2.24175E+03
2.70000E+01	-2.70000E+01	1.70911E+03
2.80000E+01	-2.80000E+01	1.18864E+03
2.90000E+01	-2.90000E+01	7.08393E+02
3.00000E+01	-3.00000E+01	2.92100E+02
3.10000E+01	-3.10000E+01	-4.24886E+01
3.20000E+01	-3.20000E+01	-2.84670E+02

Titre : SSNS101 – Claquage d'un panneau cylindrique sous force ponctuelle

Date : 03/11/03

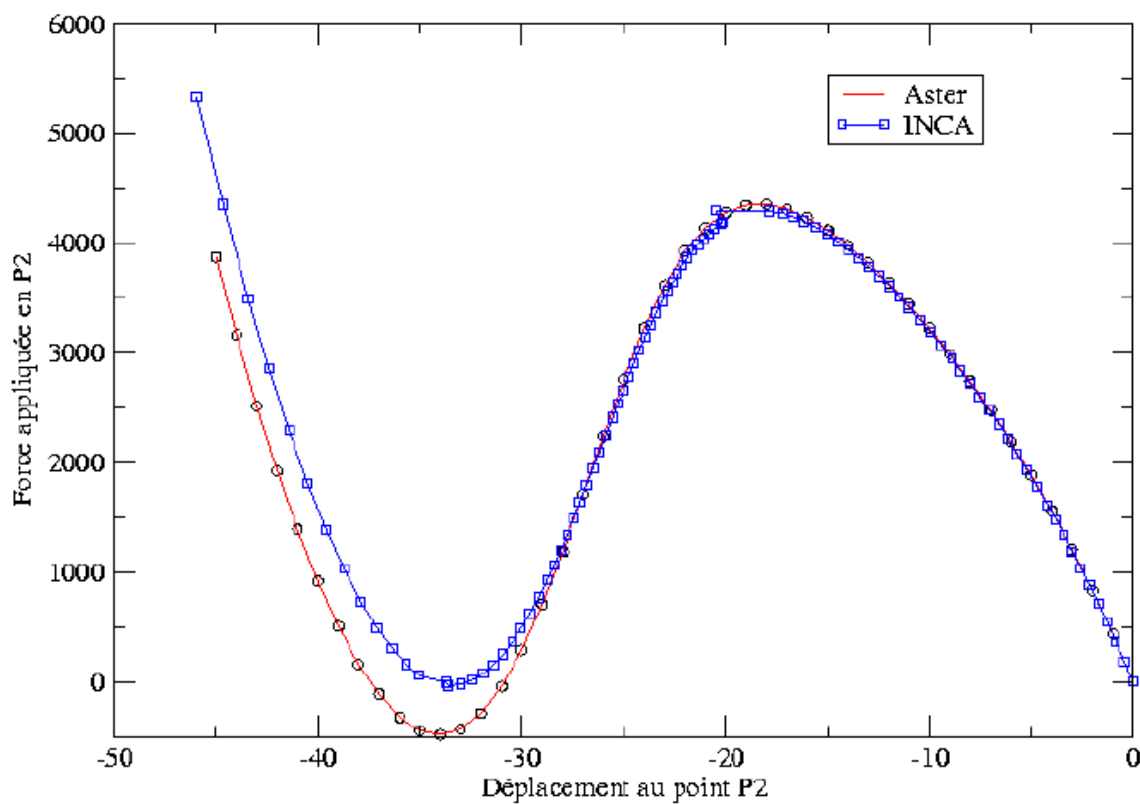
Auteur(s) : J.M. PROIX, S. BAGUET, A. COMBESURE

Clé : V6.05.101-A

Page : 6/10

3.30000E+01	-3.30000E+01	-4.30543E+02
3.40000E+01	-3.40000E+01	-4.81447E+02
3.50000E+01	-3.50000E+01	-4.41876E+02
3.60000E+01	-3.60000E+01	-3.17650E+02
3.70000E+01	-3.70000E+01	-1.14685E+02
3.80000E+01	-3.80000E+01	1.61662E+02
3.90000E+01	-3.90000E+01	5.06865E+02
4.00000E+01	-4.00000E+01	9.17273E+02
4.10000E+01	-4.10000E+01	1.39005E+03

SSNS101A : Comparaison Aster-Inca



5 Modélisation B

5.1 Caractéristiques de la modélisation

Appui simple sur la ligne inférieure. Elasticité linéaire en grands déplacements.

5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 242

Nombre de mailles et types : 100 HEXA8.

5.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE MODELE	MODELISATION	SHB8	
STAT_NON_LINE	PILOTAGE	TYPE	DDL_IMPO

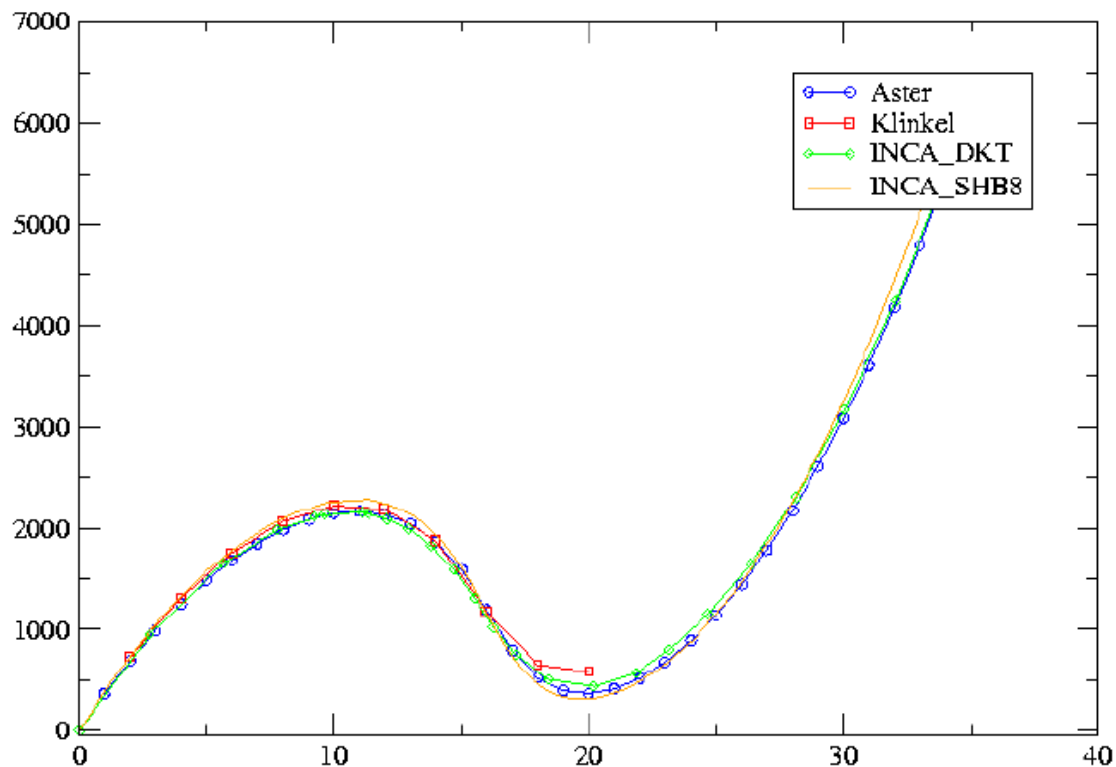
6 Résultats de la modélisation B

6.1 Grandeurs testées et résultats

Paramètres identifiés : déplacement en x du point P2, et coefficient de pilotage (valeurs de non régression) :

Identification (instant)	Valeurs du déplacement DX du point P2	Référence	Aster	% différence
1.00000E+00	-1.00000E+00		3.62356E+02	
2.00000E+00	-2.00000E+00	718	6.90827E+02	3.7
3.00000E+00	-3.00000E+00		9.86370E+02	
4.00000E+00	-4.00000E+00	1273	1.24973E+03	1.2
5.00000E+00	-5.00000E+00		1.48135E+03	
6.00000E+00	-6.00000E+00	1707	1.68135E+03	1.5
7.00000E+00	-7.00000E+00		1.84935E+03	
8.00000E+00	-8.00000E+00	2007	1.98436E+03	1
9.00000E+00	-9.00000E+00		2.08451E+03	
1.00000E+01	-1.00000E+01	2160	2.14675E+03	0.6
1.10000E+01	-1.10000E+01		2.16625E+03	
1.20000E+01	-1.20000E+01	2129	2.13546E+03	0.02
1.30000E+01	-1.30000E+01		2.04250E+03	
1.40000E+01	-1.40000E+01	1827	1.86895E+03	2.2
1.50000E+01	-1.50000E+01		1.58986E+03	
1.60000E+01	-1.60000E+01	1180	1.19840E+03	1.5
1.70000E+01	-1.70000E+01		7.94355E+02	
1.80000E+01	-1.80000E+01	677	5.24466E+02	9
1.90000E+01	-1.90000E+01		3.94813E+02	
2.00000E+01	-2.00000E+01	592	3.65830E+02	38
2.10000E+01	-2.10000E+01		4.11856E+02	
2.20000E+01	-2.20000E+01		5.18868E+02	
2.30000E+01	-2.30000E+01		6.79056E+02	
2.40000E+01	-2.40000E+01		8.87954E+02	
2.50000E+01	-2.50000E+01		1.14302E+03	
2.60000E+01	-2.60000E+01		1.44286E+03	
2.70000E+01	-2.70000E+01		1.78686E+03	
2.80000E+01	-2.80000E+01		2.17489E+03	
2.90000E+01	-2.90000E+01		2.60718E+03	

SSNS101B : comparaisons Aster - Inca - ref[2]



7 Modélisation C

7.1 Caractéristiques de la modélisation

Appui simple sur la ligne moyenne. Elastoplasticité de Von Mises à écrouissage isotrope linéaire en grands déplacements.

7.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 242

Nombre de mailles et types : 100 HEXA8.

7.3 Fonctionnalités testées

Commandes

AFFE MODELE	MODELISATION	SHB8	
STAT_NON_LINE	PILOTAGE	TYPE	DDL_IMPO
STAT_NON_LINE	COMP_INCR	RELATION	VMIS_ISOT_TRAC

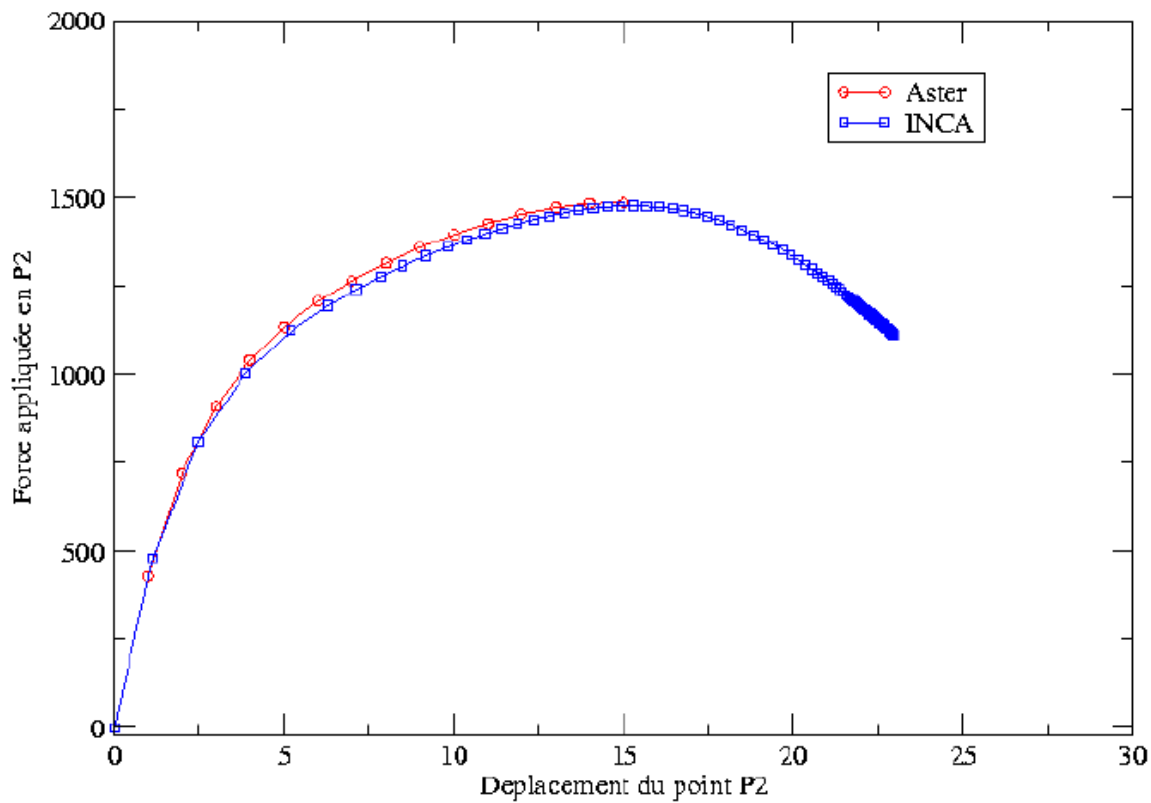
8 Résultats de la modélisation C

8.1 Grandeurs testées et résultats

Paramètres identifiés : déplacement en x du point P2, et coefficient de pilotage :

Identification (instant)	Valeurs du déplacement DX du point P2	Aster
1.00000E+00	-1.00000E+00	4.28527E+02
2.00000E+00	-2.00000E+00	7.21147E+02
3.00000E+00	-3.00000E+00	9.10346E+02
4.00000E+00	-4.00000E+00	1.04103E+03
5.00000E+00	-5.00000E+00	1.13571E+03
6.00000E+00	-6.00000E+00	1.20789E+03
7.00000E+00	-7.00000E+00	1.26591E+03
8.00000E+00	-8.00000E+00	1.31619E+03
9.00000E+00	-9.00000E+00	1.36018E+03
1.00000E+01	-1.00000E+01	1.39699E+03
1.10000E+01	-1.10000E+01	1.42820E+03
1.20000E+01	-1.20000E+01	1.45365E+03
1.30000E+01	-1.30000E+01	1.47285E+03
1.40000E+01	-1.40000E+01	1.48474E+03
1.50000E+01	-1.50000E+01	1.48607E+03

SSNS101C : comparaison Aster-Inca



9 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus par *Code_Aster* avec la modélisation SHB8 montrent la capacité de cet élément à traiter des problèmes de coques minces avec non linéarités géométriques et comportementales.