

Proposition de stage Projet de Fin d'Etude (PFE)

Unité de Mécanique de Lille - Joseph Boussinesq (UML), ULR7512, Equipe MMS

Début : Février 2024

Durée : 6 mois

Lieu : Université de Lille,
Unité de Mécanique de Lille - Joseph Boussinesq (UML), ULR7512, Equipe MMS
Bâtiment ESPRIT, avenue Paul Langevin 59650, 59650 Villeneuve-d'Ascq

Encadrants : Ahmed AMMAR (McF), Hamdi BEJI (Doctorant), Toufik KANIT (Pr)

Contexte

Les polyamides (PA) suscitent un engouement actuel dans le domaine industriel. Ce type de polymère caractérisé par de fortes liaisons chimiques hydrogènes présente en effet un bon compromis entre caractéristiques mécaniques et chimiques. De plus en plus utilisés dans l'industrie automobile en tant qu'éléments du compartiment moteur et de l'équipement intérieur des véhicules, ces matériaux sont cependant soumis à des conditions environnementales sévères (fortes/basses températures, humidité, UV, atmosphère salin) qui affectent leur comportement mécanique et leur durabilité. De ce fait, L'établissement de modèles numériques permettant de prévoir le comportement et l'endommagement à long terme des composites à matrice thermoplastiques avec des renforts et/ou charges minérales est un enjeu important pour les concepteurs et les utilisateurs. Dans ce contexte, des outils numériques de prédiction, basés sur la Méthode des Éléments Finis (MEF) [1] ou bien sur la Méthode des Éléments Discrets (MED) [2], ont été mis en place dont l'objectif est d'estimer le comportement élastique de ces matériaux composites à fibres courtes, tels que le PA6/GF30. Autres études, ont été dévouées pour modéliser les transferts hygrothermiques [3] voire un couplage hygro-thermo-mécanique [4] pour simuler l'endommagement de type interfaciale, par exemple, au sein de ses matériaux composites. La plupart des études, ont été basées sur des hypothèses simplificatrices influençant sur la fiabilité des résultats. Pour s'affranchir des limites des approches existantes, nous visons à développer une méthodologie numérique basée sur la MEF pour contrôler le comportement élastique du PA6/GF30. À moyens termes, cette approche sera utilisée pour développer des outils de plus en plus fiables, nécessaires à la modélisation de la microstructure du composite et des conditions d'humidité, et à la simulation de l'endommagement d'un polyamide renforcé en fibres courtes.

Le travail proposé s'articulera comme suit :

- **Phase bibliographique** : le stage débutera par une phase de compréhension et de découverte des modèles d'anisotropie des fibres de verre et du comportement non-linéaire de la matrice Polyamide 6.

- **Phase de simulation** :

- Milieu homogène : Le stagiaire développera ses propres routines par éléments finis sous programmation Python. Le comportement plastique, voire viscoplastique de la matrice Polyamide 6 seront abordés. Il s'appuiera sur la littérature laquelle fournit un ensemble conséquent de données expérimentales et de modèles phénoménologiques pour valider les essais numériques réalisés.
- Milieu hétérogène : L'anisotropie des fibres de verre est prise en compte à travers le développement des Volume Élémentaire Représentatif (VER) tout en prenant en compte la non-linéarité de la matrice Polyamide 6.

Les différents modèles développés seront appliqués, comme finalité de travail, dans le contexte d'un matériau composite à fibres courtes (PA6/GF30) et confrontés aux résultats obtenus expérimentalement.

Profil requis

Etudiant Bac+5 (Master / 3ème année du cycle d'ingénieur) avec un profil mécanique et/ou matériaux, autonome, méthodique, rigoureux, ayant l'esprit d'équipe, des capacités d'analyse et de synthèse, ainsi que motivé à travailler dans le cadre d'un projet de recherche.

Une solide maîtrise du langage de programmation Python, spécialement orientée vers la réalisation de calculs scientifiques en utilisant des bibliothèques telles que NumPy, SciPy, SymPy et le module math, est absolument essentielle.

Une connaissance approfondie de la bibliothèque Tkinter de Python, pour la création d'interfaces homme-machine, représente un atout précieux.

Des connaissances en mécanique du solide, méthodes numériques, et de bonnes aptitudes à la rédaction sont exigées.

Comment candidater ?

- Envoyer un CV et une lettre de motivation (1 page max)
- Relevés de notes des deux dernières années
- 2 lettres de recommandation

Contacts :

- Ahmed AMMAR : ahmed.ammar@polytech-lille.fr
- Hamdi BEJI : hamdi.beji@univ-lille.fr
- Toufik KANIT : toufik.kanit@univ-lille.fr

Références

- [1] Modniks, Janis, Roberts Joffe, and Janis Andersons. "Model of the mechanical response of short flax fiber reinforced polymer matrix composites." *Procedia Engineering* 10 (2011): 2016-2021.
- [2] Ammar, A., Leclerc, W., Guessasma, M., & Haddar, N. (2021). Discrete element approach to simulate debonding process in 3D short glass fibre composite materials: Application to PA6/GF30. *Composite Structures*, 270, 114035.
- [3] Ammar, A., Leclerc, W., Haddad, H., Jbeli, A., & Guessasma, M. (2023). Discrete element approach to simulate coupled hygrothermal transfer: application to conventional and composite materials. *Modelling and Simulation in Materials Science and Engineering*, 31(6), 065012.
- [4] Ammar, A., Leclerc, W. P. L., Haddad, H., Chetouani, A., & Guessasma, M. Thermo-Hydro-Mechanical Coupling Model Based on Discrete Element Method to Simulate Hygrothermal-Induced Damage of Pa6/Gf30 Material. Available at SSRN 4473217.