

Stage L3/M1/M2/PLR – Toulouse

Écoulement bio-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
Salaire & Dates	Gratification : ~ 600€/mois (35h/sem). 2 à 6 mois entre Fév. 2023 et Août 2023.	
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, Transport en milieu poreux	
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 présente dans de nombreux domaines tels que la chromatographie liquide, ou la filtration des eaux usées. 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 à l'aide de dispositifs microfluidiques, ce qui a permis d'apporter de bonnes descriptions des processus à l'œuvre [1]. Mais à cette échelle, le biocolmatage (colmatage par des objets vivants) n'a pas encore été étudié, malgré la richesse de la biophysique en jeu : ces bouchons forment des milieux poreux, déformables, traversés par un fluide et formés de cellules vivantes. Et ces cellules 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 l'ont été à l'échelle de la membrane avec des cellules ne se divisant pas [2].

Objectifs scientifiques Des résultats acquis par l'équipe ont permis de montrer, grâce à des dispositifs microfluidiques, le couplage entre la prolifération cellulaire et la pomécanique du bouchon. Des expériences menées en laissant proliférer les cellules dans le bouchon montrent également que la prolifération est limitée à une partie seulement de celui-ci. Deux origines pourraient expliquer ce phénomène : une raréfaction de la présence des nutriments dans le bouchon ou une augmentation de la contrainte subie par les cellules (qui peut limiter leur capacité de prolifération). **L'enjeu de ce stage est de comprendre comment les contraintes internes au bouchon et la consommation des nutriments par les levures agissent sur leur réponse biologique et sur le comportement global du bouchon.**

Rôle du ou de la stagiaire L'approche envisagée pourra **s'adapter aux préférences de la personne recrutée**, et couple différents outils numériques, analytiques et expérimentaux déjà mis au points ou à développer. La personne recrutée pourra **au choix (i)** développer des méthodes expérimentales de mesure de la consommation de nutriments dans le bouchon et les comparer à des analyses numériques menées actuellement, **(ii)** mener des mesures de contraintes dans le bouchon à l'aide de sondes *ad hoc* et les coupler au taux de prolifération des levures et/ou **(iii)** développer le code de simulation numérique actuellement utilisé pour y implémenter la division cellulaire et la consommation de nutriments et comparer les résultats aux mesures expérimentales.

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) et un doctorant (Térence Desclaux) travaille actuellement sur le sujet.

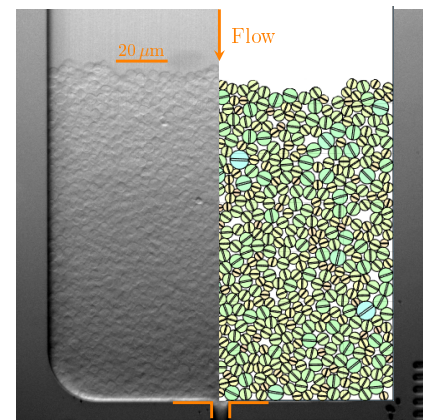


Figure 1: Image d'un bouchon de levures observé en microscopie (gauche, zoom 40x), et d'une simulation numérique (droite).

Research Internship - L3/M1/M2/LRP Student - Toulouse

Reactive flow inside a *S. cerevisiae* yeast clog

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
Salary & Dates	Gratification: ~ 600€/month (35h/sem). 2 to 6 months betw. Feb. 2023 & Aug. 2023.	
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, Transport in porous media	
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 present in many fields such as liquid chromatography or water filtration. 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, using microfluidic devices, which has enabled scientists to bring good descriptions of the mechanisms involved [1]. But on this scale, bioclogging (clogging by living objects) has not yet been studied, despite the wealth of biophysics involved: these clogs form porous, deformable media, crossed by a fluid and made up of living cells. And these cells have specific properties that can impact both the clogging scenario and the properties of the resulting clog: they are deformable, anisotropic objects, 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].

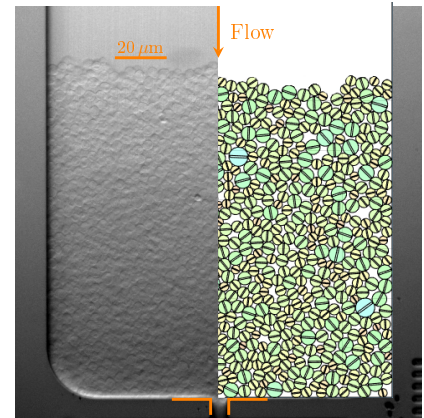


Figure 2: Image of a yeast clog observed by microscopy (left, 40x zoom) and from a simulation (right).

Scientific objectives Results acquired by the team have made it possible to show, thanks to microfluidic devices, the coupling between cell proliferation and the poromechanics of the clog. Experiments carried out by allowing the cells to proliferate in the clog also show that the proliferation is limited to only a part of it. Two origins could explain this phenomenon: a rarefaction of the presence of nutrients in the clog or an increase in the stress undergone by the cells (which can limit their capacity for proliferation). **The challenge of this internship is to understand how the internal constraints of the clog and the consumption of nutrients by the yeasts act on their biological response and on the overall behavior of the clog.**

Role of the trainee The approach envisaged can **adapt to the preferences of the recruited person**, and couple different numerical, analytical and experimental tools already developed or to be developed. The person recruited **will by choice (i)** develop experimental methods for measuring the consumption of nutrients in the clog and compare them with numerical analyzes currently being carried out, **(ii)** carry out stress measurements in the clog using *ad hoc* probes and couple them to the yeast proliferation rate and/or **(iii)** develop the numerical simulation code currently used to implement division there cell and nutrient consumption and compare the results to experimental measurements.

Environment 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) and a doctoral student (Térence Desclaux) is currently working on the project.