ZZZZ402 - Validation de l'utilisation de POST_NEWMARK

Résumé :

Ce test valide l'utilisation de la commande POST_NEWMARK.

Modélisation A : simulation de la réponse sismique et calcul des déplacements résiduels d'un ouvrage en remblai en élasticité avec DYNA_VIBRA en calcul temporel transitoire.

Modélisation B : simulation de la réponse sismique et calcul des déplacements résiduels d'un ouvrage en remblai avec la loi d'Iwan via DYNA_NON_LINE.

Modélisation C : simulation de la réponse sismique et calcul du facteur de sécurité en dynamique d'un ouvrage en remblai en élasticité avec DYNA_VIBRA en calcul temporel transitoire.

Modélisation D : simulation de la réponse sismique et calcul des déplacements résiduels d'un ouvrage en remblai en élasticité avec DYNA_VIBRA en calcul temporel transitoire, avec vérification du calcul de la masse du cercle de glissement avec le mot-clé VERI_MASSE.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

On considère un barrage en remblai et un cercle de glissement théorique possible, dont les principales caractéristiques sont décrites ci-dessous :

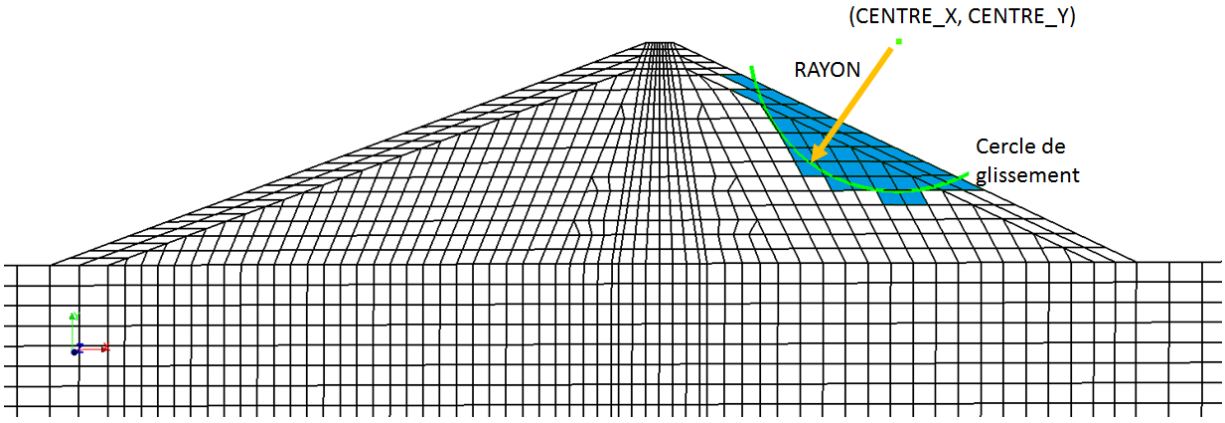


Figure 1- Configuration de l'ouvrage en remblai et positionnement du cercle de glissement.

Le groupe de mailles sur lequel la résultante des efforts est calculée est affichée en bleu sur la figure.

1.2 Propriétés des matériaux

1.2.1 Propriétés élastiques du matériau

Les caractéristiques mécaniques des matériaux du modèle qui ont été utilisées sont résumées dans le tableau ci-dessous :

	$vs(m/s)$	$E(Pa)$	$\rho(kg/m^3)$	ν	$\xi(\%)$
BARRAGE	305	$5\,10^8$	1800	0.49	2.0
ROCHER	2700	$500\,10^8$	2300	0.48	2.0

1.3 Conditions aux limites et chargements mécaniques

1.3.1 Condition aux limites

Les conditions aux limites appliquées au modèle sont les suivantes :

- *Base et bords droit et gauche de la fondation* : Affectation des éléments de frontière absorbante.

1.3.2 Chargement

Chargement de type `ONDE_PLANE` de type S suivant une propagation verticale (`DIRECTION=(0,1,0)`) appliquée à la base de la fondation.

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

Le signal en accélération servant au calcul du chargement est présenté dans la Figure 2.

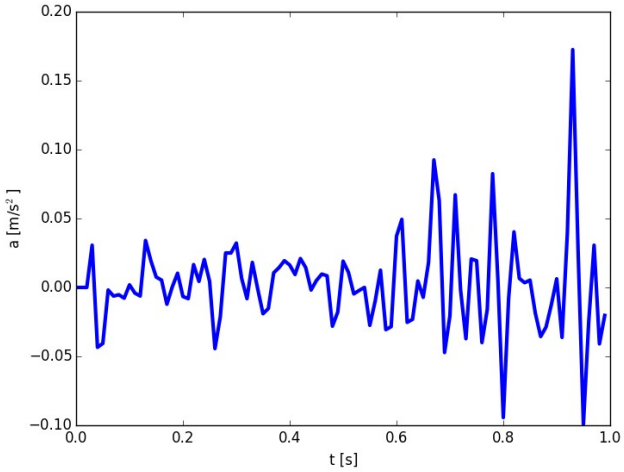


Figure 2 – Signal en accélération appliquée à la base de l'ouvrage

1.4 Conditions initiales

Le déplacement est nul dans l'ensemble du modèle à l'instant initial.

1.5 Position du cercle de glissement

Le centre du cercle de glissement est positionné à la coordonnée $(80,220)$, avec un rayon de $50\,m$. La valeur de k_y est fixée à $0,0001$, l'accélération critique étant donc de $a_y=0,000981\,m/s^2$.

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

2 Solution de référence

La solution de référence de la modélisation A est un test de non régression.

La modélisation A est prise en compte comme référence de calcul pour la modélisation B.

La modélisation C réalise le calcul du facteur de sécurité pour un calcul dynamique.

La modélisation D réalise une comparaison entre résultats de deux maillages avec raffinement différents pour vérifier l'impact de l'estimation de la masse par le maillage Éléments Finis.

La modélisation E réalise le calcul de l'accélération critique et le coefficient sismique.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation A utilise un modèle de comportement pour le barrage de type linéaire, le calcul s'effectuant à partir de l'opérateur DYNA_VIBRA sur base physique en temporel, avec un schéma d'intégration temporel de Newmark non amorti ($\beta=0,25$ et $\gamma=0,5$) et un amortissement modal réduit de 0,01 %.

On utilise pour la modélisation A la définition du cercle à partir des mot-clés RAYON, CENTRE_X et CENTRE_Y ainsi qu'à partir d'un maillage auxiliaire 2D suffisamment raffiné du même cercle à l'aide du mot-clé MAILLAGE_GLIS.

3.2 Grandeurs testées et résultats

On teste la valeur du déplacement irréversible à différents instants estimés par la méthode de Newmark.

Déplacement irréversible

Identification	Type de référence	Tolérance
t=0,6 s	'NON_DEFINI'	0.001%
t=0,9 s	'NON_DEFINI'	0.001%

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

4 Modélisation B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation A utilise le modèle de comportement d'Iwan pour le barrage. Le calcul s'effectue à partir de l'opérateur DYNA_NON_LINE. Néanmoins, le chargement est suffisamment petit pour qu'on puisse utiliser les résultats du calcul élastique de la modélisation A comme solution de référence pour la modélisation B. On considère un schéma d'intégration temporel de Newmark non amorti ($\beta=0,25$ et $\gamma=0,5$).

4.2 Grandeurs testées et résultats

On teste la valeur du déplacement irréversible à différents instants estimée par la méthode de Newmark.

Déplacement irréversible

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
t=0,6 s	'AUTRE_ASTER'	0.0003980948059239286	0.001%
t=0,9 s	'AUTRE_ASTER'	0.0004388687270046761	0.001%

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

5 Modélisation C

5.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation C utilise un modèle de comportement pour le barrage de type linéaire, le calcul s'effectuant à partir de l'opérateur DYNA_VIBRA sur base physique en temporel, avec un schéma d'intégration temporel de Newmark non amorti ($\beta=0,25$ et $\gamma=0,5$) et un amortissement modal réduit de 0,01 %.

On utilise pour la modélisation C :

- la définition du cercle à partir d'un maillage auxiliaire 2D suffisamment raffiné du même cercle à l'aide du mot-clé MAILLAGE_GLIS issue de la modélisation A.
- l' option de construction automatique du cercle de glissement. Dans ce cas, on utilise comme valeur de référence le calcul avec le maillage auxilaire.

On calcule le facteur de sécurité en dynamique pour le premier pas de temps.

5.2 Grandeurs testées et résultats

On teste la valeur du facteur de sécurité global dynamique au premier instant estimé par la macro-commande POST_NEWMARK.

Facteur de sécurité global – maillage auxilaire

Identification	Type de référence	Tolérance
t=0,01 s	'NON_DEFINI'	0.001%

Facteur de sécurité global – maillage par la macro-commande

Identification	Type de référence	Tolérance
t=0,01 s	'AUTRE_ASTER'	0.2%

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

6 Modélisation D

6.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation D utilise un modèle de comportement pour le barrage de type linéaire, le calcul s'effectuant à partir de l'opérateur DYNA_VIBRA sur base physique en temporel, avec un schéma d'intégration temporel de Newmark non amorti ($\beta=0,25$ et $\gamma=0,5$) et un amortissement modal réduit de 0,01 %.

On utilise pour la modélisation D la définition du cercle à partir des mot-clés RAYON , CENTRE_X et CENTRE_Y avec les mêmes paramètres que la modélisation A.

O n teste la vérification de l'estimation de la masse via le mot-clé **VERI_MASSE** .

6.2 Grandeurs testées et résultats

On teste la valeur du déplacement irréversible à différents instants estimés par la méthode de Newmark.

Les résultats de référence sont obtenus pour un maillage 2x plus raffiné que le maillage d'origine. La vérification de la masse permet d'approcher à une tolérance plus faible à la réponse du maillage 2x plus raffiné.

Déplacement irréversible sans vérification de la masse

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
t=0,6 s	'AUTRE_ASTER'	0.00042663670972473394	10%
t=0,9 s	'AUTRE_ASTER'	0.0004828535538202319	10%

Déplacement irréversible avec vérification de la masse

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
t=0,6 s	'AUTRE_ASTER'	0.00042663670972473394	5%
t=0,9 s	'AUTRE_ASTER'	0.0004828535538202319	5%

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

7 Modélisation E

7.1 Caractéristiques de la modélisation

La modélisation E utilise un modèle de comportement pour le barrage de type linéaire, le calcul s'effectuant à partir de l'opérateur DYNA_VIBRA sur base physique en temporel, avec un schéma d'intégration temporel de Newmark non amorti ($\beta=0,25$ et $\gamma=0,5$) et un amortissement modal réduit de 0,01 %.

On utilise pour la modélisation E la définition du cercle à partir des mot-clés RAYON , CENTRE_X et CENTRE_Y avec les mêmes paramètres que la modélisation A.

7.2 Grandeurs testées et résultats

On teste de façon informatique la valeur du coefficient sismique estimé par la macro-commande

Coefficient sismique

Identification	Type de référence	Tolérance
KY	'NON_DEFINI'	0.001%

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

8 Synthèse des résultats

Les Figures 3, 4 et 5 présentent le résultat du calcul de la méthode de Newmark disponibles dans le concept table issu de la macro-commande.

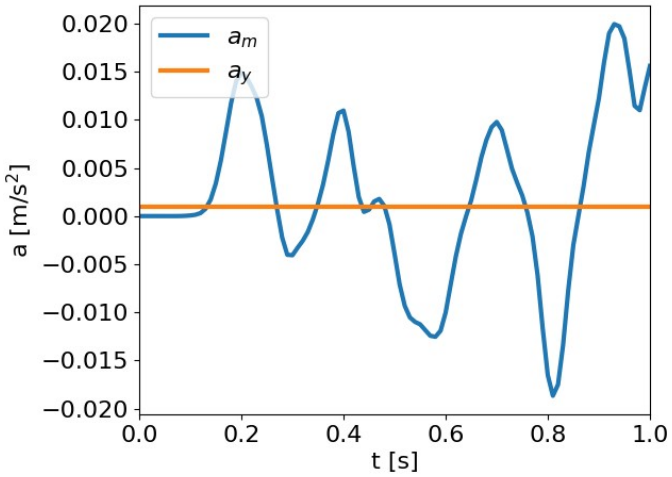


Figure 3 – Accélération moyenne le long de la surface de rupture et accélération critique

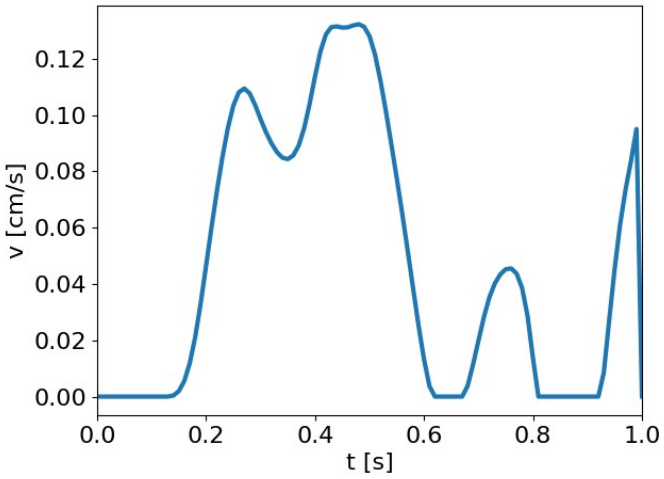


Figure 4 – Intégration de l'accélération moyenne dépassant l'accélération critique

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

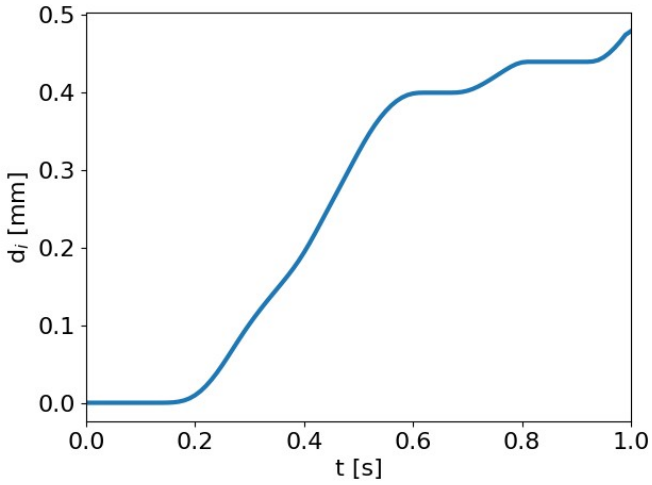


Figure 5 – Estimation du déplacement latéral irréversible

Ces résultats montrent la capacité de la commande POST_NEWMARK à estimer le déplacement irréversible lors d'un séisme d'un ouvrage en remblai par la méthode de Newmark, pour une modélisation dynamique linéaire temporel ou non-linéaire.

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