

Sujet de stage de Master

Imagerie 3D de la cavitation

Contexte : Les ultrasons focalisés permettent d'effectuer des traitements thérapeutiques ciblés dans le corps humain en utilisant des sources acoustiques extracorporelles. Un des principaux mécanismes mis en jeu au cours de ces traitements est la cavitation ultrasonore. Elle correspond à la formation de microbulles de gaz qui oscillent et éclatent dans les tissus biologiques à traiter (destruction de caillots sanguins, de tumeurs...). Toutefois, la dynamique complexe de ces bulles reste un obstacle à l'élaboration d'un dispositif thérapeutique : des bulles peuvent ne pas se former au foyer du transducteur de thérapie.

Imagerie de la cavitation : Le contrôle spatial de l'activité de cavitation est donc essentiel afin de mieux maîtriser la zone effective d'activité. Pour effectuer ce contrôle spatial, une sonde d'imagerie ultrasonore est utilisée pour enregistrer passivement les émissions acoustiques liées à la cavitation. Un algorithme de reconstruction d'image passive (PAM, Passive Acoustic Mapping) permet d'obtenir une cartographie en temps-réel de l'activité de cavitation à partir des signaux ultrasonores [1]. Toutefois, l'algorithme PAM est une méthode qui opère dans le domaine temporel : la charge de calcul est très lourde. C'est un obstacle (1) au contrôle en temps réel de la cavitation, (2) au passage à l'imagerie 3D pour laquelle les volumes de données acquis sont considérables.

But du stage : L'objectif de ce stage est d'implémenter et de valider une méthode d'imagerie passive rapide pour l'imagerie 3D de la cavitation. Récemment, une méthode d'imagerie rapide a été proposée dans le domaine de Fourier (FD-PAM) [2], mais uniquement validée en 2D. L'extension au 3D du FD-PAM permettrait un meilleur contrôle de la région effectivement traitée par cavitation. En fonction de l'avancement des travaux, des méthodes adaptatives de formation d'image acoustique seront également à étendre à l'imagerie 3D [3], pour améliorer la localisation de la cavitation.

Moyens : Le stage se déroulera au laboratoire CREATIS sur le Campus de La Doua. Dans un premier temps, la méthode FD-PAM sera développée et validée en simulation. Ensuite, une validation *in vitro* sera effectuée à l'aide d'échographes de recherche 3D de la plateforme expérimentale du laboratoire.

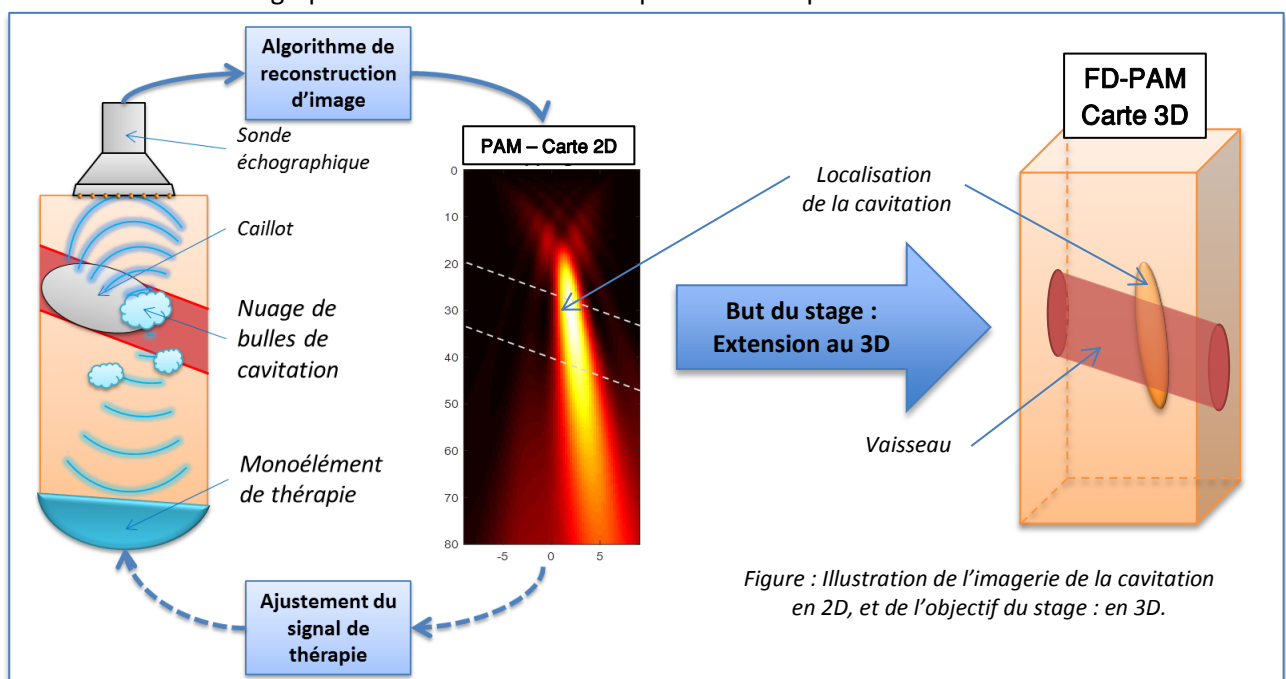


Figure : Illustration de l'imagerie de la cavitation en 2D, et de l'objectif du stage : en 3D.

Les objectifs de ce stage sont les suivants

- Etendre au 3D, la méthode d'imagerie passive de la cavitation dans le domaine de Fourier.
- Valider cette méthode en simulation.
- Valider cette méthode en conditions expérimentales *in vitro*.
- Etendre au 3D, les méthodes adaptatives de formation d'image, et les valider en simulation et expérimental.

En fonction des résultats, suite à ces premiers travaux, une poursuite en thèse sera envisagée.

Profil/Compétences recherchées : Etudiant en 3eme année d'école d'ingénieur (généraliste ou profil EEA)
Traitement d'image et du signal, imagerie ultrasonore, mathématiques appliquées

Début et durée du stage : Février/mars 2017 pour une durée de 6 mois

Candidature

Envoyer CV + lettre de motivation + relevés de notes M1/M2 ou école d'ingénieur à :

François Varray, maître de conférences, francois.varray@creatis.insa-lyon.fr

Barbara Nicolas, chargée de recherche, barbara.nicolas@creatis.insa-lyon.fr

Maxime Polichetti, doctorant en 3^{ème} année, maxime.polichetti@univ-lyon1.fr

Références

[1] M. Gyöngy and C. C. Coussios, "Passive spatial mapping of inertial cavitation during hifu exposure," *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, vol. 57, no. 1, pp. 48–56, 2010.

[2] K. J. Haworth, K. B. Bader, K. T. Rich, C. K. Holland, and T. D. Mast, "Quantitative frequency-domain passive cavitation imaging," *IEEE transactions on ultrasonics, ferroelectrics, and frequency control*, vol. 64, no. 1, pp. 177–191, 2017.

[3] C. Coviello, R. Kozick, J. Choi, M. Gyöngy, C. Jensen, P. P. Smith, and C. C. Coussios, "Passive acoustic mapping utilizing optimal beamforming in ultrasound therapy monitoring," *The Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 137, no. 5, pp. 2573–2585, 2015.