

Avis de Soutenance

Monsieur Sacha BOUVIER

Matériaux

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés
Etudes expérimentales des interactions entre fibres de verre micrométriques

Travaux dirigés par Madame Anne-Laure BIANCE et Madame CÉCILE COTTIN-BIZONNE

Soutenance prévue le **lundi 23 février 2026** à 14h00

Lieu : Université Lyon 1 Salle de la Bibliothèque Universitaire 20 avenue Gaston Berger 69100
Villeurbanne

Composition du jury proposé

Mme Anne-Laure BIANCE	Directrice de recherche	CNRS Lyon	Directrice de thèse
Mme Cécile COTTIN-BIZONNE	Directrice de recherche	CNRS Lyon	Co-directrice de thèse
Mme Agnès PIEDNOIR	Ingénieur de recherche	CNRS Lyon	Co-encadrante de thèse
M. Thierry ONDARCUHU	Directeur de recherche	CNRS Toulouse	Rapporteur
M. Lionel BUREAU	Directeur de recherche	CNRS Grenoble	Rapporteur
M. Dominic VELLA	Professeur	Université d'Oxford Royaume-Uni	Examineur
M. José BICO	Professeur	ESPCI	Examineur
M. Loïc VANEL	Professeur des universités	Université Lyon 1	Examineur
M. Nicolas CORDERO	Saint Gobain Recherche Paris	Invité	
Mme Elodie COUTTENIER	Saint Gobain Recherche Paris	Invitée	

Mots-clés : fibres, friction, adhésion

Résumé :

Les fibres de verre sont omniprésentes dans de nombreux matériaux de notre environnement, notamment les textiles techniques non tissés, les isolants et les renforts des matériaux composites. Dans la plupart de ces applications, les fibres de verre interagissent soit entre elles, soit avec d'autres matériaux. Dans la laine de verre, par exemple, les fibres subissent des contraintes au cours des différentes étapes du procédé de fabrication. Tous les contacts entre fibres à cette échelle micrométrique peuvent influencer le produit final. Il est donc impératif de comprendre ces

interactions entre les fibres afin de prédire avec précision les performances mécaniques du matériau à une échelle plus grande. Ces interactions sont très probablement affectées par la présence d'eau et de divers additifs sur les fibres. Pour étudier l'impact d'un contact individuel entre fibres micrométriques, nous avons développé deux dispositifs : l'un pour sonder la friction inter-fibres, et l'autre pour sonder leur adhésion. Pour évaluer la friction, nous utilisons un montage de flexion trois points conçu sur mesure, où une fibre transversale unique est déposée sur deux fibres supports, une masse étant insérée en son centre également. Sous l'effet de la masse, la fibre se fléchit. La distance entre les deux fibres supports est ensuite augmentée progressivement à l'aide d'un moteur, faisant augmenter le fléchissement jusqu'à la chute de la fibre transverse entre les deux fibres supports. Nous utilisons ensuite un modèle pour déterminer le coefficient de friction à partir de l'observation de cette chute. Pour la mesure de l'adhésion à l'échelle microscopique, nous mesurons des forces d'adhésions entre deux fibres de verres perpendiculaire à l'aide d'un microscope à forces atomique (AFM). Un morceau de fibre de verre est collé sur une lame de verre (fibre support), et un autre sur le levier de l'AFM (fibre sonde). Le levier de l'AFM est ensuite approché jusqu'au contact, et la force d'interaction fibre/fibre est déterminée en mesurant le fléchissement du levier. Nous avons exploré l'effet de l'humidité de l'environnement sur les propriétés de friction et d'adhésion en installant ces deux dispositifs dans des enceintes à humidité contrôlée. L'effet de certains additifs déposés à la surface des fibres a également été étudié dans ces deux configurations. Nous avons réalisé un dépôt par dip-coating sur nos fibres à l'aide d'un silicone commercial. La qualité du revêtement a été évaluée par AFM, et des mesures d'angle de contact ont été effectuées pour évaluer l'efficacité hydrophobe de la couche de silicone. En outre, l'analyse de la topographie des fibres permet également de quantifier l'effet de l'humidité ou des additifs sur le vieillissement de la surface du verre et ses conséquences sur les propriétés de friction et d'adhésion.

Summary:

Glass fibers are ubiquitous in many materials in our environment, including non-woven technical textiles, insulation, and reinforcements in composite materials. In most of these applications, glass fibers interact either with each other or with other materials. In glass wool, for example, the fibers undergo stress during the various stages of the manufacturing process. All contacts between fibers at this micrometric scale can influence the final product. It is therefore essential to understand these interactions between fibers in order to accurately predict the material's mechanical performance at a larger scale. These interactions are very likely affected by the presence of water and various additives on the fibers. To study the impact of an individual contact between micrometric fibers, we developed two devices: one to probe inter-fiber friction, and another to probe their adhesion. To measure friction, we use a custom three-point bending setup, where a single transverse fiber is placed on two support fibers, with a small mass also inserted at its center. Under the effect of this mass, the fiber bends. The distance between the two support fibers is then gradually increased using a motor, increasing the deflection until the transverse fiber falls between the two support fibers. We then use a model to determine the coefficient of friction from the observation of this fall. To measure the adhesion force at the microscopic scale, we measure the force between two crossed glass fibers thanks to an Atomic Force Microscope (AFM). A piece of glass fiber is glued to a glass slide (support fiber), and another one to the AFM cantilever (probe fibre). The AFM cantilever is then approached to contact thanks to nanopositioning, and the fiber/fiber force is determined by measuring the bending of the cantilever. We explored the effect of environmental humidity on friction and adhesion properties by placing these two devices in humidity-controlled chambers. The effect of certain additives deposited on the fiber surface was also investigated in both configurations. We performed dip-coating on our fibers using a commercial silicone. The coating quality was assessed by AFM imaging, and contact angle measurements were carried out to evaluate the hydrophobic efficiency of the silicone layer. In addition, inspection of the fiber topography also makes it possible to quantify the effect of humidity or additives on glass surface

aging and its consequences for friction and adhesion properties.