

Demande de financement de post-doctorant

Institut de Mécanique et d'ingénierie

- 2022 -

Partenaires du projet :

Olivier BOIRON – IRPHE

Audrey SORIC - M2P2

Nassim AIT MOUHEB - INRAE GEAU (Montpellier)

Contexte de la demande : bio encrassement en micro-irrigation et réutilisation des eaux usées traitées

Le sujet de recherche concerne l'étude de la dynamique de développement de biofilms dans des systèmes micro/milli fluidiques en labyrinthe.

Dans un contexte d'augmentation du stress hydrique et de la concurrence sur la ressource en eau pour l'agriculture, sont recommandés depuis plusieurs années des systèmes dits de micro irrigation. Ces dispositifs permettent d'accéder à une efficacité accrue de l'apport de l'eau au niveau de la parcelle exploitée mais cette efficacité peut être remise en cause assez drastiquement par la présence de nutriments et d'ions dans les eaux d'irrigation et notamment dans le cas de la réutilisation des eaux usées traitées qui augmente la possibilité de développement de biofilms dans les goutteurs (Figure 1).

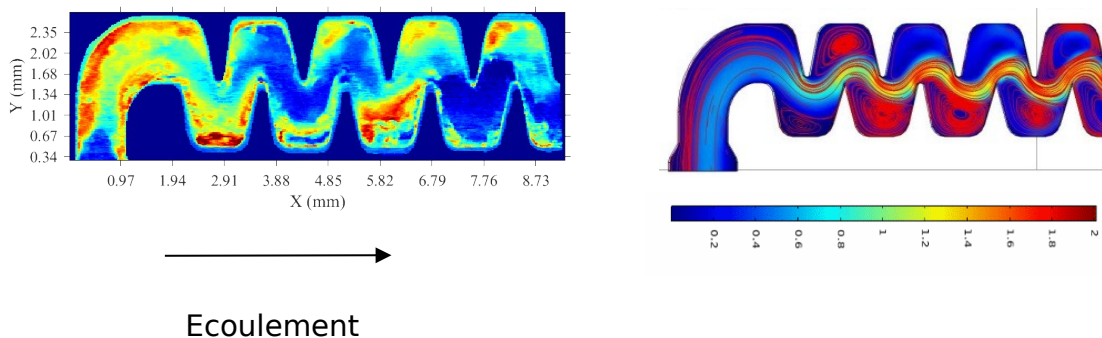


Figure 1 : Epaisseur du biofilm (mm) au niveau de l'entrée du canal mesurée par OCT et modélisation du module vitesse (m.s^{-1}) et lignes de courant pour un goutteur d' 1 L.h^{-1}

Ces derniers peuvent donc se colmater assez rapidement et diminuer significativement les performances du dispositif d'irrigation. Ce bio-encrassement est très multifactoriel, mais en dehors des paramètres biologiques et chimiques, l'hydrodynamique interne joue un rôle central sur les zones de développement des biofilms. En effet, le long de ces micro/milli canaux en labyrinthe, les effets d'entrée ou la turbulence engendrée par les singularités placées dans le dispositif sont étroitement liés aux risques de colmatage (Figure 1). Le projet de recherche vise donc à étudier le lien entre hydrodynamique dans des micro ou milli systèmes fluidiques et développement des biofilms : vitesse, localisation des zones de colonisation, dynamique de croissance, etc.

Précédemment, dans le cadre d'un PEPS nous avons avec Audrey Soric (M2P2) tenté il y a quelques années à IRPHE de suivre le développement de biofilms en utilisant un procédé original de microPIV utilisant pour traceurs les bactéries elles mêmes. Ces dernières étaient des *Eschericia coli* marquées de sorte à ce que leur plasmide contiennent le gène de la GFP, une protéine qui possède la particularité d'être fluorescente lorsque exposée à de la lumière UV. Grace à ce procédé nous avons pu imager en fluorescence induite dans un micro-circuit des bactéries circulantes mais faute d'une sensibilité suffisante sur le dispositif d'acquisition d'images et de disponibilité de la plateforme microPIV, pas été en capacité d'exploiter ces résultats.

Sujet du projet de post-doc

En adaptant la méthodologie précédemment décrite, le projet proposé au post-doctorant sera d'étudier le lien entre transport de bactéries, cinétique de développement des biofilms et hydrodynamique le long de dispositifs milli-fluidiques en labyrinthe. Les résultats expérimentaux de l'étude seront confrontés à des données non seulement issues des analyses effectuées à l'INRAE par OCT sur la caractérisation des dépôts mais également aux simulations numériques menées dans le cadre de cette étude par IRPHE et l'INRAE.

En complément, au niveau d'IRPHE, l'acquisition récente d'une caméra plus performante (TSI Powerview sCMOS 5.5 à haute efficacité quantique), particulièrement adaptée aux mesures par LIF permettra des gains significatifs en rapport S/N. Cela devrait permettre d'observer le dépôt des bactéries et la dynamique de développement du biofilm *in situ* en quantifiant de manière précise, la localisation des premiers dépôts, la vitesse de colonisation en fonction de divers paramètres de contrôle (température, pH, conductivité, concentration en nutriments,...) ainsi que les paramètres hydrodynamiques notamment en entrée du dispositif.

MOYENS ET CADRE DE TRAVAIL

Ce projet sera conduit en étroite collaboration entre les 3 laboratoires IRPHE, M2P2 à Marseille et l'UMR GEAU à Montpellier. Les moyens expérimentaux et d'analyse sont disponibles dans les différentes équipes de recherche, à savoir :

Plateforme laboratoire équipe PRESTI- UMR GEAU. Banc micropiv IRPHE, plateforme Bioprocédés M2P2.

VALORISATION SCIENTIFIQUE

Article scientifiques :

- I. Une première publication sur la caractérisation « du transport de bactéries le long des milli labyrinthes. Publication envisagée chez «Experiments in Fluids» .
- II. Une deuxième publication sur l'Effet des paramètres opératoires sur la cinétique de développement des biofilms chez « Water Research »

Profil du candidat recherché :

- Le candidat recherché devra présenter une formation en mécanique des fluides/méthodes optiques.

- Une expérience en mesure optique et microPIV, analyse de données soit au travers de la thèse, soit au travers d'un précédent post-doc sera un plus.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Kévin Lequette, Nassim Ait-Mouheb, Nicolas Adam, Marine Muffat-Jeandet, Valérie Bru-Adan, Nathalie Wéry, "Effect of chlorination and pressure flushing of drippers fed by reclaimed wastewater on biofouling" *Science of the Total Environment* Jr. (2020).
- Lequette, K, Nassim Ait-Mouheb, Wéry, N. Hydrodynamic effect on biofouling of milli-labyrinth channel and bacterial communities in drip irrigation systems fed with reclaimed wastewater, *Science of the Total Environment*, 738 (2020).
- Al-Muhammad, Jafar, Séverine Tomas, Nassim Ait-Mouheb, Muriel Amielh, Fabien Anselmet, 'Micro-PIV Characterization of the Flow in a Milli-Labyrinth-Channel Used in Drip Irrigation', *Experiments in Fluids*, 59 (2018), 0 <https://doi.org/10.1007/s00348-018-2633-x>
- Nassim Ait-Mouheb, Juliette Schillings, Jafar Al-Muhammad, Ryad Bendoula, Séverine Tomas, Muriel Amielh, and others, 'Impact of Hydrodynamics on Clay Particle Deposition and Biofilm Development in a Labyrinth-Channel Dripper', *Irrigation Science*, 0 (2018), 0. <https://doi.org/10.1007/s00271-018-0595-7>
- S. Gamri, A. Soric, S. Tomas, B. Molle, N. Roche, Biofilm development in micro-irrigation emitters for wastewater reuse, S. Gamri, *Irrigation Science*, vol 32, issue 1, 77-85 , 2014