

DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **13 novembre 2025**

Nom de famille et prénom de l'auteur. e : **Madame Célestine LACHAMBRE**

Titre de la thèse : Problèmes inverses appliqués à l'imagerie passive de la cavitation ultrasonore

Résumé



Cette thèse s'inscrit dans le cadre du suivi de la cavitation induite par ultrasons focalisés de haute intensité (HIFU), utilisée notamment pour l'ouverture de la barrière hémato-encéphalique ou la délivrance ciblée de médicaments. L'imagerie passive ultrasonore, utilisée pour le monitoring de la cavitation, s'appuie généralement sur des méthodes de beamforming direct. Ces dernières permettent d'estimer la localisation des sources de cavitation via des cartes de puissance, mais restent limitées en résolution spatiale, notamment axiale, et sont sensibles aux artefacts en présence de sources corrélées. Afin de surmonter ces limitations, cette thèse propose une approche de reconstruction basée sur la résolution d'un problème inverse : le Cross-Spectral Matrix Fitting (CMF). Ce problème inverse est associé à une régularisation combinant parcimonie et variation totale (spTV), adaptée à la structure des nuages de cavitation. Une extension multifréquence, appelée Weighted Frequency Compounding - Cross Spectral Matrix Fitting (WFC-CMF), est également introduite. Cette méthode intègre l'information de plusieurs fréquences dans le problème inverse afin de limiter les artefacts de corrélation et inclut des estimateurs robustes pour renforcer la stabilité face aux fréquences bruitées. Nous abordons également la possibilité de remplacer la régularisation explicite par un réseau de neurones convolutif débruiteur via un modèle d'apprentissage profond appelé Deep Equilibrium. Cette méthode est dénommée CMF-DEQ. Les performances des méthodes proposées sont évaluées en simulation et expérimentalement, puis comparées à des techniques de référence telles que les méthodes de beamforming Delay-and-Sum et Capon Robuste.

Mots-clés : Imagerie ultrasonore passive, Cavitation, Problèmes inverses, Traitement du signal

