

## DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **30 octobre 2024**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Monsieur Frédéric CAETANO**

Titre de la thèse : Glissement de fluides à seuil : film de lubrification

### Résumé



Cette thèse porte sur le glissement à la paroi (discontinuité apparente de la vitesse) des suspensions concentrées de microgels et sur le film de lubrification à l'origine de ce phénomène. Les microgels étudiés sont des polyélectrolytes (polyacrylates de sodium) enchevêtrés et réticulés. En combinant des mesures en rhéologie et en microscopie confocale, nous avons montré que les microgels sont des sphères élastiques (module de l'ordre du kPa) d'un rayon moyen d'environ un micron. Au-delà d'une concentration critique proche de 1 g/L, les suspensions se comportent comme des fluides à seuil intermédiaires entre solide et liquide. À l'aide d'un dispositif de vélocimétrie par imagerie de particules en microscopie (micro-PIV), on caractérise l'écoulement à pression imposée des suspensions dans un canal microfluidique (hauteur de 300  $\mu\text{m}$ ). On en déduit la loi de friction reliant la vitesse de glissement à la contrainte à la paroi. Un régime non-linéaire (contrainte variant comme le carré de la vitesse) est d'abord mis en évidence et décrit par le modèle élasto-hydrodynamique de Meeker et al. (2004) qui suppose l'existence d'une couche de lubrification entre microgel et paroi. De plus, un deuxième régime linéaire en vitesse est observé aux grandes contraintes. Ce comportement est comparable à celui précédemment observé pour des microgels de Carbopol de même chimie mais de microstructure différente. Nous cherchons ensuite à sonder directement le film de lubrification. Pour cela, nous utilisons la microscopie de fluorescence par réflexion totale interne pour faire des mesures de vélocimétrie proche de la paroi (dans le premier micron). On observe une rupture de pente des profils de vitesse avec un cisaillement plus prononcé à la paroi. Ce comportement est la signature de la couche de lubrification à l'origine

du phénomène de glissement qui est ici observée directement pour la première fois pour des suspensions de microgels. L'évolution de l'épaisseur de cette couche (environ 100 nm) avec la vitesse est compatible avec les modèles de la littérature. Enfin, nous perturbons le film de solvant à l'aide d'une rugosité d'échelle comparable à son épaisseur et bien inférieure à la taille des microgels, tout en conservant la chimie de la surface. Pour cela, des colloïdes de silice (90 nm de diamètre) sont déposés sur une surface de verre et fixés par frittage. À l'aide du dispositif de micro-PIV, nous avons montré que cette rugosité est suffisante pour réduire fortement le glissement voire le supprimer aux faibles contraintes (jusqu'à quelques fois la contrainte seuil du fluide).

**Mots-clés :** Glissement,Fluide à seuil,Microfluidique