

Stage de Recherche - Niveau M1/M2 - Toulouse

Etude de l'écoulement réactif dans un bouchon de levures *S. cerevisiae*

| Laboratoires | Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse | Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes |
|------------------|--|--|
| Encadrants | Térence Desclaux - terence.desclaux@imft.fr Olivier Liot - olivier.liot@imft.fr | Morgan Delarue - morgan.delarue@laas.fr Pierre Joseph - pierre.joseph@laas.fr |
| Salaires & Dates | Gratification : $\sim 600\text{€}/\text{mois}$ (35h/sem). Début à partir de février 2022 – 4 à 6 mois. | |
| Publications | [1] Dressaire, E. and Sauret, A. (2017) <i>Clogging of microfluidic systems</i> , Soft Matter. [2] Foley, G. (2006) <i>A review of factors affecting filter cake properties in dead-end microfiltration of microbial suspensions</i> , Journal of Membrane Science. | |
| Formation | Microfluidique, Biophysique, Mécanique des fluides | |
| Candidature | Envoyer CV, relevés de notes et lettre de motivation aux mails ci-dessus. | |

Contexte La capture de particules solides dans un milieu poreux est indispensable dans de nombreux domaines tels que la chromatographie liquide, ou l'infiltration des eaux souterraines. Cependant, ces procédés présentent un inconvénient majeur : les membranes poreuses peuvent s'encrasser et la quantité de matière accumulée peut devenir si élevée qu'elle colmate la membrane. Ce colmatage a été récemment étudié à l'échelle microscopique, c'est-à-dire à l'échelle d'un pore, ce qui a permis d'apporter de bonnes descriptions des processus en jeu [1]. Mais à cette échelle, le biocolmatage (colmatage par des objets vivants) n'a pas encore été étudié, malgré la richesse de la biophysique du phénomène. En effet, les cellules vivantes ont des propriétés particulières qui peuvent impacter à la fois le scénario de colmatage et les propriétés du bouchon résultant : ce sont des objets déformables, anisotropes, dotés de mécanismes d'adhésion spécifiques et de comportements propres au vivant (croissance, division, consommation de nutriments, mort). Jusqu'à récemment, les seules études menées le sont à l'échelle de la membrane avec des cellules ne se divisant pas [2].

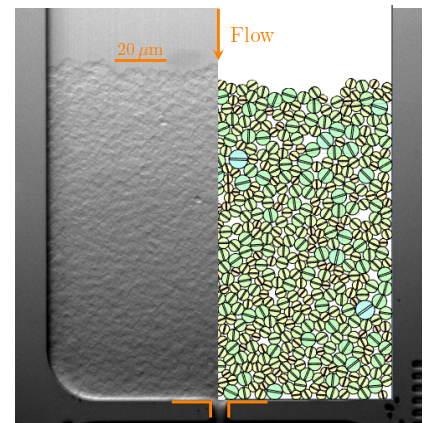


Figure 1: Image d'un bouchon de levures observé en microscopie de contraste de Hoffman (gauche, zoom 40x), et d'une simulation numérique (droite).

Objectifs scientifiques Des résultats acquis par l'équipe ont permis de montrer, à la microéchelle, le couplage entre la prolifération cellulaire et la pomécanique du bouchon. Mais les résultats obtenus sont limités à des agrégats de petite taille ($\sim 200\mu\text{m}$ de hauteur). En effet, pour des agrégats plus grands, les premiers résultats expérimentaux suggèrent que la prolifération est limitée à une partie seulement du bouchon. Cette partie est située à l'extrémité du bouchon, si bien qu'elle est probablement mieux alimentée en nutriments que la partie proche du pore. **L'enjeu de ce stage est donc de réaliser de nouvelles expériences et/ou simulations pour mieux quantifier (i) la dynamique de croissance du bouchon due à la prolifération et (ii) le taux de division local des levures. Ces quantités seront ensuite reliées à différentes grandeurs caractéristiques des bouchons, la microstructure locale, ou les contraintes mécaniques subies par les levures.**

Rôle du ou de la stagiaire L'approche envisagée pourra s'adapter aux préférences de la personne recrutée, et couple différents outils déjà mis au points. D'une part des expériences seront menées grâce à des dispositifs de microfluidique imagés par microscope. D'autre part, un code de calcul a été développé en interne pour pouvoir simuler l'ensemble de ces processus, et il pourra être utilisé pour réaliser des simulations numériques. Enfin, la modélisation théorique des résultats expérimentaux, pourra être menée.

Environnement Les recherches autour du colmatage et du comportement de levures sous forçage mécanique font parties de l'expertise des équipes MPB de l'IMFT et MILE du LAAS. Plusieurs chercheurs permanents sont intéressés par ces questions (Olivier Liot, Morgan Delarue notamment), un doctorant (Térence Desclaux), et une ATER (Noura Eddaoui) travaillent actuellement sur le sujet.

Research Internship - M1/M2 Student - Toulouse

Study of the reactive flow inside a yeast clog *S. cerevisiae*

| Laboratories | Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse | Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes |
|------------------|--|--|
| Encadrants | Térence Desclaux - terence.desclaux@imft.fr Olivier Liot - olivier.liot@imft.fr | Morgan Delarue - morgan.delarue@laas.fr Pierre Joseph - pierre.joseph@laas.fr |
| Salaires & Dates | Gratification : ~ 600€/month (35h/sem). Start from February 2022 – 4 to 6 months. | |
| Publications | [1] Dressaire, E. and Sauret, A. (2017) <i>Clogging of microfluidic systems</i> , Soft Matter. [2] Foley, G. (2006) <i>A review of factors affecting filter cake properties in dead-end microfiltration of microbial suspensions</i> , Journal of Membrane Science. | |
| Formation | Microfluidics, Biophysics, Fluid mechanics | |
| Application | Send a CV, academic transcript, and a cover letter to the above mails. | |

Context The capture of solid particles in a porous medium is essential in many fields such as liquid chromatography or the infiltration of groundwater. However, these processes have a major drawback: the porous membranes can clog and the amount of accumulated material can become so high that it jams the membrane. This clogging has recently been studied at the microscopic scale - i.e. at the scale of a pore - which has enabled scientists to bring good descriptions of the mechanisms involved [1]. Bioclogging (clogging by living objects) has not yet been studied on this scale despite the richness of intrinsic biophysics. Indeed, living cells have specific characteristics which can impact both the type of clogging and the properties of the resulting clog: these objects are deformable, anisotropic, endowed with specific adhesion mechanisms and behaviors specific to living organisms (growth, division, nutrient consumption, death). Until recently, the studies were carried out at the membrane scale with non-dividing cells [2].

Scientific objectives Acquired results from the team has described, at the micro-scale, the coupling between cell proliferation and the poromechanics of the clog. But the results obtained are limited to small aggregates (~ 200µm high). Indeed, for larger aggregates, the first experimental results suggest that proliferation is limited to only one part of the clog. This part is located at the end of the clog, so it may be better supplied with nutrients than the part close to the pore. **The purpose of this internship is therefore to carry out new experiments and/or simulations to better quantify (i) the growth dynamics of the clog due to proliferation and (ii) the local division rate of the yeasts. These quantities will then be linked to different characteristics of the clogs such as the local microstructure or the mechanical stresses experienced by yeasts.**

Role of the trainee The envisaged approach will be adapted to the profile of the recruited person, and combine various tools already developed. On the one hand, experiments will be carried out using microfluidic devices to create bioclogs. On the other hand, a computer code has been developed internally to be able to simulate all of these processes, and it will be used to carry out numerical simulations. Finally, the theoretical modelling of the experimental results can be carried out.

Environnement The researches on the clogging and behavior of yeasts under mechanical forcing are part of the expertise of the teams MPB from IMFT and MILE from LAAS. Several permanent staff are interested in these questions (Olivier Liot, Morgan Delarue in particular), a doctoral student (Térence Desclaux), and an ATER (Noura Eddaoui) are currently working on the project.

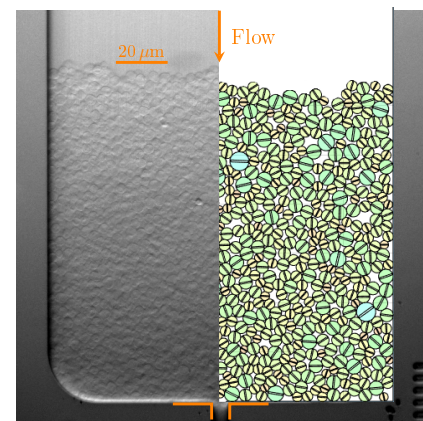


Figure 2: Image of a yeast clog observed under Hoffman Contrast Microscopy (left, 40x zoom) and of a simulation (right).