

---

## ECOLE DOCTORALE DES SCIENCES POUR L'INGENIEUR

**Sujet de thèse :** Etude de la déformation et de la rupture de bulles dans les milieux biologiques et alimentaires : impact sur la taille et le transfert de matière

Directeur de thèse : Christophe Vial (25%) Professeur UCA

Co-encadrants : Alain Marcati (75%) MCF Sigma Clermont

Laboratoire ou UR : Institut Pascal (GePEB) – UMR CNRS 6602

Université : Université Clermont Auvergne (UCA)

Email et téléphone : alain.marcati@sigma-clermont.fr (04 73 40 79 54)

### Résumé :

La forme et la taille des bulles revêtent une importance considérable dans la formation de mousses ainsi que pour le transfert gaz/liquide dans un bioréacteur. Que ce soit dans le procédé de foisonnement ou lors de l'aération d'un bioréacteur, des bulles sont déformées sous l'effet d'une agitation mécanique en écoulement laminaire. Cette déformation pouvant mener jusqu'à la rupture est fortement influencée par la composition du milieu continu. Dans une base moussante ou un milieu de culture, protéines, sucres, sels ou corps gras peuvent venir se fixer à l'interface gaz/liquide et modifier profondément la déformation et le phénomène de rupture de bulles, ainsi que le transfert de matière gaz/liquide.

- Rupture d'une bulle en présence de protéines :
- Rupture d'une bulle en présence de tensioactif dans les mêmes conditions :



L'objectif de cette étude est donc de mieux comprendre ce qu'il se passe à l'échelle de la bulle, voire de l'interface, afin d'interpréter et modéliser les résultats observés à l'échelle macroscopique du procédé. En particulier, la finalité des travaux sera d'identifier l'impact respectif d'un tensioactif (type, concentration) qui modifie le comportement des interfaces gaz/liquide, du type d'écoulement (cisailant, élongationnel) et du comportement rhéologique (newtonien, rhéofluidifiant) sur la déformation et la rupture des bulles, ainsi que sur le transfert de matière.

Le travail consistera principalement en une étude expérimentale utilisant des méthodes de mécanique des fluides et d'analyse d'images. A partir d'un dispositif de visualisation de déformation/rupture (2 caméras rapides) en écoulement cisailant simple conçu lors de la dernière thèse sur le sujet qui permettra d'obtenir les résultats préliminaire en 2D, il s'agira de concevoir un dispositif expérimental complémentaire à l'existant permettant de générer des écoulements simples et de suivre la déformation 3D de bulles sous contrainte jusqu'à la rupture dans les mêmes milieux complexes représentatifs des systèmes alimentaires/biologiques. A partir des résultats obtenus et des propriétés physicochimiques de la phase liquide et du tensioactif, il s'agira in fine d'obtenir un modèle explicatif voire prédictif des modifications des contraintes à la rupture et du transfert de matière qui pourra être comparé aux données disponibles dans les fermenteurs et les outils de foisonnement du laboratoire.

**Compétences requises par le candidat :** Master 2 ou ingénieur spécialisé en Phénomènes de transport (mécanique des fluides, transfert de matière) ou Génie biologique ou Génie chimique ou Génie alimentaire