

Sujet thèse / PhD subject 2026

Titre Thèse	Microfluidique sur fibres	
PhD Title	Microfluidics on fibers	
(Co)-Directeur	Alexis Duchesne	E-mail : alexis.duchesne@univ-lille.fr
(Co)-Directeur		E-mail :
(Co)-Encadrant (s)		E-mail :
Laboratoire	IEMN	Web : https://www.iemn.fr/
Groupe(s)	AIMAN - FILMS	Web : https://films.univ-lille.fr/
Projet phare principal	MICRO/NANO DEVICES	
Financement acquis Oui ☐ NonX Partiel ☐	Si acquis (total ou partiel), préciser : (contrat, organisme, Université étrangère...) :	
Financement demandé	Contrat Doctoral Etablissement	ULille X Centrale Lille ☐ JUNIA ☐
	Région ou Autre ☐ Préciser :	Co financement (Préciser l'origine, demande en cours, et si acquis ou pas) :

Résumé (français)

a. Contexte scientifique

La microfluidique sur fibres repose sur la possibilité de guider des gouttes déposées sur une fibre. La plupart du temps, la gravité joue le rôle de moteur dans le déplacement de la goutte, en inclinant la fibre par rapport à l'horizontale.

Développée depuis deux décennies, cette branche de la microfluidique a fait d'immenses progrès. Outre le fait de déplacer une goutte par gravité, il est maintenant possible de la diriger en utilisant des fibres de différents diamètres, la diviser, la trier en fonction de sa taille, la mélanger avec un autre composant, encapsuler de petites gouttes à l'intérieur... Remplacer le réseau de fibres par un réseau de fibres optiques permet en outre d'analyser simplement la composition chimique de la goutte.

Cette microfluidique présente de nombreux intérêts matériels : **son faible coût, sa facilité de fabrication** (en particulier elle ne requiert ni salle blanche ni instrumentation de lithographie coûteux) et sa facilité de prise en main. À la différence de la microfluidique « classique », les gouttes sont ici beaucoup plus mobiles car on a supprimé les murs qui engendrent une importante résistance visqueuse.

Toutefois cette nouvelle microfluidique connaît deux limites à son développement : **la première est qu'elle a été essentiellement développée en situation de mouillage total, la deuxième réside dans le fait qu'il n'existe aucun moyen de déplacement réversible pour ces gouttes sur fibres.**

b. Objectif

L'objectif de cette thèse stage est de répondre à ces deux défis, à savoir :

- Etudier théoriquement et expérimentalement le **déplacement d'une goutte sur une fibre puis son comportement à un nœud en situation de mouillage partiel.**
- Afin d'obtenir un système réversible, on se propose d'étudier l'effet de vibration sur le système. Il a en effet été montré que **les vibrations pouvaient permettre à une goutte de remonter contre la gravité sur un plan incliné via un mécanisme de piégeage/dépiégeage de la ligne de contact.** Il s'agira donc ici de transposer cette méthode au cas d'une goutte sur fibre et d'en éprouver la fiabilité en fonction des paramètres du système.

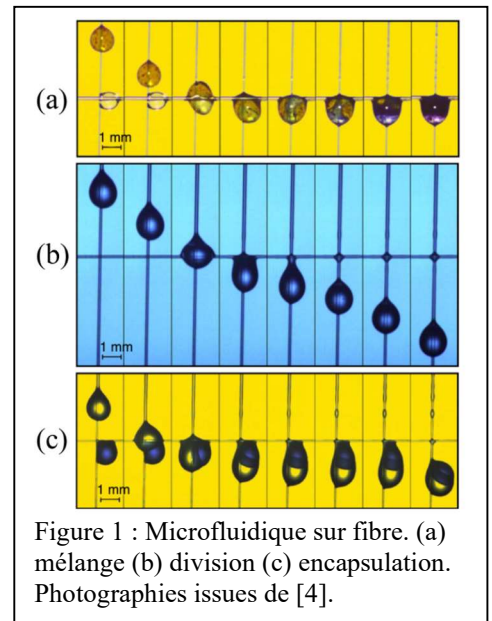
c. Environnement

La thèse se déroulera au sein de l'IEMN (campus scientifique de l'université de Lille). L'accès à la centrale de micro fabrication de l'institut (une des plus importante de France) permettra de construire les dispositifs adaptés mais également la maîtrise de la mouillabilité et de l'état de surface des fibres.

Par ailleurs, le stage pourra bénéficier d'une collaboration entre l'équipe et les chercheurs de l'université de Liège (GRASP, ULg) qui sont pionniers dans cette problématique.

Références

- [1] Tristan Gilet, Denis Terwagne, and Nicolas Vandewalle. Droplets, EPJE, 31(3) :253{262, 2010.
- [2] Yuan Chen, et al., *Sci. Rep.*, 3 :2927, 2013.
- [3] F Weyer, A Duchesne, and N Vandewalle. *Sci. Rep.*, 7(1) :13309, 2017.
- [4] Tristan Gilet, Denis Terwagne, and Nicolas Vandewalle. *Appl. Phys. Lett.*, 95(1) :014106, 200



Abstract

a. Scientific background

Fiber-based microfluidics relies on the ability to guide droplets deposited on a fiber. Most of the time, gravity acts as the driving force for droplet motion by tilting the fiber relative to the horizontal direction.

Developed over the past decades, this branch of microfluidics has made significant progress. Beyond gravity-driven transport, it is now possible to direct droplets using fibers with different diameters, split them, sort them according to their size, mix them with other components, and encapsulate smaller droplets inside larger ones. Replacing fiber networks with optical fiber networks also enables straightforward analysis of the droplet chemical composition.

This microfluidic approach offers several practical advantages: **low cost, ease of fabrication** (notably, it does not require cleanroom facilities or expensive lithography instrumentation), and **simple handling**. Unlike classical microfluidics, droplets are much more mobile since the channel walls responsible for significant viscous resistance are eliminated.

However, this emerging microfluidic technology faces two major limitations: **first, it has been predominantly developed under total wetting conditions; second, there is currently no reversible transport mechanism available for droplets on fibers.**

b. Objective

The objective of this thesis internship is to address these two challenges, namely:

- **Theoretically and experimentally investigate the motion of a droplet along a fiber and its behavior at a node under partial wetting conditions.**
- To obtain a reversible system, the effect of mechanical vibrations on the droplet–fiber system will be studied. **Vibrations have indeed been shown to enable droplets to move upward against gravity on an inclined plane through a contact line pinning–depinning mechanism.** The goal here is therefore to transpose this approach to the case of a droplet on a fiber and assess its reliability as a function of the system parameters.

c. Environnement

The thesis will take place at the IEMN (scientific campus of the University of Lille). Access to the institute's microfabrication facility—one of the largest in France—will enable the fabrication of dedicated experimental devices as well as precise control of fiber wettability and surface properties.

Furthermore, the internship will benefit from collaboration between the team and researchers from the University of Liège (GRASP, ULg), who are pioneers in this research area.

References

- [1] Tristan Gilet, Denis Terwagne, and Nicolas Vandewalle. Droplets, EPJE, 31(3) :253{262, 2010.
- [2] Yuan Chen, et al., *Sci. Rep.*, 3 :2927, 2013.
- [3] F Weyer, A Duchesne, and N Vandewalle. *Sci. Rep.*, 7(1) :13309, 2017.
- [4] Tristan Gilet, Denis Terwagne, and Nicolas Vandewalle. *Appl. Phys. Lett.*, 95(1) :014106, 200

