ZZZZ393 - Pré-déformations par fonction pour plaques, grilles et membranes

Résumé :
Ce test valide la prise en compte de pré-déformations affectées sous-forme de fonction pour les éléments DKT, DKTG, GRILLE_EXCENTRE, GRILLE_MEMBRANE et MEMBRANE.

Il valide également la prise en compte de pré-déformations affectées par valeur pour les éléments GRILLE_MEMBRANE et par comparaison aux éléments GRILLE_EXCENTRE.

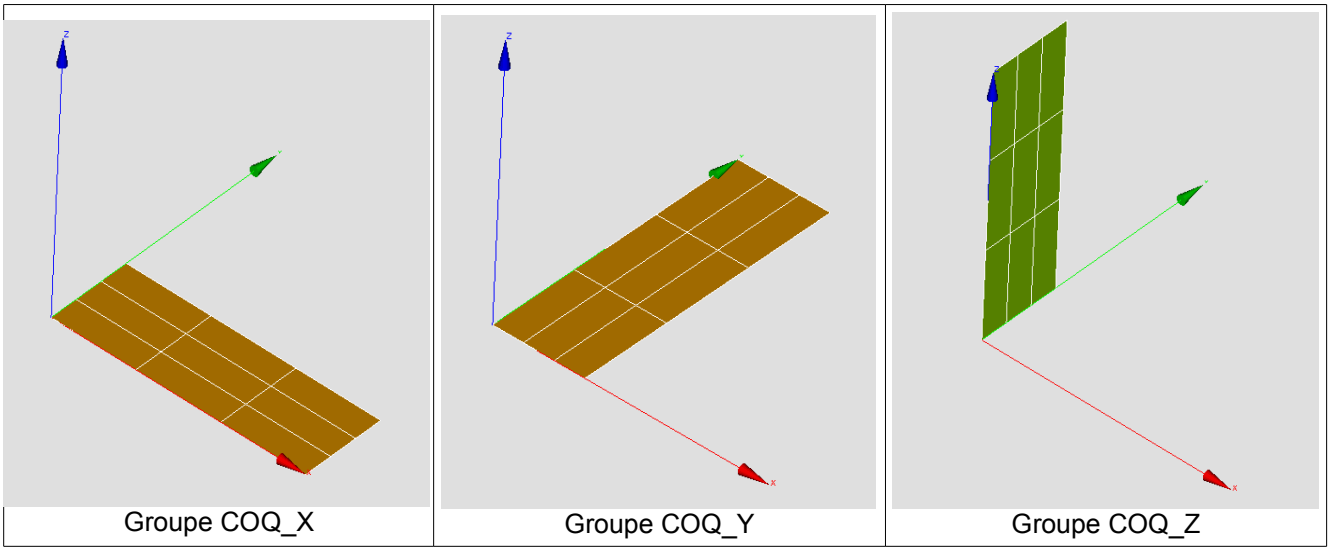
Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

1.1.1 Maillage pour validation sur éléments linéaires

Le maillage se compose se trois plaques orientées dans les 3 directions de l'espace :



Groupe COQ_X	Groupe COQ_Y	Groupe COQ_Z

Ces trois plaques permettent de valider simplement la dépendance des fonctions de pré-déformation aux variables d'espace X , Y et Z . Elles sont toutes rectangulaires de dimensions 3 mètres sur 1 mètre.

Pour chaque plaque du maillage, plusieurs groupes de mailles et de nœuds sont définis :

- ENCX, ENCY et ENCZ : Groupes de nœuds constitués des deux points aux coins $X=0$, $Y=0$ et $Z=0$.
- FLX, FLY et FLZ : Nœuds situés respectivement en $X=3,Y=0$, $Y=3,X=0$ et $Z=3,Y=0$.

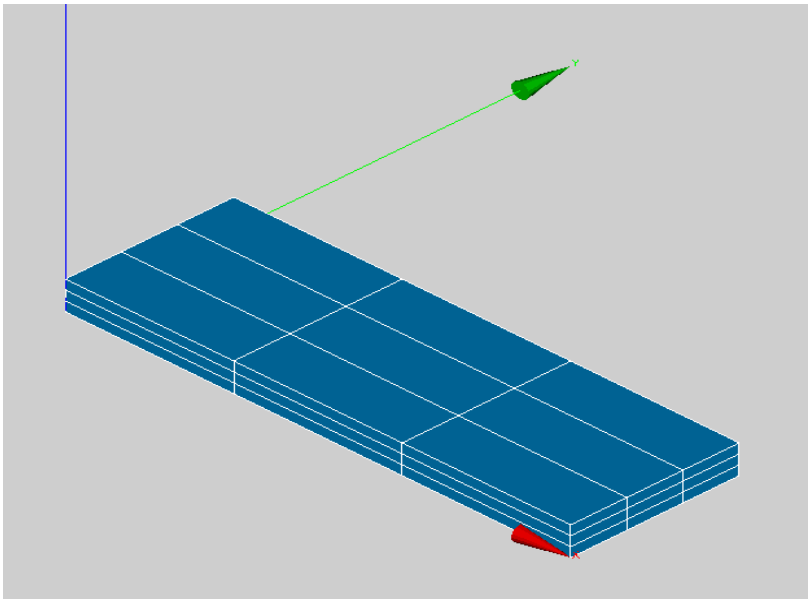
- G1X, G1Y et G1Z : Groupes de trois mailles situées entre 0 et 1 selon la coordonnée de la longueur de la plaque.
- G2X , G2Y et G2Z : Groupes de trois mailles situées entre 1 et 2 selon la coordonnée de la longueur de la plaque.
- G3X, G3Y et G3Z : Groupes de trois mailles situées entre 2 et 3 selon la coordonnée de la longueur de la plaque.

1.1.2 Maillage pour validation sur éléments quadratiques

Il s'agit d'un maillage composé de 27 éléments 3D. La volume a une longueur de 3 mètres, une largeur d'un mètre et un épaisseur de 0,5 mètre.

La face située en $X=0$ constitue le groupe ENCAST, les mailles surfaciques de la face supérieure sont dupliquées pour formés le groupe GRILLE. De la même manière que dans le maillage précédant on a les groupes G1X, G1Y et G1Z. Enfin on définit le nœud FLX situé en $(3,0,0)$.

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



1.2 Propriétés de matériaux

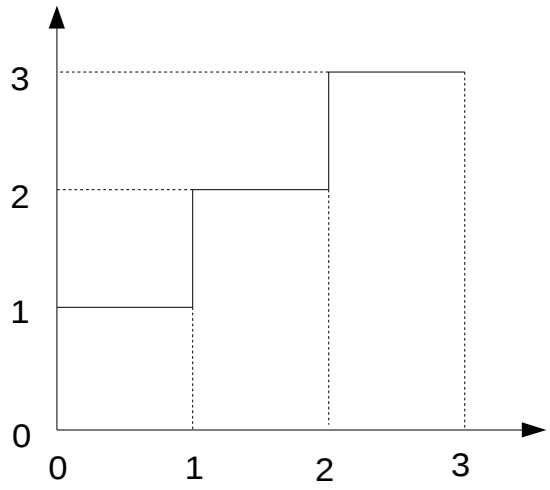
Le matériau est élastique linéaire.
Module d'Young $E=1\mathrm{E}9\,Pa$
Coefficient de Poisson : $\nu=0.3$

1.3 Conditions aux limites et chargements

1.3.1 Maillage linéaire

Encastrement en ENCX, ENCY et ENCZ : $DX=DY=DZ=DRX=DRY=DRZ=0$.

Les chargements de pré-déformation seront détaillés dans chaque modélisation. Pour ce qui est des chargements par fonctions, il dépendront à chaque fois de la fonction suivante :



Fonction « escalier »

1.3.2 Maillage quadratique

Encastrement en ENCAST : $DX=DY=DZ=0$.

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

Les chargements de pré-déformation seront détaillés dans chaque modélisation. Pour ce qui est des chargements par fonctions, il dépendront à chaque fois de la fonction « escalier ».

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

2 Solution de référence

2.1 Résultats de référence

Dans tous les calculs, les résultats de références sont obtenus en effectuant le même calcul avec les pré-déformations affectées par valeurs groupes de mailles par groupes de mailles.

On compare les déplacement des nœuds FLX, FLY et FLZ.

2.2 Incertitude sur la solution

Aucune. Les résultats doivent être exactement les mêmes que ceux de la solution de référence.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Cette modélisation repose sur le maillage linéaire. Les 9 mailles surfaciques (QUAD4) de chaque plaque sont affectées de la modélisation DKT.

3.2 Calculs et chargements

On effectue deux calculs sur chaque plaque du maillage. On détaille des chargements du calcul sur le groupe COQ_X. Il suffit ensuite de remplacer X par Y puis Z pour obtenir les chargements des autres calculs.

3.2.1 Calcul de référence, pré-déformation définie par valeur

Dans le calcul de référence, on affecte les valeurs de pré-déformation suivantes :

	G1X	G2X	G3X
EPXX	1E-3	2E-3	3E-3
EPYY	2E-3	4E-3	6E-3
EPXY	3E-3	6E-3	9E-3
KXX	4E-3	8E-3	12E-3
KYY	5E-3	10E-3	15E-3
KXY	6E-3	12E-3	18E-3

La prise en compte de la dépendance au temps est faite par l'ajout d'une fonction multiplicatrice « identité » au chargement.

3.2.2 Second calcul, pré-déformation définie par fonction

Le chargement de pré-déformation suivant est affecté sur toute les mailles de la plaque COQ_X :

EPXX	$1\text{E-}3.escalier(X).INST$
EPYY	$2\text{E-}3.escalier(X).INST$
EPXY	$3\text{E-}3.escalier(X).INST$
KXX	$4\text{E-}3.escalier(X).INST$
KYY	$5\text{E-}3.escalier(X).INST$
KXY	$6\text{E-}3.escalier(X).INST$

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

3.3 Grandeurs testées et résultats

Calcul sur COQ_X :

Calcul de référence :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FLX , DX	'NON_REGRESSION'	-	-
Instant 1, FLX , DY	'NON_REGRESSION'	-	-
Instant 1, FLX , DZ	'NON_REGRESSION'	-	-
Instant 2 , FLX , DX	'NON_REGRESSION'	-	-
Instant 2 , FLX , DY	'NON_REGRESSION'	-	-
Instant 2 , FLX , DZ	'NON_REGRESSION'	-	-

Second calcul :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FLX , DX	'AUTRE_ASTER'	0.00631037083998	1E-6
Instant 1, FLX , DY	'AUTRE_ASTER'	0.0327934215069	1E-6
Instant 1, FLX , DZ	'AUTRE_ASTER'	-0.011685267293	1E-6
Instant 2 , FLX , DX	'AUTRE_ASTER'	0.01262074168	1E-6
Instant 2 , FLX , DY	'AUTRE_ASTER'	0.0655868430138	1E-6
Instant 2 , FLX , DZ	'AUTRE_ASTER'	-0.023370534587	1E-6

Calcul sur COQ_Y :

Calcul de référence :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FLY , DX	'NON_REGRESSION'	-	-
Instant 1, FLY , DY	'NON_REGRESSION'	-	-
Instant 1, FLY , DZ	'NON_REGRESSION'	-	-

Second calcul :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FLY , DX	'AUTRE_ASTER'	-0.0392065784931	1E-6
Instant 1, FLY , DY	'AUTRE_ASTER'	0.00631037083998	1E-6
Instant 1, FLY , DZ	'AUTRE_ASTER'	-0.0468734663462	1E-6

Calcul sur COQ_Z :

Calcul de référence :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FLZ , DX	'NON_REGRESSION'	-	-
Instant 1, FLZ , DY	'NON_REGRESSION'	-	-
Instant 1, FLZ , DZ	'NON_REGRESSION'	-	-

Second calcul :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FLZ , DX	'AUTRE_ASTER'	0.0116852672935	1E-6
Instant 1, FLZ , DY	'AUTRE_ASTER'	0.0327934215069	1E-6
Instant 1, FLZ , DZ	'AUTRE_ASTER'	0.00631037083998	1E-6

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

4 Modélisation B

La modélisation B est identique à la modélisation A, excepté qu'elle utilise des éléments DKTG au lieu de DKT.

Se reporter à la modélisation A.

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

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

Cette modélisation repose sur le maillage linéaire. Les 9 mailles surfaciques (QUAD4) de chaque plaque sont affectées de la modélisation GRILLE_EXCENTRE et dupliquées pour former les groupes DKT_X, DKT_Y et DKT_Z que l'on affecte de la modélisation DKT.

Dans chaque cas les grilles sont orientées dans la direction de la longueur de la plaque. Dans le cas X , la grille est excentrée (de 0,5 mètre), afin de vérifier que cela n'a pas d'incidence sur la prise en compte des pré-déformation.

5.2 Calculs et chargements

On effectue deux calculs sur chaque plaque du maillage. On détaille des chargements du calcul sur les groupes COQ_X/DKT_X. Il suffit ensuite de remplacer X par Y puis Z pour obtenir les chargements des autres calculs.

5.2.1 Calcul de référence, pré-déformation définie par valeur

Dans le calcul de référence, on affecte les valeurs de pré-déformation suivantes :

	G1X	G2X	G3X
EXX	1E-3	2E-3	3E-3

La prise en compte de la dépendance au temps est faite par l'ajout d'une fonction multiplicatrice « identité » au chargement.

5.2.2 Second calcul, pré-déformation définie par fonction

Le chargement de pré-déformation suivant est affecté sur toute les mailles du groupe COQ_X :

EXX	$1\text{E-}3.escalier(X).INST$

5.3 Grandeurs testées et résultats

Calcul sur COQ_X/DKT_X :

Calcul de référence :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FLX , DX	'NON_REGRESSION'	-	-
Instant 2 , FLX , DX	'NON_REGRESSION'	-	-

Second calcul :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FLX , DX	'AUTRE_ASTER'	7.77024811041E-05	1E-6
Instant 2 , FLX , DX	'AUTRE_ASTER'	0.000155404962208	1E-6

Calcul sur COQ_Y/DKT_Y :

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

Calcul de référence :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FLY , DY	'NON_REGRESSION'	-	-

Second calcul :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FLY , DY	'AUTRE_ASTER'	0.00298308765372	1E-6

Calcul sur COQ_Z/DKT_Z :

Calcul de référence :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FL Z , DZ	'NON_REGRESSION'	-	-

Second calcul :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FL Z , DZ	'AUTRE_ASTER'	0.00298308765372	1E-6

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

6 Modélisation D

6.1 Caractéristiques de la modélisation

Cette modélisation repose sur le maillage linéaire. Les 9 mailles surfaciques (QUAD4) de chaque plaque sont affectées de la modélisation GRILLE_MEMBRANE et dupliquées pour former les groupes DKT_X, DKT_Y et DKT_Z que l'on affecte de la modélisation DKT.

Dans chaque cas les grilles sont orientées dans la direction de la longueur de la plaque.

6.2 Calculs et chargements

On effectue deux calculs sur chaque plaque du maillage. On détaille des chargements du calcul sur les groupes COQ_X/DKT_X. Il suffit ensuite de remplacer X par Y puis Z pour obtenir les chargements des autres calculs.

6.2.1 Calcul de référence, pré-déformation définie par valeur

Dans le calcul de référence, on affecte les valeurs de pré-déformation suivantes :

	G1X	G2X	G3X
EXX	1E-3	2E-3	3E-3

La prise en compte de la dépendance au temps est faite par l'ajout d'une fonction multiplicatrice « identité » au chargement.

Remarque : ce calcul valide la prise en compte des pré-déformations par valeur pour la modélisation GRILLE_MEMBRANE par comparaison au même calcul avec la modélisation GRILLE_EXCENTRE (modélisation C).

6.2.2 Second calcul, pré-déformation définie par fonction

Le chargement de pré-déformation suivant est affecté sur toute les mailles du groupe COQ_X :

EXX	$1\text{E-}3.escalier(X).INST$

6.3 Grandeurs testées et résultats

Calcul sur COQ_X/DKT_X :

Calcul de référence :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FLX , DX	'NON_REGRESSION'	-	-
Instant 2 , FLX , DX	'NON_REGRESSION'	-	-

Second calcul :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FLX , DX	'AUTRE_ASTER'	0.00298308765372	1E-6
Instant 2 , FLX , DX	'AUTRE_ASTER'	0.00596617530744	1E-6

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

Calcul sur COQ_Y/DKT_Y :

Calcul de référence :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FLY , DY	'AUTRE_ASTER'	0.00298308765372	1E-6

Second calcul :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FLY , DY	'AUTRE_ASTER'	0.00298308765372	1E-6

Calcul sur COQ_Z/DKT_Z :

Calcul de référence :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FL Z , DZ	'AUTRE_ASTER'	0.00298308765372	1E-6

Second calcul :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FL Z , DZ	'AUTRE_ASTER'	0.00298308765372	1E-6

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

7 Modélisation E

7.1 Caractéristiques de la modélisation

Cette modélisation repose sur le maillage quadratique. Les 27 mailles volumiques (HEXA20) sont affectées de la modélisation 3D, les mailles surfaciques (QUAD8) du groupe GRILLE (face supérieure) sont affectées de la modélisation GRILLE_MEMBRANE.

Les grilles sont orientées dans la direction X .

7.2 Calculs et chargements

On effectue deux calculs.

7.2.1 Calcul de référence, pré-déformation définie par valeur

Dans le calcul de référence, on affecte les valeurs de pré-déformation suivantes :

	G1X	G2X	G3X
EXX	1E-3	2E-3	3E-3

La prise en compte de la dépendance au temps est faite par l'ajout d'une fonction multiplicatrice « identité » au chargement.

7.2.2 Second calcul, pré-déformation définie par fonction

Le chargement de pré-déformation suivant est affecté sur toute les mailles du groupe GRILLE :

EXX	$1\text{E-}3.escalier(X).INST$

7.3 Grandeurs testées et résultats

Calcul de référence :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FLX , DX	'NON_REGRESSION'	-	-

Second calcul :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FLX , DX	'AUTRE_ASTER'	-0.00235783307917	1E-6

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

8 Modélisation F

8.1 Caractéristiques de la modélisation

Cette modélisation repose sur le maillage linéaire. Les 9 mailles surfaciques (QUAD4) de chaque plaque sont affectées de la modélisation MEMBRANE et dupliquées pour former les groupes DKT_X, DKT_Y et DKT_Z que l'on affecte de la modélisation DKT.

Dans chaque cas les membranes sont orientées dans la direction de la longueur de la plaque.

8.2 Calculs et chargements

On effectue deux calculs sur chaque plaque du maillage. On détaille des chargements du calcul sur les groupes COQ_X/DKT_X. Il suffit ensuite de remplacer X par Y puis Z pour obtenir les chargements des autres calculs.

8.2.1 Calcul de référence, pré-déformation définie par valeur

Dans le calcul de référence, on affecte les valeurs de pré-déformation suivantes :

	G1X	G2X	G3X
EXX	1E-3	2E-3	3E-3
EYY	2E-3	4E-3	6E-3
EXY	3E-3	6E-3	9E-3

La prise en compte de la dépendance au temps est faite par l'ajout d'une fonction multiplicatrice « identité » au chargement.

8.2.2 Second calcul, pré-déformation définie par fonction

Le chargement de pré-déformation suivant est affecté sur toute les mailles du groupe COQ_X :

EXX	$1\text{E-}3.escalier(X).INST$
EYY	$2\text{E-}3.escalier(X).INST$
EXY	$3\text{E-}3.escalier(X).INST$

8.3 Grandeurs testées et résultats

Calcul sur COQ_X/DKT_X :

Calcul de référence :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FLX , DX	'NON_REGRESSION'	-	-
Instant 1, FLX , DY	'NON_REGRESSION'	-	-
Instant 2 , FLX , DX	'NON_REGRESSION'	-	-
Instant 2 , FLX , DY	'NON_REGRESSION'	-	-

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

Second calcul :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FLX , DX	'AUTRE_ASTER'	0.00426667367479	1E-6
Instant 1, FLX , DY	'AUTRE_ASTER'	0.000347860558941	1E-6
Instant 2 , FLX , DX	'AUTRE_ASTER'	0.00853334734958	1E-6
Instant 2 , FLX , DY	'AUTRE_ASTER'	0.000695721117883	1E-6

Calcul sur COQ_Y/DKT_Y :

Calcul de référence :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FLY , DX	'NON_REGRESSION'	-	-
Instant 1, FLY , DY	'NON_REGRESSION'	-	-

Second calcul :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FLY , DX	'AUTRE_ASTER'	0.000341832038815	1E-6
Instant 1, FLY , DY	'AUTRE_ASTER'	0.00426668139186	1E-6

Calcul sur COQ_Z/DKT_Z :

Calcul de référence :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FL Z , DY	'NON_REGRESSION'	-	-
Instant 1, FL Z , DZ	'NON_REGRESSION'	-	-

Second calcul :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FL Z , DY	'AUTRE_ASTER'	0.000347860558942	1E-6
Instant 1, FL Z , DZ	'AUTRE_ASTER'	0.00426667367479	1E-6

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

9 Modélisation G

9.1 Caractéristiques de la modélisation

Cette modélisation repose sur le maillage quadratique. Les 27 mailles volumiques (HEXA20) sont affectées de la modélisation 3D, les mailles surfaciques (QUAD8) du groupe GRILLE (face supérieure) sont affectées de la modélisation MEMBRANE.

Les membranes sont orientées dans la direction X .

9.2 Calculs et chargements

On effectue deux calculs.

9.2.1 Calcul de référence, pré-déformation définie par valeur

Dans le calcul de référence, on affecte les valeurs de pré-déformation suivantes :

	G1X	G2X	G3X
EXX	1E-3	2E-3	3E-3
EYY	2E-3	4E-3	6E-3
EXY	3E-3	6E-3	9E-3

La prise en compte de la dépendance au temps est faite par l'ajout d'une fonction multiplicatrice « identité » au chargement.

9.2.2 Second calcul, pré-déformation définie par fonction

Le chargement de pré-déformation suivant est affecté sur toute les mailles du groupe GRILLE :

EXX	$1\text{E-}3.escalier(X).INST$
EYY	$2\text{E-}3.escalier(X).INST$
EXY	$3\text{E-}3.escalier(X).INST$

9.3 Grandeurs testées et résultats

Calcul de référence :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FLX , DX	'NON_REGRESSION'	-	-
Instant 1, FLX , DY	'NON_REGRESSION'	-	-

Second calcul :

Identification	Type de référence	Valeurs de référence	Tolérance
Instant 1, FLX , DX	'AUTRE_ASTER'	-0.00267922249412	1E-6
Instant 1, FLX , DY	'AUTRE_ASTER'	-0.0470255296821	1E-6

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

10 Synthèse des résultats

Les résultats de ces tests valident la prise en compte du chargement de pré-déformation par fonctions pour les éléments DKT, DKTG, GRILLE_EXCENTRE, GRILLE_MEMBRANE et MEMBRANE sur mailles linéaires et quadratiques quand disponibles. Il vérifie la bonne prise en compte des 3 variables d'espace et de la variable en temps dans le définition des formules et cela pour toutes les composantes disponibles.

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