



Proposition de stage de 3ème année  
d'école d'ingénieur (ou de Master)



# Réduction de modèle multiparamétrique en vibroacoustique : généralisation et implémentation dans Code\_Aster

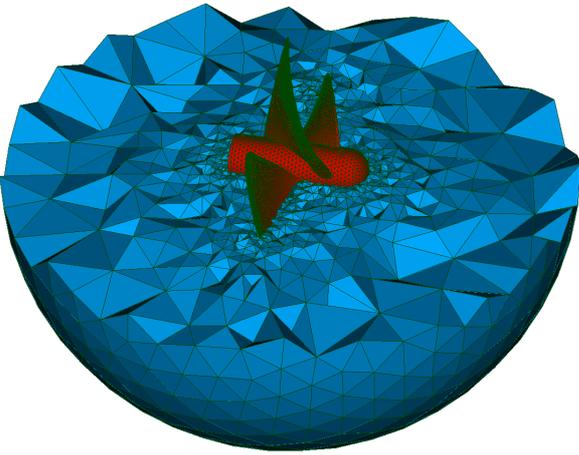
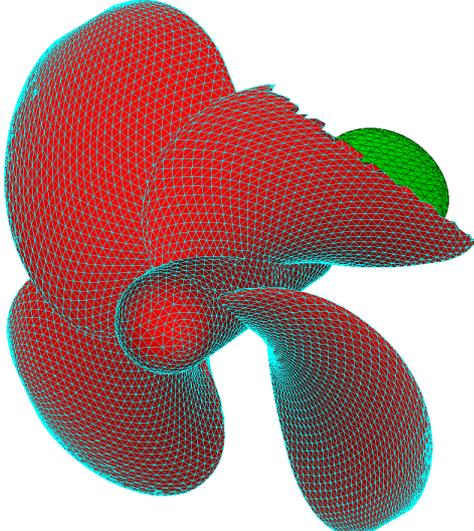
*Ce stage est une collaboration entre le département R&D d'EDF et DCNS.*

## Résumé

Le but du présent stage est de contribuer au développement d'une méthode de calcul de la réponse vibroacoustique de structures immergées via une technique de réduction de modèle multiparamétrique. La base théorique de la méthode est formulée et les premières applications industrielles réalisées sous *Code\_Aster* se montrent prometteuses. Il s'agit dans ce stage d'étendre le champ d'application de la méthode développée, via l'utilisation des multiplicateurs de Lagrange dans les modèles réduits, pour la prise en compte de conditions aux limites plus générales. Le deuxième objectif du stage consiste à optimiser l'implémentation de la méthode au sein de *Code\_Aster* (code élément finis généraliste développé par EDF R&D) via la création de macro-commandes, de sorte à (i) accélérer les temps de calcul et (ii) améliorer l'ergonomie du code pour son utilisation industrielle.

## Contexte

Malgré son caractère linéaire, le calcul de la réponse vibroacoustique de structures immergées en milieu fluide infini demeure très coûteux pour les applications industrielles (voir Fig. 1). En effet, à chaque pas de fréquence un système matriciel complexe, relativement creux et de très grande taille - car couplant les inconnues structure et fluide [1,2] - doit être résolu. De plus, le moindre changement dans la définition du problème (par exemple via les variations du module d'Young, de la masse volumique, ou des sollicitations) nécessite la réalisation d'un nouveau calcul coûteux. Les techniques de réduction de modèle en vibroacoustique - en phase de développement académique [3,4] et de déploiement industriel dans *Code\_Aster* [5] - permettent d'une part, de réduire significativement le coût d'un calcul fréquentiel pour une valeur des paramètres, mais également d'obtenir la solution pour un ensemble de valeurs des paramètres. Les gains en temps par rapport à un problème complet sont de plusieurs ordres de grandeurs, ouvrant la voie à de nouvelles stratégies de dimensionnement. Le présent stage vise à accompagner le déploiement industriel de la méthode.

	
<p>Maillage hélice+fluide acoustique pour un calcul couplé vibroacoustique</p>	<p>Maillage d'hélice avec patch viscoélastique</p>

Travaux à réaliser : Le travail de recherche du stage s'articulera autour des points suivants

- i) étude bibliographique succincte sur les techniques de réduction de modèle et appropriation de la méthode proposée ;
- ii) prise en main de code\_aster via l'application de quelques cas tests et la lecture de la documentation technique ;
- iii) développement théorique : prise en compte des degrés de liberté de Lagrange dans la construction d'un modèle réduit vibroacoustique paramétrique, en vue d'élargir le champ d'application de la méthode ;
- iv) développements numériques : (a) intégration du développement théorique réalisé en iii) dans le code de calcul ; (b) développement de macro-commandes code\_aster visant à optimiser le temps de calcul et améliorer l'ergonomie du code ;
- v) synthèse des travaux (mémoire et valorisation scientifique).

### Profil recherché

Étudiant en 2<sup>ème</sup> année de cycle Master ou 3<sup>ème</sup> année de cycle Ingénieur, goût pour les activités de R&D. Formation généraliste ou spécialisée dans les domaines suivants : mécanique des structures, vibroacoustique, modélisation mathématique et résolution numérique.

### Connaissances souhaitées

Mécanique des structures, connaissance d'un code de calcul en mécanique, implémentation numérique (langages Python et Fortran 90) et algorithmique.

### Durée et conditions matérielles

6 mois au total à EDF R&D (Clamart). Indemnisation selon convention de stage DCNS et EDF.

### Références

- [1] J.-F Sigrist, Interaction fluide-structure, Analyse vibratoire par éléments finis, Technosup, Ellipses, 2011;
- [2] H. J.-P. Morand, R. Ohayon, Fluid-Structure Interaction : Applied Numerical Methods, Wiley, 1995;
- [3] R. Ohayon, C. Soize, Advanced computational dissipative structural acoustics and fluid-structure interaction in low- and medium-frequency domains. Reduced-order models and uncertainty quantification, IJASS, vol.13, p14-40, 2012 ;
- [4] C. Leblond, J.-F Sigrist, Reduced order modeling for the low frequency response of submerged viscoelastic structures, soumis à IJNME ;
- [5] Code\_Aster Open Source - general FEA software, EDF R&D, [www.code-aster.org](http://www.code-aster.org).

## **Contacts**

DCNS:

CEDRIC LEBLOND & JEAN-FRANÇOIS SIGRIST

Ingénieurs R&D

Département Dynamique des Structures

DCNS Research

02.40.84.77.97 // 02.40.84.87.84

[cedric.leblond@dcnsgroup.com](mailto:cedric.leblond@dcnsgroup.com)

[jean-francois.sigrist@dcnsgroup.com](mailto:jean-francois.sigrist@dcnsgroup.com)

EDF R&D :

MICKAËL ABBAS

Ingénieur de Recherche

Analyses Mécaniques et Acoustique

EDF R&D

01.47.65.27.52

[mickael.abbas@edf.fr](mailto:mickael.abbas@edf.fr)