SSNL132 – Test statique d'un tuyau en élastoplasticité avec le comportement VMIS_CINE_LINE.

Résumé :
Ce test valide en statique non-linéaire la modélisation d'un tuyau en élastoplasticité avec le comportement de VMIS_CINE_LINE. Le tuyau est modélisé à l'aide d'éléments TUYAU_3M et DKT multicouches.
Plusieurs chargements sont également étudiés :

a) modélisation avec des éléments TUYAU_3M en flexion 4 points, chargement monotone croissant.
b) modélisation avec des éléments TUYAU_3M en flexion 4 points puis torsion, chargement monotone.
c) modélisation avec des éléments DKT en flexion 4 points, chargement monotone croissant.
d) modélisation avec des éléments DKT en flexion 4 points puis torsion, chargement monotone croissant.
e) modélisation avec des éléments TUYAU_3M en flexion 4 points, chargement alterné.
f) modélisation avec des éléments DKT en flexion 4 points, chargement alterné.

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

1 Problèmes de référence

1.1 Géométrie

Les cas tests sont basés sur l'étude d'un tronçon de tuyau qui sera soumis à de la flexion et à de la torsion. La géométrie est la suivante.

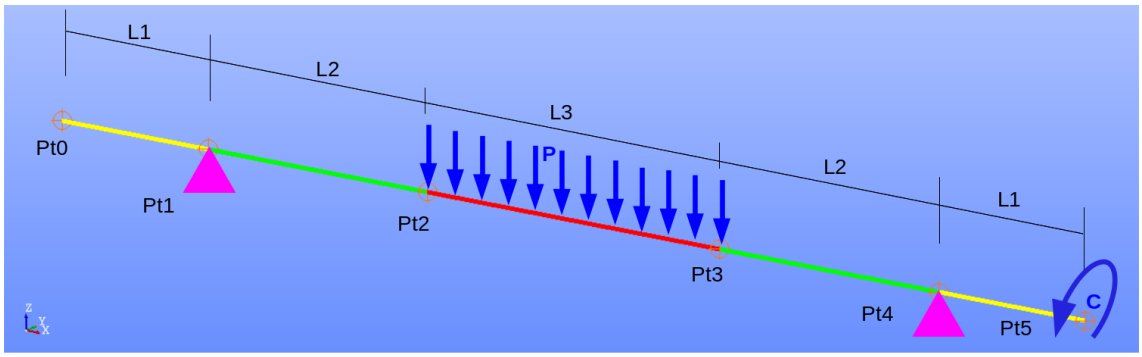


Figure 1.1-a : Représentation filaire du tronçon de tuyau étudié.

Avec :

$$L1 = 1.0\,m \ , \ L2 = 1.5\,m \ , \ L3 = 2.0\,m$$
$$R_{ext} = 0.30\,m \ , \ Épaisseur = 6.0\,mm$$

1.2 Propriétés du matériau

Pour toutes les modélisations le matériau est de type élastoplastique. Les caractéristiques sont les suivantes :

Module d'Young :	$E = 2.0E+11\,Pa$
Coefficient de Poisson :	$\nu = 0.30$
Masse volumique :	$\rho = 7800.0\,kg/m^3$
Seuil d'élasticité :	$\sigma_y = 240.0E+06\,Pa$
Pente plastique :	$Ep = 1000.0E+06\,Pa$

1.3 Condition aux limites

Pour toutes les modélisations les conditions de blocage sont, aux points :

Pt1 : $DX = 0.0$, $DY = 0.0$, $DZ = 0.0$
Pt4 : $DY = 0.0$, $DZ = 0.0$
Pt0 : $DRX = 0.0$

1.4 Modélisation A, B, E

Les modélisations A , B , E sont réalisées avec des éléments TUYAU_3M. Le maillage est basé sur la géométrie présentée à la figure 1.1-a.

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

1.5 Modélisation C, D, F

Les modélisations C , D , F sont réalisées avec des éléments DKT multicouches. La géométrie est basée sur celle présentée à la figure ci-dessous.

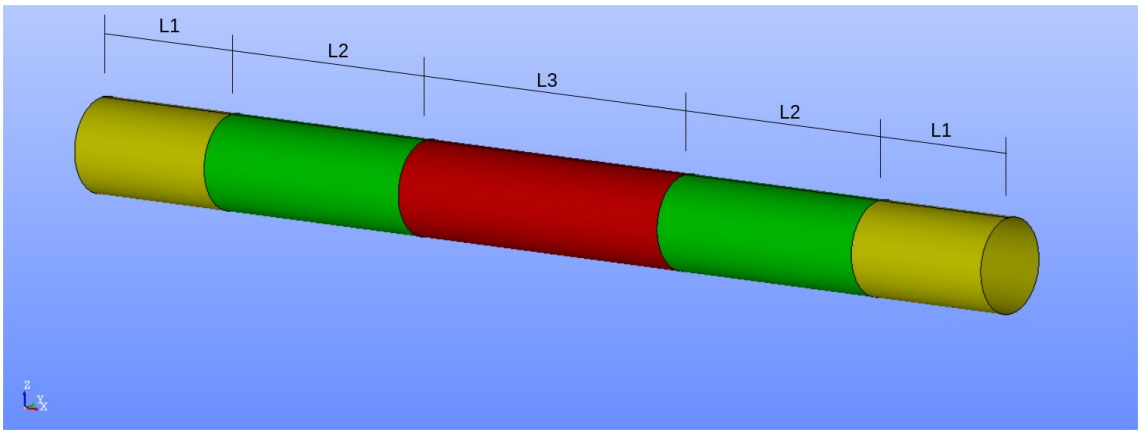


Figure 1.5-a : Géométrie pour les modélisations DKT.

Le maillage :

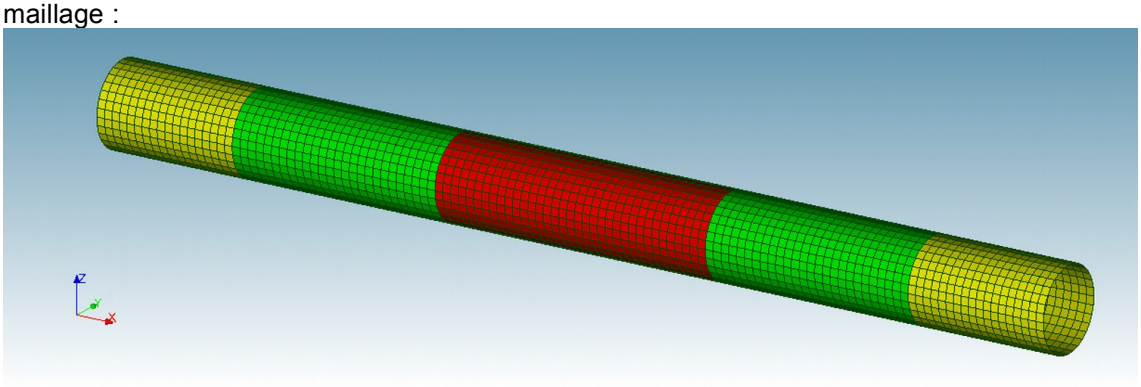


Figure 1.5-b : Maillage du tronçon avec des éléments DKT.

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

2 Solutions de référence

2.1 Modélisation A

2.1.1 Chargements

Les conditions aux limites de blocage sont celles du §1.3.
Le chargement est réparti sur le tronçon central dans la direction $-z$. Le moment maximal se situe au milieu du tronçon central : $M_{max}=\frac{P.L_3.L_2}{2}$

La charge théorique (avec une cinématique de poutre) correspondant au début de la plastification est : $P_{elas}=\frac{2\sigma_y I}{R_{ext}L_2L_3}$

Sur le tronçon central on applique la force répartie P_{elas} . La fonction multiplicatrice du chargement est la suivante :

Instant [s]	Coefficient
0.0	0.0
0.2	1.0
1.0	1.2

2.1.2 Résultats de référence

Les résultats de référence sont issus d'un calcul réalisé avec code_aster. Dans ce cas la loi de comportement est 3D avec une résolution par la méthode de De Borst pour résoudre la condition de contrainte plane.

2.1.3 Incertitude sur la solution

C'est un test de comparaison entre la loi 3D avec l'algorithme de De Borst et la loi programmée en contrainte plane.

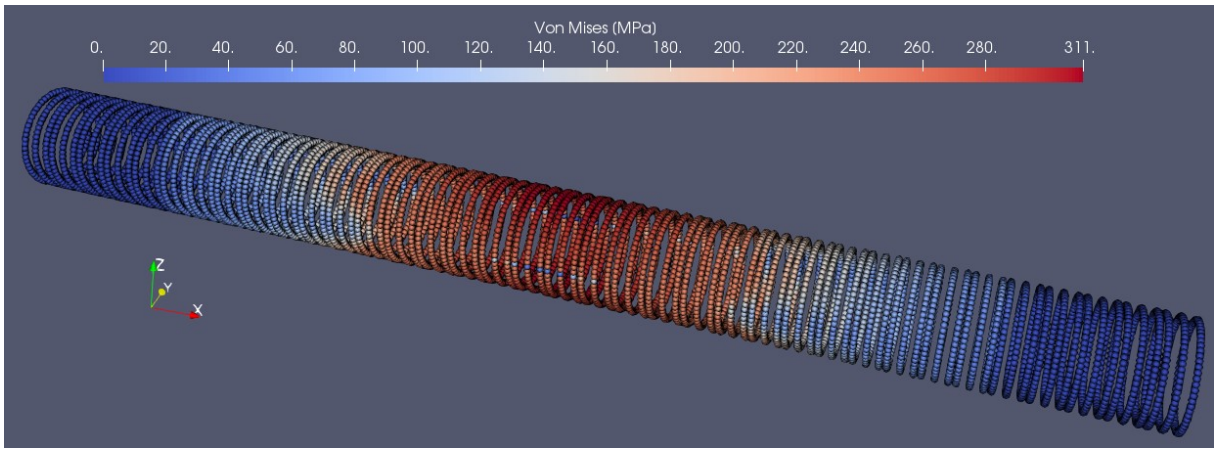


Figure 2.1.3-a : Critère de Von Mises à l'instant 1.0 s.

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

2.2 Modélisation B

2.2.1 Chargements

Les conditions aux limites de blocage sont celles du §1.3.
Le chargement est un chargement réparti sur le tronçon central puis un moment de torsion appliqué au point $Pt5$, figure 1.1.
Le chargement de flexion reste élastique, par contre le moment de torsion plastifie la section.

Les fonctions multiplicatrices du chargement sont les suivantes :

Instant [s]	Coefficient charge répartie	Coefficient moment de torsion
0.0	0.0	0.0
0.2	0.8	0.0
1.0	0.8	0.0
2.0	0.8	0.8

2.2.2 Résultats de référence

Les résultats de référence sont issus d'un calcul réalisé avec code_aster. Dans ce cas la loi de comportement est 3D avec une résolution par la méthode de De Borst pour résoudre la condition de contrainte plane.

2.2.3 Incertitude sur la solution

C'est un test de comparaison entre la loi 3D avec l'algorithme de De Borst et la loi programmée en contrainte plane.

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

2.3 Modélisation C

2.3.1 Chargements

Les conditions aux limites de blocage sont celles du §1.3.
Le chargement est réparti sur le tronçon central dans la direction $-z$.
Sur le tronçon central on applique la force répartie P_{elas} . La fonction multiplicatrice du chargement est la suivante :

Instant [s]	Coefficient
0.0	0.0
0.2	1.0
1.0	1.2

2.3.2 Résultats de référence

Les résultats de référence sont issus d'un calcul réalisé avec code_aster. Dans ce cas la loi de comportement est 3D avec une résolution par la méthode de De Borst pour résoudre la condition de contrainte plane.

2.3.3 Incertitude sur la solution

C'est un test de comparaison entre la loi 3D avec l'algorithme de De Borst et la loi programmée en contrainte plane.

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

2.4 Modélisation D

2.4.1 Chargements

Les conditions aux limites de blocage sont celles du §1.3.
Le chargement est un chargement réparti sur le tronçon central puis un moment de torsion appliqué au point $Pt5$, figure 1.1.
Le chargement de flexion reste élastique, par contre le moment de torsion plastifie la section.

Les fonctions multiplicatrices du chargement sont les suivantes :

Instant [s]	Coefficient charge répartie	Coefficient moment de torsion
0.0	0.0	0.0
1.0	0.8	0.0
2.0	0.8	0.8

2.4.2 Résultats de référence

Les résultats de référence sont issus d'un calcul réalisé avec code_aster. Dans ce cas la loi de comportement est 3D avec une résolution par la méthode de De Borst pour résoudre la condition de contrainte plane.

2.4.3 Incertitude sur la solution

C'est un test de comparaison entre la loi 3D avec l'algorithme de De Borst et la loi programmée en contrainte plane.

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

2.5 Modélisation E

2.5.1 Chargements

Les conditions aux limites de blocage sont celles du §1.3.
Le chargement est réparti sur le tronçon central dans la direction $-z$.
Sur le tronçon central on applique la force répartie P_{elas} . Le chargement est alterné de façon à solliciter le critère d'écrouissage dans la direction opposée.

La fonction multiplicatrice du chargement est la suivante :

Instant [s]	Coefficient
0.0	0.0
0.2	1.0
1.0	1.2
2.0	-1.1
2.5	-1.2

2.5.2 Résultats de référence

Les résultats de référence sont issus d'un calcul réalisé avec code_aster. Dans ce cas la loi de comportement est 3D avec une résolution par la méthode de De Borst pour résoudre la condition de contrainte plane.

2.5.3 Incertitude sur la solution

C'est un test de comparaison entre la loi 3D avec l'algorithme de De Borst et la loi programmée en contrainte plane.

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

2.6 Modélisation F

2.6.1 Chargements

Les conditions aux limites de blocage sont celles du §1.3.
Le chargement est réparti sur le tronçon central dans la direction $-z$.
Sur le tronçon central on applique la force répartie P_{elas} . Le chargement est alterné de façon à solliciter le critère d'écrouissage dans la direction opposée.

La fonction multiplicatrice du chargement est la suivante :

Instant [s]	Coefficient
0.0	0.0
0.2	1.0
1.0	1.2
2.0	-1.1
2.5	-1.2

2.6.2 Résultats de référence

Les résultats de référence sont issus d'un calcul réalisé avec code_aster. Dans ce cas la loi de comportement est 3D avec une résolution par la méthode de De Borst pour résoudre la condition de contrainte plane.

2.6.3 Incertitude sur la solution

C'est un test de comparaison entre la loi 3D avec l'algorithme de De Borst et la loi programmée en contrainte plane.

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

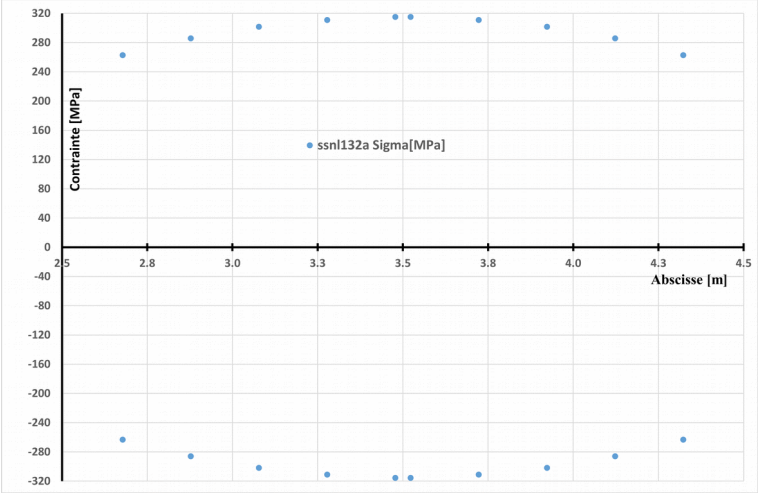
3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Le maillage est composé de 36 éléments TUYAU_3M, à 3 couches et 32 secteurs.

3.2 Grandeurs testées et résultats

La comparaison est réalisée à l'instant $1.0\,s$ sur les valeurs maximales et minimales de la composante SIXX des contraintes le long de de l'axe " x ".



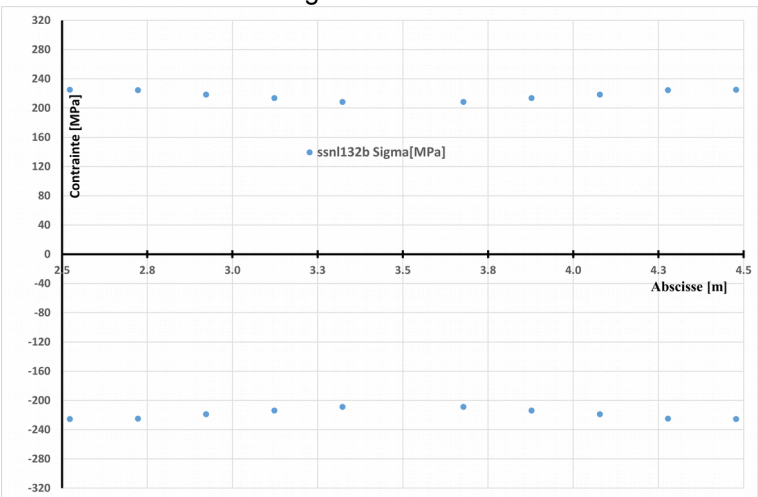
4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

Le maillage est composé de 36 éléments TUYAU_3M, à 3 couches et 32 secteurs.

4.2 Grandeurs testées et résultats

La comparaison est réalisée à l'instant $2.0\,s$ sur les valeurs maximales et minimales de la composante SIXX des contraintes le long de de l'axe " x ".



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

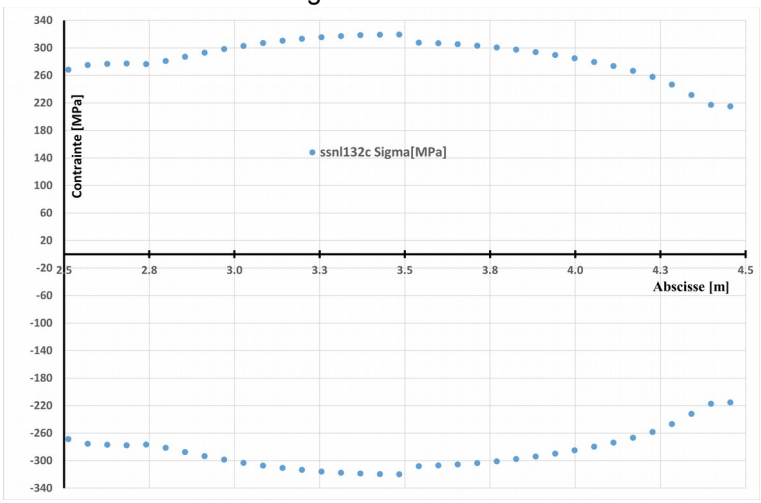
5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

Le maillage est composé de 3936 éléments DKT, à 3 couches.

5.2 Grandeurs testées et résultats

La comparaison est réalisée à l'instant $1.0\,s$ sur les valeurs maximales et minimales de la composante SIXX des contraintes le long de de l'axe " x "



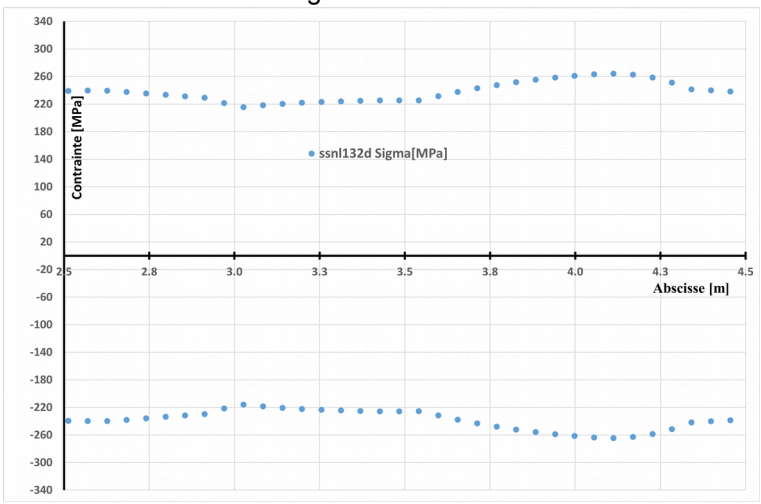
6 Modélisation D

6.1 Caractéristiques de la modélisation

Le maillage est composé de 3936 éléments DKT, à 3 couches.

6.2 Grandeurs testées et résultats

La comparaison est réalisée à l'instant $2.0\,s$ sur les valeurs maximales et minimales de la composante SIXX des contraintes le long de de l'axe " x ".



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

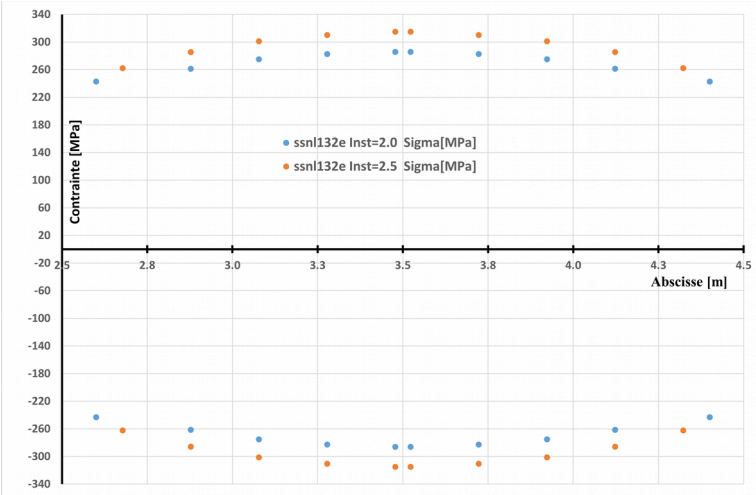
7 Modélisation E

7.1 Caractéristiques de la modélisation

Le maillage est composé de 36 éléments TUYAU_3M, à 3 couches et 32 secteurs.

7.2 Grandeurs testées et résultats

La comparaison est réalisée aux instants $2.0\,s$ et $2.5\,s$ sur les valeurs maximales et minimales de la composante SIXX des contraintes le long de de l'axe " x ".



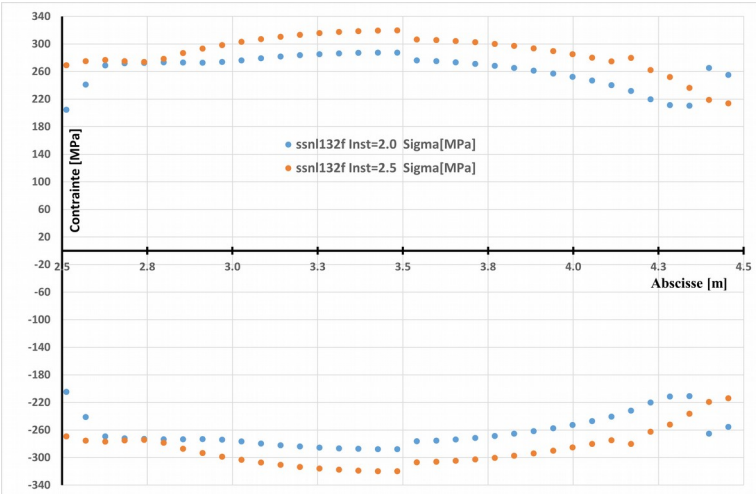
8 Modélisation F

8.1 Caractéristiques de la modélisation

Le maillage est composé de 3936 éléments DKT, à 3 couches.

8.2 Grandeurs testées et résultats

La comparaison est réalisée aux instants $2.0\,s$ et $2.5\,s$ sur les valeurs maximales et minimales de la composante SIXX des contraintes le long de de l'axe " x ".



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

9 Synthèse des résultats

Les tests sont tous des non régressions. Les comparaisons sont réalisées par rapport à l a loi de comportement 3D avec une résolution par la méthode de De Borst pour résoudre la condition de contrainte plane .

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