

Avis de Soutenance

Monsieur Axel ADAM

Traitement du signal et de l'image

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

imagerie ultrasonore par émissions continues

dirigés par Monsieur Adrian BASARAB et Madame Barbara NICOLAS

Soutenance prévue le **vendredi 23 janvier 2026** à h00

Lieu : Salle de conférence de la Bibliothèque Universitaire de Sciences Domaine de la Doua – 20 avenue Gaston Berger - 69100 VILLEURBANNE

Composition du jury proposé

M. Adrian BASARAB	Université Claude Bernard Lyon 1	Directeur de thèse
M. Jean-Philippe THIRAN	École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL)	Rapporteur
M. Guillaume LAJOINIE	Université de Twente (Pays-Bas)	Rapporteur
M. Salim SI-MOHAMED	Université Claude Bernard Lyon 1	Examineur
Mme Odile BONNEFOUS	PHILIPS FRANCE	Examinatrice
Mme Diana MATEUS	Ecole centrale de Nantes	Examinatrice
M. Rémi GRIBONVAL	INRIA Lyon	Invité
Mme Barbara NICOLAS	CNRS Lyon	Invitée

Mots-clés : Imagerie ultrasonore, Reconstruction d'images, Emissions continues, Probleme inverse, Filtrage adaptatif

Résumé :

L'échographie, souvent référencée comme imagerie ultrasonore (US) dans la littérature, est une modalité d'imagerie médicale peu coûteuse et non invasive. Elle permet la caractérisation en profondeur des tissus mous en cartographiant le potentiel de réflexion du milieu insonifié. Conventionnellement, l'imagerie US repose sur le paradigme pulse-echo (PE), dont le principe est d'insonifier le milieu par une ou plusieurs impulsions de très courtes durée (quelques microsecondes) pour estimer une représentation du milieu. Cette approche permet d'identifier directement les structures échogènes du milieu en fonction du temps de vol des échos enregistrés. Toutefois, dans l'optique d'imager des phénomènes rapides, de l'ordre de plusieurs mètres par seconde, ou brefs de l'ordre de quelques microsecondes, le PE est soumis à deux limitations intrinsèques. En effet, les techniques basées sur le paradigme PE sont, d'une part, limitées par la fréquence de répétition des impulsions émises. Cette fréquence, est directement proportionnelle à la cadence d'imagerie, est majorée afin d'empêcher l'apparition d'artefacts d'ambiguïté de distance. Plus concrètement, cette contrainte garantit que tous les échos produits par une impulsion sont réceptionnés avant d'émettre la suivante. D'autre part, la brièveté de chaque impulsion émise, environs égale à 1% de la période de répétition de l'impulsion, implique qu'aucun écho n'est produit

pendant la majorité du temps d'acquisition. Pour palier ces limitations, un nouveau paradigme basé sur l'insonification en continu du milieu est proposé, dont la forme d'onde est semblable à celle des méthodes d'émission continue en radar et sonar. Cela permet d'enregistrer à la réception, des échos provenant de l'intégralité du milieu imagé à n'importe quel instant du temps d'acquisition. Les signaux reçus sont en chaque instant un mélange spatio-temporel qu'il faut être en mesure de décoder pour retrouver l'évolution des différentes régions du milieu avec une haute résolution temporelle. Dans ce cadre, nos contributions s'articulent autour du développement de nouvelles méthodes d'imagerie adaptées au mode d'émission continue. En s'appuyant sur l'hypothèse d'un milieu linéaire et invariant dans le temps par morceaux, nous proposons deux approches pour imager une ligne unique du milieu au cours du temps, sous forme d'une image M-Mode, à une cadence d'imagerie de l'ordre du MHz. La première méthode repose sur, un fenêtrage glissant sur les signaux continus émis et reçus, couplé à un décodage par filtrage adaptatif. Pour améliorer le contraste de l'image M-Mode, une autre méthode de reconstruction d'image basée problème inverse avec une stratégie plug-and-play, a été développée. Ces deux méthodes d'imagerie M-Mode ont été validées en simulation sur des données réalistes et expérimentalement sur un fantôme dynamique. Ensuite, une preuve de concept est apportée pour l'imagerie B-Mode avec une cadence égale à 450 kHz, au moyen d'un schéma d'émission/réception adapté à l'émission continue.