

Développement de procédés miniaturisés intrinsèquement plus sûrs

Wassila BENAÏSSA

Wassila.benaïssa@ensiacet.fr

Directeurs de thèse : Nadine Gabas et Michel Cabassud, ENSIACET/Génie Chimique de Toulouse

Correspondants INERIS : Michel Demissy et Douglas Carson, Direction des Risques Accidentels,

L'outil principal pour la mise en œuvre de synthèses chimiques dans le domaine de la chimie fine ou pharmaceutique reste le réacteur discontinu. Les études menées depuis environ une quinzaine d'années au Laboratoire de Génie Chimique, ont conduit à l'élaboration de méthodologies permettant la mise au point de modes opératoires adaptés aux contraintes fonctionnelles et de sécurité de ces appareils.

Toutefois, ces réacteurs, même s'ils offrent les caractéristiques de flexibilité et de polyvalence requises, présentent un certain nombre de limitations technologiques. En particulier, les mauvaises conditions d'évacuation de la chaleur dégagée par les réactions chimiques pose un grave problème de sécurité. Cela conduit à une pratique industrielle qui consiste d'une part à diluer les réactifs dans de grandes quantités de solvant, difficilement recyclable et conduisant à des rejets importants, et d'autre part à couler les réactifs lentement au cours du temps ce qui pose généralement des problèmes quant à la sélectivité des réactions et entraîne donc la mise en œuvre de phases ultérieures de purification.

Une alternative à l'utilisation de ces réacteurs discontinus, commence à se dessiner du fait de l'évolution récente des mini/micro technologies. L'idée consiste à transposer les réactions dans des réacteurs de type piston continu avec une intensification du procédé de synthèse chimique. Le premier intérêt provient d'une meilleure maîtrise des échanges thermiques, qui permet d'une part de concentrer les réactifs et donc de limiter les quantités de solvant à traiter, et d'autre part de mettre les réactifs en contact de façon optimale sans contrainte thermique de façon à obtenir un meilleur rendement et une plus grande sélectivité. De plus, ce type de production permet la fabrication en-ligne des produits de la réaction, ce qui limite le stockage et évite l'utilisation d'appareils de plusieurs m³.

Cette transposition des réacteurs discontinus vers des réacteurs continus intensifiés présente un intérêt majeur dans le cas de réactions susceptibles de provoquer un emballement thermique. L'objectif du travail sera de développer une méthodologie pour la mise en œuvre de réactions de ce type. La première phase passe par l'acquisition de données calorimétriques de base permettant de caractériser la dangerosité des composés et de la réaction. La deuxième étape consiste en l'établissement d'un modèle cinétique global. Après une phase de caractérisation thermique et hydrodynamique de l'appareil, l'étape finale devra permettre de définir les conditions opératoires optimales permettant un fonctionnement intrinsèquement sûr du réacteur. En particulier, cette étape englobera une analyse de scénarios majorants dont on déduira des contraintes opérationnelles.

La méthodologie sera initiée sur des cas proposés dans la littérature, puis une recherche d'exemples d'application sera menée auprès d'industriels du domaine concerné.