



Sujet : Modélisation numérique du formage de renforts de composites à fibres de lin discontinues

Contexte partenarial

Cette thèse CIFRE regroupe la société industrielle Teillage Vandecandelaere ([DEPESTELE](#)) et les laboratoires : [GeM](#) (Ecole Centrale de Nantes et Nantes Université) et [IRD](#) (INP Bretagne – ENIB - Brest). Ce projet bénéficie du financement du partenaire industriel et de [l'ISITE NEXT](#).

Motivation

L'engouement croissant pour les fibres naturelles, en tant que substituts aux fibres synthétiques dans le renforcement des composites organiques, suscite depuis quelques années un intérêt grandissant pour les fibres de lin. La fabrication de pièces composites structurales par voie humide suit généralement un processus en deux étapes : l'élaboration d'une préforme tridimensionnelle, suivie de son imprégnation par une résine réactive liquide. Cette préforme est constituée de plusieurs couches de renforts fibreux mis en forme, eux-mêmes composés de mèches (ou rovings) formées de fibres discontinues parallélisées.

Selon la distribution statistique des longueurs de fibres et la longueur de jauge considérée, ces mèches peuvent présenter une certaine extensibilité, induite par le glissement relatif des fibres qui les composent. Cette propriété s'avère particulièrement avantageuse pour la mise en forme tridimensionnelle : en effet, contrairement aux fibres continues, dont la rigidité interdit tout allongement, la conformation de la structure fibreuse sur des géométries non développables ne repose pas exclusivement sur le cisaillement plan du renfort.

Le développement des procédés de fabrication de pièces composites à géométrie complexe est aujourd'hui facilité par le recours à la simulation numérique. Dans le domaine du formage tridimensionnel, la modélisation des renforts à fibres continues a fait l'objet de nombreux travaux. En revanche, la simulation de la mise en forme de renforts à mèches étirables demeure à ce jour très peu explorée.

Missions et objectifs scientifiques de la thèse de doctorat

Le·la doctorant·e conduira ses travaux de recherche en vue de développer un modèle numérique de formage capable de prendre en compte le comportement spécifique des mèches à fibres discontinues ainsi que leurs interactions mécaniques au sein des renforts, tant à l'échelle des couches qu'entre celles-ci. Ces travaux s'appuieront sur une campagne de caractérisation expérimentale en cours portant sur le comportement en traction, compression et friction des mèches, analyses micrographiques, ainsi que sur des travaux antérieurs relatifs au développement d'approches numériques pour la modélisation du glissement de fils dans les renforts et des frictions entre les fils.

Les objectifs de la thèse sont les suivants :

- Développer un modèle de mèche à l'échelle d'un sous-ensemble de fibres, en s'appuyant sur une approche Arbitraire Lagrangienne-Eulérienne (ALE)
- Étudier le changement d'échelle au moyen d'un modèle de Volume Élémentaire Représentatif (VER) intégrant la modélisation des contacts entre mèches. Ce modèle sera utilisé pour identifier une loi de comportement à l'échelle macro
- Développer un modèle à l'échelle du pli
- Concevoir et réaliser une série de cas d'usage destinés à valider les modèles développés
- Diffuser les résultats obtenus au sein de la communauté scientifique, par le biais de communications dans des conférences internationales et de publications dans des revues à comité de lecture

Profil du candidat

- Titulaire d'un diplôme de Master ou Ingénieur à dominante mécanique et mécanique numérique
- Connaissances et goût pour la mécanique des milieux hétérogènes et anisotropes, les développements numériques, la simulation numérique et le travail en projet
- Français et Anglais courant

Conditions d'embauche

- Contrat CIFRE : Depestele via son établissement Teillage Vandecandelaère
- Inscription à l'Ecole Doctorale SIS (Nantes Université – Ecole Centrale Nantes)
- Lieu de déroulement de la thèse : Centrale Nantes
- Démarrage : Novembre 2026

Encadrement de thèse et localisation

Les travaux seront dirigés par C. Binetruy, N. Hamila, J. Simon et D. Duriatti et menés au sein des laboratoires GeM (Ecole Centrale Nantes) et IRDL (INP Bretagne, ENIB, Brest). Des déplacements seront à prévoir en Région Normande notamment dans le cadre des réunions d'avancement où le candidat devra présenter ses résultats à l'entreprise.

Pour candidater

Veillez adresser vos candidatures avec :

- CV
- Une lettre de motivation
- Deux lettres de recommandation
- Les relevés de notes des niveaux Master M1 et M2 ou bien des 3 années d'école d'ingénieur

A adresser à : christophe.binetruy@ec-nantes.fr, jessy.simon@ec-nantes.fr, nahiene.hamila@enib.fr