

Stage de Master 2 -Projet de Fin d'études (Année universitaire 2018-2019)

Optimisation d'un dispositif d'excitation mécanique pour l'élastographie de résonance magnétique

Encadrants et contacts: simon lambert, simon.lambert@creatis.insa-lyon.fr et Kevin Tse Ve Koon, Kevin.Tsevekoon@creatis.insa-lyon.fr

Contexte : recherche ou stage de fin d'étude d'ingénieur (5-6 mois)

Descriptif du sujet : Le sujet proposé porte sur l'élastographie par résonance magnétique (ERM) qui est une technique d'IRM relativement récente (invention 1995 [1], application clinique 2000 [2]) permettant la cartographie des propriétés mécaniques des tissus biologiques *in vivo*. Les propriétés mécaniques peuvent être le reflet de modification biochimique se déroulant au sein du tissu pathologique. L'élastographie est donc un outil diagnostique au potentiel très fort et qui a fait ses preuves dans des domaines cliniques divers tels que l'hépatologie, la neurologie, la cancérologie. Cette technique repose sur l'encodage dans la phase du signal IRM du champ de déplacement d'une onde mécanique se propageant dans le tissu à imager. Pour ce faire un transducteur mécanique, synchronisé sur les gradients d'imagerie, envoi une onde mécanique de fréquence donnée dans le tissu. Une carte d'élasticité est obtenue après résolution inverse de l'équation d'onde.

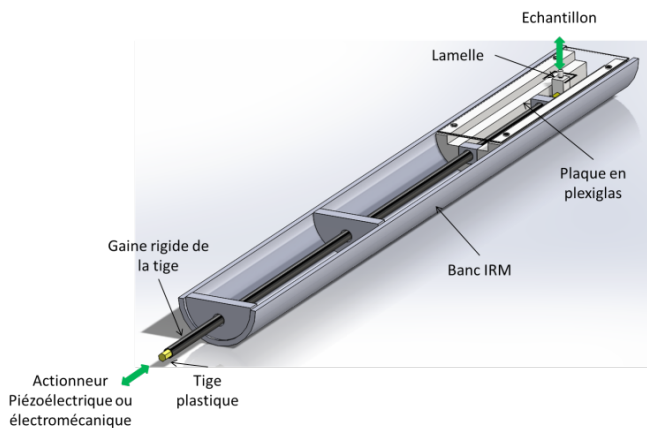


Figure 1 : dispositif d'excitation mécanique en élastographie IRM préclinique. Un actionneur mécanique connecté à une tige guidé par une gaine rigide et connecté à l'extrémité à une lamelle de plexiglas permet d'induire une onde mécanique dans un échantillon verticalement. Les flèches vertes indiquent les mouvement horizontaux de la tige et verticaux de la lamelle.

pour convertir le mouvement horizontal en mouvement verticale. La position de la tige par rapport au plot, ou celle du plot sur la lamelle pourrait permettre de jouer plus sur le déplacement ou sur la force. Un stage abouti serait un stage où l'étudiant apporterait plus de compréhension sur l'influence des différents éléments constituant ce dispositif pour maximiser la transmission de l'onde de l'excitateur (ou actionneur sur la figure) à l'échantillon. La réalisation d'un dispositif sera un plus qui pourrait déboucher sur un article dans une revue scientifique.

L'ERM peut être appliqué sur des échantillons issus de l'ingénierie tissulaire et sur des petits animaux tels que la souris. Pour ce type d'échantillon les contraintes d'espace et la compatibilité des matériaux à utiliser dans un champ magnétique statique intense requièrent la conception de dispositifs d'excitations dédiés.

Plusieurs dispositifs ont été développés [3,4] dans des laboratoires de recherche avec différents actionneurs ou système de transmission de l'onde. La figure 1. présente le système développé de manière empirique au laboratoire CREATIS. Le principe est expliqué dans la légende de la figure. L'objectif du stage est d'optimiser, par simulation numérique, la force et le déplacement induit par ce dispositif dans l'échantillon en fonction de la géométrie de la lamelle, du plot fixé à la lamelle

Moyens numériques et/ou expérimentaux: Logiciel abaqus/comsol/IRM/Dispositif existant/ atelier de conception/imprimantes 3D

[1] Muthupillai, R, D. Lomas, P. Rossman, J. Greenleaf, A Manduca, and R. Ehman. "Magnetic Resonance Elastography by Direct Visualization of Propagating Acoustic Strain Waves." *Science* 269, no. 5232 (September 29, 1995): 1854–57. <https://doi.org/10.1126/science.7569924>.

[2] Kruse, S. A. et al. Tissue characterization using magnetic resonance elastography: preliminary results*. *Physics in Medicine and Biology* 45, 1579–1590 (2000).

[3] Uffmann, K., Abicht, C., Grote, W., Quick, H. H. & Ladd, M. E. Design of an MR-compatible piezoelectric actuator for MR elastography. *Concepts in Magnetic Resonance* 15, 239–254 (2002).

[4] Tse, Z. T. H. et al. Magnetic resonance elastography hardware design: A survey. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine* 223, 497–514 (2009).