SDLL148 – définition d'un inter-spectre analytique d'excitation sur une poutre et projection sur base modale

Résumé :

Ce cas test permet de valider l'option SPEC_CORR_CONV_3 de l'opérateur DEFI_SPEC_TURB, qui permet de définir un spectre défini par un ensemble de fonctions analytiques, et de projeter celui-ci sur une base de modes.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie du modèle numérique

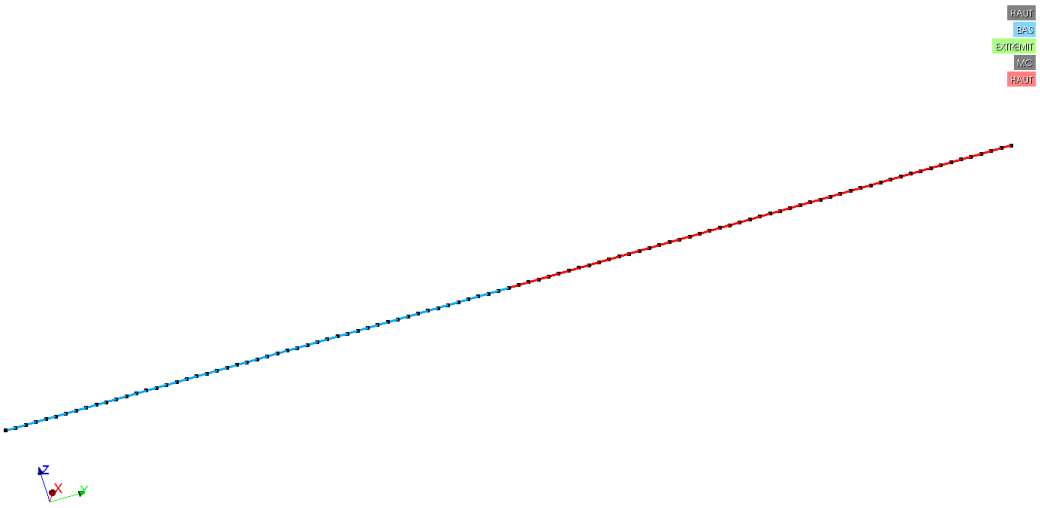


Illustration 1.1: maillage du modèle.

1.2 Groupes de mailles et de nœuds

- groupes de nœuds et de mailles MC : toute la poutre,
- groupes de nœuds et de mailles BAS : moitié basse (en bleu),
- groupes de nœuds et de mailles $HAUT$: moitié haute (en rouge),
- groupe de nœud $EXTREMIT$: base de la poutre.

1.3 Propriétés des matériaux

- Pour tous les éléments
  - $E=2.2\times10^{11}\,Pa$ Module d'Young
  - $\nu=0.3$ Coefficient de poisson
  - $\rho=8333.0\,kg.m^{-3}$ Masse volumique

1.4 Conditions aux limites et chargements

- Déplacement imposé :
  - groupe $EXTREMIT$: $DRX=DRY=DRZ=DX=DY=DZ=0.0$
  - groupe MC : $DZ=0.0$

1.5 Caractéristiques géométriques des éléments de structure

- Groupe MC : section de type tube ('CERCLE') :
  - rayon : $R=7.94\,mm$,
  - épaisseur : $e=3.176\,mm$

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

2 Objectif du cas-test, validation

L'objectif du cas-test est de valider la fonctionnalité SPEC_CORR_CONV_3 de l'opérateur DEFI_SPEC_TURB , qui permet de définir un spectre en utilisant des fonctions analytiques de la variable de l'espace et de la fréquence.

Dans la modélisation A, le spectre défini est purement théorique, puisque les fonctions sont des sinus. Le calcul de la double intégrale $\int_\Omega \int_\Omega \Phi_i(\underline{x_1}).S_f(\underline{x_1},\underline{x_2},\omega).\Phi_j(\underline{x_2})\,d\Omega_1\,d\Omega_2$ peut donc être résolu de manière analytique, en supposant que les 2 premiers modes propres de la poutre sont également des fonctions sinus. Dans la modélisation B, le spectre défini est représentatif d'un écoulement en aval d'une grille de mélange sur un crayon combustible (modèle de Corcos).

2.1 Déroulement du cas-test

- Calcul des modes propres : les deux premiers modes propres sont calculés, ils sont de la forme $\phi(y)=\sin(\pi y)$ et $\phi(y)=\sin(2\pi y)$,
- définition des fonctions du spectre turbulent :
  - modélisation A $S_{xx}=f.\sin(\pi y_1).\sin(\pi y_2)$
  - modélisation B

$$S_f(\underline{x_1},\underline{x_2},\omega)=\begin{cases} S_{xx}=\exp\left(-\dfrac{|y_2-y_1|}{\lambda_{cx}(\omega)}\right).\exp\left(j\omega\dfrac{y_2-y_1}{U_c}\right)S_f(y_1,y_1,\omega) \\ S_{yy}=\exp\left(-\dfrac{|y_2-y_1|}{\lambda_{cy}(\omega)}\right).\exp\left(j\omega\dfrac{y_2-y_1}{U_c}\right)S_f(y_1,y_1,\omega) \end{cases}$$

  (en ajoutant des termes de corrélation entre les efforts selon x et y avec les fonctions S_{xy} et S_{yx}).
- création d'une table contenant les fonctions associées aux directions,
- création de l'inter-spectre avec DEFI_SPEC_TURB,
- projection de l'inter-spectre sur les deux modes propres calculés avec PROJ_SPEC_BASE ; la projection se fait sur le groupe de mailles 'BAS' uniquement.

Remarque :

Pour la modélisation B, on définit une excitation dans les deux directions. Cependant, les deux modes calculés sont dans la direction X (la direction DZ est bloquée). Donc l'excitation selon Y n'aura aucune influence sur le résultat de l'excitation modale.

2.2 Validation des résultats

2.2.1 Modélisation A

Pour la modélisation A, la validation est analytique. En effet, les intégrales à calculer sont les suivantes :

- auto-spectre mode 1 : $\int_0^{0.5}\int_0^{0.5}\sin^2(\pi y_1)\sin^2(\pi y_2)\,dy_1\,dy_2=\frac{1}{4}.\frac{1}{4}=0.0625$
- inter-spectre mode 1 – mode 2 :

$$\int_0^{0.5}\int_0^{0.5}-\sin^2(\pi y_1)\sin(\pi y_2)\sin(2\pi y_2)\,dy_1 dy_2=-\frac{2}{3\pi}.\frac{1}{4}=-0.05305$$

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

- auto-spectre mode 2 :

$$\int_0^{0.5}\int_0^{0.5}\sin(\pi y_1)\sin(2\pi y_1)\sin(\pi y_2)\sin(2\pi y_2)\,dy_1\,dy_2=-\frac{2}{3\pi}.-\frac{2}{3\pi}=0.04503$$

2.2.2 Modélisation B

Pour la modélisation B, la validation se fait par non régression.

- auto-spectre mode 1 : 0.11
- inter-spectre mode 1 – mode 2 : $0.11+0.01534\mathrm{j}$
- auto-spectre mode 2 : 0.11 .

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