

Thèse CIFRE Naval Group - LMA - UTC (2024-2027)

L'imagerie acoustique au service de la prédiction du bruit rayonné de structures complexes immergées

Encadrements et contacts :

- F. Hugues, Ingénieur études et essais, Naval Group, Ollioules.
+33 (0) 4 94 11 35 05, florian.hugues@naval-group.com
- V. Meyer, Ingénieur de recherche, Naval Group, Ollioules.
+33 (0) 4 94 11 66 27, valentin.meyer@naval-group.com
- S. Rakotonarivo, Maîtresse de Conférences HDR, Aix-Marseille Université/Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique, Marseille.
+33 (0) 4 13 94 62 97, sandrine.rakotonarivo@univ-amu.fr
- E. Perrey-Debain, Professeur des Universités, Université de technologie de Compiègne, Laboratoire Roverbal, Compiègne.
+33 (0) 3 44 23 46 41, emmanuel.perrey-debain@utc.fr

I. Objet de la thèse :

L'augmentation des activités anthropologiques en mer ont mis en avant la nécessité d'étudier l'impact du bruit sous-marin sur la faune marine. Parmi elles, le trafic maritime est l'un des contributeurs majoritaires au bruit sous-marin et il faut donc pouvoir maîtriser le bruit rayonné par les navires. D'autre part, dans le domaine militaire, la maîtrise de la signature acoustique représente un enjeu [1]. En effet, un bâtiment bruyant peut être facilement détecté et localisé à plusieurs centaines voire plusieurs milliers de kilomètres, grâce notamment à l'apparition d'antennes acoustiques de très grande dimension qui ont permis d'augmenter sensiblement les capacités de détection.

Naval Group s'intéresse à des techniques acoustiques qui permettraient d'améliorer les performances des moyens de mesure de la signature acoustique des navires. L'objectif général de la thèse consiste ainsi à proposer des avancées en matière de prédiction du rayonnement acoustique de structures complexes immergées.

II. Objectifs scientifiques et techniques de la thèse :

Afin de gagner en efficacité lors des essais de mesure du bruit rayonné, la thèse est déclinée selon les trois sous-objectifs suivants :

- **Sous-objectif 1** : modéliser le rayonnement de la structure et identifier les signatures acoustiques des différentes contributions de sources de bruit dans la réponse modélisée ;
- **Sous-objectif 2** : proposer des méthodes de traitement d'antenne sur des données acoustiques, pour la localisation et la quantification des points chauds du navire en statique et en mouvement applicables en milieu confiné et pour des géométries complexes ;
- **Sous-objectif 3** : dimensionner des expérimentations de mesure de bruit rayonné d'une maquette permettant de valider les méthodes proposées.

III. Approche et déroulement de la thèse :

Afin de modéliser le rayonnement acoustique de la structure et des potentielles sources de bruit, l'approche reposera sur l'utilisation de méthodes numériques basées sur le formalisme des éléments de frontière [2][3][4]. Puis, le problème inverse de localisation de source et quantification des points chauds pourra être traité selon le principe d'holographie acoustique [5] ou par les méthodes de formation de voies [6][7] et emploiera différentes stratégies selon que la mesure soit en champ proche ou en champ lointain.

La thèse se déroulera selon les principales étapes suivantes :

1. Etude bibliographique ;
2. Mise en place des modèles numériques ;
3. Définition et réalisation d'essais ;
4. Rédaction du mémoire de thèse, synthèse du travail et publications scientifiques.

IV. Profil recherché :

BAC +5: Master 2 recherche avec de solides compétences en acoustique /vibration, mathématiques, traitement du signal et une forte appétence pour la mise en œuvre d'expériences en laboratoire.

V. Références :

- [1] M. Ginoux, M. Bertinier, La maîtrise de la discrétion acoustique dans un programme de navire. *Acoustique & techniques*, (66), 32-40 (2011).
- [2] Langrenne, C., Melon, M., & Garcia, A. (2007). Boundary element method for the acoustic characterization of a machine in bounded noisy environment. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 121(5), 2750-2757.
- [3] E. Perrey-Debain, J. Trevelyan, P. Bettess. On wave boundary elements for radiation and scattering problems with piecewise constant impedance. *IEEE Trans. on Antennas and Propagation*, 53(2), 876-879, 2005.
- [4] The Equivalent Source Method is an indirect Boundary Element Method with an implicit Voronoi mesh, V. Roggerone, R. Guillermin, Sandrine T. Rakotonarivo, *Journal of Sound and Vibration*, <https://doi.org/10.1016/j.jsv.2023.118234> (2024).
- [5] Williams, E. G., & Mann III, J. A. Fourier acoustics: sound radiation and nearfield acoustical holography. *Acoustical Society of America*, (2000).
- [6] Leclère, Q., Pereira, A., Bailly, C., Antoni, J., Picard, C.: A unified formalism for acoustic imaging based on microphone array measurements. *Int. J. Aeroacoust.* 16(4-5), 431-456 (2017).
- [7] B. Oudompheng, Localisation et contribution de sources acoustiques de navire au passage par traitement d'antenne réduite, Thèse de l'Université Grenoble Alpes (ComUE), GIPSA-Lab, 2015.