

PhD Thesis Offer

Integrating strain-hardening and damping behaviour of plant fibre composites in the design of structures for high performance applications

Lab:

FEMTO-ST (<https://www.femto-st.fr/en>)

The FEMTO-ST Institute “Franche-Comté Electronics Mechanics Thermal Science and Optics – Sciences and Technologies” is a joint research institution. It is the largest public research laboratory in the Bourgogne-Franche-Comté region, located in eastern France, next to Switzerland and Germany. It comprises 7 scientific departments with approximately 750 staff members (PhD students, postdoctoral fellows, technicians, engineers, administrative staff, researchers and professors). FEMTO-ST members are essentially employed by five different French public research organizations and higher education and research institutions: SUPMICROTECH-ENSMM (an engineering school in microtechnologies and mechanics), University of Technology Belfort-Montbéliard in Energy (a university of technology specialised in mobility, networks and Industry 4.0), the University of Franche-Comté (a broad spectrum traditional university, which has celebrated in 2023 its 600th anniversary), the National Centre for Scientific Research (CNRS) and the University Bourgogne-Franche-Comté (UBFC, the federal institution in the region).

Keywords: Bio-based composites, mechanics, structures, vibration damping

Supervision:

- **Morvan OUISSE**, Professor, SUPMICROTECH-ENSMM, morvan.ouisse@femto-st.fr
- **Pauline BUTAUD**, Associate-Professor, SUPMICROTECH-ENSMM, pauline.butaud@femto-st.fr
- **Vincent PLACET**, Research Engineer (HDR), University of Franche-Comté, vincent.placet@univ-fcomte.fr

Starting date: October 2024

Funding:

European Union (SSUCHY-Next project)

Net monthly salary: 2 000€

Description of the project:

SSUCHY-Next: Developing the supply chains for industrial hemp fibre and bio-based resins towards high performance circular bio-based composites

SSUCHY-Next is a European project funded in the frame of the Circular Bio-based Europe Joint Undertaking (CBE JU), a partnership between the European Union and the Bio-based Industries Consortium (BIC). SSUCHY-Next builds further where a previous European project (SSUCHY, www.ssuchy.eu) stopped in 2022. Ambition is to bring different parts of the hemp fibre supply chain to TRL 7, through production at scale of various fibre products, covering the complete value chain from field to composite. The appearance at industrial scale of high quality hemp fibres would give a boost to plant fibre composites in competition with glass fibre composites, offering both an environmentally sound and cost effective alternative. With hemp fibres which are largely circular, one of the major bottlenecks for a further breakthrough of bio-based composites has been the lack of (fully) bio-based, environmentally sound and as well cost efficient polymer matrices. Hence, our ambition in SSUCHY-Next to work on 3 bio-based resins. All systems developed to TRL 6 or 7. To demonstrate the viability of the materials, various inspiring applications are developed to TRL7. We demonstrate the design, production, testing and certification of a 12.6 meter long wind turbine blade, made from hemp and bio-based acrylic. Wood-based products are developed, based on infiltrated wood scaffolds. Large scale building applications are demonstrated, based on shorter fibres and benzoxazine. For each developed product we demonstrate its recyclability. All developments are monitored and adjusted by means of LCA.

Description of the PhD position:

The main objective of the PhD thesis is to optimize the structural damping performance and stiffness to damping ratio of bio-based composites, as well as taking into account the material damping and its strain-hardening in the design rules of structures such as wind turbine blades. Indeed, the use of conventional glass and carbon fibre based composites generally results in composite structures with low damping properties, resulting in high vibration levels in operational conditions. Reducing vibration requires curative solutions which finally results in an increase in the mass of the structure and in the complexity of manufacturing. Using plant fibres in composite materials constitutes a promising strategy to provide a breakthrough in the damping properties of structures.

Profile requirements

- Student (Master 2 or final year of engineering school) in mechanics of sustainable materials and structures, mechanics of materials for engineering.
- Knowledge and skills in composite materials (manufacturing, testing and modelling).
- Software: proficient with Matlab and FEM
- Curious, self-motivated, hard-worker
- English: fluent reading, writing and speaking with ease.

Application procedure

Applications can be in French or English, and addressed to morvan.ouisse@femto-st.fr and to vincent.placet@univ-fcomte.fr

Candidates should send a **CV**, a **covering letter** and **official transcripts**

Recent Team's Publications:

- Kuntawit Witthayolankowit, Thanya Rakkijakan, Rabia Ayub, Ivan Kumaniaev, Sylvie Pourchet, Gilles Boni, Ponnapat Watjanatepin, Hanie Zarafshani, Xavier Gabrion, Anouk Chevallier, Nhan Vo, Aart Van Vuure, Patrick Balaguer, Karel Van Acker, Joseph S.M. Samec, Vincent Placet. Use of a fully biobased and non-reprotoxic epoxy polymer and woven hemp fabric to prepare environmentally friendly composite materials with excellent physical properties. Composites Part B: Engineering, Volume 258, 2023, 110692, <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2023.110692>.
- Taiqu Liu, Yves Gaillard, Pauline Butaud, Vincent Placet, Morvan Ouisse. In situ damping identification of plant fiber composites using dynamic grid nanoindentation. Composites Part A, 2022, 107158. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2022.107158>
- Benjamin Sala, Polina Surkova, Maxime Sanctorum, Violaine Guicheret-Retel, Frédérique Trivaudey, Lamine Boubakar, Vincent Placet. Variability of elastic and time-delayed properties of structural hemp fibre composites. Composites Part A, 2022, 107116. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2022.107116>
- Taiqu Liu, Pauline Butaud, Vincent Placet, Morvan Ouisse. Damping behavior of plant fiber composites: a review. Composite Structures, 2021, 114392, <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2021.114392>

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'Univers 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 MEcanique, les Nanosciences, la Thermique et l'Op-tique), 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.

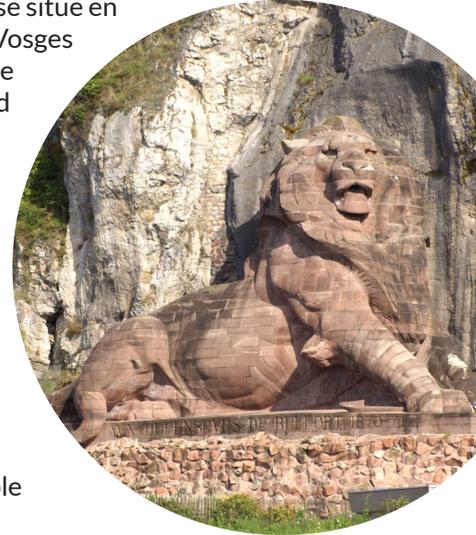
À 2 h de Genève, 2h30 de Zurich, Paris, Lyon et Strasbourg et 4h de Francfort par le TGV, proche de l'aéroport de Bâle/Mulhouse, elle bénéficie d'une situation géographique idéale. Ville à la vie sportive et culturelle intense, elle accueille chaque année en septembre un festival de musique internationale 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 XVIIe 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 XVIIIe 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.