

ENGLISH FOLLOWS

FARZAM ZOUESHTIAGH, PROFESSEUR
UNIVERSITE DE LILLE, LABORATOIRE IEMN
E: FARZAM.ZOUESHTIAGH@UNIV-LILLE.FR

ALEXIS DUCHESNE, MCF
UNIVERSITE DE LILLE, LABORATOIRE IEMN
E: ALEXIS.DUCHESNE@UNIV-LILLE.FR

Stage de Master : Étude expérimentale de l'adhésion et du détachement de microparticules après séchage sur des surfaces solides

Contexte et motivation : L'adhésion de microparticules sur des surfaces solides intervient dans de nombreux procédés industriels et scientifiques, tels que le nettoyage, le revêtement, ou le contrôle de contamination. Lors du séchage, les forces capillaires issues de la déformation et de l'évaporation des ponts liquides peuvent modifier la zone de contact entre la particule et le substrat, influençant fortement l'adhésion. Bien que plusieurs études aient montré que la température, l'humidité et la durée de séchage jouent un rôle déterminant, les mécanismes physiques sous-jacents restent encore mal compris.

Objectif : L'objectif de ce stage est d'étudier expérimentalement l'influence des conditions de séchage sur l'adhésion et le détachement de microparticules déposées sur des substrats hydrophiles. Une attention particulière sera portée à l'effet de l'histoire du séchage — c'est-à-dire la succession des conditions de température, d'humidité et de durée — sur la géométrie du contact et la force de détachement.

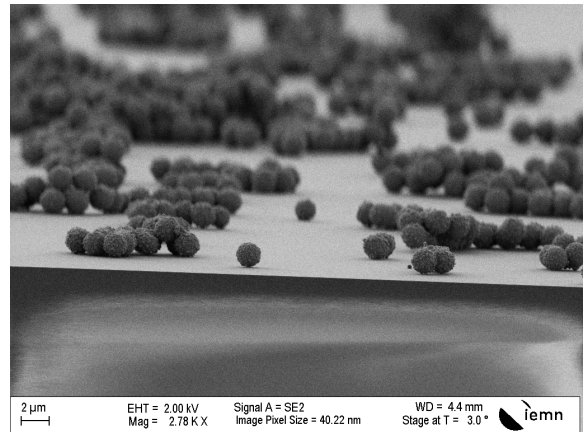


Figure 1 : Image en microscopie électronique de microparticules de 2μm diamètre déposées sur un substrat en verre

Méthodologie : Le travail sera essentiellement expérimental et se déroulera en environnement contrôlé. Le/la stagiaire sera amené·e à :

- Préparer des échantillons de microparticules séchées sous conditions atmosphériques définies (température et humidité) ;
- Mesurer les forces de détachement à l'aide d'un dispositif micro-pipette basé sur la technique patch-clamp, permettant une résolution à l'échelle d'une particule ;
- Observer la zone de contact par microscopie électronique à balayage (MEB) ;
- Analyser les résultats afin de corréliser les conditions de séchage aux comportements d'adhésion observés.

Résultats attendus : Cette étude permettra de mieux comprendre le couplage entre capillarité, dynamique du séchage et mécanique du contact. Les résultats pourront contribuer à l'optimisation de procédés de nettoyage ou de retrait de particules, notamment dans les domaines industriel et biomédical.

Encadrement et durée : Le stage sera encadré par Farzam Zoueshtiagh, Alexis Duchesne, Stefano Giordano au sein du laboratoire impliquant des collaborateurs nationaux et internationaux (Université de Caen, Politecnico di Bari (Italie), University of Galway (Irlande), Tokyo University of Science et Doshisha University (Japan)) ainsi qu'un partenaire industriel partner APERAM (Hauts-de-France). **Durée :** de 4 à 6 mois.

References

Ipatova, A., Duchesne, A., Yoshikawa, H. N., Mariot, P., Leroy, C., Faille, C., Ueno, I., Dietze, G., Zoueshtiagh, F. (2024). *Physical Review Fluids*, 9(8), 084301.

FARZAM ZOUESHTIAGH, PROFESSEUR
UNIVERSITE DE LILLE, LABORATOIRE IEMN
E: FARZAM.ZOUESHTIAGH@UNIV-LILLE.FR

ALEXIS DUCHESNE, MCF
UNIVERSITE DE LILLE, LABORATOIRE IEMN
E : ALEXIS.DUCHESNE@UNIV-LILLE.FR

Master internship: Experimental Investigation of Drying-Induced Adhesion and Detachment of Microparticles from Solid Surfaces

Summary:

Context and Motivation: The adhesion of microparticles to solid surfaces plays a crucial role in a wide range of industrial and scientific processes, from surface cleaning and coating to particle deposition and contamination control. During drying, capillary forces arising from evaporating liquid bridges can deform the particle–substrate contact and modify adhesion in ways that remain poorly understood. Recent studies have shown that environmental factors such as temperature, humidity, and drying duration strongly influence adhesion strength, but the underlying physical mechanisms are still being clarified.

Objective: The goal of this internship is to experimentally investigate how drying conditions affect the adhesion and detachment of microparticles from solid substrates. Special emphasis will be placed on understanding how *drying history*—the sequence of temperature, humidity, and duration—modulates the microscopic contact geometry and the corresponding detachment force.

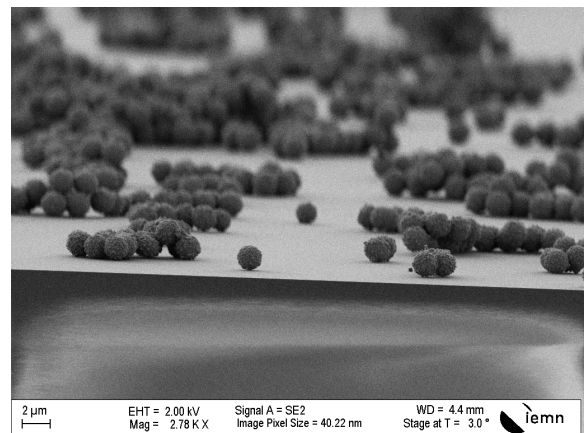


Figure 1 : Scanning Electronic Microscopy image of microparticles of 2μm diameter deposited on a substrate

Methodology: The work will be primarily experimental and conducted in a controlled-environment laboratory. The student will:

- Prepare microparticle-coated samples and perform drying under precisely controlled temperature and humidity;
- Measure detachment forces using a custom built patch-clamp-based micro-pipette system with single-particle resolution;
- Analyze the particle–substrate contact geometry using Scanning Electron Microscopy (SEM);
- Correlate force measurements with drying conditions to establish empirical relationships and identify physical trends.

Expected Outcomes: The internship will provide insight into the coupling between capillarity, drying dynamics, and contact mechanics. The results may help optimize surface cleaning and particle removal strategies in industrial and biomedical contexts.

Supervision and Duration: The internship will be supervised by Farzam Zoueshtiagh, Alexis Duchesne and Stefano Giordano, within the IEMN laboratory while involving national and international collaboration (University of Caen (France), Politecnico di Bari (Italy), University of Galway (Ireland), Tokyo University of Science and Doshisha University (Japan)) as well as industrial partner APERAM (North of France). **Duration:** 4 to 6 months.

References

Ipatova, A., Duchesne, A., Yoshikawa, H. N., Mariot, P., Leroy, C., Faille, C., Ueno, I., Dietze, G., Zoueshtiagh, F. (2024). *Physical Review Fluids*, 9(8), 084301.