

### **Intitulé du projet de thèse :**

#### **Modélisation et caractérisation du comportement mécanique d'une fibre élémentaire de lin - MICRONLIN**

Encadrement : Christophe Poilâne ([christophe.poilane@unicaen.fr](mailto:christophe.poilane@unicaen.fr))

- Magali Morales ([magali.morales@unicaen.fr](mailto:magali.morales@unicaen.fr)).

### **Description du projet de thèse**

Les composites biosourcés avec des fibres de lin ont des potentialités d'application fortes et soutiennent la comparaison avec les composites à renfort verre sur bien des points. C'est le cas notamment sur la rigidité spécifique. Notre équipe PM2E a montré que dans ces composites le seuil d'élasticité est très faible et fortement tributaire de la température et du taux d'humidité du matériau. Cette particularité fait que les composites lins sont globalement non élastiques ! C'est sur ce point qu'il est important d'apporter des certitudes quant à l'origine du phénomène observé. Au-delà du lin, si l'humidité et la température de la fibre au moment de l'élaboration des composites ont un rôle déterminant sur les propriétés finales des composites à fibre végétale, il convient de le démontrer pour améliorer in fine les processus d'élaboration de ces composites d'avenir. Le projet de thèse MICRONLIN, proposé ici, s'inscrit dans la continuité d'une thèse UNICAEN débutée au laboratoire en octobre 2018 et dont l'objectif était d'établir les lois mécaniques micro-macro qui relient le comportement des composites à renfort végétal aux mouvements des microfibrilles constitutives des fibres végétales élémentaires. Pour ce faire, nous avons couplé l'utilisation d'une mesure de champs par corrélation d'images numériques et la technique de microdiffraction des rayons X pour analyser la réorientation des microfibrilles dans les composites durant sa mise en tension. La thèse portera sur l'étude de la fibre élémentaire dans l'objectif d'apporter des connaissances solides supplémentaires sur les causes de ce comportement, et notamment de la rigidification observée. Le comportement général en traction des fibres isolées de lin, présente trois domaines apparents qui ne sont pas toujours activés lors d'un essai. Les hypothèses pour expliquer ces observations sont nombreuses : alignement dans l'axe de la fibre des microfibrilles de cellulose naturellement orientées en hélice, cristallisation de la cellulose sous contrainte hydrique, phénomènes non linéaire de type glissement saccadé ou stickslip, traitement subtil par la fibre, répartition des zones amorphe, cristallines et paracristallines... C'est donc pour confirmer ou infirmer les différentes hypothèses que nous nous proposons d'étudier le comportement d'une fibre élémentaire de lin par une approche expérimentale multi-échelle accompagnée d'une modélisation numérique. Le candidat pourra s'appuyer sur l'expertise de l'équipe Propriétés des Matériaux pour les Économies d'Énergie (PM2E) du CIMAP dans la modélisation mécanique par éléments finis, la micro-traction, la métrologie optique, la diffraction des rayons X mais aussi la microscopie électronique à transmission et l'étude morphologie par microscopie à balayage sur sections successives dans un abraseur ionique (FIB). Concernant l'aspect théorique, il faut noter que notre équipe est leader dans la modélisation phénoménologique du comportement macroscopique des composites à fibres végétales, on se propose ainsi d'accéder de façon plus robuste à la structure multi-échelle d'une fibre isolée.

### **Profil et compétences pour le doctorant**

Etudiant(e) avec master 2, orientation mécanique des matériaux. Attrait pour l'expérimentation et/ou la modélisation. Rigueur, autonomie et sérieux nécessaires.

Une première expérience dans le domaine des composites serait un plus.