

Sujet de thèse Naval-Group / INSA Lyon – 2018-2021

Modélisation du comportement vibro-acoustique des coques de véhicules sous-marins partiellement revêtues d'un matériau anéchoïque ou de masquage

Laboratoire d'accueil :

Laboratoire Vibrations-Acoustique EA677, INSA Lyon, Univ Lyon
25 bis av. Jean Capelle, 69621 Villeurbanne cedex

Encadrements et contacts :

L. Maxit, Maître de conférences HDR, Laboratoire Vibrations-Acoustique, INSA Lyon
04 72 43 62 15, laurent.maxit@insa-lyon.fr
V. Meyer, Ingénieur de recherche, NAVAL-Group Research (DCNS), Ollioules
04 94 11 66 27, valentin.meyer@naval-group.com

Contexte de la thèse :

Les performances acoustiques des coques épaisses des véhicules sous-marins jouent un rôle important sur leurs performances opérationnelles :

- dans le cas d'une excitation interne de la coque, le rayonnement acoustique en champ lointain influence le risque de détection par des sonars passifs (problème du bruit rayonné), et le rayonnement en champ proche influence les performances des sonars intégrés sur le véhicule (problème du bruit propre) ;
- dans le cas de l'excitation de la coque par une onde provenant de l'extérieur, la réflexion des ondes acoustiques sur la coque joue un rôle vis-à-vis des sonars actifs (problème de l'index de cible acoustique).

Afin de maîtriser ces performances dès les 1^{er} phases d'étude d'un projet de véhicule sous-marin, il est nécessaire de disposer d'outils de simulation numérique performants. Le code ORCAA a été développé à DCNS ces dernières années dans le cadre d'une collaboration avec le LVA de l'INSA de Lyon. Celui-ci permet de simuler numériquement le comportement vibro-acoustique de coques épaisses immergées. Il est basé sur l'approche de sous-structuration CAA (Circumferential Admittance Approach) [1,2]. Cette méthode permet de coupler un modèle analytique d'une coque cylindrique en eau avec des modèles Eléments Finis des structures internes axisymétriques (raideurs, cloisons hémisphérique, extrémités axisymétriques). Elle permet d'appréhender sur une large gamme de fréquences les trois performances acoustiques importantes d'un véhicule sous-marin (i.e. bruit rayonné, bruit propre, index de cible) et intègre les excitations mécaniques, acoustiques et hydrodynamiques (couche limite turbulente). Lors de la thèse de V. Meyer (2013-2016), l'approche de sous-structuration a été généralisée pour donner l'approche des fonctions de transfert condensées (CTF, Condensed Transfer Functions) [3]. Elle permet alors d'intégrer des structures internes non-axisymétriques (carlingages, planchers, etc) dans le modèle de la coque épaisse immergée [4,5]. Les outils développés ne permettent cependant pas d'intégrer les

revêtements acoustiques sur la coque utilisées pour la maîtrise des performances acoustiques. La thèse proposée consiste à combler ce manque.

Sujet de la thèse :

La thèse consiste à développer une approche pour intégrer des revêtements partiels de la coque dans les modèles vibro-acoustiques de coques épaisses de véhicules sous-marins.

Deux grands types de revêtements de coque seront à considérer : les matériaux anéchoïques et les matériaux de masquage [6,7]. Ils se caractérisent par des propriétés mécaniques très différentes. Ces revêtements peuvent être constitués de matériaux visco-élastiques micro ou macro – inclusionnaires [8]. L'intégration de méta-matériaux [9] pourra également être considérée. Les modèles des matériaux (éléments finis, analytiques, cellules périodiques, etc) seront considérés comme des données d'entrée. On ne cherchera pas à développer de nouveaux modèles de ces matériaux. La thèse visera à faire le lien entre ces modèles de matériaux et les modèles de coques épaisses déjà développés. La difficulté principale reposera sur la prise en compte du revêtement partiel de la coque (i.e. sur un tronçon de la coque et sur un secteur angulaire donné) ce qui couple les ordres circonférentiels de la coque en eau [10]. On cherchera à développer une approche originale basée sur les fonctions de transfert condensées qui permettra de contourner cet obstacle.

A terme, les outils développés permettront d'estimer les gains apportés sur les performances acoustiques (i.e. bruit rayonné, bruit propre, index de cible) du revêtement partiel de la coque pour la gamme de fréquence d'intérêt.

Profil du candidat recherché

Le candidat (titulaire d'un Master Recherche ou d'un diplôme d'Ingénieur) devra avoir un **goût prononcé pour la modélisation de phénomènes physiques** et posséder des **compétences en acoustique et/ou en mécanique des milieux continus** (mécanique des solides, dynamique des structures, vibrations).

Références :

- [1] L. Maxit, J.M. Ginoux - Prediction of the vibro-acoustic behavior of a submerged shell non periodically stiffened by internal frames. *JASA*, 2010, Vol. 128 (1), p. 137-151.
- [2] L. Maxit, Scattering model of a cylindrical shell with internal axisymmetric frames by using the circumferential admittance approach, *Applied Acoustics*, 80 (2014) 10-22.
- [3] V. Meyer, L. Maxit, J.-L. Guyader, T. Leissing, C. Audoly, A condensed transfer function method as a tool for solving vibroacoustic problems. *Proc. IMechE Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, 230 (2016) 928-938.
- [4] V. Meyer, L. Maxit J.-L. Guyader,, T. Leissing, Prediction of the vibroacoustic behaviour of a submerged shell with non-axisymmetric internal substructures by a condensed transfer function method, *Journal of Sound and Vibration*, 360 (2016) 260-276.
- [5] V. Meyer, L. Maxit, C. Audoly, A substructuring approach for modelling the acoustic scattering from stiffened submerged shells coupled to non-axisymmetric internal structures. *Journal of the Acoustical Society of America*, 140 (2016) 1609-1617.
- [6] E.A. Skelton, 'Theoretical Acoustics of Underwater Structures', Imperial College Press, 1997.
- [7] C. Dutrion, Etude de la faisabilité d'un revêtement élastique pour la furtivité acoustique, Thèse de l'Université de Toulouse, 2014.
- [8] C. Audoly, Acoustic analysis of panels made with viscoelastic materials containing resonant cavities , *Acta Acust.*, vol. 2 (5), pp. 393-402, 1994.
- [9] A. N. Norris, Acoustic cloaking theory. *Proceedings of the Royal Society A*, 464:2411–2434, avril 2008.
- [10] J. M. Cuschieria, D.Feit, Influence of circumferential partial coating on the acoustic radiation from a fluid-loaded shell. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 107(6):3196–3207, 2000.