

## DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **19 décembre 2024**

Nom de famille et prénom de l'auteur. e : **Monsieur Changwoo BAE**

Titre de la thèse : Nanofluidique dans les films de savon

### Résumé



Le mouvement de l'eau et des ions à l'échelle nanométrique, connu sous le nom de nanofluidique, joue un rôle significatif dans divers domaines, allant des applications industrielles aux processus environnementaux et biologiques. Par exemple, dans le domaine de la science des membranes et de la chromatographie, l'eau et les ions sont filtrés à travers des nanopores. L'énergie osmotique, générée par les gradients de salinité entre l'eau douce et l'eau salée, offre non seulement des perspectives prometteuses pour les technologies de récupération d'énergie, mais elle est aussi fondamentale pour de nombreux processus cellulaires biologiques. D'un point de vue technologique, la nanofluidique permet de manipuler des bulles et des gouttelettes à l'échelle microscopique, avec des applications dans les dispositifs de type lab-on-a-chip et dans le développement de nouveaux systèmes proto-électromécaniques. Dans ce manuscrit, nous nous concentrons sur ces processus aux interfaces liquide/gaz recouvertes de tensioactifs. Dans la première partie, nous étudions le mouvement d'une bulle sous l'effet d'un champ électrique, confinée dans un canal cylindrique rempli d'une solution de tensioactifs. Nous explorons l'influence de l'intensité du champ électrique ainsi que de la concentration en tensioactifs, révélant deux phénomènes surprenants : une réponse sous-linéaire à des champs électriques élevés et une inversion du mouvement de la bulle avec la variation de la concentration en tensioactifs. Les deux comportements sont efficacement expliqués par un modèle couplé électrocinétique-hydrodynamique. Nous élargissons ensuite l'analyse à plusieurs bulles, mettant en évidence différentes interactions hydrodynamiques, à nouveau influencées par la concentration en tensioactifs. De plus, nous démontrons qu'une bulle piégée dans une constriction peut servir de filtre pour séparer des colloïdes de tailles différentes, l'efficacité de filtration dépendant de l'intensité du champ électrique appliqué et de la taille des colloïdes. Dans la deuxième partie, en collaboration avec des chimistes organiciens, nous étudions les propriétés électroniques et mécaniques de "tensioactifs électroniques". À l'aide d'expériences sur une cuve de Langmuir, nous étudions leur comportement d'agrégation aux interfaces. Nous les avons associés à des mesures

d'ellipsométrie pour observer les modifications de leurs propriétés optiques dues à l'agrégation. En combinant ces techniques, nous apportons, pour la première fois, la preuve de leur capacité à s'assembler aux interfaces grâce aux interactions électroniques (empilement  $\pi$ - $\pi$ ). Enfin, nous avons développé un nouveau dispositif à faible bruit pour mesurer les propriétés électroniques des interfaces liquide-gaz chargées de tensioactifs électroniques. À titre de preuve de concept, nous avons mesuré avec succès la conductivité des flocons de graphène adsorbés à l'interface.

**Mots-clés :** Nanofluidique, Films de savon, Bulle, Électrocinétique