



Proposition de sujet de thèse- Contrats Doctoraux MESRI 2024-2027

Titre du sujet	Développement d'une technologie HiGee, le Spinning Disk Reactor, pour une intensification des mélanges au service de réaction de précipitation – Caractérisation et nouveau design
Directeur de thèse* *HDR	Nathalie Le Sauze Université Toulouse III Nathalie.lesauze@iut-tlse3.fr
Co-Encadrant de thèse	Thibaut Triquet Université Toulouse III thibaut.triquet@iut-tlse3.fr
Laboratoire	Laboratoire de Génie Chimique

Description du sujet

L'intensification des procédés est une thématique devenue incontournable dans le génie des procédés visant à maximiser le rendement des réactions chimiques tout en minimisant la consommation énergétique, les déchets ou encore le coût de production. Dans les thématiques d'intensification on retrouve les procédés embarqués pouvant être utilisés in situ et offrant plusieurs avantages, notamment l'efficacité, la flexibilité et la réduction des besoins en matière d'infrastructures, de logistique et de transport. Parmi les nouvelles technologies actuellement développées, ce projet s'intéresse à celles où la force gravitationnelle est remplacée par la force centrifuge, appelées technologies HiGee (High Gravity Technology). Le Spinning Disk Reactor (SDR), fait partie des procédés centrifuges : un disque tournant (200-3000 rpm) est alimenté par un débit liquide. La force centrifuge permet la création d'un mélange extrêmement efficace, favorisant une distribution rapide et homogène des réactifs et une dispersion homogène dans la phase continue des produits formés autant de propriétés propices aux réactions de précipitation. Aujourd'hui l'intérêt des d'un point de vue applicatif est démontré [1], des études numériques permettent de mieux comprendre l'hydrodynamique générée par l'effet centrifuge dans ce type d'appareil. Mais aucune comparaison expérimentale ne permet de venir valider les résultats numériques. De plus, le frein majeur de développement de ces appareils à une échelle suffisamment importante pour des besoins de production repose, pour pouvoir conserver des temps de contact suffisants, sur la nécessité d'augmenter le diamètre du disque lorsque l'on augmente les débits d'alimentation.

Le projet de thèse a pour objectif de caractériser expérimentalement l'hydrodynamique des SDR, dans le but d'optimiser leur design et leurs conditions opératoire dans le cadre d'une application de précipitation, à des taux de production industriellement intéressants.

- Dans un premier temps, l'influence de la surface de disque sur l'épaisseur du film formé sera déterminée. La caractérisation expérimentale des épaisseurs de film (pouvant aller de 50 μm au bord à 1 cm au centre du disque) sera réalisée afin d'alimenter des modèles déjà existants. La détermination des épaisseurs de film sera réalisée par méthode optique (PLIF). Les caractérisations expérimentales viendront alimenter un modèle de prédiction.
- Dans un second temps, une étude paramétrique autour d'un cas d'intérêt sociétal de précipitation sera réalisé.
- Enfin, on explorera la conception d'un nouveau type de SDR multi-étagés.

[1] K. Boodhoo and A. Harvey, Process Intensification for Green Chemistry, John Wiley & Sons, 2013, pp. 59-90.



Thesis proposal for a Doctoral position 2024-2027

Title	HiGee technology development, The Spinning Disk Reactor (SDR), mixing intensification for precipitation reaction – Characterisation and new design
Supervisor*	Nathalie Le Sauze (HDR) Université Toulouse III Nathalie.lesauze@iut-tlse3.fr
*HDR	
Co Supervisor	Thibaut Triquet (non-HDR) Université Toulouse III thibaut.triquet@iut-tlse3.fr
Laboratory	Laboratoire de Génie Chimique

Research project description:

Process intensification has become a key theme in process engineering, with the aim of maximising the yield of chemical reactions while minimising energy consumption, waste and production costs. These include embedded processes that can be used in situ and offer a number of advantages, including efficiency, flexibility and reduced infrastructure, logistics and transport requirements. Among the new technologies currently being developed, this project focuses on those in which gravitational force is replaced by centrifugal force, known as HiGee (High Gravity Technology) technologies. The Spinning Disk Reactor (SDR) is one of the centrifugal processes: a rotating disk (200-3000 rpm) is fed by a liquid flow. Centrifugal force creates an extremely efficient mixture, favouring rapid and homogeneous distribution of the reagents and homogeneous dispersion in the continuous phase of the products formed, all properties that are conducive to precipitation reactions. Nowadays, the interest of the centrifugal effect from an application point of view has been demonstrated [1], and numerical studies are providing a better understanding of the hydrodynamics generated by the centrifugal effect in this type of equipment. However, there is no experimental comparison to validate the numerical results. In addition, the major obstacle to the development of these devices on a scale large enough for production needs is the need to increase the diameter of the disc when increasing the feed rates, in order to maintain sufficient contact times.

The aim of the thesis project is to characterise the hydrodynamics of SDRs experimentally, with a view to optimising their design and operating conditions in the context of a precipitation application, at industrially interesting production rates.

- Initially, the influence of the disc surface on the thickness of the film formed will be determined. Experimental characterisation of film thicknesses (ranging from 50 μm at the edge to 1 cm at the centre of the disc) will be carried out in order to feed existing models. The film thicknesses will be determined using an optical method (PLIF). Experimental characterisations will be used to feed a prediction model.
- Secondly, a parametric study will be carried out on a precipitation case of interest to society.
- Finally, the design of a new type of multi-stage SDR will be explored.

[1] K. Boodhoo and A. Harvey, Process Intensification for Green Chemistry, John Wiley & Sons, 2013, pp. 59-90.