

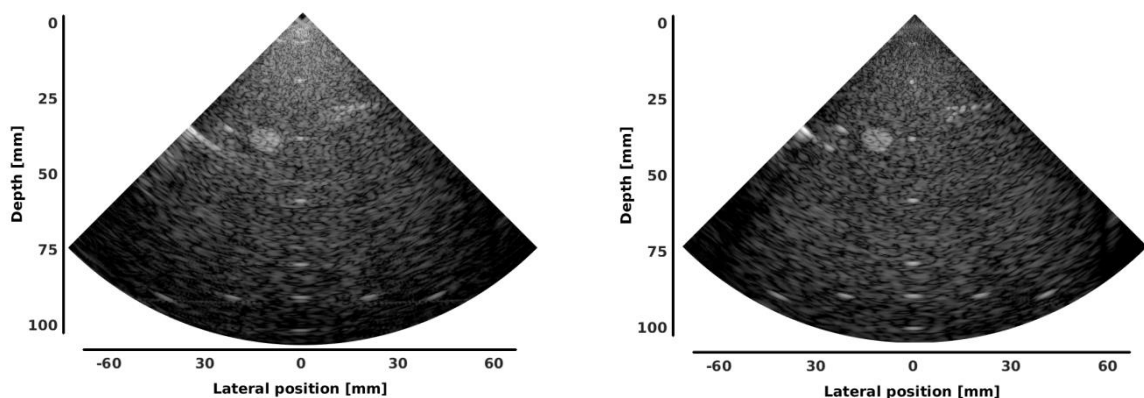
## Proposition de sujet de master

- 
- Demande de financement de stage – financement commun WP2-WP4
  - Responsables de stage :
    - o Olivier Bernard (enseignant chercheur à CREATIS – membre équipe 2 – Images et modèles)
    - o Barbara Nicolas (chargé de chercheur CNRS à CREATIS – membre équipe 3 – imagerie ultrasonore)
  - Contact : olivier.bernard@creatis.insa-lyon.fr / barbara.nicolas@creatis.insa-lyon.fr
- 

### *Amélioration de la qualité des images échocardiographiques en acquisition ultrarapide par modélisation de l'hétérogénéité du milieu traversé*

Contexte :

L'imagerie médicale ultrasonore a connu une révolution ces dernières années grâce à l'émergence de nouvelles techniques d'acquisition dites ultrarapides. A partir de l'émission d'ondes planes ou divergentes, ces méthodes permettent d'acquérir des séquences d'images ultrasonores pour des fréquences allant de 500 à plusieurs KHz (la fréquence d'acquisition des échographes actuels étant de l'ordre de 50 Hz). L'intérêt de telles méthodes est de rendre plus robuste l'estimation d'indices cliniques tels que la déformation du muscle cardiaque utilisés pour l'aide au diagnostic. Néanmoins, la qualité de ces images reste inférieure à celle obtenue en imagerie classique. Le développement d'algorithmes de reconstruction d'images ultrasonores ultrarapides de haute qualité constitue donc un énorme challenge dans le domaine et un lieu d'innovation en termes de formation d'images ultrasonores et de modélisation mathématique. La figure ci-dessous illustre l'intérêt de l'utilisation de l'une des techniques phares actuelles [1] afin d'améliorer la qualité des séquences cardiaques acquises en mode ultrarapide. Bien que de tels algorithmes permettent déjà une amélioration notable de la qualité des images reconstruites, des efforts restent à faire afin d'obtenir une qualité d'image comparable à celle produite par les échographes actuels.



*Illustration de l'intérêt de l'utilisation d'algorithme d'amélioration de la qualité d'image échocardiographique acquise en mode ultrarapide. L'image de gauche correspond au résultat obtenu à partir d'un algorithme de reconstruction sans optimisation particulière. L'image de droite correspond au résultat obtenu à partir de la méthode décrite dans [1]*

## Objectif :

L'objectif de ce stage est d'améliorer la reconstruction d'images ultrasonores ultrarapides à partir de la caractérisation de l'hétérogénéité du milieu traversé. L'hétérogénéité du milieu sera modélisée au travers de l'estimation d'une carte de vitesse caractérisant le milieu insonifié. La validation des méthodes développées se fera de façon expérimentale sur des fantômes physiques possédant des propriétés acoustiques variant spatialement et des acquisitions in vivo de sujets sains. Les données seront acquises à partir d'un échographe de recherche Verasonics permettant de coder des séquences d'acquisition dédiées. Ce projet s'inscrit dans une logique de continuité d'une série de travaux menés dans le cadre du Labex Primes [2] [3] [4] [5].

## Méthodologie :

D'un point de vue méthodologique, le stage se déroulera en deux volets :

- 1) La plupart des méthodes de reconstruction actuelles sont basées sur l'hypothèse que la vitesse de propagation de l'onde ultrasonore est constante dans le milieu est vaut 1540 m/s. Partant de l'hypothèse d'homogénéité du milieu traversé, le but de ce premier volet est de développer une méthode permettant d'estimer la vitesse réelle de propagation de l'onde à partir des signaux bruts acquis par l'échographe et de reconstruire l'image ultrasonore en conséquence.
- 2) Partant de l'hypothèse d'hétérogénéité du milieu traversé, le but du second volet est de développer une méthode permettant d'estimer une carte de vitesse spatialement variante. Pour ce faire, l'idée est d'exploiter la présence de diffuseurs ultra-réfléchissants dans le milieu permettant d'effectuer des mesures locales de décalages temporels sur chaque voie de la sonde. Formalisé sous forme de problème inverse, l'idée est d'exploiter ces différentes mesures afin d'estimer la vitesse de propagation de l'onde ultrasonore en tout point du milieu traversé.

## Compétences requises :

Des compétences en traitement du signal et analyse numérique sont nécessaires et un intérêt pour l'imagerie médicale est le bienvenu. De plus, la connaissance de Matlab est requise pour le bon déroulement du stage.

Rémunération : durée : 6 mois, 523 euros par mois.

## Référence :

- [1] J. Poree, D. Posada, A. Hodzic, F. Tournoux, G. Cloutier and D. Garcia, "High-Frame-Rate Echocardiography Using Coherent Compounding With Doppler-Based Motion-Compensation," in *IEEE Transactions on Medical Imaging*, vol. 35, no. 7, pp. 1647-1657, July 2016.
- [2] M. Zhang, F. Varray, A. Besson, R. E. Carrillo, M. Viallon, D. Garcia, J. P. Thiran, D. Friboulet, H. Liebgott and O. Bernard, "Extension of Fourier-based techniques for ultrafast imaging in ultrasound with diverging waves," in *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*, accepted, 2016.
- [5] M. Zhang, H. Liebgott, F. Varray, D. Friboulet and O. Bernard, "A Fourier-based formalism for 3D ultrafast imaging with diverging waves," *2016 IEEE International Ultrasonics Symposium (IUS)*, Tours, France, 2016.
- [7] M. Pernot, G. Montaldo, M. Tanter and M. Fink, "ultrasonic stars" for time-reversal focusing using induced cavitation bubbles", in *Applied Physics Letters*, vol. 88, pp. 034102, 2006