

## Stage de Master 2 : Localisation robuste de microbulles pour l'imagerie de localisation ultrasonore

L'imagerie de localisation ultrasonore (ULM pour Ultrasound Localization Microscopy) est une technique développée depuis une dizaine d'années et qui permet d'obtenir des images ultrasonores de la microstructure vasculaire avec une résolution micrométrique et une profondeur centimétrique [1]. Cette technique, basée sur le principe de la microscopie de localisation par photoactivation à fluorescence de l'imagerie optique [2], consiste en la détection d'agents de contraste ultrasonores (microbulles) dans le flux sanguin et au suivi de leurs déplacements durant des acquisitions ultrasonores. Afin de remonter à une cartographie de la microstructure vasculaire (cf Figure 1), différentes étapes sont nécessaires suite à l'acquisition ultrasonore : reconstruction des images, détection puis isolation des microbulles, localisation de leurs centres et suivi de leurs déplacements.

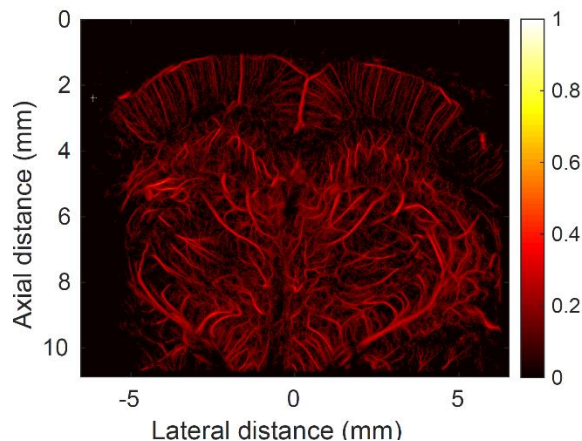


Figure 1 : Résultat de localisation ultrasonore obtenu sur un cerveau de rat, issu des travaux de A. Corazza, Creatis

Un des inconvénients de l'ULM réside dans le temps d'acquisition nécessaire pour obtenir une image haute résolution avec un maximum de micro-vaisseaux (3-5 minutes). Une des causes est que le suivi du déplacement des microbulles ne peut être réalisé que sur des microbulles individuelles et c'est pour cela que des microbulles trop proches ne sont donc pas conservées lors de la phase d'isolation. La reconstruction des images ultrasonores par des méthodes de formations d'images adaptatives pourrait alors permettre de diminuer ce temps d'acquisition en améliorant la résolution des images et donc en permettant la prise en compte de ces microbulles proches. L'utilisation de méthodes de formation d'image adaptatives, notamment les algorithmes Capon [3], a mis en évidence une meilleure détection de deux microbulles proches et non détectées individuellement par formation d'image classique mais avec des réponses impulsionnelles (PSF) des microbulles irrégulières sur des simulations numériques. Or, la localisation du centre des microbulles implique dans les algorithmes les plus souvent utilisés dans la littérature des PSFs de microbulles symétriques.

L'objectif de ce stage est de travailler sur une technique de localisation des microbulles adaptées à tous types de PSFs et permettant de détecter des microbulles non isolées.

Le stage consistera en :

- Un état de l'art des méthodes de localisation de microbulles en ULM,
- Le développement d'une méthode de localisation basée sur une mixture de gaussienne,

- La validation de la méthode développée sur des données de microbulles simulées et expérimentales,
- L'exploration d'autres pistes permettant de réaliser la localisation robuste de microbulles en ULM.

**Déroulement du stage et candidat :** Ce stage sera réalisé au laboratoire CREATIS dans l'équipe Imagerie Ultrasonore ULTIM (Université Lyon 1, Villeurbanne). Le candidat aura une formation d'ingénieur ou équivalent, avec spécialisation signal, image et/ou acoustique. Des compétences en Matlab seront également nécessaires. Des expériences ou compétences dans le domaine médical seront appréciés.

**Encadrants :** Pauline MULEKI SEYA ([pauline.muleki-seya@creatis.insa-lyon.fr](mailto:pauline.muleki-seya@creatis.insa-lyon.fr)), Barbara NICOLAS ([barbara.nicolas@creatis.insa-lyon.fr](mailto:barbara.nicolas@creatis.insa-lyon.fr)), Alexandre CORAZZA ([alexandre.corazza@creatis.insa-lyon.fr](mailto:alexandre.corazza@creatis.insa-lyon.fr)).

**Candidature :** Envoyer CV, relevé de notes et lettre de motivation à [pauline.muleki-seya@creatis.insa-lyon.fr](mailto:pauline.muleki-seya@creatis.insa-lyon.fr)

- [1] Couture O et al. IEEE UFFC, 65(8):1304–20, 2018.  
[2] Betzig E et al., Science, 313:1642–5, 2006  
[3] Synnevåg et al. IEEE UFFC 54(8) :1606–1613, 2007.