

HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

Date de la soutenance : **23 avril 2025**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Madame CHABANON Élodie**

Titre des travaux : « *Procédé de cristallisation par membrane : enjeux et défis d'une technologie de rupture* »



Résumé

La cristallisation par membrane constitue une alternative innovante au procédé cristallisation historique (i.e. la cuve agité) promettant une meilleure maîtrise des propriétés d'usage du solide produit (polymorphisme, pureté, DTC, surface spécifique, densité...) à travers un contrôle fin et local du transfert de matière et/ou de chaleur, i.e. de la force motrice du procédé : la sursaturation.

Le choix du matériau membranaire, de même que sa configuration géométrique, apparaissent comme un paramètre clé influençant l'emplacement de la cristallisation de même que la facilité de nettoyage de la surface. Tandis que le choix des conditions opératoires et géométriques impactera directement la productivité du procédé, le contrôle du polymorphisme et le colmatage du module membranaire. D'un point de vue numérique, le développement d'un modèle capable de décrire les premiers instants du procédé de cristallisation, le polymorphisme et la distribution de taille des cristaux (DTC) n'est pas aisé. Son couplage avec l'hydrodynamique l'est encore moins. Les bilans de population ne permettent pas de prédire numériquement le polymorphisme au contraire d'une approche par équations cinétiques, bien trop lourde par ailleurs pour modéliser la totalité du procédé. Par ailleurs, l'utilisation d'un modèle simplifié, avec un paramètre ajusté, donne des premiers résultats intéressants pour le procédé couplé mais présentent des lacunes importantes.

En termes de perspectives, l'accent est mis sur la poursuite des travaux engagés. D'un point de vue expérimental, les limites d'utilisation du procédé couplés pourront être affinées et une meilleure identification des paramètres clés contrôlant le procédé. D'un point de vue numérique, le couplage CFD-bilan de population sera poursuivi afin, d'en un premier temps de prendre en compte la sursaturation locale, pour ensuite de prédire le polymorphisme ainsi que la DTC. L'objectif est d'obtenir une meilleure compréhension du procédé. Enfin l'utilisation de nouveaux capteurs *in situ* couplé à l'IA a pour ambition de favoriser le contrôle du procédé.

Mots Clés

Transfert de matière en systèmes polyphasiques, transferts couplés matière-chaleur, cristallisation, procédés membranaires, modélisation et simulation des systèmes réactifs.