

Offre de stage Master 2

Disciplines : Génie Chimique et Génie des Procédés

Durée / date : 5 à 6 mois, démarrage entre janv. et avril 2024

Lieu : Laboratoire de Génie Chimique, Toulouse

Etude cinétique de l'hydrogénation et la déshydrogénation catalytique de liquides organiques pour le stockage d'hydrogène

Mots clés : hydrogène vert, liquides porteurs d'H₂, réactions catalytiques polyphasiques, réacteurs intensifiés

Le sujet de ce stage s'inscrit dans le contexte de la demande croissante en énergie décarbonée et plus particulièrement en hydrogène vert. Produit à partir d'énergies renouvelables, **l'hydrogène vert se présente comme un carburant propre et un vecteur énergétique intéressant** (stable et de capacité élevée) **pour palier l'intermittence du solaire et de l'éolien**. Cependant, les solutions de stockage conventionnelles de l'hydrogène – sous forme gazeuse ou sous forme liquéfiée – nécessitent soit des pressions très élevées (350-700 bar pour augmenter significativement la densité du gaz), soit des conditions cryogéniques (l'hydrogène étant liquide à -253°C). Les coûts énergétiques importants, voire les problématiques de sécurité qui y sont associés, limitent le déploiement à grande échelle de l'hydrogène, en particulier pour la mobilité. Une alternative consiste à **stocker la molécule au sein de liquides organiques, appelés liquides porteurs d'hydrogène** (ou LOHC pour Liquid Organic Hydrogen Carrier), qui permettent son **transport aux conditions ambiantes et une manipulation plus aisée**. L'insertion de l'hydrogène dans ces molécules passe par des réactions chimiques d'hydrogénation et de déshydrogénations catalysées par des particules solides. Pour améliorer les performances des cycles de chargement/restitution de l'hydrogène, il convient d'identifier des catalyseurs performants et des conditions opératoires favorables, et il est nécessaire de tester et développer des technologies de réacteurs garantissant une mise en contact optimale des phases (hydrogène gazeux, huile liquide et catalyseur solide) et un transfert de chaleur efficace.

Au cours du projet « StHyLO » (Stockage d'Hydrogène en Liquide Organique), financé par la Région Occitanie dans le cadre du Défi-clé « Hydrogène vert », **un catalyseur actif pour l'hydrogénation et la déshydrogénation de carbazoles en conditions douces** a pu être identifié et des **premiers tests en continu ont pu être réalisés en réacteur à lit fixe**. Suite à ces résultats prometteurs, nous proposons un stage Master pour **approfondir les cinétiques de ces réactions et évaluer les résistances au transfert de matière** (interne et/ou externe) qui peuvent éventuellement se manifester et limiter les performances. Il s'agira en particulier de **modéliser les lois de vitesse** des différentes étapes réactionnelles (consécutives et/ou parallèles), et de réaliser des expériences complémentaires en réacteur autoclave agité pour élargir le domaine de conditions opératoires. Sur la base de cette modélisation cinétique, un **pre-design de réacteur triphasique intensifié** (de type monolithe ou millilitre fixe par exemple), exploitant notamment le potentiel de l'impression additive métallique, sera aussi réalisé. Ce travail aura lieu dans le cadre du projet RID-LOHC, financé par l'Agence Nationale de la Recherche, en collaboration avec le LAGEPP (coordinateur), le LSPC et la société GALTENCO.

Contacts :

Carine Julcour (LGC/IRPI), DR CNRS, carine.julcour@ensiacet.fr,

Anne-Marie Billet (LGC/IRPI), PR INPT/ENSIACET, annemarie.billet@ensiacet.fr

Compétences/connaissances attendues :

- Expérience en travail expérimental
- Connaissances en génie des réactions polyphasiques
- Expérience en programmation avec Matlab