

Offre de thèse de doctorat (Nantes Université) :

Influence des propriétés de biopolymères sur l'optimisation de l'efficacité énergétique de l'émulsification en continu.

Mots clés : *Emulsification, efficacité énergétique, biopolymères, réduction de la résistance à l'écoulement, microfluidique.*

Contexte :

Les émulsions sont des dispersions liquide/liquide incontournables dans les applications industrielles et concernent de nombreux domaines : agroalimentaire, cosmétiques, peintures, pharmacie...

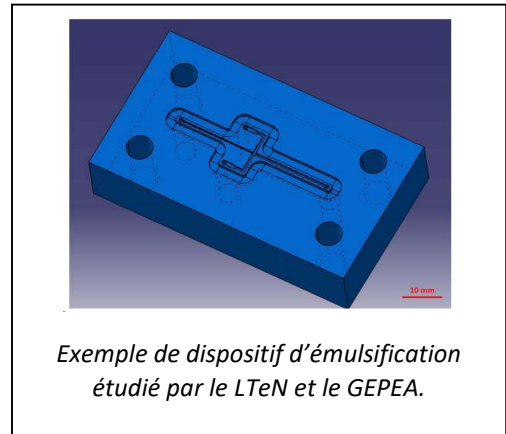
Parmi les méthodes d'émulsification, il est bien établi que la génération d'un flux turbulent inertiel favorise la dispersion des liquides à haut débit. Cependant, l'efficacité énergétique des dispositifs conçus selon ce principe reste problématique. Les écoulements turbulents sont en effet caractérisés par d'importantes consommations énergétiques.

Afin de proposer des procédés innovants, énergétiquement efficaces et industriellement viables, il est donc primordial de concevoir des méthodes permettant d'inhiber les pertes d'énergie turbulentes sans toutefois faire de concession sur les flux traités, ni bien sûr sur la qualité des émulsions produites. Il est également établi que l'ajout d'une petite quantité de polymères linéaires et flexibles à masse molaire élevée dans un écoulement turbulent induit un phénomène de turbulence élasto-inertielle et une réduction significative de la traînée turbulente, ce qui se traduit par une économie d'énergie pouvant aller jusqu'à 60 %.

Les laboratoires GEPEA et LTEN de Nantes Université collaborent depuis plus d'une décennie sur le développement d'un procédé compact d'émulsification, fonctionnant en continu et basé sur l'utilisation de systèmes fluidiques comportant des canaux de taille submillimétrique. Une des particularités de ce procédé est basée sur la mise en jeu de vitesses importantes des fluides, permettant ainsi de traiter des débits substantiellement plus élevés que ce qui est pratiqué habituellement dans le domaine de la microfluidique. Cette collaboration s'intéresse également à l'effet de la formulation sur l'hydrodynamique et les performances du dispositif.

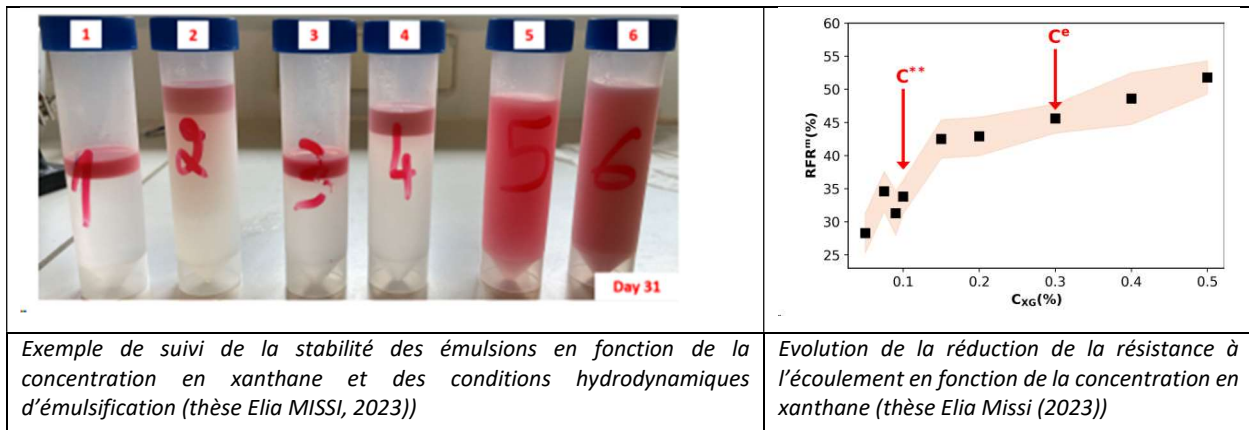
Objectifs de la thèse : Ce travail fait suite à la thèse d'Elia MISSI (2023, <https://www.theses.fr/2023NANU4034>) et vise l'étude des processus d'émulsification concernant des applications alimentaires. Aussi, la biocompatibilité de l'émulsion finale est d'une importance capitale. Afin de répondre aux enjeux décrits plus haut, l'objectif principal sera de caractériser le comportement de **biopolymères** sous l'effet d'écoulement confinés à haute vitesse, afin de proposer des critères rationnels permettant de guider le choix de molécules et de leur concentration sur la base de l'obtention d'une meilleure **efficacité énergétique**.

Déroulement de la thèse : Dans un premier temps, un criblage de **bio-polymères** sera envisagé à partir de **tests rhéologiques**. Les molécules testées seront sélectionnées parmi les candidates reconnues



pour diminuer la résistance en écoulement turbulent mais également pour favoriser les opérations de dispersion comme l'émulsification (guar, xanthane, carraghénanes, alginates, protéines animales ou végétales...). La ou les molécules les plus compatibles avec le procédé et jugées comme étant les plus prometteuses feront ensuite l'objet de tests rhéologiques plus poussés afin de cartographier les viscosités et les temps de relaxation dans une large gamme de concentrations du ou des polymères. Ensuite, les émulsions obtenues dans des écoulements turbulents en microsysteme et en présence de biopolymère seront caractérisées ex-situ au moyen de mesures de granulométrie optique. Cette étape cruciale permettra de cartographier les régimes hydrodynamiques qui favorisent la production d'émulsions fines. Dans un troisième temps, les régimes hydrodynamiques seront caractérisés intégralement par des mesures de chute de pression et localement par des mesures de champs de vitesse turbulents. Enfin, une cartographie complète de la dynamique de l'émulsification sera produite.

*Le projet est essentiellement expérimental et sera mené conjointement au GEPEA et au LTEN sous la supervision d'Agnès MONTILLET (PR, GEPEA), de Teodor BURGHELEA (CR CNRS, LTEN) et de Jérôme BELLETTRE (PR, LTEN) qui ont mis au point **un banc instrumenté** équipé d'une caméra rapide adaptée à l'étude d'écoulements très rapides et qui permet de caractériser finement les écoulements au sein de systèmes microfluidiques et millifluidiques.*



Profil recherché : M2 ou Ingénieur

La/le candidat(e) recherché(e) devra idéalement avoir une bonne culture en énergétique et/ou procédés (master, école d'ingénieur) et devra avoir une bonne aptitude pour mener des travaux expérimentaux : rigueur dans l'exécution, l'analyse des résultats et la rédaction de rapports, ainsi que des connaissances en traitement des données (maîtrise de logiciels comme matlab, python...). Un bon niveau de français et/ou d'anglais est souhaitable.

Equipe encadrante et contacts :

Agnès MONTILLET, Professeur des Universités, GEPEA, agnes.montillet@univ-nantes.fr

Jérôme BELLETTRE, Professeur des Universités, LTEN, jerome.bellettre@univ-nantes.fr

Teodor BURGHELEA, chargé de recherche CNRS, LTEN, teodor.burghelea@univ-nantes.fr

Comment recevoir plus d'informations et candidater ? Envoyez vos questions et/ou un CV, les derniers relevés de notes M2/5A, et une lettre de motivation aux adresses électroniques de l'équipe d'encadrement.

Candidature jusqu'au 16 avril 2024 : <https://theses.doctorat-bretagne.fr/sis/campagne-2024>