

Projet sur les incertitudes en interactions fluide structure

Proposé par

Didier LUCOR (Paris VI)

Elisabeth LONGATTE LACAZEDIEU (EDF R&D)

Fabien HUVELIN (EDF R&D)

Objectif

Il s'agit d'examiner la propagation d'incertitudes dans calcul couplé fluide structure pour des problématiques de vibrations de tubes induites par écoulements.

Les configurations envisagées correspondent à l'étude d'écoulements laminaires au voisinage de structures flexibles filaires pour lesquelles il a été montré qu'il existe une vitesse d'écoulement, dite vitesse critique, pour un jeu de données fixé, à partir de laquelle le tube part en instabilité, c'est-à-dire pour laquelle l'amortissement de l'un des modes du tube devient négatif lorsque la vitesse critique est atteinte. Il est donc intéressant de propager, pour une vitesse d'écoulement fixée en entrée, les incertitudes sur les différents paramètres physiques incertains du modèle afin d'étudier le départ ou non en instabilité du tube.

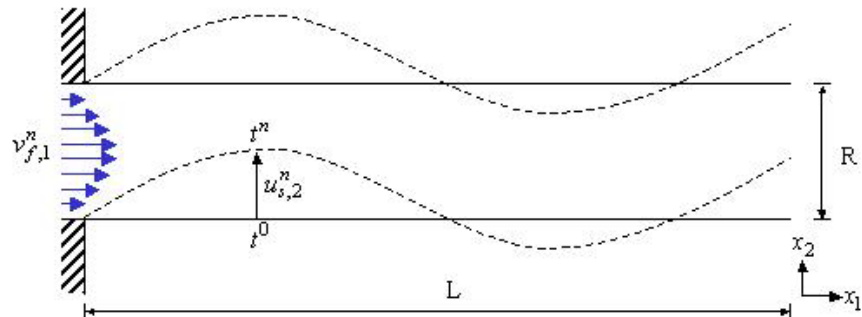
Pour ce faire, la première étape consiste à caractériser les sources d'incertitudes par le biais de fonctions de distributions aléatoires. En mettant en œuvre une méthodologie de propagation d'incertitudes, on peut alors identifier une distribution de probabilité d'occurrence des valeurs d'amortissement des modes du tube. Pour une vitesse d'écoulement en entrée donnée, on cherchera à identifier à la probabilité de dépassement du seuil de départ en instabilité. En faisant varier de façon déterministe les vitesses d'entrée, on pourra ainsi identifier la plage de vitesses, pour lesquelles la probabilité de dépassement du seuil d'instabilité est inférieure à $100 - x \%$ (x étant à définir selon les contraintes industrielles) ; autrement dit, pour lesquelles la probabilité que la structure soit stable est supérieure à $x\%$.

Méthodologie envisagée

La méthode envisagée pour les calculs d'incertitudes est basée sur l'utilisation de polynômes du chaos qui nécessite un nombre de tirages relativement faible pour un faible nombre de paramètres. Elle fournira des informations sur la probabilité d'occurrence d'une instabilité étant donné une incertitude sur les paramètres physiques d'entrée. Par exemple, sur une configuration de type faisceau de tubes, à vitesse d'écoulement donnée, on pourra identifier une probabilité de départ en instabilité d'un tube en fonction du niveau d'incertitude sur les données d'entrée (rapport de masse structure, module d'Young...). Un prédimensionnement de l'influence des variables d'incertitudes sera réalisé grâce à une méthode de type Min Max par plans d'expériences.

Exemple de configuration envisagée

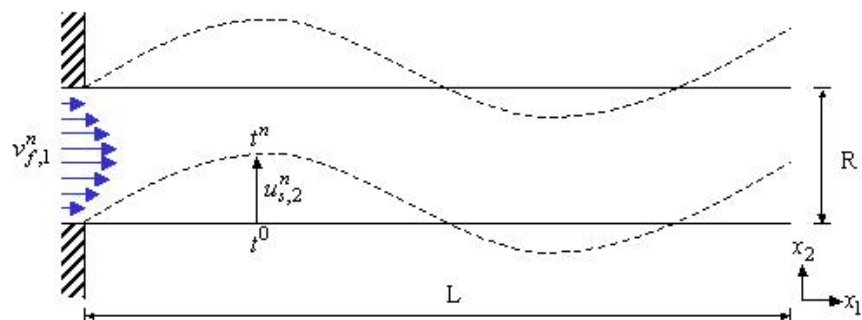
Cas du tuyau d'arrosage



- Écoulement laminaire interne dans un tube
- Départ en instabilité du tube en fonction de la vitesse du fluide en entrée du tube
- Petits déplacements du tube

- Instabilité due au 2nd mode propre du tube
- Résultats « analytiques » et numériques

Cas du tuyau d'arrosage



Données fluide

- Masse volumique
- Viscosité dynamique
- Vitesse en entrée du tube

Données géométriques

- Longueur du tube
- Rayon interne du tube
- Epaisseur du tube

Données structure

- Masse volumique
- Module d'Young
- Coefficient de Poisson