

Stage L3-M1-M2 – Toulouse

RELAXation d'un agrégat de colloïdes : application au décolmatage de membranes de filtration

Laboratoires	Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse	Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes
Encadrants	Olivier Liot - olivier.liot@imft.fr	Pierre Joseph - pjoseph@laas.fr
Salaire & Dates	Gratification : ~ 650€ /mois (35h/sem). Sur la période Février 2026 - Juillet 2026.	
Publications	[1] Bouhid de Aguiar, I & Schroën, K. (2020) <i>Microfluidics Used as a Tool to Understand and Optimize Membrane Filtration Processes</i> , Membranes. [2] Mokrane, M. et al. (2020) <i>Microstructure of the near-wall layer of filtration-induced colloidal assembly</i> , Soft Matter.	
Formation	Microfluidique, Physique, Mécanique des fluides, Milieux poreux, Matière molle	

Contexte Comprendre comment une membrane de filtration se colmate est crucial pour améliorer son efficacité et sa durée de vie.. Depuis vingt ans, l'utilisation de la microfluidique pour comprendre les mécanismes de base du colmatage à l'échelle particule/pore a permis de nombreuses avancées [1] concernant la capture des particules par les parois du milieu poreux, la cinétique et la dynamique de colmatage. Cependant, aucune étude n'a porté sur la stabilité d'un bouchon formé de colloïdes, encore moins en présence de mouvement brownien. Nos travaux récents sur la microstructure d'un bouchon ont révélé son hétérogénéité [2], avec l'observation de bouchons comportant une "phase" à la structure amorphe proche du pore et une autre cristalline plus loin du pore. Des observations préliminaires ont montré que lorsque l'écoulement est stoppé, une partie du bouchon se re-suspend (voir Figure 1). Le bouchon est ainsi composé d'une phase réversible (un verre répulsif) et d'une autre irréversible. Cette observation soulève des questions fondamentales : quels paramètres fixent le taux d'irréversibilité du bouchon, et donc sa stabilité mais aussi sa résistance au nettoyage ? Quelle(s) différence(s) entre un bouchon construit à débit fixé et un autre construit à pression fixée ? Il semble qu'il s'agisse d'une compétition entre l'écoulement et les interactions répulsives entre particules, à démontrer expérimentalement. Par ailleurs, quelle est la dynamique de relaxation du bouchon lorsque l'écoulement assurant sa stabilité disparaît ? Quel est l'influence du mouvement brownien ? Ces questions abordent des problématiques fondamentales en lien avec les suspensions concentrées.

Objectifs scientifiques L'objectif de ce stage est d'obtenir une cartographie (i) des régimes de stabilité et (ii) des taux d'irréversibilité de bouchons de colloïdes browniens dans une puce microfluidique, ainsi que (iii) de la dynamique de relaxation après arrêt du flux. La dynamique de relaxation sera observée en temps réel à l'aide de traceurs ensemencés dans le bouchon. Ces résultats expérimentaux permettront la compréhension fondamentale des mécanismes de relaxation dans les suspensions concentrées, avec des retombées applicatives rapides pour l'optimisation des procédés de décolmatage.

Rôle du ou de la stagiaire L'approche envisagée se base sur des outils de conception et expérimentaux maîtrisés. Le ou la stagiaire devra d'abord concevoir un nouveau design de puce microfluidique adapté à cette étude, pour pouvoir fabriquer ensuite des puces en élastomère (PDMS). Le ou la stagiaire mènera des campagnes expérimentales d'étude du décolmatage des bouchons de colloïdes browniens dans ces puces, avec une acquisition combinant microscopie de fluorescence et confocale. Enfin le ou la stagiaire traitera et analysera les données obtenues à l'aide de routines Python et/ou Matlab existantes.

Environnement Les recherches autour du colmatage et de la relaxation d'un bouchon de colloïdes font partie de l'expertise de l'équipe MPB de l'IMFT et de l'équipe MILE du LAAS-CNRS. Le ou la stagiaire travaillera principalement à l'IMFT et ponctuellement au LAAS-CNRS. Un premier stage est en cours sur la période octobre 2025 - janvier 2026 et permet déjà de lancer des expériences préliminaires permettant de circonscrire le sujet et limiter le risque expérimental.

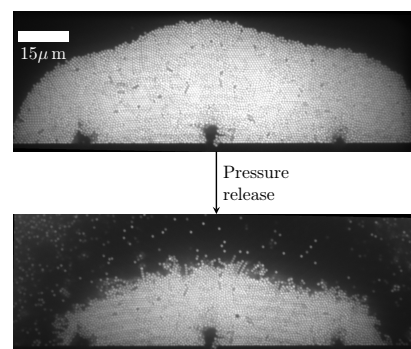


Figure 1: Relaxation d'un bouchon de colloïdes de 1 μm de diamètre après arrêt du flux. Bouchon avant (haut) et après (bas) arrêt du flux. Grossissement 63 $\times$.

Internship L3-M1-M2 – Toulouse

RELAXation of a colloid aggregate: application to unclogging of filtration membranes

Laboratoires	Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse	Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes
Supervisors	Olivier Liot - olivier.liot@imft.fr	Pierre Joseph - pjoseph@laas.fr
Income & Dates	Gratification : ~ 650€ /month (35h/week). Timespan: February 2026 - July 2026.	
Publications	[1] Bouhid de Aguiar, I & Schroën, K. (2020) <i>Microfluidics Used as a Tool to Understand and Optimize Membrane Filtration Processes</i>, Membranes. [2] Mokrane, M. et al. (2020) <i>Microstructure of the near-wall layer of filtration-induced colloidal assembly</i>, Soft Matter.	
Training	Microfluidics, Physics, Fluid mechanics, Porous media, Soft matter	

Context Understanding how a filtration membrane becomes clogged is crucial for improving its efficiency and lifetime. Over the past twenty years, the use of microfluidics to investigate the fundamental mechanisms of clogging at the particle/pore scale has led to significant advances [?] concerning particle capture on the walls of porous media, as well as the kinetics and dynamics of clogging. However, no study has focused on the stability of a clog made of colloids, let alone in the presence of Brownian motion. Our recent work on the microstructure of a clog has revealed its heterogeneity [?], with the observation of clogs exhibiting a “phase” with an amorphous structure near the pore and another, crystalline, farther from the pore. Preliminary observations have shown that when the flow is stopped, part of the clog re-suspends (see Figure 1). The clog is thus composed of a reversible phase (a repulsive glass) and an irreversible one. This observation raises fundamental questions: which parameters determine the irreversibility rate of the clog, and thus its stability but also its resistance to cleaning? What differences arise between a clog formed under constant flow rate and one formed under constant pressure? It appears to involve a competition between the flow and the repulsive interactions between particles, which must be demonstrated experimentally. Furthermore, what is the relaxation dynamics of the clog when the stabilizing flow disappears? What is the influence of Brownian motion? These questions address fundamental issues related to concentrated suspensions.

Scientific objectives The objective of this internship is to obtain a mapping (i) of the stability regimes and (ii) of the irreversibility rates of clogs of Brownian colloids in a microfluidic chip, as well as (iii) of the relaxation dynamics after flow stoppage. The relaxation dynamics will be observed in real time using tracers seeded inside the clog. These experimental results will provide fundamental insight into the relaxation mechanisms in concentrated suspensions, with rapid applicative impact for optimizing unclogging processes.

Role of the intern The proposed approach relies on well-established design and experimental tools. The intern will first design a new microfluidic chip geometry adapted to this study, and will then fabricate chips in elastomer (PDMS). The intern will conduct experimental campaigns to investigate the unclogging of Brownian colloid clogs in these chips, with data acquisition combining fluorescence and confocal microscopy. Finally, the intern will process and analyze the acquired data using existing Python and/or Matlab routines.

Environment Research on clogging and on the relaxation of colloidal clogs is part of the expertise of the MPB team at IMFT and the MILE team at LAAS-CNRS. The intern will work mainly at IMFT and occasionally at LAAS-CNRS. A first internship is already underway from October 2025 to January 2026 and is enabling preliminary experiments to be launched, helping refine the scope of the project and reduce experimental risks.

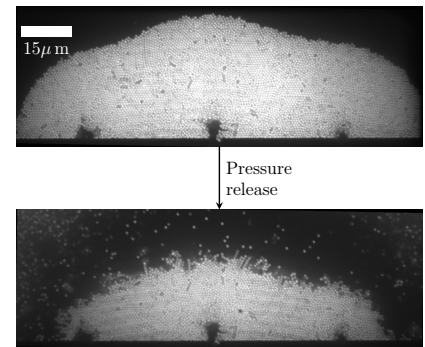


Figure 2: Relaxation of a clog of $1\mu\text{m}$ colloidal particles after flow stoppage. Clog before (top) and after (bottom) flow stoppage. Magnification $63\times$.