

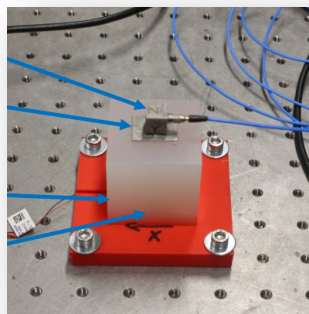
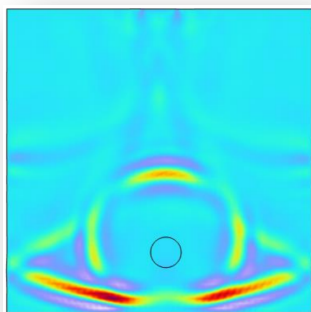
Elastographie appliquée aux corps mous

Offre de stage – fév-juillet 2025

Elastography for soft matter (English version below)

Ce stage s'inscrit dans un projet de recherche collaboratif entre l'institut FEMTO-ST (Besançon-FR) et l'EPFL (Lausanne-CH, Prof. H. Shea) visant à développer des systèmes d'élastographie low cost pour les objets mous.

L'élastographie ultrasonore (USE) est une technologie d'imagerie de la rigidité des tissus qui a été décrite pour la première fois dans les années 1990. Les techniques d'imagerie basées sur l'élastographie ont fait l'objet d'une attention particulière ces dernières années pour l'évaluation non invasive des propriétés mécaniques des objets. Ces techniques tirent parti de la modification de l'élasticité des tissus mous dans diverses situations pour fournir des informations qualitatives et quantitatives qui peuvent être utilisées pour le suivi de santé de divers systèmes (notamment biologiques, mais pas seulement). Il existe deux types de propagation d'ondes dans les ultrasons : les ondes longitudinales et les ondes de cisaillement. Les mesures sont acquises dans des modes d'imagerie spécialisés qui permettent de déterminer la rigidité des tissus en réponse à une force mécanique appliquée (onde de compression ou de cisaillement). Les dispositifs spécialisés nécessitent un grand nombre de capteurs et d'actionneurs pour atteindre une haute résolution. Ils sont généralement intégrés dans une pièce d'accueil rigide, qui est appliquée à l'objet d'intérêt, et les signaux sont post-traités par un ordinateur de grande puissance. Dans ce projet, nous prévoyons de développer une version peu coûteuse de cette configuration pour l'utiliser sur divers objets mous (comme les fruits par exemple), avec un nombre limité de capteurs, hébergés dans un dispositif flexible qui a la capacité de se conformer à l'objet, et qui tire parti d'algorithmes d'apprentissage automatique pour évaluer rapidement la cartographie des propriétés élastiques de l'objet d'intérêt. En collaboration avec un post-doctorant de l'EPFL, le stage se concentrera sur le développement d'une preuve de concept, consistant en un démonstrateur à base de silicone, excité par des actuateurs électromagnétiques, intégrant des accéléromètres MEMS, développé à l'EPFL. Le stagiaire développera un jumeau numérique avec Comsol Multiphysics, qui sera validé et utilisé pour générer les données nécessaires à l'entraînement du réseau de neurones.



Le stage durera 5 à 6 mois à partir du mois de février 2025.

Contact : Morvan OUISSE (morvan.ouisse@femto-st.fr)

English version

This internship is part of a collaborative research project between FEMTO-ST (Besançon-FR) and EPFL (Lausanne-CH, Prof. H. Shea) aimed at developing low-cost elastography systems for soft objects.

Ultrasound elastography (USE) is an imaging technology sensitive to tissue stiffness that was first described in the 1990s [1]. Elastography-based imaging techniques have received substantial attention in recent years for non-invasive assessment of object mechanical properties [2]. These techniques take advantage of changed soft tissue elasticity in various pathologies to yield qualitative and quantitative information that can be used for evaluation of mechanical purposes. There are two types of wave propagation in ultrasound: longitudinal waves and shear waves. Measurements are acquired in specialized imaging modes that can detect tissue stiffness in response to an applied mechanical force (compression or shear wave). Specialized devices require a large number of sensors and actuators to reach high resolution. They are typically embedded in a rigid hosting part, which is applied to the object of interest, and the signals are post-processed by a high-power computer. In this project we plan to develop a low-cost version of this setup that may be used on various soft objects (like fruits for instance), with a limited number of sensors, hosted in a flexible device that has the ability to conform to the object, and that takes advantage of machine-learning algorithms to quickly evaluate the mapping of the elastic properties of the object of interest. In collaboration with a post-doc at EPFL, the internship will focus on the development of a proof-of-concept, consisting in a silicone-based demonstrator, excited by electromagnetic actuators, embedding MEMS accelerometers developed at EPFL. The intern will develop a digital twin with Comsol Multiphysics, that will be validated and used to generate the data required to train the neural network.

The internship will last 5 to 6 months, starting in February 2025.

Contact: Morvan OUISSE (morvan.ouisse@femto-st.fr)

L'UNIVERSITÉ DE FRANCHE-COMTÉ



L'université de Franche-Comté, une des plus anciennes de France, a été fondée en 1423. Elle compte plus de 24 000 étudiants - dont plus de 20% d'étudiants et stagiaires en provenance de l'Europe et du monde entier - répartis sur toute la Franche-Comté, et principalement Besançon, sa capitale.

PRINCIPALES FILIÈRES

Elle est pluridisciplinaire avec six UFR ou « facultés » : Sciences du Langage, de l'Homme et de la Société ; Sciences Juridiques, Economiques, Politiques et de Gestion avec son Institut d'Administration des Entreprises (IAE) ; Sciences et Techniques ; Santé ; Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives ; Sciences, Techniques et Gestion de l'Industrie ; deux Instituts Universitaires de Technologie ; un Institut Supérieur d'Ingénieurs (ISIFC) ; un Centre de Linguistique Appliquée (CLA) réputé, qui accueille chaque année plusieurs milliers de stagiaires ; un Observatoire des Sciences de l'Université et un Institut National Supérieur du Professorat et de l'Éducation.

RECHERCHE

Ses unités de recherche labellisées entretiennent des relations avec de nombreuses universités étrangères en Europe et dans le monde entier. Elles se répartissent dans les domaines des Sciences de l'Environnement et de la Santé, des Sciences de l'Homme et de la Société, des Sciences pour l'Ingénieur et Sciences Fondamentales. L'université de Franche-Comté regroupe des laboratoires et des instituts internationalement reconnus entre autres en mécanique et microtechniques et a su évoluer vers les techniques les plus modernes. L'ensemble des équipes des différents secteurs de recherche s'appuie sur plusieurs Écoles Doctorales de la COMUE UBFC.



L'INSTITUT FEMTO-ST



L'institut FEMTO-ST est une unité mixte de recherche, placé sous la tutelle principale du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) et de l'Université Bourgogne Franche-Comté (UBFC) ainsi que de l'Université de Franche-Comté (UFC), de l'École Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques (SUPMICROTECH-ENSMM) et de l'Université de Technologie Belfort-Montbéliard (UTBM).

Il compte aujourd'hui plus de 750 membres, départements scientifiques, services communs et direction confondus et est divisé en sept départements :

- Automatique et Systèmes Micro-Mécatroniques - AS2M
- Département d'Informatique et Systèmes Complexes - DISC
- Énergie
- Mécanique Appliquée
- Micro Nano Sciences et Systèmes - MN2S
- Optique
- Temps-Fréquence

RECHERCHE

La spécificité de FEMTO-ST est d'associer les Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC) avec les Sciences pour l'Ingénieur (SPI). Son champ thématique couvre en effet l'optique, l'acoustique, les micro nanosciences et systèmes, le temps-fréquence, l'automatique, l'informatique, la mécatronique, en même temps que la mécanique et les matériaux, l'énergétique et le génie électrique.

Les actions de recherche de FEMTO-ST peuvent être fondamentales ou appliquées, et produisent régulièrement un impact socio-économique, dans des secteurs comme l'énergie et les transports, la santé, les télécommunications, le spatial, l'instrumentation et la métrologie, l'horlogerie, l'industrie du luxe.

L'institut peut s'appuyer sur des technologies de haut niveau, équipements et plateformes, en particulier la centrale de micro et nanotechnologies MIMENTO (Microfabrication pour la Mécanique, les Nanosciences, la Thermique et l'Optique), membre du réseau national CNRS RENATECH.



BESANÇON

La ville de Besançon a été fondée il y a plus de deux mille ans sur un site exceptionnel : enserrée dans un méandre du Doubs, c'est une très belle cité aux maisons de pierre calcaire et à l'architecture préservée. Capitale économique et universitaire du Département du Doubs qui est le plus industrialisé de France (Automobiles Peugeot, ALSTOM, etc), elle est aussi la première ville verte de France, pays de forêts et de grands espaces. Sa citadelle fait partie du 'Réseau Vauban' et est inscrite au patrimoine mondial de l'UNESCO.

À 2 h de Genève, 2h30 de Zurich, Paris, Lyon et Strasbourg et 4h de Francfort par le TGV, proche de l'aéroport de Bâle/Mulhouse, elle bénéficie d'une situation géographique idéale. Ville à la vie sportive et culturelle intense, elle accueille chaque année en septembre un festival de musique internationale de réputation mondiale. La ville est proche des pistes de ski du Jura et sa région est réputée pour ses sports 'out-door', par exemple pour la pratique du vélo tout terrain, pour la pêche et le kayak.

BELFORT

Capitale du Territoire de Belfort, plus petit département de France créé en 1922, la ville se situe en région Bourgogne-Franche-Comté, dans la Trouée de Belfort : voie de passage entre les Vosges et le Jura, mais aussi passage facile entre la plaine d'Alsace et la vallée du Rhône. Entourée de collines, Belfort s'insère dans un environnement naturel propice aux activités au grand air : randonnée, cyclotourisme, activités nautiques, golf...

Mais la ville est surtout marquée par son histoire et notamment par sa résistance à la Prusse et à l'annexion allemande, dès 1870. De ce passé de ville stratégique et défensive, Belfort a conservé sa citadelle réputée imprenable et ses remparts, œuvres de Vauban au XVII^e siècle.

Depuis les fortifications, on peut pénétrer dans la citadelle ou se diriger vers la vieille ville par la porte de Brisach, surmontée des symboles de la royauté, fleur de lys et devise du roi Louis XIV. Au pied de la citadelle, le fameux Lion de Belfort, sculpté dans du grès rose par Auguste Bartholdi entre 1875 et 1879, un monument de 22 mètres de long et de 11 mètres de haut, qui possède son pendant place Denfert-Rochereau à Paris et semble garder la ville.



Parmi les sites à découvrir, la tour de la Miotte, dans les Hauts de Belfort, vestige d'un château médiéval disposant d'un beau panorama sur la ville et les Vosges ; la cathédrale Saint-Christophe, monument imposant bâti en grès rose au XVIII^e siècle ; la jolie place de la Grande Fontaine ; le musée des Beaux-Arts, installé dans une ancienne tour fortifiée. Un peu partout, de jolies places agrémentées de cafés.

Belfort est aussi le théâtre d'un festival d'envergure : les Eurockéennes, qui se tiennent début juillet sur le site du lac du Malsaucy, à 6 kilomètres de la ville. Une moyenne de 75 concerts s'y déroule chaque année, dans un large registre musical : rock, électro, métal, reggae, pop, folk...

Les Entrevues de Belfort, festival dédié au jeune cinéma indépendant, se tient à la fin de l'année.

MONTBÉLIARD

Montbéliard est une commune de l'Est de la France, sous-préfecture du département du Doubs en région Bourgogne-Franche-Comté. Elle est située dans le nord-est de la Franche-Comté, à moins d'une vingtaine de kilomètres de la Suisse, aux portes du massif du Jura. Montbéliard et sa proche région (le « Pays de Montbéliard ») ont été rattachés à la France en 1793.

Ses habitants, les Montbéliardais, étaient au nombre de 25 573 habitants en 2021. L'unité urbaine, qui comptabilisait pour sa part 112 810 habitants, est la troisième agglomération de la région en nombre d'habitants.

Labellisée Ville d'Art et d'Histoire, la ville est connue mondialement pour son marché de Noël, considéré comme l'un des plus beaux de France, mais aussi pour son patrimoine agricole et culinaire, dont les fleurons sont la vache montbéliarde et la saucisse de Montbéliard. Le Pays de Montbéliard est aussi le berceau des automobiles Peugeot.

