

**Titre :** Modélisation multi-échelle de l'orientation des fibres dans des systèmes polymères visqueux renforcés de fibres

**Mots clés :** Méthode des éléments finis, Orientation des fibres, Modélisation multi-échelle, Matériaux composites

**Résumé :** Les thermoplastiques renforcés par des fibres courtes ont acquis une notoriété croissante en ingénierie, notamment dans les applications automobiles. La prédiction précise de l'orientation des fibres est cruciale car elle influence les caractéristiques mécaniques. Les travaux de recherche antérieurs dans ce domaine ont mis en exergue la complexité inhérente à l'orientation des fibres au sein d'un écoulement. La majorité des simulations industrielles s'appuient sur des modèles macroscopiques qui font usage de quantités préalablement moyennées et d'approximations de fermeture, engendrant fréquemment des inexactitudes dans la prédiction de l'orientation des fibres. Afin de relever ce défi, la présente étude propose une nouvelle approche reposant sur la résolution de l'équation de Fokker-Planck à l'échelle mésoscopique.

La méthode des éléments finis (MEF) est utilisée pour calculer l'orientation des fibres, permettant une représentation plus précise du comportement des fibres. Le tenseur d'orientation ainsi calculé est intégré aux équations de Stokes, engendrant un modèle multi-échelle de l'interaction entre les fibres et l'écoulement environnant, ce qui enrichit considérablement notre compréhension de cette dynamique complexe. Finalement, un modèle d'écoulement à deux phases est étudié, reproduisant fidèlement des situations réelles telles que le processus de surmoulage. En exploitant ce modèle multi-échelle, cette étude vise à améliorer la précision des simulations dans les applications industrielles, offrant de nouvelles perspectives pour l'optimisation des processus et la conception.

**Title :** Multi-scale modeling of fiber orientation in coupled fiber-reinforced viscous polymer systems

**Keywords :** Finite Element Method, Fiber orientation, Multi-Scale Modeling, Composites

**Abstract :** Thermoplastics reinforced with short fibers have gained prominence in engineering, notably in automotive applications. Accurate prediction of fiber orientation is crucial, as it profoundly influences mechanical characteristics. Previous research in this field has highlighted the complexity of fiber orientation within a flow. Most industrial simulations rely on macroscopic models that use pre-averaged quantities and closure approximations, often resulting in inaccuracies in predicting fiber orientation. To address this challenge and enhance accuracy, this study presents a novel approach based on resolving the Fokker-Planck equation at the meso-scale level, offering a more detailed and accurate model for predicting fiber orientation.

In this work, the finite element method (FEM) is used to compute fiber orientation, providing a more precise representation of fiber behavior. Subsequently, the computed orientation tensor is integrated into the Stokes equations, creating a multi-scale fiber-flow model which enhances our understanding of the dynamic interaction between fibers and the surrounding flow. Furthermore, the research extends its scope to develop a two-phase flow model, reflecting real-world scenarios such as overmolding process. By leveraging the multi-scale model, this work aims to improve the accuracy of simulations in industrial applications, providing valuable insights for process optimization and de.