

**Proposition de thèse CIFRE - Thales Underwater Systems / INSA Lyon
2015-2018**

**Développement de modèles vibro-acoustiques pour prédire le champ
proche d'une coque cylindrique raidie munie de revêtements
acoustiques**

Description de la thèse

Cette thèse s'inscrit dans le cadre d'une collaboration entre le laboratoire Vibrations-Acoustique de l'INSA de Lyon et la société Thales Underwater Systems basée à Sophia Antipolis.

Contexte

En lutte sous-marine, les antennes Sonar sont utilisées pour la détection acoustique des navires adverses. Afin d'augmenter le rapport signal à bruit, différents traitements du signal comme la formation de voies sont utilisés. Les performances de détection à la mer du Sonar dépendent à la fois de la capacité de l'antenne et de son traitement à faire ressortir le signal à détecter (i.e. sa réponse en signal) et à sa capacité à s'affranchir du bruit de fond environnant après traitement (i.e. sa réponse en bruit). Dans le cadre de la thèse, on s'intéressera aux antennes fixées sur la coque résistante du véhicule sous-marin. Ce type d'antenne est généralement constitué d'hydrophones noyés dans une matrice polyuréthane et de différentes couches de revêtements acoustiques (i.e. matériaux viscoélastiques) ayant différentes fonctions. L'ensemble est fixé sur la coque qui est elle-même raidie pour résister la pression hydrostatique. Elle est alors soumise à différents bruits perturbateurs : bruit mécanique et acoustique venant de l'intérieur de la coque résistante, bruit hydrodynamique induit par l'écoulement turbulent sur l'antenne. L'expérience montre que ces différents éléments de conception (raidisseurs, revêtements acoustiques, épaisseur coque) et ces différents types de bruit influencent les performances de détection de l'antenne.

Afin de mieux appréhender les phénomènes physiques qui interviennent sur la réponse en signal et en bruit de l'antenne, il est nécessaire de disposer d'outils de simulation numérique du comportement vibro-acoustique de l'ensemble coque raidie - revêtements acoustiques - antenne.

Objectif de la thèse

L'objectif de la thèse consiste à développer des modèles vibro-acoustiques d'une coque cylindrique raidie périodiquement et revêtue de matériaux viscoélastiques et d'analyser le signal en sortie de formation de voies pour différents types d'excitation.

Le modèle devra prendre en compte :

- les renforts circonférentiels espacés régulièrement avec prise en compte de la déformation de la section droite (modélisation éléments finis type coque mince); Deux réseaux périodiques de type de renfort et de pas différents devront être pris en compte afin de modéliser à la fois les raidisseurs et les cloisons séparant les différentes sections de coque ;

- la coque cylindrique en acier représentée par la théorie des coques minces ou par la théorie de l'élasticité ;

- diverses couches de matériaux fluides, élastiques ou viscoélastiques (propriétés complexes et variables en fréquence), isotropie transverse, et homogènes dans les directions axiale et tangentielle ;

- des excitations mécaniques et des sources acoustiques à l'intérieur de la coque, des ondes planes convectives incidentes ou des fluctuations de pression induites par couche limite turbulente à l'extérieur.

Les données de sortie seront les déplacements/contraintes dans la coque et l'ensemble multi-couches, la pression rayonnée dans l'eau en champ proche et en champ lointain. Ces données pourront ensuite être traitées pour analyser le signal en sortie de formation de voies en fonction de différents paramètres géométriques/mécaniques et différents types de bruit.

Différentes stratégies de modélisation pourront être étudiées afin d'optimiser les temps calculs, de couvrir une large gamme de fréquence et rendre l'outil flexible pour des études paramétriques. Elles s'appuieront sur une combinaison de méthodes de modélisation proposées dans la littérature [1-4] ou déjà développées au LVA [5-8] et chez Thales Underwater Systems [9-11]. Le modèle proposé présentera au moins deux avancées notables par rapport aux modèles existants : le couplage d'un modèle coque mince de renfort (prenant en compte la déformée tri-dimensionnelle du renfort) et d'un modèle multicouche de coque revêtue (permettant l'évaluation du comportement des couches de revêtement en haute fréquence); la modélisation de matériaux acoustiques anisotropes (matériaux macro-inclusionnaires homogénéisés). Des variantes du modèle original pourront être développées pour prendre en compte des couches inhomogènes dans les directions axiale et tangentielle (réseau périodique de tuiles ou d'inclusions).

Le doctorant sera basé à Lyon avec des déplacements ponctuels à Sophia Antipolis pour des réunions d'avancement. La thèse doit débiter à l'automne 2015.

Encadrement scientifique

Laurent MAXIT (laurent.maxit@insa-lyon.fr), LVA, INSA Lyon, 04 72 43 62 15

Julien BERNARD (Julien.Bernard@fr.thalesgroup.com), TUS Sophia Antipolis, 04 92 96 34 95

Profil du candidat

Le candidat (titulaire d'un Master Recherche ou d'un diplôme d'Ingénieur) devra posséder des compétences en acoustique et en mécanique des milieux continus

(mécanique des solides, dynamique des structures), et un goût prononcé pour la modélisation de phénomènes physique. Une bonne connaissance du logiciel Matlab et en modélisation éléments finis est souhaitée.

Pour postuler, envoyer CV, lettre de motivation et les relevés de notes obtenus ces 3 dernières années (ainsi que ceux d'un éventuel diplôme en préparation) à laurent.maxit@insa-lyon.fr et à Julien.Bernard@fr.thalesgroup.com.

Références bibliographiques

- [1] Cuschieri J.M., Feit D., Influence of circumferential partial coating on the acoustic radiation from a fluid-loaded shell *Journal of the Acoustical Society of America*, 107 (2000) 3196-3207.
- [2] Wang X., Zhang A., Pang F., Yao X., Noise reduction analysis for a stiffened finite plate, *Journal of Sound and Vibration*, 333 (2014) 228-245.
- [3] Hull J.H., Welch J.R., Elastic response of an acoustic coating on a rib-stiffened plate, *Journal of Sound and Vibration*, 329 (2010) 4192-4211.
- [4] Yan J., Li T.Y., Liu J.X., Zhu X., Space harmonic analysis of sound radiation from a submerged periodic ring-stiffened cylindrical shell, *Applied Acoustics*, 67 (2006) 743-755.
- [5] Maxit, L., Ginoux J.-M., Prediction of the vibro-acoustic behavior of a submerged shell non periodically stiffened by internal frames. *Journal of the Acoustical Society of America*, 2010, Vol. 128 (1), p. 137-151.
- [6] Maxit L., Berton, M., Audoly C., Juve D., Discussion about different methods for introducing the turbulent boundary layer excitation in vibroacoustic models.. Chapter III-3 of *Flow Induced Noise and Vibration Issues and Aspects*, Springer, 2015
- [7] Maxit L., Denis V., Prediction of flow induced sound and vibration of periodically stiffened plate, *Journal of the Acoustical Society of America*, 133 (2013) 146-160.
- [8] Meyer V, Maxit L, Guyader J.L., Audoly C, A condensed transfer function method as a tool for solving vibroacoustic problems, *Proceedings of NOVEM 2015*, Dubrovnik, Croatia, April 2015.
- [9] Skelton, E.A., 'Theoretical Acoustics of Underwater Structures', Imperial College Press, 1997.
- [10] Skelton, E.A., James J.H, Acoustics of an anisotropic layered cylinder, *Journal of Sound and Vibration*, 161 (1993) 251-264.
- [11] Skelton E.A, Acoustic scattering by a cylindrical shell with symmetric line constraints in the heavy fluid-loading limit, *Journal of the Acoustical Society of America*, 113 (2003) 299-308