



Proposition de sujet de thèse- Contrats Doctoraux 2020-2023

Titre du sujet	Biocolmatage : dynamique, structure, percolation
Directeur de thèse*	DURU Paul INP-ENSEEIH, IMFT paul.duru@imft.fr
Co-Directeur de thèse	LIOT Olivier INP-ENSEEIH, IMFT olivier.liot@imft.fr
Laboratoire	Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse Spécialité : Mécanique des fluides, Biophysique

*Impérativement HDR

Description du sujet

Le processus par lequel des pores viennent à se colmater par accumulation de particules est crucial pour l'industrie. La compréhension de ces mécanismes est en effet centrale pour améliorer les membranes de filtration utilisées dans le traitement de l'eau, ou encore pour la dépollution des sols. Dans les suspensions naturelles, il est fréquent de rencontrer des particules biologiques. Leur écoulement dans un milieu poreux tel qu'une membrane ou le sol peut mener au **biocolmatage** qui va être fortement influencé par l'aspect déformable des particules, mais aussi par leurs propriétés biologiques. Si l'étude du colmatage à l'échelle du pore a commencé il y a une quinzaine d'année (Dressaire & Sauret, 2017), l'utilisation de particules déformables est en plein essor. Elles ont par exemple la particularité de passer à travers des pores de dimensions inférieures à leur diamètre si le forçage hydrodynamique est suffisant (Hong *et al.*, 2017). Pour des particules vivantes, le **milieu poreux** créé par le bouchon devient **réactif**. La consommation des nutriments (et donc la capacité de reproduction des objets) contenus dans le fluide environnant peut varier en fonction de la répartition des contraintes dans le bouchon, du confinement, du forçage hydrodynamique, mais aussi de la position dans le bouchon. Dans ce cas, la dynamique du bouchon sera fortement influencée par la mort et/ou la reproduction des objets. De plus, dans le cas d'objets sub-microniques comme les bactéries, le mouvement brownien et leur déplacement actif pourraient aussi influencer fortement la formation d'un bouchon (Liot *et al.*, 2018).

Deux objets biologiques ont été sélectionnés : levures et bactéries. **La problématique centrale de cette thèse est de comprendre expérimentalement les couplages entre forçage hydrodynamique, déformabilité et réponse biologique des objets lors du processus de colmatage; et de les mettre en relation avec la dynamique de formation et d'évolution du bouchon et sa microstructure.** A l'aide d'une approche modèle, nous allons étudier (i) la dynamique de formation et la microstructure d'un bouchon de levures, (ii) la manière dont le fluide environnant percole au travers d'une assemblée compacte de levures et les conséquences sur l'évolution de cette assemblée ainsi que (iii) la dynamique de colmatage par une suspension de bactéries. Le travail mettra à profit les différents systèmes microfluidiques utilisés actuellement à l'IMFT et au LAAS pour l'étude du colmatage et des propriétés des levures sous contrainte mécanique.



ECOLE DOCTORALE
ED 468
« Mécanique, Énergétique, Génie Civil, Procédés »



Thesis proposal for a Doctoral position 2020-2023

Title	Bioclogging : dynamics, structure, percolation
Supervisor*	DURU Paul INP-ENSEEIH, IMFT Paul.duru@imft.fr
Second Supervisor	LIOT Olivier INP-ENSEEIH, IMFT Olivier.liot@imft.fr
Laboratory	Institute of Fluid Mechanics of Toulouse Spéciality: Fluid Mecahnics, Biophysics

*Impérativement HDR

Research project description :

The process by which pores become clogged by accumulation of particles is crucial for the industry. Understanding these mechanisms is indeed central to improve the filtration membranes used in water treatment, or even for soil remediation. In natural suspensions, it is common to encounter biological particles. Their flow in a porous medium such as a membrane or the soil can lead to **bioclogging** which will be strongly influenced by the deformation of the particles, but also by their biological properties. If the study of clogging on a pore scale began about fifteen years ago (Dressaire & Sauret, 2017), the use of deformable particles is booming. For example, they have the particularity of passing through pores of dimensions smaller than their diameter if the hydrodynamic forcing is sufficient (Hong et al., 2017). For living particles, the **porous medium** created by the plug becomes **reactive**. The consumption of the nutrients (and therefore the reproduction capacity of the objects) contained in the surrounding fluid can vary according to the distribution of the stresses in the plug, the confinement, the hydrodynamic forcing, but also the position in the plug. In this case, the dynamics of the plug will be strongly influenced by the death and/or reproduction of the objects. In addition, in the case of sub-micron objects such as bacteria, the Brownian movement and their active displacement could also strongly influence the formation of a plug (Liot et al., 2018).

Two biological objects were selected: yeast and bacteria. **The central problem of this thesis is to experimentally understand the couplings between hydrodynamic forcing, deformability and biological response of objects during the clogging process;** and to relate them to the dynamics of formation and evolution of the plug and its microstructure. Using model systems, we will study (i) the dynamics of formation and the microstructure of a yeast plug, (ii) how the surrounding fluid percolates through a compact assembly of yeasts and the consequences on the evolution of this assembly as well as (iii) the dynamics of clogging by a suspension of bacteria. The work will take advantage of the various microfluidic systems currently used at IMFT and LAAS for the study of clogging and the properties of yeasts under mechanical stress.