

---

## Opérateur GENE\_ACCE\_SEISME

---

### 1 But

---

Cet opérateur permet de générer des accélérogrammes sismiques artificiels pour des calculs dynamiques transitoires.

Le séisme est modélisé par un processus stochastique non stationnaire. Les densités spectrales de puissance (DSP) évolutives permettent de tenir compte d'un phénomène non stationnaire en amplitude et contenu fréquentiel comme le séisme. La variation de l'amplitude est prise en compte par une fonction de modulation alors que l'évolution du contenu fréquentiel est modélisée par la DSP de Kanai-Tajimi évolutive. La DSP de Kanai-Tajimi est en outre filtrée afin de supprimer le contenu fréquentiel en très basses fréquences qui peut conduire à des problèmes numériques (dérives non nulles pour les signaux intégrés).

Les paramètres liés à la variation de l'amplitude sont l'intensité d'Arias, la durée de la phase forte et l'instant de début de la phase forte. Les paramètres liés à la DSP et l'évolution du contenu fréquentiel sont l'amortissement et la fréquence fondamentale de la DSP de Kanai-Tajimi ainsi que la pente décrivant l'évolution de cette dernière au cours du temps. Ces paramètres peuvent être déterminés à partir d'un accélérogramme donné, et/ou d'un SRO (spectre de réponse d'oscillateur) et/ou en faisant appel aux données disponibles dans la littérature. En outre, le modèle étant paramétré, il est possible de tenir compte de la variabilité et de l'incertitude de ces paramètres à l'aide de tirages aléatoires. L'algorithme de simulation et le modèle sont décrits avec plus de détail dans la documentation de référence R4.06.04.

Produit un concept de type `table_fonction`.

## 2 Syntaxe

```
acce [table_fonction] = GENE_ACCE_SEISME

(
  ◆ DSP = _F (
    ◇ / ◆ AMOR_REDUIT = amo [R]
      ◆ FREQ_FOND = ff [R]
      ◆ FREQ_PENTE = fp [R])

  ◆ MODULATION = _F (
    ◆ TYPE = JENNINGS_HOUSNER [TXM]
      GAMMA
      CONSTANT
    ◇ INT_ARIAS = arias [R]
    ◇ ACCE_MAX = pga [R]
    ◇ ECART_TYPE = ect [R]

    % si TYPE = CONSTANT
    ◇ DUREE_PHASE_FORTE = TSM [R]
    % si TYPE = GAMMA
    ◆ DUREE_PHASE_FORTE = TSM [R]
    ◆ INST_INIT = t_ini [R]
    % si TYPE = JENNINGS_HOUSNER
    ◆ DUREE_PHASE_FORTE = TSM [R]
    ◆ INST_INIT = t_ini [R]
    ◆ PARA = (alpha, beta) [R])

  ◇ NB_POIN = nb_poin [I]

  ◆ PESANTEUR = g [R]

  ◆ PAS_INST = dt [R]

  ◇ INIT_ALEA = ni [I]

  ◇ INFO = / 1 [DEFAULT]
    / 2

  ◇ TITRE = titre [l_Kn]

) ;
```

## 3 Opérandes

### 3.1 Mots-clé DSP

#### 3.1.1 Opérandes AMOR\_REDUIT, FREQ\_FOND et FREQ\_PENTE

◆ AMOR\_REDUIT = amo [R]

Valeur de l'amortissement réduit de la DSP de Kanai-Tajimi.

◆ FREQ\_FOND = f\_0 [R]

Fréquence fondamentale de la DSP de Kanai-Tajimi.

◇ FREQ\_PENTE = f\_p [R]

Pente pour l'évolution de la fréquence fondamentale:  $f(t) = f_0 + f_p(t_{ini} - t)$ . On observe que, généralement, la fréquence fondamentale baisse avec le temps. Il faut dans ce cas donner une pente négative :  $f_p < 0$ . Il faut veiller à ce que la fonction  $f(t)$  ne produise pas de fréquences négatives sur l'intervalle de simulation  $[0, T]$ . Si FREQ\_PENTE n'est pas renseigné, on prend une fréquence fondamentale constante égale à  $f_0$ .

Si on ne renseigne pas FREQ\_PENTE et si on choisit une fonction de modulation constante, on obtient un processus stationnaire. Ce processus correspond à la DSP de Kanai-Tajimi classique (mais filtré en basses fréquences).

### 3.2 Mots-clé MODULATION

#### 3.2.1 Opérande TYPE

◆ TYPE = JENNINGS\_HOUSNER [TXM]  
GAMMA  
CONSTANT [DEFAULT]

Définition du type de modulation (cf aussi R4.06.04).

La modulation CONSTANTE correspond à un signal sans modulation de l'amplitude. Si on suppose de plus que la fréquence fondamentale de la DSP de Kanai-Tajimi est constante, alors on se ramène à un processus stationnaire.

#### 3.2.2 Opérande INT\_ARIAS, ACCE\_MAX, ECART\_TYPE

Il faut renseigner l'un des trois paramètres intensité d'Arias, PGA (accélération maximale au sol) ou écart-type.

◇ INT\_ARIAS = arias [R]

Intensité d'Arias moyenne:  $Arias = E \left( \frac{\pi}{2g} \int_0^\infty X^2(t) dt \right)$  avec  $X$  le processus modélisant le mouvement sismique ( acce ) et  $g$  est la pesanteur.

◇ ACCE\_MAX = pga [R]

Accélération maximale au sol (PGA). On associe cette valeur au maximum médian des signaux à générer. L'écart-type correspondant est déterminé à partir du facteur de pic et pour la phase forte TSM.

Il faut renseigner ACCE\_MAX (PGA) en  $g$ . La valeur de  $g$  est à renseigner par le mot-clé PESANTEUR. Ainsi, ACCE\_MAX= 0.2 correspond à un PGA de 0.2g avec  $g=9.81\text{m/s}^2$ . Les accélérogrammes générés seront alors des accélérations en  $\text{m/s}^2$ .

◇ ECART\_TYPE = ect [R]

Écart-type du processus stochastique stationnaire sous-jacent. On applique ensuite la modulation de l'amplitude ( GAMMA ou JENNINGS\_HOUSNER ).

Il faut renseigner ECART\_TYPE en  $g$  (confer aussi ci-dessus). La valeur de  $g$  est à renseigner par le mot-clé PESANTEUR . On doit prendre PESANTEUR =9.81 (  $\text{m/s}^2$  ) pour obtenir des accélérations en  $\text{m/s}^2$  .

### 3.2.3 Opérandes DUREE\_PHAS\_FORT, INST\_INIT

◆/◇ DUREE\_PHAS\_FORT = TSM [R]

Durée de la phase forte du signal à générer (cf aussi R4.06.04).

Pour la fonction de modulation GAMMA, la phase forte est définie à partir de l'intensité d'Arias comme  $TSM=T_2-T_1$  où  $T_1$  et  $T_2$  sont respectivement les instants de temps où 5% et 95% de l'intensité d'Arias (l'énergie totale) sont réalisés. L'instant  $T_1$  correspond au début de la phase forte  $t_{ini}$ . Les paramètres de la fonction de modulation GAMMA sont identifiés (par moindre carrés) pour que TSM et  $t_{ini}$  soient respectés.

Pour la fonction de modulation de Jennings & Housner (JENNINGS\_HOUSNER), la valeur de TSM correspond à la largeur du plateau. L'instant T\_INI correspond au début du plateau.

Pour une modulation CONSTANTE (pas de modulation), la durée des signaux simulés correspond à TSM si NB\_POIN n'est pas renseigné. Si NB\_POIN est donné, alors la durée correspond à  $(NB\_POIN-1)*PAS\_INST$ .

◆/◇ INST\_INIT = t\_ini [R]

Instant de début de la phase forte. Si TYPE=CONSTANT, t\_ini n'est pas utilisé.

### 3.2.4 Opérande PARA

◇ P ARA = (alpha, beta) [R]

alpha et beta sont les paramètres de la fonction de modulation de Jennings & Housner. Leur renseignement est obligatoire si TYPE=JENNINGS\_HOUSNER. Ils déterminent l'allure de la pente après le plateau (voir [R4.06.04] pour plus de détails).

### 3.3 Opérande NB\_POIN

◇ NB\_POIN = nb\_poin [I]

Nombre de points de discrétisation de l'interspectre à utiliser dans l'algorithme de génération. nb\_poin doit être un nombre pair.

Si NB\_POIN est renseigné, alors la durée de la simulation est déterminé par cette valeur:  $T=dt(N-1)$  et le point de discrétisation temporelle sont:  $t_j=j dt, j=0, \dots, N-1$ .

Si le mot-clé NB\_POIN n'est pas renseigné, on prend la durée de simulation égale à 4 fois la durée de la phase forte plus  $t_{ini}$  :  $T=4TSM+t_{ini}$ . Ceci permet de simuler l'accélérogramme sur toute sa longueur si la variation du signal est définie par une fonction de modulation Gamma ou de Jennings & Housner. Le nombre de points NB\_POIN est alors calculé à partir de cette valeur. Dans le cas d'une modulation constante (TYPE=CONSTANT), on prend  $T=TSM$

## 3.4 Opérande PAS\_INST

♦ PAS\_INST = dt [R]

Pas de temps des signaux sismiques. Cette valeur est utilisée pour déterminer la fréquence de coupure pour les simulations par la formule  $F = 1/(2 dt)$  (Shannon). Il faut veiller à ce que la fréquence de coupure soit suffisamment grande pour bien modéliser le phénomène.

## 3.5 Opérande INIT\_ALEA

◇ INIT\_ALEA = ni [I]

Si le mot-clé INIT\_ALEA est renseigné, on initialise le germe des suites aléatoires par cette valeur. Deux calculs consécutif avec la même initialisation produisent alors le même signal sismique

## 3.6 Opérande NORME

♦ PESANTEUR = g [R]

En général, on prend PESANTEUR = 9.81 (  $m/s^2$  ) ( confer aussi §3.2.2). Il faut renseigner ACCE\_MAX (PGA) et ECART\_TYPE en g . A titre d'exemple, donner ACCE\_MAX= 0.2 correspond à un PGA de 0.2g avec  $g=9.81m/s^2$  . Les accélérogrammes générés seront alors des accélérations en  $m/s^2$  .

## 3.7 Opérande INFO

◇ INFO =

/ 1 : pas d'impression.

/ 2 : impression des informations relatives au modèle et la discrétisation (traitement du signal).

## 3.8 Opérande TITRE

◇ TITRE = titre

titre est le titre du calcul à imprimer en tête des résultats [U4.03.01].

## 4 Table produite

Les paramètres de la table produite sont les suivants

PARAMETRE	TYPE	DESCRIPTION
NUME_ORDRE	I	numéros d'ordre
FONCTION	K24	nom des fonctions générées

## 5 Exemples

On peut consulter le cas test zzzz317.