SDNS106 – Réponse transitoire d'une dalle en béton armé : modèles GLRC_DAMAGE et GLRC_DM

Résumé :

Ce test valide les modèles globaux GLRC_DAMAGE [R7.01.31] et GLRC_DM [R7.01.32] appliqués à la dynamique explicite (DYNA_NON_LINE(SCHEMA_TEMPS=DIFF_CENT)). Il s'agit d'une plaque trapézoïdale en béton armé, appuyée sur deux côtés opposés et sollicitée en flexion par une pression.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

La géométrie utilisée dans ce cas test est une plaque en béton armée d'épaisseur $e=0.1\ \mathrm{m}$ et de forme trapézoïdale.

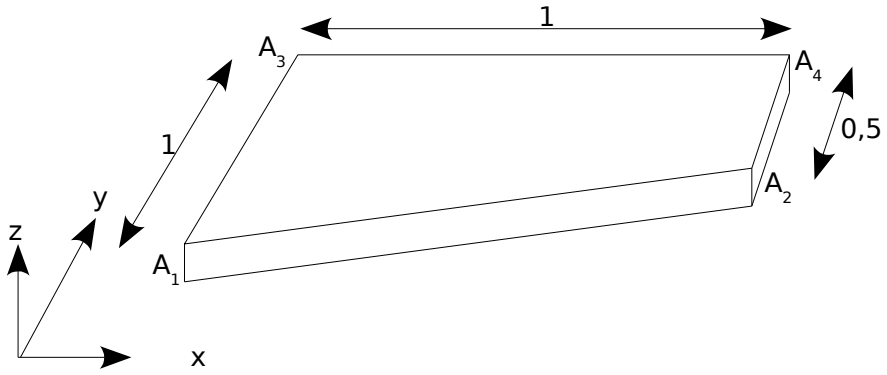
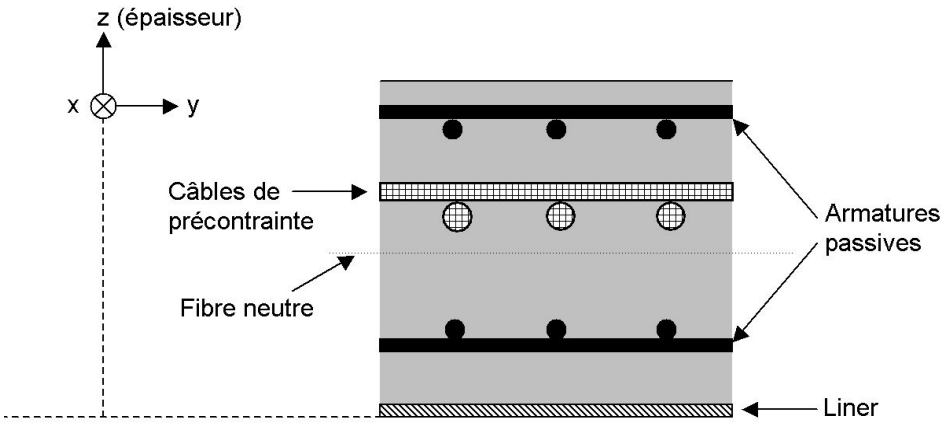


Figure 1.1-a: Géométrie étudiée

Les caractéristiques de la section de béton armée sont :

- Nappe supérieure : section par mètre linéaire suivant x et y $=5.65\,10^{-4}\,m^2/ml$; excentrement par rapport au feuillet moyen suivant x et y : $+0.0475\,m$ (soit 95% de l'épaisseur),
- Nappe inférieure : section par mètre linéaire suivant x et y $=5.65\,10^{-4}\,m^2/ml$; excentrement par rapport au feuillet moyen suivant x et y : $-0.0475\,m$ (soit 95% de l'épaisseur),
- Câbles de précontrainte : section par mètre linéaire suivant $x=4.56\,10^{-3}\,m^2/ml$ et $y=1.32\,10^{-2}\,m^2/ml$; pas d'excentrement par rapport au feuillet moyen ; précontrainte suivant x et y $=-3\,MN$,
- Liner : l'épaisseur du liner est de $6\,mm$ et est positionné sur la face inférieure.



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

Figure 1.1-b: Section de la plaque en béton armé

1.2 Propriétés des matériaux

Les caractéristiques des différents matériaux pour la modélisation GLRC_DAMAGE sont résumées dans le tableau qui suit.

Matériau	Module d'Young MPa	Coefficient de Poisson	Densité kg/m^3	Pente d'écrouissage	Limite élastique en traction MPa	Limite élastique en compression MPa
Béton	30000.	0.2	2500	0	5	-35
Acier des armatures	200000	-	-	0	3000	-3000
Acier du liner et des câbles de précontrainte	200000	-	-	0	500	-500

Pour compléter la loi de comportement GLRC_DAMAGE, il est nécessaire de définir les paramètres globalisés de loi homogénéisée.

Paramètres	Valeurs
$Gamma$	0
$QP1$	0.15
$QP2$	0.15
C_N	$87.3\,MPa$
C_M	$14.8\,MPa$

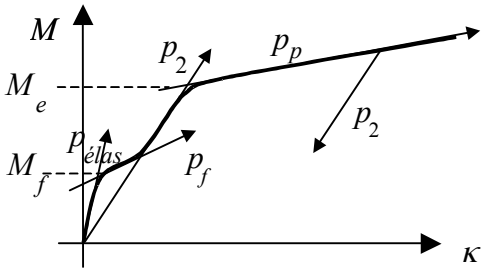


Figure 1.2-a: Courbe moment – courbure du comportement d'une plaque en béton armé en flexion.

Les caractéristiques matériaux pour la modélisation GLRC_DM sont résumées dans le tableau qui suit.

Paramètres	Valeurs
$E_{éq}^m$	$30000\,MPa$
ν_m	0.22
$E_{éq}^f$	$73000\,MPa$
ν_f	0.24
γ_{mt}	0.02
γ_f	0.05
N_D	$470000\,N/m$
M_D	$16000\,N$

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

1.3 Conditions aux limites et chargements

Sur le coin $A1$ de la plaque, on encastre les déplacements $u_x=u_y=u_z=0$, aussi bien que les rotations $\theta_x=\theta_y=\theta_z=0$. Les déplacements sont bloqués suivant x et z sur les côtés $A1A3$ et $A2A4$. Une pression est appliquée sur l'ensemble de la dalle dans la direction $(0.0,0.0,1,0)$ et vaut $F_0=20.10^7 N$ pour la modélisation A. Pour les modélisations B et C, on applique une force nodale sur l'ensemble de la dalle $1500 N$. Cette force est appliquée de manière progressive en suivant la fonction multiplicatrice représentée sur la figure qui suit.

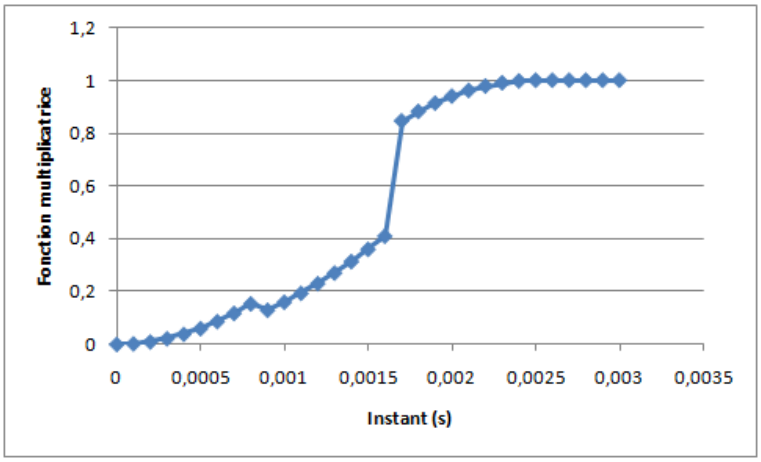


Figure 1.3-a: Fonction multiplicatrice du chargement pour les modélisations B et C

1.4 Conditions initiales

À l'état initial, les déplacements et les vitesses valent zéro partout.

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

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

Les valeurs de référence sont obtenues par comparaison avec EUROPLEXUS pour la modélisation A. Pour les modélisations B et C, les valeurs de référence sont de la non régression.

2.2 Grandeurs et résultats de référence

Les résultats de référence pour la modélisation A sont récapitulés dans le tableau qui suit. Les données sont obtenues au point P_{04} (cf. figure 3.1-a).

Grandeurs	Référence
Déplacement suivant z à $t=2\,10^{-5}\,s$	$-1{,}74913\,10^{-4}\,m$
Accélération suivant z à $t=2\,10^{-5}\,s$	$-7{,}99968\,10^{5}\,m.s^{-2}$
Déplacement suivant z à $t=1\,10^{-3}\,s$	$-4{,}4933\,10^{-1}\,m$
Vitesse suivant z à $t=1\,10^{-3}\,s$	$-8{,}24761\,10^{2}\,m.s^{-1}$
Energie élastique au noeud 2 de la maille 1 à $t=2\,10^{-6}\,s$	$1{,}46067\,10^{-1}\,J$

2.3 Incertitudes sur la solution

Comparaisons avec EUROPLEXUS pour les réponses temporelles en déplacement, les réactions, et l'énergie cinétique, pour un chargement sinusoïdal

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

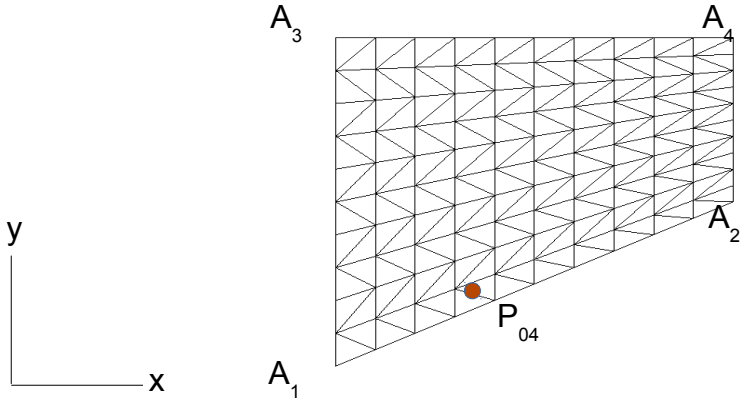


Figure 3.1-a : Maillage de la modélisation A

Modélisation : **DKTG**

Conditions aux limites :
- Encastrement en $A1$,
- Appui simple $A3A1$ et $A2A4$, soit $DZ=0$ et $DX=0$.

Intégration temporelle :
- Schéma : DIFF_CENT, formulation : ACCELERATION,
- Pas de temps : $2.10^{-6}s$.

3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 121, Nombre de mailles : éléments TRI3 : 200, éléments SEG2 : 40.

3.3 Grandeurs testées et résultats

On teste les déplacements, vitesse et accélération du point $P04$ à différents instants. On teste aussi l'énergie élastique en deux points de la structure.

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Déplacement suivant z à $t=2\,10^{-5}s$	'SOURCE_EXTERNE'	$-1{,}74913\,10^{-4}m$	0,15
Accélération suivant z à $t=2\,10^{-5}s$	'SOURCE_EXTERNE'	$-7{,}99968\,10^{5}m.s^{-2}$	10^{-4}
Déplacement suivant z à $t=1\,10^{-3}s$	'SOURCE_EXTERNE'	$-4{,}4933\,10^{-1}m$	0,03
Vitesse suivant z à $t=1\,10^{-3}s$	'SOURCE_EXTERNE'	$-8{,}24761\,10^{2}m.s^{-1}$	0,1
Energie élastique au noeud 2 de la maille 1 à $t=2\,10^{-6}s$	'SOURCE_EXTERNE'	$1{,}46067\,10^{-1}J$	10^{-5}

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

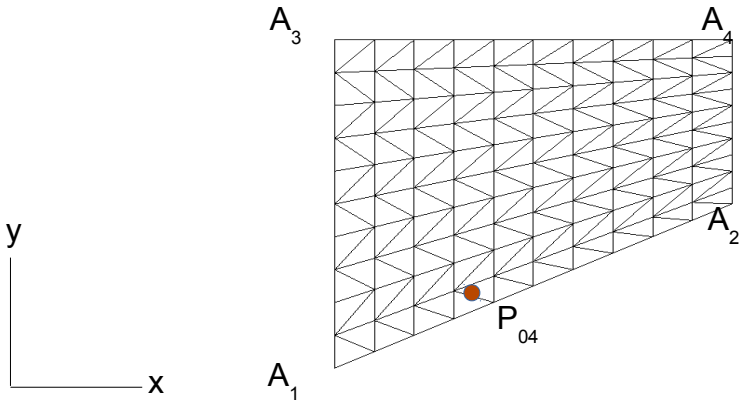


Figure 4.1-a : Maillage de la modélisation A

Modélisation : **DKTG**

Conditions aux limites :
- Encastrement en $A1$,
- Appui simple $A3A1$ et $A2A4$, soit $DZ=0$ et $DX=0$.

Intégration temporelle :
- Schéma : NEWMARK, formulation : DEPLACEMENT,
- Pas de temps : $1.10^{-4}s$.

4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 121, Nombre de mailles : éléments QUAD4 : 100, éléments SEG2 : 40.

4.3 Grandeurs testées et résultats

On teste les déplacements, vitesse et accélération du point $P04$ à différents instants.

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Déplacement suivant z à $t=2.5\,10^{-3}s$	NON REGRESSION	$-4.0923810^{-4}m$	10^{-5}
Vitesse suivant z à $t=2.5\,10^{-3}s$	NON REGRESSION	$-0.4984907\,m.s^{-1}$	10^{-5}
Accélération suivant z à $t=2.5\,10^{-3}s$	NON REGRESSION	$-56,1819\,m.s^{-2}$	10^{-5}
Déplacement suivant z à $t=5\,10^{-3}s$	NON REGRESSION	$-1.89876\,10^{-4}m$	10^{-5}
Vitesse suivant z à $t=5\,10^{-3}s$	NON REGRESSION	$0.3652467\,m.s^{-1}$	10^{-5}
Accélération suivant z à $t=5\,10^{-3}s$	NON REGRESSION	$-797.416\,m.s^{-2}$	10^{-5}

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

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

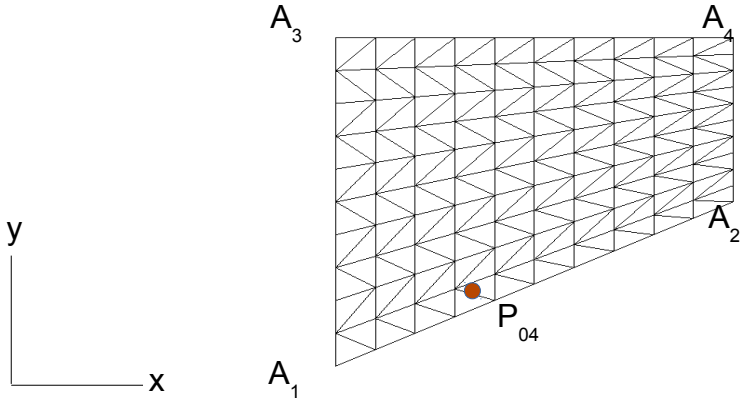


Figure 5.1-a : Maillage de la modélisation A

Modélisation : **DKTG**

Conditions aux limites :
- Encastrement en $A1$,
- Appui simple $A3A1$ et $A2A4$, soit $DZ=0$ et $DX=0$.

Intégration temporelle :
- Schéma : NEWMARK, formulation : DEPLACEMENT,
- Pas de temps : $1.10^{-4}s$.

5.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 121, Nombre de mailles : éléments TRI3 : 200, éléments SEG2 : 40.

5.3 Grandeurs testées et résultats

On teste les déplacements, vitesse et accélération du point $P04$ à différents instants. On teste aussi l'énergie élastique en deux points de la structure.

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Déplacement suivant z à $t=2.5\,10^{-3}s$	NON REGRESSION	$-3.71031\,10^{-4}m$	10^{-5}
Vitesse suivant z à $t=2.5\,10^{-3}s$	NON REGRESSION	$-0.4496707\,m.s^{-1}$	10^{-5}
Accélération suivant z à $t=2.5\,10^{-3}s$	NON REGRESSION	$-61,3004\,m.s^{-2}$	10^{-5}
Déplacement suivant z à $t=5\,10^{-3}s$	NON REGRESSION	$-1.56827\,10^{-4}m$	10^{-5}
Vitesse suivant z à $t=5\,10^{-3}s$	NON REGRESSION	$-0.4552156\,m.s^{-1}$	10^{-5}
Accélération suivant z à $t=5\,10^{-3}s$	NON REGRESSION	$73.0819\,m.s^{-2}$	10^{-5}

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

6 Synthèse des résultats

Les résultats obtenus avec *Code_Aster* sont proches de ceux obtenus avec EUROPLEXUS. Cette modélisation valide donc l'utilisation de GLRC_DAMAGE avec *Code_Aster*.

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