

## 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 noeuds d'application de ces excitations , la nature de l'excitation appliquée en chacun de ces noeuds (force ou moment) et les directions d'application des excitations ainsi définies.

Produit un concept de type spectre.

## 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 [DEFAULT]
        PHI0 = 1.5D-3 [DEFAULT]
        BETA = 2.7 , [DEFAULT]
        / 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 [DEFAULT]
        PHI0_1 = 5.D-3 [DEFAULT]
        BETA_1 = 0.5 [DEFAULT]
        PHI0_2 = 4.D-5 [DEFAULT]
        BETA_2 = 3.5 , [DEFAULT]
        / 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. [DEFAULT]
        GAMMA = 4. , [DEFAULT]
        / 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 [DEFAULT]
        / 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' [DEFAULT]
        / 'CORCOS'
        / 'AU_YANG' ,
    ),
)
```

```
/ 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'  [DEFAULT]
                                / 'CORCOS'
                                / 'AU_YANG' ,
                                ),
/ SPEC_FONC_FORME = _F (
    ♦ / INTE_SPEC       =      int_spec ,   [tabl_intsp]
      FONCTION          =      l_fonc ,     [l_fonction]
      / GRAPPE_1        =      / 'DEBIT_180'
                                / 'DEBIT_300' ,
    ♦ NOEUD             =      no ,         [noeud]
    ♦ CARA_ELEM         =      cara ,       [cara_elem]
    ♦ MODELE            =      modele ,     [modele]
                                ),
/ SPEC_EXCI_POINT = _F (
    ♦ / INTE_SPEC       =      int_spec ,   [tabl_intsp]
      NATURE            =      l_nat ,      [l_TXM]
      ANGL              =      l_theta ,    [l_R]
      NOEUD             =      l_no ,      [l_noeud]
      / GRAPPE_2        =      / 'ASC_CEN'
                                / 'ASC_EXC'
                                / 'DES_CEN'
                                / 'DES_EXC' ,
      RHO_FLUI          =      rho_f ,      [R]
      NOEUD             =      no ,         [l_noeud]
    ♦ CARA_ELEM         =      cara ,       [cara_elem]
    ♦ MODELE            =      modele ,     [modele]
                                ),
♦ TITRE =      titre ,      [TXM]

)
```

## 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 DEF1\_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 DEF1\_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 DEF1\_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  $\lambda_c$  longueur de corrélation.

Le spectre est défini en fonction d'une fréquence réduite  $f_r$  e (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].

## 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 5<sup>ème</sup> degré.

$$\beta = \beta(R_e)$$

$$\varepsilon = \varepsilon(R_e)$$

$$f_{rc} = 0,2$$

Si  $1,5 \cdot 10^4 < R_e \leq 5 \cdot 10^4$  :

$$\Phi_0 = 1,3 \cdot 10^{-4} \left[ 20,42 - 14 \cdot 10^{-4} R_e - 9,81 \cdot 10^{-8} R_e^2 + 11,97 \cdot 10^{-12} R_e^3 - 35,95 \cdot 10^{-17} R_e^4 + 34,69 \cdot 10^{-22} R_e^5 \right]$$

Si  $R_e > 5 \cdot 10^4$  :  $\Phi_0 = 38,6075$

Si  $R_e \leq 3,5 \cdot 10^4$   $\varepsilon = 0,7$   $\beta = 3$

Sinon si  $3,5 \cdot 10^4 < R_e \leq 5,5 \cdot 10^4$   $\varepsilon = 0,3$   $\beta = 4$

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.

♦ 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 :  $\Phi_0 = 1,5 \cdot 10^{-3}$  ,  $\beta = 2,7$  ,  $f_{rc} = 0,1$

### 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.*

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

$$\begin{array}{lll} \text{Si } f_r \leq f_{rc} & \Phi_0 = 5.10^{-3} & \beta = 0,5 \\ \text{Sinon} & \Phi_0 = 4.10^{-5} & \beta = 3,5 \end{array}$$

### 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.*

$$S(f_r) = \frac{\Phi_0}{(f_r)^\beta (\rho_v)^\gamma} \text{ avec } \begin{cases} \Phi_0 = \frac{1}{6,8 \cdot 10^{-2}} \cdot 10^\Phi \\ \Phi = A \cdot \tau_v^{0,5} - B \cdot \tau_v^{1,5} + C \cdot \tau_v^{2,5} - D \cdot \tau_v^{3,5} \end{cases}$$

$\tau_v$  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  $\gamma = 4$  .

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

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].

## 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.

### Précisions théoriques :

- Dans le cas d'une 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  $\mathbf{x}$  et  $\mathbf{x}'$  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

$$\begin{cases} \lambda_1 = \frac{1}{k_L} \text{ avec } k_L = 0,1 \cdot \frac{\omega}{U_c} \\ \lambda_2 = \frac{1}{k_T} \text{ avec } k_T = 0,55 \cdot \frac{\omega}{U_c} \end{cases}$$

$x$  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 :

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

- $\theta$  et  $\theta'$  correspondent aux positions angulaires des deux points du cylindre à corrélérer,
  - $x$  et  $x'$  désignent les cotes des points à corrélérer,
  - $R$  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,
  - $\lambda$  et  $\lambda'$  sont les longueurs de corrélation suivant l'axe et la direction orthoradiale respectivement.
- La corrélation GENERALE est une fonction du type

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

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



## 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  $f_c = 10 \frac{U}{d}$  (voir notations ci-dessous) par défaut.

◇ K = k

Constante donnant l'amplitude du spectre de pression.  
Par défaut, k vaut  $5,8 \cdot 10^{-3}$  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  $f \leq f_c$  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  $K = 5,8 \cdot 10^{-3} s^{1/2} m^{-3/2}$  ;

$\rho$  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.

## 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 fréquence, 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.

◆ `COEF_VITE_FLUI_A = alpha`

Coefficient de la vitesse convective des tourbillons dans la direction axiale (direction de l'écoulement).

◆ `METHODE = 'CORCOS'`

Méthode de corrélation pour les structures de type plaque. Les longueurs de corrélation retenues sont les longueurs du modèle de CORCOS par défaut (voir [§3.2]).

## 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 `tabl_intsp` 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_fonc`

Liste de concepts de type fonction définissant la famille de fonctions de forme associée.

/ `GRAPPE_1 = 'DEBIT_180' ou 'DEBIT_300'`

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

◆ `NOEUD = no`

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 noeud 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 renseignera donc, par convention, ces fonctions sur l'intervalle  $(0 ; 2L)$ , les domaines  $(0 ; L)$  et  $(L ; 2L)$  étant associés respectivement aux directions  $y$  et  $z$ .

## 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

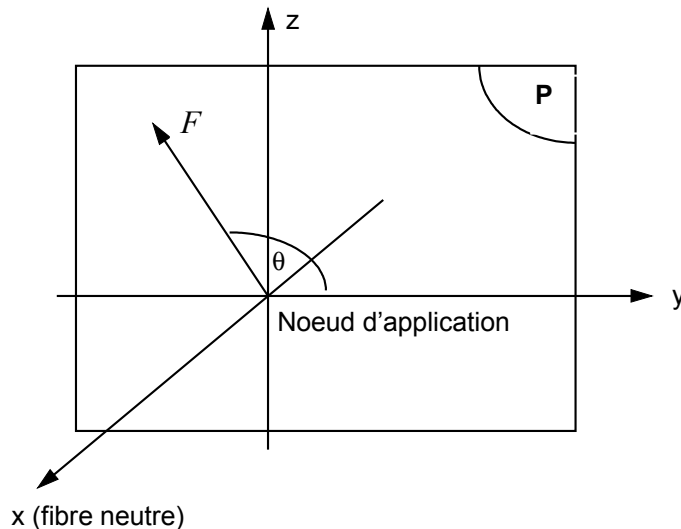
Concept de type tabl\_intsp définissant une matrice interspectrale d'excitations ponctuelles. Ce concept peut être produit par l'opérateur LIRE\_INTE\_SPEC [U4.56.01] après lecture de la matrice interspectrale sur fichier externe.

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'.

ANGL = l\_theta

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



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

NOEUD = l\_no

Liste des noeuds d'application des excitations ponctuelles.

**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 noeuds 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.

NOEUD = no

Noeud d'application de l'excitation GRAPPE2.

**Remarque :**

*Lorsque l'on recourt à un spectre GRAPPE2 prédéfini, la liste de noeuds attendue sous l'opérande NOEUD est réduite à un seul élément (un seul noeud d'application).*

◆ 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