

# Stage en acoustique et traitement du signal au CRAN (CNRS, Université de Lorraine, Nancy)

## Océanographie acoustique & capteurs vectoriels: énergie des signaux sonores sous-marins

### Contexte

Le stage proposé se déroulera à l'Université de Lorraine au sein de l'équipe Signaux Multidimensionnels du laboratoire CRAN (UMR 7039 CNRS). Il sera d'une durée de 5 à 6 mois et vise principalement le jeune ingénieur/chercheur en projet de fin d'étude ou en master recherche. Le stage pourra être prolongé par une thèse réalisée en collaboration internationale entre le CRAN et la Woods Hole Oceanographic Institution (USA), avec des séjours sur place pendant la durée de la thèse.

### Thématique générale

Contrairement à un vieil adage populaire, l'océan n'est pas un monde silencieux. Ses hôtes, quelle que soit leur taille (de la baleine à la crevette), produisent en permanence un chœur acoustique varié. A ce bruit biologique s'ajoutent de nombreux bruits naturels (séisme, pluie...) ou anthropiques (trafic maritime, prospection pétrolière...). Ainsi, il règne dans l'océan une véritable cacophonie sous-marine. L'Acoustique Passive consiste à écouter ces sons, les analyser, et les utiliser pour mieux comprendre les milieux océaniques.

### Sujet du stage

Si l'Acoustique Passive repose historiquement sur la mesure de la pression (i.e. un signal scalaire), ces dernières années ont vu l'émergence de capteurs vectoriels permettant la mesure de la vitesse particulière (i.e. un signal vectoriel 2D ou 3D). Ces nouveaux capteurs offrent une opportunité unique pour étudier l'océan, via l'estimation directe de quantités jusqu'alors inaccessibles, telles que l'énergie cinétique ou la polarisation du champ acoustique.

Le sujet s'intéresse aux liens théoriques et pratiques entre les mesures de pression et les mesures vectorielles. On explorera notamment les liens entre énergie potentielle  $E_p$  (i.e. signal de pression) et énergie cinétique  $E_k$  (i.e. signal vectoriel). Des travaux récents, théoriques [Flamant & Bonnel 2023] et expérimentaux [Dahl et al. 2024] montrent une certaine équivalence entre  $E_p$  et  $E_k$ . Dans le cadre du stage, on explorera les approximations liées à cette équivalence, notamment en fonction de la position de la source (e.g. surface ou immergée, champ proche ou lointain), de sa nature (e.g. large bande ou bande étroite) et des conditions océanographiques influant sur la propagation acoustique. Les résultats obtenus pourront être mis à profit pour développer des méthodes de localisation de source.

Le sujet, relativement large, couvre l'acoustique sous-marine (modèles numériques de propagation, acoustique vectorielle, etc.), et le traitement du signal (analyse temps-fréquence, estimation en contexte bruité, signaux polarisés, etc.). Dans le contexte décrit plus haut, les recherches à effectuer seront relativement libres et pourront être adaptées au profil du candidat.

Flamant, J., & Bonnel, J. (2023). Broadband properties of potential and kinetic energies in an oceanic waveguide. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 153(5), 3012-3012.

Dahl, P. H., Bonnel, J., & Dall'Osto, D. R. (2024). On the equivalence of scalar-pressure and vector-based acoustic dosage measures as derived from time-limited signal waveforms. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 155(5), 3291-3301.

### Profil du candidat

Le candidat doit être un étudiant en stage de Master Recherche ou un élève ingénieur en projet de fin d'étude. Il doit posséder de solides compétences en acoustique et / ou traitement du signal. La maîtrise d'un langage de programmation (Matlab et/ou Python) est nécessaire. Un goût pour la réalisation d'expériences numériques sera un plus. Compte tenu de la poursuite possible en thèse en collaboration internationale, un bon niveau d'anglais est attendu.

**Information complémentaire**

-Pour postuler, envoyer un CV, une lettre de motivation, et éventuellement tout document paraissant pertinent pour renforcer le dossier, aux 2 contacts ci-dessous.

-Rémunération : ~600€ par mois, selon la réglementation en vigueur.

**Contact**

Julien Flamant (CRAN) [julien.flamant@cnrs.fr](mailto:julien.flamant@cnrs.fr)

Julien Bonnel (WHOI) [jbonnel@whoi.edu](mailto:jbonnel@whoi.edu)