

PROPOSITION DE STAGE DE FIN D'ÉTUDES

Identification inverse du module élastique transverse de fibres végétales à partir d'un modèle éléments finis de l'essai de compression diamétrale sur fibre élémentaire

Contexte et description :

En lien avec la transition écologique et énergétique, les fibres végétales constituent des candidats majeurs pour remplacer les renforts synthétiques dans les matériaux composites. Toutefois, certaines lacunes dans la compréhension de leur comportement singulier, en raison de leur ultrastructure complexe, empêchent une utilisation massive dans l'industrie. Ainsi, une caractérisation fine du comportement mécanique des fibres végétales est nécessaire pour pouvoir exploiter pleinement le potentiel de ces matériaux.

À ce titre, un dispositif expérimental de compression diamétrale, permettant de solliciter transversalement une fibre élémentaire (possédant un diamètre moyen de l'ordre de la dizaine de μm), a été récemment développé¹ au sein de l'Institut FEMTO-ST afin de déterminer le module élastique transverse de la paroi végétale (Figure 1). Ce dernier est identifié par méthode inverse en s'appuyant sur un modèle analytique reliant la force au déplacement transversal. Cependant, une analyse par éléments finis² (EF) a montré que les hypothèses simplificatrices de ce modèle peuvent conduire à des erreurs importantes sur l'estimation du module E_T dans le cas des fibres végétales étant donné les caractéristiques intrinsèques de celles-ci par rapport à un cylindre élastique parfait, comme la présence d'une cavité centrale appelée lumen (Figure 2).

La finalité de ce stage est donc de développer un modèle EF de l'essai de compression diamétrale sur fibre élémentaire afin de pouvoir identifier précisément, par méthode inverse, le module élastique transverse de la paroi végétale. La démarche proposée à l'étudiant(e) pour atteindre cet objectif comprend plusieurs étapes :

- Construire un modèle EF de l'essai de compression diamétrale sur fibre élémentaire répondant aux limites des approches analytiques actuelles.
- Mettre en place des méthodes numériques permettant l'identification inverse du module élastique transverse.
- Valider la démarche à partir d'essais expérimentaux menés sur des fibres de lin et de chanvre.

Profil recherché :

Étudiant(e) de niveau Master 2 (université ou école d'ingénieurs) en mécanique ou sciences des matériaux avec de fortes compétences en modélisation/simulation numérique. La maîtrise d'un code de calcul éléments finis (COMSOL Multiphysics, ANSYS, etc.) est attendue.

Laboratoire d'accueil : Institut FEMTO-ST

Départements DMA (Mécanique appliquée) et AS2M (Automatique et systèmes micro-mécatroniques)

Équipes MAT'ÉCO (Matériaux pour la transition écologique) et ROBIMSS (Robotique, manipulation et instrumentation aux micro-nanoscales)

Durée : 5-6 mois à compter de février 2024

Gratification : Environ 550 €/mois

Encadrement : Florian BOUTENEL, Maître de Conférences, SUPMICROTECH-ENSMM

Cédric CLÉVY, Professeur des Universités, Université de Franche-Comté

Violaine GUICHERET-RETEL, Maîtresse de Conférences, SUPMICROTECH-ENSMM

Vincent PLACET, Ingénieur de Recherche, Université de Franche-Comté

Merci de transmettre un **CV**, une **lettre de motivation** et les **relevés de notes avec classements** (niveau M1) à florian.boutenel@femto-st.fr

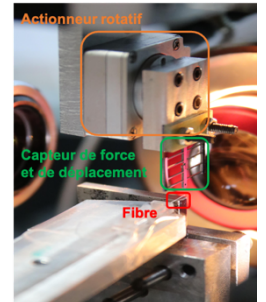


Figure 1 : Dispositif expérimental de compression diamétrale de fibre

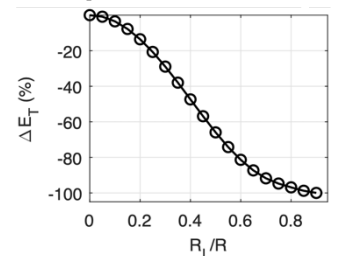


Figure 2 : Erreur relative sur l'estimation du module E_T en fonction du ratio du rayon du lumen par rapport à celui de la fibre

¹ GOVILAS, J. (2023). Caractérisation mécanique des fibres végétales à l'aide de moyens micro-mécaniques de haute précision : étude du comportement transversal de fibres élémentaires et de l'adhésion inter-fibres. Thèse de doctorat, Université Bourgogne-Franche-Comté.

² GOVILAS, J. et al. (2023). Investigating the influence of plant fiber geometry on apparent transverse elastic properties through finite element analysis. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 175, 107789.