

## Opérateur CALC\_SPEC

---

### 1 But

---

Construire tout ou partie d'une matrice inter spectrale ou de transfert à partir de fonctions ou d'une table de fonctions.

Lorsque l'utilisateur choisi de rentrer une série de fonctions, celles ci sont utilisées complètement. Lorsque l'utilisateur choisi de rentrer une `table_fonction`, les fonctions stockées peuvent être découpées, moyennées et fenêtrées, avec un recouvrement donné.

Pour éclaircir le propos, on suppose que l'utilisateur dispose de 2 fonctions  $A$  et  $B$ . S'il choisit d'utiliser l'opérateur à partir de fonctions, la définition de l'interspectre  $G_{AB}$  qu'il va calculer sera nécessairement

$$G_{AB} = \frac{1}{N_A} FFT(A) * FFT(B)^H.$$

Où  $N_A$  est le nombre de points contenus dans le vecteur  $A$ . S'il choisit de construire une `table_fonction` avec les fonctions  $A$  et  $B$ , il pourra extraire  $N$  sous vecteurs  $A_1, \dots, A_N$  du vecteur  $A$  (resp.  $B_1, \dots, B_N$  du vecteur  $B$ ), et calculer un interspectre moyenné  $G_{AB}$  tel que

$$G_{AB} = \frac{1}{N_A} \left( \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N FFT(A_k) * FFT(B_k)^H \right).$$

Les fonctions lues sont de type `sd_fonction`.

Le concept produit est de type `interspectre`.

Il est possible d'exploiter cet opérateur dans un fichier de commande `Code_Aster`, mais aussi de manière interactive par le biais de l'opérateur `CALC_ESSAI` (U4.90.01).



## Table des Matières

|                                                                          |   |
|--------------------------------------------------------------------------|---|
| 1 But.....                                                               | 1 |
| 2 Syntaxe.....                                                           | 3 |
| 3 Mots Clés.....                                                         | 4 |
| 3.1 Mot clé TAB_ECHANT.....                                              | 4 |
| 3.1.1 Mot clé NOM_TAB.....                                               | 4 |
| 3.1.2 Mot clé LONG_ECHANT.....                                           | 4 |
| 3.1.3 Mot clé RECOUVREMENT.....                                          | 4 |
| 3.2 Mot clé ECHANT.....                                                  | 5 |
| 3.2.1 Mot clé FONCTION.....                                              | 5 |
| 3.2.2 Mot clé NUME_ORDRE_I.....                                          | 5 |
| 3.2.3 Mot clé NUME_MES.....                                              | 5 |
| 3.3 Mot clé INTERSPEC.....                                               | 6 |
| 3.3.1 Mot clé FENETRE.....                                               | 6 |
| 3.3.2 Mot clé DEFI_FENE.....                                             | 6 |
| 3.4 Mot clé TRANSFERT.....                                               | 7 |
| 3.4.1 Mot clé ESTIM.....                                                 | 7 |
| 3.4.2 Mot clé REFER.....                                                 | 7 |
| 3.4.3 Mot clé FENETRE.....                                               | 7 |
| 3.4.4 Mot clé DEFI_FENE.....                                             | 7 |
| 3.5 Mot clé TITRE.....                                                   | 7 |
| 4 Exemples.....                                                          | 8 |
| 4.1 Calcul de matrice inter spectrale à partir d'une table_fonction..... | 8 |
| 4.2 Calcul de fonction de transferts à partir de fonctions.....          | 9 |

## 2 Syntaxe

```
int [ interspectre ] = CALC_SPEC
(
  ♦ / TAB_ECHANT =_F(
    ♦ NOM_TAB =nom [table_fonction],
    ♦ / LONGUEUR_DUREE = / [R]
    / LONGUEUR_POURCENT = / [R]
    / LONGUEUR_NB_PTS = / [I]
    ♦ / RECOUVREMENT_DUREE = / [R]
    / RECOUVREMENT_POURCENT = / [R]
    / RECOUVREMENT_NB_PTS = / [I]
    ),
  / ECHANT =_F(
    ♦ FONCTION = fonc / [fonction_sdaster]
    ♦ NUME_ORDRE_I = / [I]
    ♦ NUME_MES = / [I]
    ),
  ♦ / INTERSPE =_F(
    ♦ FENETRE = / 'RECT' [DEFAULT]
    / 'HAMM'
    / 'HANN'
    / 'EXPO'
    / 'PART'
    ♦ DEFI_FENE = / [1_R]
    ),
  / TRANSFERT =_F(
    ♦ ESTIM = / 'H1' [DEFAULT]
    / 'H2'
    / 'CO'
    ♦ REFER = [1_I]
    ♦ FENETRE = / 'RECT' [DEFAULT]
    / 'HAMM'
    / 'HANN'
    / 'EXPO'
    / 'PART'
    ♦ DEFI_FENE= / [1_R]
    ),
  ♦ TITRE = nom / [TXM]
)
```

## 3 Mots Clés

### 3.1 Mot clé TAB\_ECHANT

Définit la `table_fonction` des échantillons temporels et les paramètres de traitement du signal associés. Ne peut pas être associé avec le mot clé ECHANT.

#### 3.1.1 Mot clé NOM\_TAB

Nom de la `table_fonction` dans laquelle sont stockés les échantillons. On ne peut spécifier qu'un seul nom de `table_fonction` en entrée pour réaliser les calculs.

Les fonctions stockées dans la `table_fonction` correspondent aux résultats de mesures, vraies ou simulées, qui servent de base au calcul de la matrice de densité spectrale. Toutes les fonctions stockées dans la `table_fonction` doivent être définies avec la même fréquence d'échantillonnage.

NB : La `table_fonction` doit associer un numéro d'ordre et un numéro de mesure à chaque fonction (voir les sections 3.2.2 et 3.2.3 pour la signification de ces paramètres)

#### 3.1.2 Mots clés LONGUEUR\_DUREE / LONGUEUR\_POURCENT / LONGUEUR\_NB\_PTS

Définit la longueur des sous-échantillons qui sera retenue pour le traitement du signal. Si le mot clé n'est pas renseigné, la longueur du plus petit échantillon disponible est affectée par défaut. Si la longueur spécifiée est plus courte que la longueur du plus petit échantillon, on découpe l'échantillon total en autant de longueur que la longueur spécifiée. Cette longueur peut être spécifiée de trois façons différentes :

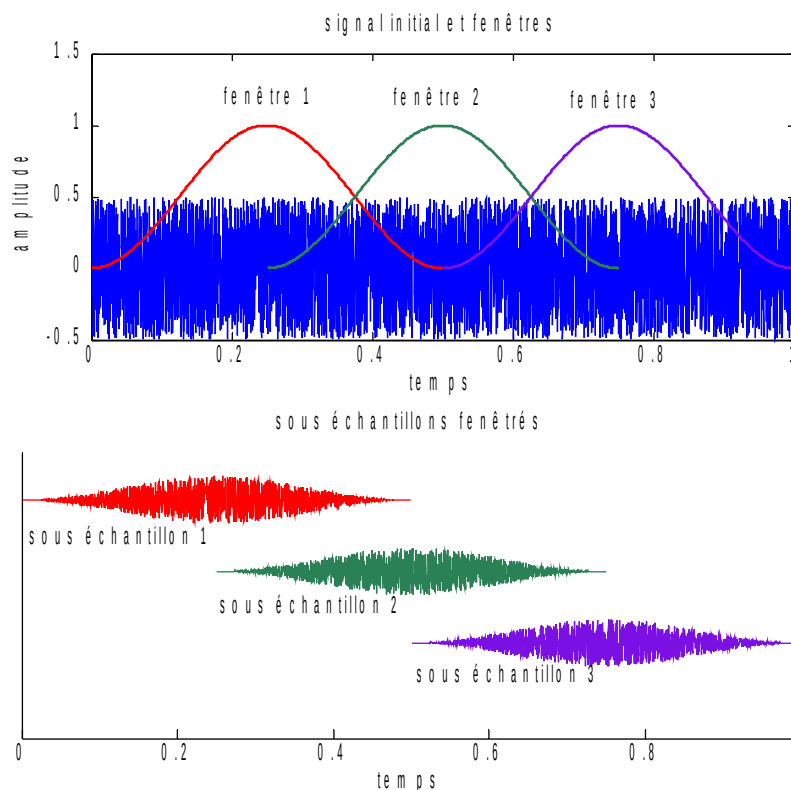
- `LONGUEUR_DUREE` : On définit la longueur des échantillon par leur durée, exprimée dans la même unité que celle utilisée pour le vecteur définissant les instants.
- `LONGUEUR_POURCENT` : On définit la longueur des échantillon en tant que pourcentage de la longueur totale.
- `LONGUEUR_NB_PTS` : On définit la longueur des échantillon à partir du nombre de point que l'on souhaite retenir.

#### 3.1.3 Mot clé RECOUVREMENT\_DUREE / RECOUVREMENT\_POURCENT / RECOUVREMENT\_NB\_PTS

Définit la longueur de recouvrement entre deux sous-échantillon qui sera retenue pour le traitement du signal. Si le mot clé n'est pas renseigné, il n'y a pas de recouvrement, l'échantillon initial correspond à la juxtaposition des sous-échantillons. Cette longueur peut être spécifiée de trois façons différentes :

- `RECOUVREMENT_DUREE` : On définit la longueur des échantillon par leur durée, exprimée dans la même unité que celle utilisée pour le vecteur définissant les instants.
- `RECOUVREMENT_POURCENT` : On définit la longueur des échantillon en tant que pourcentage de la longueur totale.
- `RECOUVREMENT_NB_PTS` : On définit la longueur des échantillon à partir du nombre de points que l'on souhaite retenir.

La figure 3.1.3-1 illustre le découpage et le fenêtrage d'un échantillon initial en sous échantillons fenêtrés.



**Figure 3.1.3-1: illustration du découpage et du fenêtrage d'un échantillon initial. La fenêtre appliquée est de type Hanning, avec un recouvrement de 50% entre les sous échantillons.**

## 3.2 Mot clé ECHANT

Mot clé facteur où sont définies les fonctions utilisées pour le traitement du signal. Ne peut pas être utilisé conjointement avec le mot clé TAB\_ECH

### 3.2.1 Mot clé FONCTION

Nom de la fonction contenant l'échantillon temporel.

### 3.2.2 Mot clé NUME\_ORDRE\_I

Définit le numéro d'ordre de l'échantillon temporel (par exemple, un numéro de capteur, de voie de mesure, ou de point sur un maillage). Ce mot clé obligatoire est utilisé pour repérer les interspectres ou les transferts dans le concept interspectre résultat

### 3.2.3 Mot clé NUME\_MES

Définit le numéro de mesure de l'échantillon. Ce mot clé obligatoire est utilisé pour repérer les mesures qui seraient réalisées simultanément, ou avec une même référence de phase, pour que le moyennage des spectres soit licite. Si deux échantillons ont le même numéro de mesure, cela signifie qu'ils ont été acquis simultanément. Il est alors possible de réaliser des interspectres et fonctions de

transfert de l'un par rapport à l'autre. Dans un autre cas, c'est impossible, du fait de l'absence de référence de phase entre les deux signaux.

## 3.3 Mot clé INTERSPEC

Calcule la matrice de densité spectrale (ou inter spectrale) à partir des échantillons temporels fournis.

### 3.3.1 Mot clé FENETRE

Définit le type de fenêtre à appliquer sur l'échantillon temporel. La taille de la fenêtre est adaptée à la longueur de l'échantillon ou des sous-échantillons, selon le cas traité. Mot clé à choisir parmi :

- **RECT** : Définit une fenêtre rectangulaire sur l'échantillon.
- **HAMM** : Définit une fenêtre de Hamming.
- **HANN** : Définit une fenêtre de Hanning.
- **EXPO** : Définit une fenêtre exponentielle décroissante. Il faut alors renseigner le mot clé `DEFI_FENE`.
- **PART** : Permet à l'utilisateur de définir sa fenêtre à partir d'une liste de réels donnée dans le mot clé `DEFI_FENE`. La liste doit être de même longueur que les échantillons ou sous-échantillons considérés.

### 3.3.2 Mot clé DEFI\_FENE

Permet à l'utilisateur de fournir les informations nécessaires quand le mot clé `FENETRE` prend les valeurs 'EXPO' ou 'PART'.

- **'EXPO'** : La liste est constituée d'exactly deux valeurs. La première correspond au nombre de point pour lequel la fenêtre prend la valeur 1. La seconde correspond à la pente de l'exponentielle à l'origine. Ces deux grandeurs sont illustrées sur la figure 3.3.2-1.
- **'PART'** : La fenêtre est définie par une liste de réels rentrée par l'utilisateur.

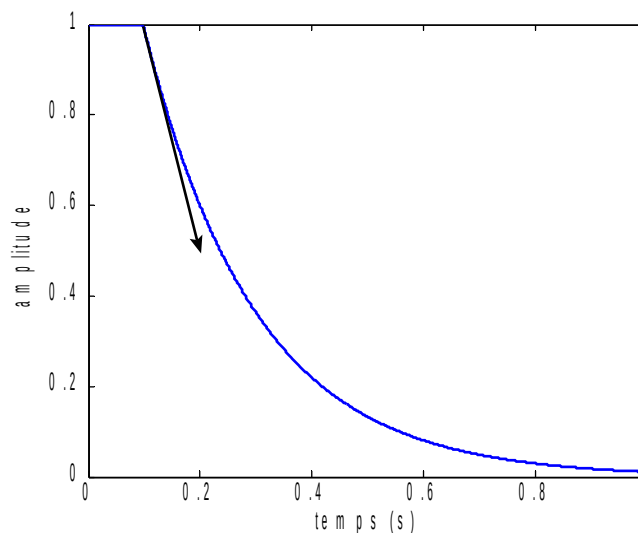


Figure 3.3.2-1: Définition des paramètres de `DEFI_FENE` : largeur (en nombre de point) du plateau initial, et pente à l'origine de l'exponentielle.

## 3.4 Mot clé TRANSFERT

Calcule les fonctions de transfert à partir des échantillons temporels fournis.

### 3.4.1 Mot clé ESTIM

Définit l'estimateur à utiliser pour le calcul des fonctions de transfert. A choisir parmi :

- H1 : Utilise l'estimateur  $H1$
- H2 : Utilise l'estimateur  $H2$ .
- CO : Calcule la cohérence entre les estimateurs  $H1$  et  $H2$ .

Pour mémoire, si on dispose de deux signaux  $A$  et  $B$ , l'estimateur  $H1$  de la fonction de transfert  $A/B$  est défini par :

$$H1(A/B) = G_{AB} / G_{BB},$$

Et l'estimateur  $H2$  par :

$$H2(A/B) = G_{AA} / G_{AB},$$

Où  $G_{AB}$  est l'interspectre entre les signaux  $A$  et  $B$ . La cohérence est définie par :

$$CO(A/B) = |H1/H2|.$$

L'estimateur  $H1$  minimise l'influence de bruits sur les sorties mesurées, et  $H2$  minimise l'influence des bruits susceptible d'apparaître sur les mesures des entrées.

### 3.4.2 Mot clé REFER

Liste d'entiers qui définissent les mesures de références pour le calcul des transferts. Les entiers utilisés correspondent aux numéro d'ordre des échantillons temporels.

### 3.4.3 Mot clé FENETRE

Définit le type de fenêtre à appliquer sur l'échantillon temporel. Voir section 3.3.1.

### 3.4.4 Mot clé DEFI\_FENE

Permet à l'utilisateur de fournir les informations nécessaires quand le mot clé FENETRE prend les valeurs 'EXPO' ou 'PART'. Voir section 3.3.2.

## 3.5 Mot clé TITRE

Définit le titre associé à la structure de données interspectre où sont stockés les résultats.



## 4 Exemples

Ces exemples sont tirés du cas test zzzz241a.

### 4.1 Calcul de matrice inter spectrale à partir d'une table\_fonction

Les réponses temporelles peuvent être stockées sous forme de listes dans un fichier séparé, ou construites sur la base d'un calcul. On suppose ici disposer de quatre réponses, de noms respectifs REP\_1, REP\_2, REP\_3 et REP\_4. On suppose que toutes ces mesures ont été réalisées simultanément. Dans le cas contraire, il faudrait définir un numéro de mesure par lot d'acquisitions simultanées.

# Ces quatre réponses sont d'abord stockées dans une table\_fonction :

```
tab_rep=CREA_TABLE(LISTE=(_F(PARA='NOM_CHAM',LISTE_K='Rep_Temp',),
```

# On définit les différents numéros des mesures,

# associées à des capteurs, ou des DDL particuliers

```
_F(PARA='NUME_ORDRE_I',LISTE_I=(1,2,3,4),),
```

# On définit les numéros de mesures. Ici, les 4 mesures sont simultanées,

# elles ont donc le même numéro :

```
_F(PARA='NUME_MES',LISTE_I=(1,1,1,1),),
```

# On définit les fonctions à partir des échantillons temporels.

```
_F(PARA='FONCTION',  
LISTE_K=('REP_1','REP_2','REP_3','REP_4'),),  
,  
TITRE='',  
TYPE_TABLE='table_fonction',  
)
```

# On choisi ensuite de calculer la matrice interspectrale en

# découpant chaque échantillon en sous-échantillons de 1201 points

# de longs, avec un recouvrement de 6 secondes, et pondérés chacun par

# une fenêtre de Hanning

```
SPEC=CALC_SPEC(TAB_ECHANT=_F(NOM_TAB=tab_rep,  
LONGUEUR_NB_PTS=1201,  
RECOUVREMENT_DUREE=6,),  
INTERSPE=(_F(FENETRE='HANN',),),  
)
```

## 4.2 Calcul de fonction de transferts à partir de fonctions

Les réponses temporelles peuvent être stockées sous forme de listes dans un fichier séparé, ou construites sur la base d'un calcul. On suppose ici disposer de deux mesures réalisées à des instants différents. D'une part, un signal d'excitation `EXC_1`, et une réponse `REP_1` sont acquis simultanément. Ça peut être la réponse à un choc, ou à une excitation par pot vibrant. D'autre part, un signal d'excitation `EXC_2`, et la réponse associée `REP_2` sont eux aussi acquis simultanément. Dans les deux cas, le signal d'excitation a été appliqué au même point. Les réponses sont mesurées à deux endroits différents. Le point d'excitation à le numéro d'ordre 1, le point associé à la première mesure le numéro 2, et le point associé à la seconde mesure le numéro 3. Le calcul des fonctions de transfert 2/1 et 3/1 s'effectue comme suit :

# Calcul du transfert a partir de la réponse impulsionnelle :

```
FRF1_IMP=CALC_SPEC (ECHANT= (
```

# Définition des différents échantillons temporels

```
    _F (NUME_ORDRE_I = 1,  
        NUME_MES=1,  
        FONCTION=REP_1, ) ,  
    _F (NUME_ORDRE_I = 2,  
        NUME_MES=1,  
        FONCTION=REP_1, ) ,  
    _F (NUME_ORDRE_I = 1,  
        NUME_MES=2,  
        FONCTION=EXC_2, ) ,  
    _F (NUME_ORDRE_I = 3,  
        NUME_MES=2,  
        FONCTION=REP_2, ) ,  
    ) ,
```

# Définition des paramètres pour le calcul des transferts:

# Choix de l'estimateur :

```
TRANSFERT= ( _F (ESTIM='H1' ,
```

# Choix de la fenêtre à appliquer :

```
FENETRE='EXPO' ,
```

# Définition complémentaire de la fenêtre:

```
DEFI_FENE=(10, -0.02) ,
```

# Définition des numéros d'ordre associées aux points de références :

```
                REFER=1, ),  
            ),  
    )
```

En utilisant directement les fonctions, plutôt que le passage par la mise en donnée dans une `table_fonction`, l'utilisateur n'accède pas aux possibilités de moyennage sur la longueur du signal. Pour ce faire, soit il définit lui-même les sous-fonctions, en conservant ce même formalisme d'entrée, soit il remplit une `table_fonction`, et utilise le formalisme présenté dans la section 4.1.