ZZZZ317 – Génération de signaux sismiques avec GENE_ACCE_SEISME

Résumé :

L'objectif de ce test est de valider la génération de signaux sismiques avec GENE_ACCE_SEISME.
Ce test est essentiellement un test informatique : il n'y a pas de maillage ni de modèle élément fini. Les modélisations A, B et C vérifient la génération de signaux sismiques avec le modèle de densité spectrale de puissance (DSP) évolutive de Kanai-Tajimi alors que les modélisations D, E et F vérifient la génération de signaux compatibles avec la donnée d'un spectre de réponse d'oscillateur (SRO). Dans les tests nécessitants des appels répétés à GENE_ACCE_SEISME, réalisés via des boucles Python, on fournit une liste de germes. Cette liste de germes (renseignée via INIT_ALEA) permet d'obtenir le même résultats d'une réalisation à l'autre.
L a modélisation H vérifie la prise en compte du type d'interpolation des fonctions (défini par le mot-clé INTERPOL de LIRE_FONCTION ou DEFI_FONCTION) dans GENE_ACCE_SEISME .

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

1 Modélisation A

1.1 Caractéristiques de la modélisation

Dans la modélisation A, on teste la simulation d'un processus (signal sismique) à densité spectrale séparable. On fait des tests pour les trois types de modulation temporelle :

- fonction de Jennings&Housner ;
- fonction Gamma ;
- sans modulation (option constant).

Dans les trois cas, on considère une durée de phase forte de $Ts=8\mathrm{s}$. Pour la modulation constante, la durée de $8\mathrm{s}$ correspondent à la durée totale du signal stationnaire. Pour chacun des trois modèles, on considère les deux cas de simulation suivants :

- Intensité d'Arias donnée : INTE_ARIAS= $0.05\mathrm{g}$ ($g=9{,}81\,m/s^2$),
- Écart-type donné ECART_TYPE= $1/9.81\mathrm{g}$.

Pour la modulation de Jennings & Housner, on considère en plus le cas de signaux horizontaux 2D corrélés avec COEF_CORR=0.4.
On génère un signal et on fait ensuite un test sur les paramètres imposés ainsi que sur la durée de la phase forte.

1.2 Grandeurs testées et résultats

1) fonction de Jennings & Housner
Les tests sur INTE_ARIAS et ECART_TYPE sont de non-régression car les valeurs pour une réalisation dépendent des tirages.

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance machine	Précision
INTE_ARIAS DUREE_PHAS_FORT	NON_REGRESSION NON_REGRESSION	- -	défaut défaut	- -
ECART_TYPE ECART_TYPE et COEF_CORR	ANALYTIQUE ANALYTIQUE	1.0 1.0	Défaut défaut	0.10* 0.10*

*confer remarques ci-dessous.

2) fonction Gamma
Idem, mais ECART_TYPE aussi en non-régression.

identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance machine	Précision
INTE_ARIAS DUREE_PHAS_FORT ECART_TYPE	NON_REGRESSION NON_REGRESSION NON_REGRESSION	- -	défaut défaut défaut	- -

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

3) modulation constante
Les tests sur INTE_ARIAS et ECART_TYPE sont de non-régression car les valeurs pour une réalisation dépendent des tirages.

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance machine	Précision
INTE_ARIAS DUREE_PHAS_FORT	NON_REGRESSION NON_REGRESSION	-	défaut défaut	-
ECART_TYPE	ANALYTIQUE	1.0	défaut	0.10*

*confer remarques ci-dessous.

Pour la modulation constante (c'est-à-dire pas de modulation) On effectue par ailleurs un test sur les interspectres. Ce cas correspond en effet à la génération des signaux stationnaires (sur la durée Ts) à partir de la densité spectrale de Kanai-Tajimi. On effectue $Nsim=26$ simulations et on estime la densité spectrale. On effectue un test sur la valeur de la densité spectrale (DSP) aux fréquences 10Hz et à 1Hz. L'écart-type est obtenu directement à partir de la densité spectrale par POST_DYNA_ALEA. Il s'agit d'estimations statistiques sur un échantillon, il faut donc accepter des différences par rapport à la valeur analytique.

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance machine	Précision
DSP 10Hz 1.0Hz	ANALYTIQUE ANALYTIQUE	1.48288849E.-4 3.61601202E.-3	défaut	0,25 0,1
ECART_TYPE	ANALYTIQUE	1.0/9.81	défaut	0,1

1.3 Remarques

Les valeurs de durée de phase forte, d'écart-type et d'intensité d'Arias fournies par l'utilisateur doivent être comprises comme des moyennes pour lesquelles le modèle de densité spectrale est construit. Les valeurs observées sur les signaux sismiques générés peuvent varier d'une réalisation à l'autre. Les valeurs prises comme références dans les tests sont les valeurs moyennes, d'où la différence entre les valeurs observées et la référence.

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

2 Modélisation B

2.1 Caractéristiques de la modélisation

Dans la modélisation B, on teste la simulation d'un processus (signal sismique) à densité spectrale non séparable avec évolution de la fréquence centrale. Pour cela, la pente de la fréquence centrale est prise égale à FREQ_PENTE= -0.01 . On fait des tests pour les deux types de modulation temporelle :

- fonction de Jennings&Housner ;
- fonction Gamma.

Pour les deux modèles, on considère le cas de simulation avec intensité d'Arias donnée : INTE_ARIAS= $0.05g$. Pour la fonction Gamma, on considère en outre le cas de simulation de signaux horizontaux 2D corrélés : COEF_CORR=0.5.

2.2 Grandeurs testées et résultats

On effectue des tests de non-régression sur les indicateurs INTE_ARIAS, DUREE_PHAS_FORT et ECART_TYPE.

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

3 Modélisation C

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Dans la modélisation C, on teste la simulation d'un processus (signal sismique) à densité spectrale séparable (sans évolution de la fréquence centrale) et l'option avec PGA donné. Pour cela, on choisit ACCE_MAX= $0.2g$. On fait des tests pour les trois types de modulation temporelle :

- fonction de Jennings&Housner ;
- fonction Gamma ;
- sans modulation (option constant).

Les tests sont de non-régression pour un signal sismique donné. Ensuite, on compare la médiane d'un ensemble de 25 signaux à la valeur de référence cible.

3.2 Grandeurs testées et résultats

Dans un premier temps, on effectue des tests de non-régression pour les trois fonctions de modulations. On teste les maxima ACCE_MAX (PGA) et ECART_TYPE des signaux générés.
Dans un deuxième temps, on effectue des tests sur le maximum médian sur en ensemble de 25 signaux générés sans modulation (modulation constante). Ce test de non-régression est effectué pour les trois fonctions de modulation.

3.3 Remarques

Les valeurs d'écart-type et de PGA fournies par l'utilisateur doivent être comprises comme des moyennes et des médianes pour lesquelles le modèle de densité spectrale est construit. Les valeurs observées sur les signaux sismiques générés varient naturellement d'une réalisation à l'autre. Les valeurs prises comme références dans les tests sont les valeurs moyennes et médianes, d'où la différence entre les valeurs observées sur un signal et la référence.

La valeur de référence analytique pour l'écart-type provient directement du lien, à travers le facteur de pic, entre le maximum (médian) des signaux générées et l'écart-type du processus, confer la documentation [R4.05.05]. Ce facteur de pic dépend entre autre de la durée du signal.

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

4 Modélisation D

4.1 Caractéristiques de la modélisation

Dans la modélisation D, on teste la génération de signaux sismiques compatibles en médiane (SPEC_MEDIANE) avec un SRO cible. On utilise la fonction de modulation Gamma. Le spectre cible est issue la loi d'atténuation de Campbell&Bozorgnia. On teste également la génération de signaux horizontaux corrélés.

4.2 Grandeurs testées et résultats

1) Dans un premier temps, on n'introduit pas d'évolution de le fréquence centrale (FREQ_PENTE non renseigné). On tire N=20 accélérogrammes, on calcule les SRO et on compare leur médiane à la cible :

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance	Précision
SRO Median F=0.1Hz	ANALYTIQUE	0.0080	défaut	0,1
SRO Médian F=25Hz	ANALYTIQUE	0.1901	"	0,1
SRO Médian F=50Hz	ANALYTIQUE	0.1618	"	0.1

On teste également la génération de signaux horizontaux corrélés. Pour cela, on génère N=20 paires de signaux (2D) et on effectue les mêmes tests que sur le premier jeu de N=20 signaux (1D).

Puis, on effectue des tests de non-régression sur deux accélérogrammes obtenus en choisissant METHODE='HARMO' et METHODE='NIGAM' respectivement. Pour cela, on détermine des spectres de réponse par CALC_FONCTION (SPEC_OSCI) avec les deux méthodes 'HARMO' et 'NIGAM', et ceci pour chacun des deux signaux. On teste donc 4 valeurs de SRO, et ceci pour 3 fréquences : 0,5Hz,25Hz et 50Hz.

2) Dans un deuxième temps, on introduit une évolution de la fréquence centrale nulle (on choisit une valeur FREQ_PENTE proche de zéro). On tire 2 accélérogrammes et on fait des tests sur le premier. On commence par des tests de non-régression. Puis, pour une même initialisation de l'aléa, on doit trouver le même SRO (on tire les mêmes accélérogrammes mais par des algorithmes différent) qu'auparavant (FREQ_PENTE non renseigné) pour le premier tirage.

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance machine	Précision
SRO Acce1 F=0.1Hz	NON_REGRESSION	0.0080	défaut	
SRO Acce1 F=25Hz	''	0.1901	"	-
SRO Acce1 F=50Hz	''	0.1618	"	

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance machine	Précision
SRO Acce1 F=0.1Hz	AUTRE_ASTER	0.01058748	défaut	défaut
SRO Acce1 F=25Hz	''	0.20405387	"	"
SRO Acce1 F=50Hz	''	0.17959194	"	"

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

5 Modélisation E

5.1 Caractéristiques de la modélisation

Dans la modélisation E, on teste la génération de signaux sismiques compatibles un par un (SPEC_UNIQUE). On utilise de nouveau la fonction de modulation Gamma,le spectre cible est issue la loi d'atténuation de Campbell & Bozorgnia.

5.2 Grandeurs testées et résultats

On tire des accélérogrammes en choisissant METHODE='HARMO' et on calcule les SRO. On teste également la génération de 2 signaux corrélées pour COEF_CORR=0.5 et COEF_CORR=0.99. Dans le deuxième cas, les 2 signaux sont quasiment parfaitement corrélés et doivent avoir des caractéristiques identiques.
On compare les valeurs du premier SRO à la cible :

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance machine	Précision
SRO 1 F=0.1Hz	-	-	défaut	-
SRO 1 F=25Hz	ANALYTIQUE	0.1901	défaut	0,1
SRO 1 F=50Hz	ANALYTIQUE	0.1618	"	0.1

On tire des accélérogrammes en choisissant METHODE='NIGAM' et on calcule les SRO. On compare les valeurs du premier SRO à la cible :

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance machine	Précision
SRO 2 F=0.2Hz	ANALYTIQUE	0,0245	défaut	0,1
SRO 2 F=25Hz	ANALYTIQUE	0.1901	"	0,1
SRO 2 F=50Hz	ANALYTIQUE	0.1618	"	0.1

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

6 Modélisation F

6.1 Caractéristiques de la modélisation

Dans la modélisation F, on teste la génération de signaux sismiques dont le spectre médian et le spectre à un sigma sont compatibles avec la cible (SPEC_FRACTILE). On teste également la génération de signaux 3D dont les composantes horizontales sont corrélées : COEF_CORR=0.2. Le ratio entre les amplitudes du mouvement horizontal et vertical (RATIO_HV) vaut $\frac{3}{2}$. Comme auparavant, on utilise la fonction de modulation Gamma et un spectre cible est issue la loi d'atténuation de Campbell&Bozorgnia.

6.2 Grandeurs testées et résultats

On tire $N=20$ accélérogrammes, on calcule les SRO et on compare leur médiane et la valeur à un sigma à la cible :

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance machine	Précision
SRO MED F=25Hz	ANALYTIQUE	0.1901	défaut	0,1
SRO MED F=50Hz	ANALYTIQUE	0.1618	"	0.1

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance machine	Précision
SRO 1 SIGMA F=25Hz	ANALYTIQUE	0.3248	défaut	0,1
SRO 1 SIGMA F=50Hz	ANALYTIQUE	0.2697	"	0.1

Pour les signaux 3D, on fait également un test de non-régression pour l'accélération maximale (paramètre PGA).

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

7 Modélisation G

7.1 Caractéristiques de la modélisation

Dans la modélisation G, on teste la génération de signaux sismiques dont le spectre moyen est compatible avec la cible (SPEC_MOYENNE). On teste également la génération de signaux 3D dont les composantes horizontales sont corrélées : COEF_CORR=0.2. Comme auparavant, on utilise la fonction de modulation Gamma et un spectre cible est issue la loi d'atténuation de Campbell&Bozorgnia.

7.2 Grandeurs testées et résultats

On tire $N=5$ accélérogrammes, on calcule les SRO et on compare leur moyenne à la cible :

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance machine	Précision
SRO MOY F=13Hz	ANALYTIQUE	0.0127	défaut	0.1
SRO MOY F=25Hz	ANALYTIQUE	0.1901	"	0.1
SRO MOY F=50Hz	ANALYTIQUE	0.1618	"	0.1

Si aucune itération est effectué (NB_ITER = 0), alors les option SPEC_MOYENNE et SPEC_MEDIANE doivent fournir le même résultat. Ceci est vérifié par un test de non régression.
Enfin, on fait un test de régression pour l'option METHODE='HARMO' (calcul des spectres par un calcul harmonique) pour la modélisation avec SPEC_MOYENNE.

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

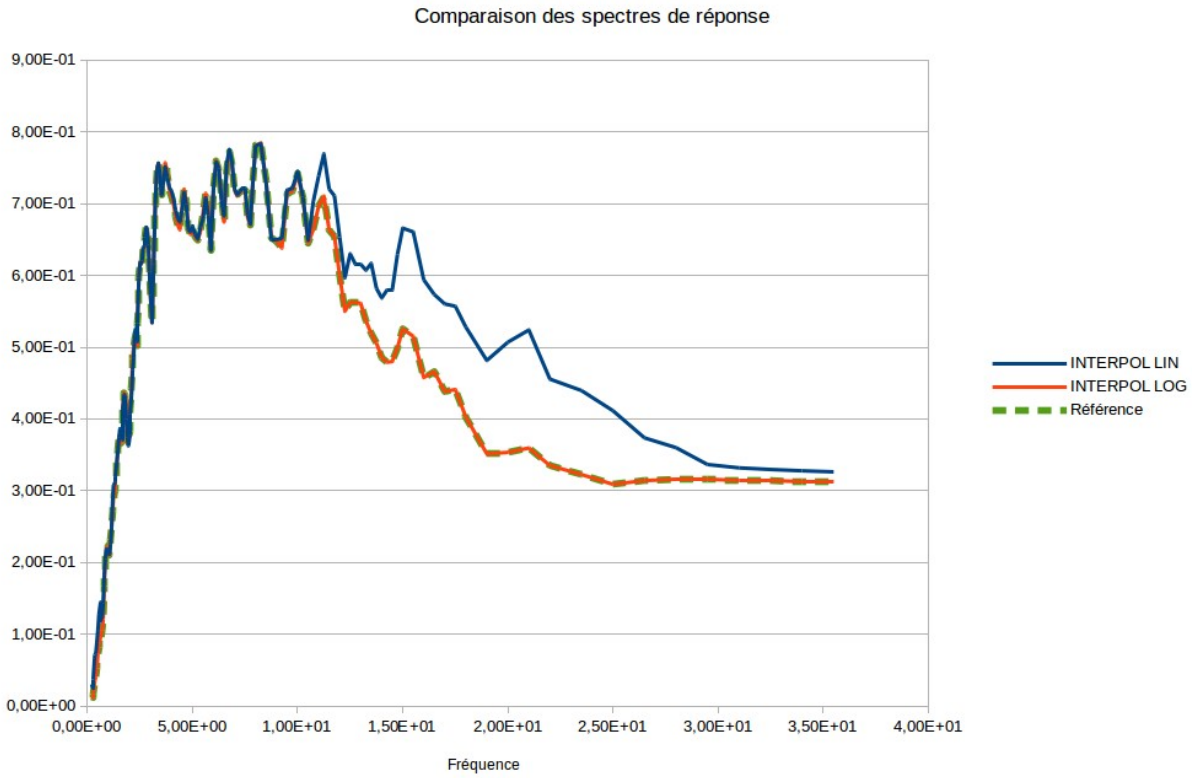
8 Modélisation H

8.1 But de la modélisation

Dans la modélisation H, on valide la prise en compte du type d'interpolation des fonctions (défini par le mot-clé INTERPOL de LIRE_FONCTION ou DEFI_FONCTION) dans GENE_ACCE_SEISME.
Pour cela, on considère un spectre avec peu de valeurs dit « grossier » à partir duquel on génère un spectre dit « fin » avec plus de valeurs en utilisant une interpolation « LOG/LOG » .
On crée ensuite 3 fonctions :

- une première à partir du spectre « grossier » avec INTERPOL='LIN'
- une deuxième à partir du spectre « grossier » avec INTERPOL='LOG'
- une troisième à partir du spectre « fin » servant de référence

On applique GENE_ACCE_SEISME/SPEC_UNIQUE sur chacun de ces trois spectres. On crée ensuite les spectres de réponse à partir des 3 accélérogrammes. Enfin on compare les spectres de réponses issus du spectre « grossier » à celui issu du spectre fin. On constate que le spectre utilisant l'interpolation LOG est quasiment confondu avec le spectre de référence alors que celui utilisant l'interpolation LIN est éloigné.



8.2 Grandeurs testées et résultats

On teste en non-régression les valeurs du spectre grossier et du spectre fin en interpolation linéaire ou logarithmique.

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

9 Synthèse des résultats

Les tests ont permis de vérifier les différentes options du générateur de signaux sismiques GENE_ACCE_SEISME. Pour certains tests, la précision est faible car on compare la valeur d'une réalisation de la grandeur statistique à sa moyenne ou médiane.

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