

## Post-doctorat

GeM (Université de Nantes / Ecole Centrale Nantes / CNRS UMR 6183)  
DCNS research

### METHODE DE REDUCTION DE MODELE POUR LE CALCUL DE REPONSE VIBRO-ACOUSTIQUE ALEATOIRE SUR UNE BANDE BASSE FREQUENCE

#### Profil du poste

---

Le post-doctorat est financé par L'IRT Jules Verne dans le cadre du projet SiNuS (Simulation Numérique et optimisation des Structures).

*Durée* : 12 mois (début janvier 2014)

*Lieu* : GeM, Nantes, France

*Chercheurs impliqués dans le projet* :

Mathilde Chevreuil (GeM), Cédric Leblond (DCNS research), Pr. Anthony Nouy (GeM),

Jean-François Sigrist (DCNS research)

*Salaire net* :

#### Contexte scientifique et objectifs

---

Des variations non négligeables des caractéristiques vibro-acoustiques de bâtiments navals sont observées au sein d'une même série et affectent les performances de discrétion et/ou de confort de ces bâtiments. Ainsi leur conception robuste nécessite de prendre en compte dans le modèle différentes sources d'incertitudes et de prédire leur impact sur la réponse du modèle, en particulier sur la réponse vibratoire, sur une bande basses fréquences, de structures contenues dans un fluide.

Dans un cadre probabiliste, le calcul de la réponse vibratoire demande la résolution d'un système d'équations aléatoires définies sur une certaine bande fréquentielle. Dans le cadre stochastique paramétrique, les méthodes spectrales stochastiques [1, 2] offrent un outil robuste permettant d'obtenir une prédiction précise de la réponse en fonction des paramètres de base modélisés par des variables aléatoires. Ce calcul peut cependant être inabordable dans un contexte industriel lorsque la dimension stochastique est grande et qu'un seul calcul vibro-acoustique déterministe est lui-même très coûteux. Ainsi dans [3], il a été proposé une méthode de réduction de modèle *a priori* basée sur les représentations séparées (approximation de tenseur de rang faible [4,5,6]) qui permet de réduire considérablement les coûts de calcul des approches spectrales de type Galerkin pour le calcul de la réponse vibratoire en basses fréquences d'une structure sèche incertaine. Elle met en oeuvre la technique de décomposition spectrale généralisée (GSD) [7, 8] basée sur une séparation espace-paramètre de la réponse afin de résoudre le problème stochastique à chaque fréquence.

L'approche est étendue dans ce projet aux calculs vibro-acoustiques avec des incertitudes sur les paramètres du modèle viscoélastique de la structure. La complexité du problème réside sur le balayage en fréquence de la réponse vibro-acoustique.

L'objectif du post-doctorat sera donc de développer une méthode pertinente de réduction de modèle basée sur les approximations de rang faible pour le calcul de la réponse vibro-acoustique aléatoire sur une bande de fréquence dans le cadre des méthodes spectrales stochastiques. D'une part, différentes techniques pour traiter la problématique de la bande de fréquence pourront être envisagées. Par exemple dans [3], une première technique consiste à générer de manière automatique une base de modes déterministes donnant une représentation précise de la solution aléatoire sur une certaine bande de fréquence. Celle-ci repose sur un enrichissement de la base des modes en balayant cette

plage de fréquence. Une technique alternative repose sur la formulation faible en fréquence du problème initial pour une représentation séparée espace-paramètre-fréquence de la réponse vibro-acoustique. D'autre part, différentes formulations du problème d'interaction fluide-structure peuvent être considérées. Le choix des méthodes sera guidé par la considération des physiques en interaction, les deux physiques structure et fluide conduisant à des champs aux contenus spectraux très différents.

## Mots clés

Vibro-acoustique, basses fréquences, quantification des incertitudes, méthodes spectrales stochastiques, réduction de modèle, approximation de tenseur de rang faible.

## Références

- [1] A. Nouy, Recent developments in spectral stochastic methods for the numerical solution of stochastic partial differential equations. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 16, 251- 285, 2009.
- [2] O. Le Maître and O.M Knio, Spectral methods for uncertainty quantification with applications to computational fluid dynamics. *Scientific Computation*, 2010.
- [3] M. Chevreuil and A. Nouy, Model order reduction based on Proper Generalized Decomposition for the propagation of uncertainties in structural dynamics. *International Journal of Numerical Methods in Engineering*, 89, 241-268, 2012.
- [4] T. G. Kolda and B. W. Bader, Tensor Decompositions and Applications. *SIAM Review*, 51(3):455–500, 2009.
- [5] L. Grasedyck, D. Kressner and C. Tobler. A literature survey of low-rank tensor approximation techniques, *arXiv:1302.7121*, 2013.
- [6] A. Nouy. Proper generalized decompositions and separated representations for the numerical solution of high dimensional stochastic problems, *Archives of Computational Methods in Engineering*, 17, pp. 403– 434, 2010.
- [7] A. Nouy, A generalized spectral decomposition technique to solve a class of linear stochastic partial differential equations. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 196, 4521-4537, 2007.
- [8] A. Nouy, Generalized spectral decomposition methods for solving stochastic finite element equations : invariant subspace problem and dedicated algorithms. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 197, 4718-4736, 2008.

## Profil du candidat

---

Le candidat devra avoir de solides compétences en calcul scientifique. Une expérience sur les méthodes de propagation d'incertitudes ou sur les méthodes d'approximation de tenseur de rang faible sera appréciée.

## Candidature

---

Les candidatures (CV et lettre de motivation) devront être envoyées à l'une des personnes listées ci-dessous :

- Mathilde Chevreuil [mathilde.chevreuil@univ-nantes.fr](mailto:mathilde.chevreuil@univ-nantes.fr), 02 51 12 55 54
- Cédric Leblond [cedric.leblond@dcnsgroup.com](mailto:cedric.leblond@dcnsgroup.com), 02 40 84 77 97
- Anthony Nouy [anthony.nouy@ec-nantes.fr](mailto:anthony.nouy@ec-nantes.fr), 02 40 37 16 76
- Jean-François Sigrist [jean-francois.sigrist@dcnsgroup.com](mailto:jean-francois.sigrist@dcnsgroup.com), 02 40 84 87 84