Opérateur DEFI_SPEC_TURB

1 But

Définir un spectre d'excitation turbulente. Différents types de spectres sont disponibles :

- pour les «faisceaux de tubes sous écoulement transverse», spectres de type «longueur de corrélation»,
- pour des écoulements uniformes établis, parallèles à des structures planes ou cylindriques circulaires , spectres de turbulence de couche limite,
- spectre d'excitation défini par sa décomposition sur une famille de fonctions de forme en fournissant une matrice interspectrale et une liste de fonctions de forme associées. Les concepts `tabl_intsp` et `fonction` doivent alors être générés en amont,
- spectre de turbulence prédéfini, identifié sur la maquette `GRAPPE1` ou `GRAPPE2`,
- spectre d'excitation associé à une ou plusieurs forces et moments ponctuels en fournissant une matrice interspectrale d'excitations (concept `tabl_intsp` devant être généré en amont) , la liste des nœuds d'application de ces excitations , la nature de l'excitation appliquée en chacun de ces nœuds (force ou moment) et les directions d'application des excitations ainsi définies.
- spectre d'excitation défini par un ensemble de fonctions analytiques complexes.

Produit un concept de type `spectre`.

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

2 Syntaxe

```
spe [spectre] = DEFI_SPEC_TURB   (

  ♦   /  SPEC_LONG_COR_1 =  _F (
              ♦   LONG_COR          =     lc ,          [R]
              ♦  PROF_VITE_FLUI     =     profv ,       [fonction,formule]
              ♦  VISC_CINE          =     eps ,         [R]
                                  ),
      /  SPEC_LONG_COR_2 =   _F (
              ♦   LONG_COR          =     lc ,          [R]
              ♦  PROF_VITE_FLUI     =     profv ,       [fonction,formule]
              ◊  /  FREQ_COUP       =     0.1           [DEFAUT]
                    PHI0            =     1.5D-3        [DEFAUT]
                    BETA            =     2.7 ,         [DEFAUT]
                 /  FREQ_COUP       =     frc           [R]
                    PHI0            =     phi0          [R]
                    BETA            =     beta ,        [R]
                                   ),
       /  SPEC_LONG_COR_3 =  _F (
              ♦   LONG_COR          =     lc ,          [R]
              ♦  PROF_VITE_FLUI     =     profv ,       [fonction,formule]
              ◊  /  FREQ_COUP       =     0.2           [DEFAUT]
                    PHI0_1    =      5.D-3         [DEFAUT]
                    BETA_1          =     0.5           [DEFAUT]
                    PHI0_2          =     4.D-5         [DEFAUT]
                    BETA_2          =     3.5 ,         [DEFAUT]
                 /  FREQ_COUP       =     frc           [R]
                    PHI0_1          =     phi01         [R]
                    BETA_1          =     beta1         [R]
                    PHI0_2          =     phi02         [R]
                    BETA_2          =     beta2 ,       [R]
                                    ),
       /  SPEC_LONG_COR_4 =  _F (
              ♦  LONG_COR           =     lc ,          [R]
              ♦  PROF_VITE_FLUI     =     profv ,       [fonction,formule]
              ♦  TAUX_VIDE          =     tv ,          [R]
              ◊  /  BETA            =     2.            [DEFAUT]
                    GAMMA           =     4. ,          [DEFAUT]
                 /  BETA            =     beta          [R]
                    GAMMA           =     gamma ,       [R]
                                  ),
      /  SPEC_CORR_CONV_1 =  _F (
              ♦  LONG_COR_1         =     lc1 ,         [R]
              ◊  LONG_COR_2         =     lc2 ,         [R]
              ♦  VITE_FLUI          =     vflui ,       [R]
              ◊  FREQ_COUP          =     fc ,          [R]
              ◊  K                  =  /  5.8D-3        [DEFAUT]
                                     /  k ,           [R]
              ♦  D_FLUI             =     dhyd ,        [R]
              ♦  RHO_FLUI           =     rho_f ,       [R]
              ◊  COEF_VITE_FLUI_A   =     alpha ,       [R]
              ◊  COEF_VITE_FLUI_O   =     beta ,        [R]
              ◊  METHODE            =  /  'GENERALE'    [DEFAUT]
                                     /  'CORCOS'
                                     /  'AU_YANG' ,
                                  ),
```


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

```
/   SPEC_CORR_CONV_2 =  _F (
          ♦  FONCTION         =     fonc ,        [fonction,formule]
          ♦  VITE_FLUI        =     vflui ,       [R]
          ◊  FREQ_COUP        =     fc ,          [R]
          ◊  COEF_VITE_FLUI_A =     alpha ,       [R]
          ◊  COEF_VITE_FLUI_O =     beta ,        [R]
          ◊  METHODE          =  /  'GENERALE'    [DEFAUT]
                                 /  'CORCOS'
                                 /  'AU_YANG' ,
                        ),

/   SPEC_CORR_CONV_3 =  _F (
          ♦  TABLE_FONCTION   =     fonc ,        [table_fonction]
                        ),

/   SPEC_FONC_FORME =   _F (
          ♦  /  INTE_SPEC     =     int_spec ,    [interspectre]
             FONCTION         =     l_tab_fonc ,  [l_table_fonction]
             /  GRAPPE_1      =  /  'DEBIT_180'
                                 /  'DEBIT_300' ,
          ♦  GROUP_NO     =     gno,          [gnoeud]
          ♦  CARA_ELEM        =     cara ,        [cara_elem]
          ♦  MODELE           =     modele ,      [modele]
                        ),

/   SPEC_EXCI_POINT =   _F (
          ♦  /  INTE_SPEC     =     int_spec ,    [interspectre]
             NATURE           =     l_nat ,       [l_TXM]
             ANGLE            =     l_theta ,     [l_R]
             GROUP_NO  =     l_gno ,       [l_gnoeud]
             /  GRAPPE_2      =  /  'ASC_CEN'
                                 /  'ASC_EXC'
                                 /  'DES_CEN'
                                 /  'DES_EXC' ,
             RHO_FLUI         =     rho_f ,       [R]
             GROUP_NO  =     gno ,         [l_gnoeud]
           ♦ CARA_ELEM        =     cara ,        [cara_elem]
           ♦ MODELE           =     modele ,      [modele]
                        ),

◊  TITRE =   titre ,                                [TXM]

                        )
```


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

3 Opérandes

3.1 Mots-clés SPEC_LONG_COR_n

La définition d'un spectre d'excitation de type «longueur de corrélation» ne peut se faire que par une seule occurrence d'un des mots-clés facteurs SPEC_LONG_COR_n, correspondant à une zone du tube définie préalablement par la fonction renseignée dans l'opérande PROF_VITE_FLUI de la commande DEFI_FLUI_STRU [U4.25.01]. Le profil de vitesse associé à cette zone, rappelé ici sous l'opérande PROF_VITE_FLUI, doit être identique à celui renseigné dans DEFI_FLUI_STRU [U4.25.01]. L'utilisation de spectres d'excitation de type «longueur de corrélation» est limitée à la configuration «faisceau de tubes sous écoulement transverse» (mot-clé facteur FAISCEAU_TRANS de l'opérateur DEFI_FLUI_STRU [U4.25.01]).

Pour effectuer un calcul avec plusieurs zones d'excitation, il faut définir autant de spectres qu'il y a de zones. Les contributions des différents spectres peuvent ensuite s'ajouter lorsque l'excitation est projetée sur base modale par la commande PROJ_SPEC_BASE [U4.63.14]. Cependant, il n'est pas possible dans cette commande de combiner des spectres de type «longueur de corrélation» avec des spectres d'un autre type (SPEC_CORR_CONV_n, SPEC_FONC_FORME ou SPEC_EXCI_POINT).

Les quatre spectres du type «longueur de corrélation» ont des valeurs définies par défaut. La définition de nouveaux coefficients est délicate, en particulier en ce qui concerne le modèle 3 pour lequel il existe des conditions de raccordement entre les droites déterminées par les coefficients.

La forme analytique générale des modèles 1 à 4 est la suivante :

$$S(s_{1,}s_{2,}f_r)=S(f_r)\cdot\exp\left(\frac{-|s_2-s_1|}{\lambda_c}\right)$$

avec :

$S(s_{1,}s_{2,}f_r)$ interspectre adimensionnel de turbulence entre deux points d'abscisses curvilignes $(s_{1,}s_2)$;

$S(f_r)$ autospectre de turbulence ;

$\exp\left(\frac{-|s_2-s_1|}{\lambda_c}\right)$ fonction de corrélation spatiale et λ_c longueur de corrélation.

Le spectre est défini en fonction d'une fréquence réduite f_r (nombre de Strouhal). Pour un tube sous écoulement transverse, l'expression de f_r est la suivante :

$$f_r=\frac{f\cdot de}{V_g}$$

f est la fréquence dimensionnée, de le diamètre extérieur du tube V_g et la vitesse transverse moyenne du fluide le long de la structure, qui sera récupérée dans l'opérateur PROJ_SPEC_BASE [U4.63.14] via le concept [melasflu] produit par l'opérateur CALC_FLUI_STRU [U4.66.02].

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

3.1.1 Expression analytique des spectres de type SPEC_LONG_COR_1

♦ / SPEC_LONG_COR_1

Mot-clé facteur correspondant au premier modèle de spectre avec longueur de corrélation.

♦ LONG_COR = lc

Longueur de corrélation.

♦ PROF_VITE_FLUI = profv

Nom du profil de vitesse correspondant à la zone où est appliquée l'excitation turbulente.

♦ VISC_CINE = eps

Viscosité cinématique du fluide.

$$S(f_r)=\frac{\Phi_0}{\left[1-\left[\frac{f_r}{f_{rc}}\right]^{\beta/2}\right]^2+4e^2\left[\frac{f_r}{f_{rc}}\right]^{\beta/2}}$$

avec : $\Phi_0=\Phi_0(R_e)$ polynôme du 5ième degré.

$\beta=\beta(R_e)$

$\varepsilon=\varepsilon(R_e)$

$f_{rc}=0,2$

Si $1,5.10^4<R_e\leq 5.10^4$:

$$\Phi_0=1,3.10^{-4}\left[20,42-14.10^{-4}R_e-9,81.10^{-8}R_e^2+11,97.10^{-12}R_e^3 -35,95.10^{-17}R_e^4+34,69.10^{-22}R_e^5\right]$$

Si $R_e>5.10^4$: $\Phi_0=38,6075$

Si $R_e\leq 3,5.10^4$ $\varepsilon=0,7$ $\beta=3$

Sinon si $3,5.10^4<R_e\leq 5,5.10^4$ $\varepsilon=0,3$ $\beta=4$

Sinon $\varepsilon=0,6$ $\beta=4$

3.1.2 Expression analytique des spectres de type SPEC_LONG_COR_2

/ SPEC_LONG_COR_2

Mot-clé facteur correspondant au second modèle de spectre avec longueur de corrélation.

♦ LONG_COR = lc

Longueur de corrélation.

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

♦ PROF_VITE_FLUI = profv

Nom du profil de vitesse correspondant à la zone où est appliquée l'excitation turbulente.

◊ / FREQ_COUP = frc

Fréquence réduite de coupure.

PHI0 = phi0
BETA = beta

Coefficients du spectre.

Remarque :

Si l'utilisateur renseigne l'une de ces opérandes, il doit obligatoirement renseigner les deux autres, afin d'avoir des valeurs cohérentes.
Si l'utilisateur ne renseigne aucune des trois opérandes, les valeurs par défaut sont utilisées.

$$S(f_r)=\frac{\Phi_0}{1+\left[\frac{f_r}{f_{rc}}\right]^{\beta}}$$

Les valeurs des paramètres par défaut sont : $\Phi_0=1{,}5.10^{-3}$, $\beta=2{,}7$, $f_{rc}=0{,}1$

3.1.3 Expression analytique des spectres de type SPEC_LONG_COR_3

/ SPEC_LONG_COR_3

Mot-clé facteur correspondant au troisième modèle de spectre avec longueur de corrélation.

♦ LONG_COR = lc

Longueur de corrélation.

♦ PROF_VITE_FLUI = profv

Nom du profil de vitesse correspondant à la zone où est appliquée l'excitation turbulente.

◊ / FREQ_COUP = frc

Fréquence réduite de coupure.

PHI0_1 = phi01
BETA_1 = beta1
PHI0_2 = phi02
BETA_2 = beta2

Coefficients du spectre.

Remarque :

Les cinq opérandes doivent être utilisées simultanément. Si l'une est renseignée, les autres doivent l'être également.
Les valeurs par défaut sont utilisées lorsque l'utilisateur n'a renseigné aucune des cinq opérandes.

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

$$S(f_r)=\frac{\Phi_0}{f_r^{\beta}} \text{ avec } \begin{cases}\Phi_0=\Phi_0(f_{rc})\\ \beta=\beta(f_{rc})\end{cases} \text{ où } f_{rc}=0,2$$

Si $f_r \le f_{rc}$ $\Phi_0=5.10^{-3}$ $\beta=0,5$
Sinon $\Phi_0=4.10^{-5}$ $\beta=3,5$

3.1.4 Expression analytique des spectres de type SPEC_LONG_COR_4

/ SPEC_LONG_COR_4

Mot-clé facteur correspondant au quatrième modèle de spectre avec longueur de corrélation.

♦ LONG_COR = lc

Longueur de corrélation.

♦ PROF_VITE_FLUI = profv

Nom du profil de vitesse correspondant à la zone où est appliquée l'excitation turbulente.

♦ TAUX_VIDE = tv

Taux de vide (écoulement diphasique).

◊ / BETA = beta
GAMMA = gamma

Coefficients du spectre.

Remarque :

Si l'utilisateur renseigne l'une de ces deux opérandes, il doit obligatoirement renseigner l'autre.
Dans le cas où aucune des deux opérandes n'est renseignée, les valeurs par défaut sont utilisées.

$$S(f_r)=\frac{\Phi_0}{(f_r)^{\beta}(\rho_v^{\gamma})} \text{ avec } \begin{cases}\Phi_0=\dfrac{1}{6,8.10^{-2}}\cdot 10^{\Phi}\\ \Phi=A.\tau_v^{0,5}-B.\tau_v^{1,5}+C.\tau_v^{2,5}-D.\tau_v^{3,5}\end{cases}$$

τ_v désigne le taux de vide ;
$A=24,042\,;\ B=-50,421\,;\ C=63,483\,;\ D=33,284$

Les valeurs par défaut des exposants sont $\beta=2$ et $\gamma=4$.

ρ_v est le débit volumique : $\rho_v=\rho_m\times V=\sum_{i=N_d}^{N_f}\rho_e\frac{(x_i)}{N_n}\times V$

où V désigne la vitesse du fluide pour laquelle l'étude d'interaction fluide-structure a été menée et N_n le nombre de points pris en compte sur la longueur excitée. La vitesse du fluide sera récupérée dans l'opérateur PROJ_SPEC_BASE [U4.63.14] via le concept [melasflu] produit par l'opérateur CALC_FLUI_STRU [U4.66.02].

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

3.2 Mots-clés SPEC_CORR_CONV_n

Les mots-clés facteurs SPEC_CORR_CONV_1 et SPEC_CORR_CONV_2 permettent de définir respectivement des spectres de turbulence de couche limite et d'une fonction de la fréquence quelconque. SPEC_CORR_CONV_3 laisse à l'utilisateur la maîtrise entière de la définition de l'inter-spectre, en utilisant des fonctions analytiques rassemblées dans une table.

Précisions théoriques :

- Dans le cas d'un structure plane soumise à un écoulement turbulent parallèle, dont on souhaite connaître la réponse spectrale à cette excitation, le modèle de corrélation de CORCOS introduit une fonction de corrélation entre deux points x et x' sur la structure plane, du type

$$r(\omega, x, x') = \exp\left(\frac{-|x-x'|}{\lambda_1}\right) \times \exp\left(\frac{-|y-y'|}{\lambda_2}\right) \times \cos\left(\frac{\omega(x-x')}{U_c}\right)$$

Dans le modèle de base de CORCOS, on a $\begin{cases} \lambda_1 = \frac{1}{k_L} \text{ avec } k_L = 0{,}1 . \frac{\omega}{U_c} \\ \lambda_2 = \frac{1}{k_T} \text{ avec } k_T = 0{,}55 . \frac{\omega}{U_c} \end{cases}$

x est l'axe parallèle à l'écoulement.
y est l'axe perpendiculaire à l'écoulement.

U_c est la vitesse convective des tourbillons. Il est admis qu'elle représente entre 60 et 70% de la vitesse du fluide. Par défaut, on la prend égale à 65% de la vitesse du fluide.

- Dans le cas d'une structure cylindrique circulaire soumise à un écoulement axial, le modèle de corrélation de AU_YANG introduit une fonction de corrélation entre deux points définie par :

$$r(\omega, x, x') = \exp\left(\frac{-|x-x'|}{\lambda_1}\right) \times \cos\left(\frac{\omega(x-x')}{U_c}\right) \times \exp\left(-R\frac{|\theta-\theta'|}{\lambda'}\right) \times \cos\left(\frac{\omega R(\theta-\theta')}{U'_c}\right)$$

  - θ et θ' correspondent aux positions angulaires des deux points du cylindre à corréler,
  - x et x' désignent les cotes des points à corréler,
  - R est le rayon du cylindre,
  - U_c est la vitesse convective axiale des tourbillons : elle est égale au produit du coefficient de vitesse axiale par la vitesse du fluide,
  - U'_c est la vitesse convective orthoradiale des tourbillons : elle est égale au produit du coefficient de vitesse orthoradiale par la vitesse du fluide,
  - λ et λ' sont les longueurs de corrélation suivant l'axe et la direction orthoradiale respectivement.

- La corrélation GENERALE est une fonction du type

$$r(\omega, \boldsymbol{x}, \boldsymbol{x}') = \exp\left(\frac{-\|\boldsymbol{x}-\boldsymbol{x}'\|}{\lambda}\right) \times \cos\left(\frac{\omega\|\boldsymbol{x}-\boldsymbol{x}'\|}{U_c}\right)$$

  - $\boldsymbol{x}$ et $\boldsymbol{x}'$ sont les vecteurs repérant les positions des deux points à corréler,
  - U_c est la vitesse convective des tourbillons,
  - λ est la longueur de corrélation.

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

3.2.1 Définition d'un spectre de turbulence de couche limite

/ SPEC_CORR_CONV_1

Mot-clé facteur correspondant au premier modèle de spectre de pression avec longueur de corrélation et vitesse de convection des tourbillons dans le fluide.

♦ LONG_COR_1 = lc1

Première longueur de corrélation (suivant l'axe parallèle à l'écoulement) pour la méthode de AU_YANG. Longueur de corrélation de la méthode GENERALE.

◊ LONG_COR_2 = lc2

Deuxième longueur de corrélation pour la méthode de AU_YANG.

♦ VITE_FLUI = vflui

Vitesse du fluide longeant la structure étudiée.

◊ FREQ_COUP = fc

Fréquence de coupure du spectre. Dans le cas de la méthode de CORCOS, on utilise la valeur $f_c = 10\dfrac{U}{d}$ (voir notations ci-dessous) par défaut.

◊ K = k

Constante donnant l'amplitude du spectre de pression.
Par défaut, k vaut $5{,}8\,10^{-3}$ en unités SI.

♦ D_FLUI = dhyd

Diamètre hydraulique entrant dans l'expression de l'amplitude du spectre de pression.

♦ RHO_FLUI = rho_f

Masse volumique du fluide.

◊ COEF_VITE_FLUI_A = alpha

Coefficient de la vitesse convective des tourbillons dans la direction axiale (direction de l'écoulement) pour les méthodes de CORCOS, de AU_YANG.

◊ COEF_VITE_FLUI_O = beta

Coefficient de la vitesse convective des tourbillons dans la direction orthoradiale au cylindre, pour la méthode de AU_YANG.

◊ METHODE = 'GENERALE' ou 'CORCOS' ou 'AU_YANG'

Méthode de corrélation déterminée par le type de la structure dont on veut étudier les vibrations engendrées par la turbulence.
Par défaut, la méthode GENERALE est utilisée.

Remarque :

Dans le cas de la méthode de CORCOS , on utilise pour LONG_COR_1 et LONG_COR_2 les longueurs de corrélation du modèle de base (voir [§3.2]).
Le spectre de pression utilisé est du type $S_p(\omega) = K^2(\rho U^2)^2 d^3$ *si* $f \le f_c$ *et* 0 *pour* $f > f_c$ *.*
K *désigne la constante du modèle, renseignée sous l'opérande* K *. Pour le modèle de CORCOS ,* K *est déterminée expérimentalement et vaut* $K = 5{,}8.10^{-3} s^{1/2} m^{-3/2}$ *;*
ρ *est la masse volumique du fluide, renseignée sous l'opérande RHO_FLUI ;*
U est la vitesse du fluide, renseignée sous l'opérande VITE_FLUI ;
d est le diamètre hydraulique, renseigné sous l'opérande D_FLUI .

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

3.2.2 Définition d'un spectre de turbulence d'une fonction de la fréquence quelconque

/ SPEC_CORR_CONV_2

Mot-clé facteur permettant de définir un spectre de pression fonction quelconque de la fréquence.

♦ FONCTION = fonc

Concept de type fonction définissant le spectre de pression en fonction de la pulsation, produit par l'un des opérateurs DEFI_FONCTION [U4.31.02], CALC_FONCTION [U4.32.04] ou CALC_FONC_INTERP [U4.32.01].

♦ VITE_FLUI = vflui

Vitesse du fluide longeant la structure étudiée.

◊ FREQ_COUP = fc

Fréquence de coupure au-delà de laquelle la fonction définissant le spectre de pression est considérée comme nulle.

◊ METHODE = 'GENERALE' ou 'CORCOS' ou 'AU_YANG'

Méthode de corrélation déterminée par le type de la structure dont on veut étudier les vibrations engendrées par la turbulence.
Par défaut, la méthode GENERALE est utilisée.

Pour ce type de spectre des valeurs sont affectées par défaut aux paramètres :
- LONG_COR_1 = LONG_COR_2 = 1
- COEF_VITE_FLUI_A = COEF_VITE_FLUI_O = 0,65

3.2.3 SPEC_CORR_CONV_3 : spectre quelconque défini analytiquement

/ SPEC_CORR_CONV_3

Mot-clé facteur permettant de définir un spectre sur la base de fonctions analytiques.

♦ TABLE_FONCTION = table

Concept de type table de fonctions contenant les formules analytiques définissant le spectre.

Exemple d'utilisation : on souhaite décrire les efforts de pression induits par un écoulement axial le long d'un crayon combustible sous la forme d'un spectre de type « longueur de corrélation » et décrivant :
- d'une part la décroissance de l'énergie turbulente en aval de la grille,
- d'autre part le déphasage du à la convection de la turbulence avec l'écoulement.

La longueur de corrélation, et l'auto-spectre dépendent de la fréquence. La formulation analytique proposée est la suivante :

$$S_f(\underline{r}_1,\underline{r}_2,\omega)=\begin{cases} S_x=\exp\left(-\frac{|\underline{r}_2-\underline{r}_1|}{\lambda_{cx}(\omega)}\right).\exp\left(j\omega\frac{z_2-z_1}{U_c}\right)S_f(\underline{r}_1,\underline{r}_1,\omega) \\ S_y=\exp\left(-\frac{|\underline{r}_2-\underline{r}_1|}{\lambda_{cy}(\omega)}\right).\exp\left(j\omega\frac{z_2-z_1}{U_c}\right)S_f(\underline{r}_1,\underline{r}_1,\omega) \end{cases}$$

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

$\underline{r_1}$ et $\underline{r_2}$ sont les vecteurs repérant les positions des deux points à corréler, z est la direction parallèle à l'axe du crayon. On peut aussi ajouter, si on le souhaite, un terme de corrélation entre les efforts selon x et y.
Le spectre ci-dessus est défini dans le cas-test sdll148b avec efforts corrélés. On propose ici la modélisation avec efforts décorrélés (pas de terme croisés SXY et SYX). Dans ce cas-test le crayon est orienté selon la direction Y.

```
SXX = FORMULE(NOM_PARA=('X1','Y1','Z1','X2','Y2','Z2','FREQ'),
              VALE_C='exp(-FREQ/freq0)*
                      exp(distance(X1,Y1,Z1,X2,Y2,Z2)/correl(FREQ))*
                      complex(cos(2*pi*FREQ*(Y2-Y1)/Uc),
                              sin(2*pi*FREQ*(Y2-Y1)/Uc))',)

SYY = ...

# INTER-SPECTRE AVEC EFFORTS X ET Y DECORRELES
INTESPEC=CREA_TABLE(LISTE=(_F(LISTE_K=('SXX','SYY'),
                              PARA='FONCTION_C'),
                           _F(LISTE_K=('DX','DY'),
                              PARA='NUME_ORDRE_I'),
                           _F(LISTE_K=('DX','DY'),
                              PARA='NUME_ORDRE_J'),),
                    TYPE_TABLE='TABLE_FONCTION',
                    TITRE='EXCITATION FLUIDE TURBULENTE') ;

SPECTRE1=DEFI_SPEC_TURB( SPEC_CORR_CONV_3=_F( TABLE_FONCTION =
                                                INTESPEC ),) ;
```

La fonction distance a été définie en python et donne la distance entre deux points de coordonnées respectives (x_1, y_1, z_1) et (x_2, y_2, z_2). La fonction correl dépend exponentiellement de la fréquence.

3.3 Mot-clé SPEC_FONC_FORME

/ SPEC_FONC_FORME

Mot-clé facteur permettant de définir un spectre d'excitation par sa décomposition sur une famille de fonctions de forme.

♦ / INTE_SPEC = int_spec

Concept de type interspectre définissant une matrice interspectrale d'excitation. Ce concept peut être produit par l'opérateur LIRE_INTE_SPEC [U4.36.01] après lecture de la matrice interspectrale sur fichier externe.

FONCTION = l_tab_fonc

Liste de concepts de type table_fonction définissant la famille de fonctions de forme associée à chaque mode. Pour chaque mode, on renseigne une table contenant 2 fonctions de forme dans les 2 directions orthogonales à l'axe de la structure filaire.

/ GRAPPE_1 = 'DEBIT_180' ou 'DEBIT_300'

Deux choix possibles correspondant aux débits pour lesquels l'excitation GRAPPE1 a été identifiée.

♦ GROUP_NO= gno

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

Groupe contenant le noeud d'application de l'excitation.

- CARA_ELEM = cara

  Concept de type cara_elem produit par l'opérateur AFFE_CARA_ELEM [U4.42.01], définit les caractéristiques géométriques affectées aux éléments de la structure.
  Les caractéristiques géométriques sont nécessaires à l'estimation du diamètre hydraulique. En outre, le concept de type cara_elem apporte les informations relatives aux orientations des éléments.

- MODELE = modele

  Concept de type modele produit par l'opérateur AFFE_MODELE [U4.41.01], définit les types d'éléments affectés aux mailles de la structure.

Remarques :

1) *La longueur d'application L est caractérisée d'une manière intrinsèque par le domaine de définition des fonctions de forme associées à l'excitation. La zone d'application est centrée autour du nœud d'application.*
2) *L'excitation turbulente pouvant être développée de manière corrélée dans les deux directions orthogonales à l'axe de la structure filaire (axe x), les fonctions de forme sont a priori des vecteurs à deux composantes (suivant y et z).*
   On définit donc, pour chaque mode, deux fonctions de forme (une suivant y et une suivant z) sur l'intervalle $(0;L)$. Les fonctions sont ensuite passées dans une table_fonction à l'opérateur DEFI_SPEC_TURB. *(cf. cas-test sdll116a)*

3.4 Mot-clé SPEC_EXCI_POINT

/ SPEC_EXCI_POINT

Mot-clé facteur permettant de définir un spectre d'excitation associé à une ou plusieurs forces et moments ponctuels.

- / INTE_SPEC = int_spec

  Concept de type interspectre définissant une matrice interspectrale d'excitations ponctuelles. Ce concept peut être produit par l'opérateur LIRE_INTE_SPEC [U4.56.01] après lecture de la matrice interspectrale sur fichier externe.

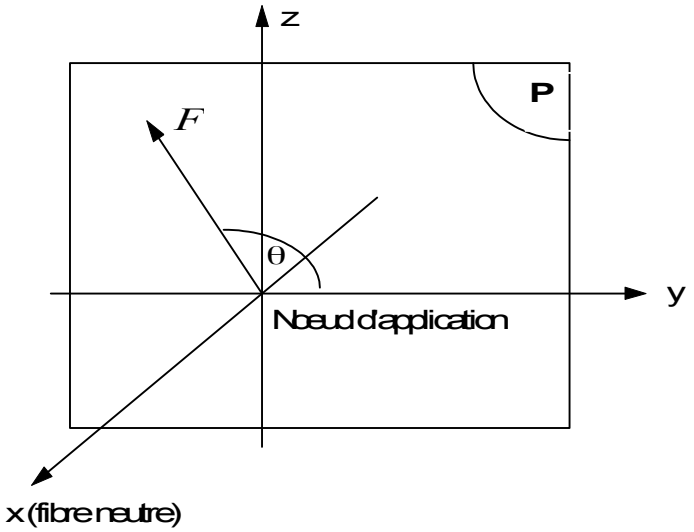
  NATURE = l_nat

  Liste d'arguments de type texte définissant la nature de l'excitation en chacun des noeuds d'application. Les arguments licites sont 'FORCE' ou 'MOMENT'.

  ANGLE = l_theta

  Liste des angles définissant les directions des vecteurs forces et moments en chacun des nœuds d'application (voir schéma).

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



Le vecteur force est dirigé dans le plan P orthogonal à la fibre neutre. Dans ce plan, l'azimut θ donne la direction du vecteur. Les angles doivent être donnés en **degrés**.

/GROUP_NO= l_gno

Liste des groupes contenant les noeuds d'application de l'excitation.

Remarque :

La matrice interspectrale a pour dimension le nombre de forces et moments ponctuels appliqués. Les termes diagonaux de cette matrice caractérisent les autospectres de ces excitations.
Les listes définissant les nœuds d'application, la nature et la direction des excitations imposées doivent donc être ordonnées conformément à la structure de la matrice interspectrale d'excitations.

/ GRAPPE_2 = 'ASC_CEN' ou 'ASC_EXC' ou 'DES_CEN' ou 'DES_EXC'

Quatre choix possibles correspondant aux différentes configurations expérimentales pour lesquelles l'excitation GRAPPE2 a été identifiée :

- écoulement ASCendant tige de commande CENtrée,
- écoulement ASCendant tige de commande EXCentrée,
- écoulement DEScendant tige de commande CENtrée,
- écoulement DEScendant tige de commande EXCentrée.

L'excitation GRAPPE2 est caractérisée par une force et un moment ponctuels appliqués en un même noeud, d'une manière homogène dans les deux directions orthogonales à l'axe de la structure filaire.

RHO_FLUI = rho_f

Masse volumique du fluide environnant la structure.

GROUP_NO= gno

Groupe contenant le noeud d'application de l'excitation GRAPPE2.

Remarque :

Lorsque l'on recourt à un spectre GRAPPE2 prédéfini, la liste de nœuds attendue sous l'opérande GROUP_NO est réduite à un seul élément (un seul nœud d'application).

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

♦ CARA_ELEM = cara

Concept de type cara_elem produit par l'opérateur AFFE_CARA_ELEM [U4.42.01], définit les caractéristiques géométriques affectées aux éléments de la structure.
Les caractéristiques géométriques sont nécessaires à l'estimation du diamètre hydraulique. En outre, le concept de type cara_elem apporte les informations relatives aux orientations des éléments.

♦ MODELE = modele

Concept de type modele produit par l'opérateur AFFE_MODELE [U4.41.01], définit les types d'éléments affectés aux mailles de la structure.

4 Bibliographie

1) N. GAY, T. FRIOU : Résorption du logiciel FLUSTRU dans *Aster* HT-32/93/002/B

2) L. PEROTIN, M. LAINET : Intégration d'un modèle général d'excitation turbulente dans le *Code_Aster* : spécifications HT-32/96/003/A

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