

PROPOSITION DE THESE ENTRE STLO (RENNES) ET UMET/PIHM (LILLE)

Compréhension des mécanismes d'encrassement thermique des évaporateurs à flot tombant par une approche microfluidique et microscopique

Mots-clés : dénaturation des protéines, microscopie, microfluidique

CANDIDATURE URGENTE AVANT LE 20 JUIN

Projet de recherche

Le projet vise à aborder d'un point de vue scientifique et technologique la question de l'encrassement thermique des évaporateurs, encore non résolue et aux conséquences très coûteuses pour différents secteurs de la production alimentaire. L'encrassement thermique consiste en l'accumulation de constituants du liquide traité sur une surface généralement en acier inoxydable en raison de la double action de gradients thermiques et de l'écoulement. Il accroît les pertes de charge, diminue significativement les transferts thermiques et favorise la formation de biofilms. Comprendre et prévenir les phénomènes liés à l'encrassement thermique représente une priorité pour accroître la performance des opérations et la qualité des produits. Les études disponibles dans la littérature sont focalisées sur les échangeurs de chaleur à plaques, conduisent à des résultats contradictoires, et sont basées sur une analyse « off-line » des dépôts solides. A l'inverse, les dynamiques d'encrassement dans les évaporateurs ont été très peu explorées, malgré leur usage de plus en plus essentiel et sensible (e.g., production de poudres infantiles).

L'hypothèse est que l'initiation du phénomène d'encrassement n'est pas due exclusivement à l'effet de dénaturation thermique dans la veine liquide lorsque $T > 65^{\circ}\text{C}$, mais également à l'impact du taux de cisaillement élevé près des parois des équipements ($\approx 100 \text{ s}^{-1}$), susceptible de favoriser le dépliement des protéines solubles et l'adsorption des molécules. L'enjeu principal de ce projet sera d'être en mesure d'observer directement par microfluidique et microscopie l'encrassement dans des mélanges de protéines et minéraux du lait et d'en caractériser les dynamiques de développement, en reproduisant dans des microcanaux de géométrie comparable les caractéristiques environnementales et les écoulements typiques au sein d'évaporateurs.

Les questions de recherche abordées dans ce projet suivront une logique déductive, de l'observation du phénomène jusqu'à son interprétation physique :

- Quels sont les constituants préférentiellement impliqués dans l'encrassement dans les évaporateurs ?
- Quels sont les paramètres de procédé ayant l'influence la plus marquée sur cet encrassement ?
- Est-il possible, à partir de ces éléments, d'identifier des modes de pilotage limitant la tendance à l'encrassement des évaporateurs ?

Unités d'accueil

Le travail de doctorat bénéficiera de la collaboration fructueuse entre les équipes de recherche du STLO (Rennes; https://www6.rennes.inrae.fr/stlo_eng) et de l'UMET (Lille; <https://umet.univ-lille.fr/index.php>). Cette synergie scientifique s'est largement développée au cours des dernières années et notamment dans le cadre du réseau scientifique de LIA FOODPRINT et du projet ANR ECONOMICS, qui se concentrent sur l'étude des phénomènes d'encrassement et le développement de matériaux antiencrassants pour les échangeurs de chaleur utilisés lors des traitements thermiques dans l'industrie laitière.

Profil recherché

Le projet est à l'interface de plusieurs disciplines (physique, génie des procédés, physicochimie laitière). Un profil ingénieur en génie chimique ou des procédés, ou master spécialisé en physique, avec si possible une expérience de recherche sur des systèmes biologiques, sera privilégié.

Le/a candidat/e potentiel/le devrait avoir un intérêt pour l'étude de la physique de la matière molle et en particulier des systèmes colloïdaux. Une attitude de travail en équipe multidisciplinaire, combinant la recherche fondamentale et les applications fonctionnelles potentielles dans le domaine industriel.

Durée, contact et candidature

Durée : 3 ans

Basé à Rennes (STLO)

Date de début prévue : Septembre-Décembre 2022

Salaire brut mensuel : 1975€

Directeur : Pr. Romain Jeantet (Institut Agro-STLO)

Co-directeurs : Pr. Maude Jimenez (UMET-Lille) Dr. Luca Lanotte (INRAe-STLO)

Les candidatures, incluant une lettre de motivation, un CV et les coordonnées de 2 ou 3 références, ainsi que les questions informelles peuvent être adressées au Dr. Luca Lanotte (luca.lanotte@inrae.fr) ou au Pr. Romain Jeantet (romain.jeantet@agrocampus-ouest.fr).