

Modèle de Coalescence pour le Design de Décanteurs

David Leleu et Andreas Pfennig

Department of Chemical Engineering - Products, Environment, and Processes (PEPs), University of Liège, Belgium

dleleu@uliege.be

INTRODUCTION

Les décanteurs fonctionnant en continu ou en batch sont utilisés dans les procédés chimiques afin de séparer les dispersions liquide-liquide. Leur conception peut s'avérer difficile notamment afin de prédire quantitativement la fraction restante des fines gouttes récupérée à la sortie du décanteur.

Pour la conception des décanteurs batch, un outil numérique a été développé. Cet outil considère le comportement des gouttes individuelles représentatives d'un ensemble selon le concept ReDrop [1]. Cet outil, appliquant le principe de Monte-Carlo pour résoudre les bilans de population, permet de simuler la séparation des dispersions et d'optimiser ainsi la conception des décanteurs continu. La sédimentation et la coalescence sont évaluées pour un ensemble important de gouttes à chaque intervalle de temps. L'information obtenue est ensuite recueillie pour déterminer, par exemple, la taille du décanteur. Dans ces simulations, la modélisation de la coalescence est un défi majeur en raison des interactions complexes des gouttes.

MODÈLE DE COALESCENCE

Comme montré par la Fig. 1, la fréquence de coalescence de deux gouttes dépend de trois contributions. La première est la fréquence avec laquelle elles se rencontrent, définie par la fréquence de collision. Le deuxième paramètre est la probabilité de rebondissement. Elle caractérise la probabilité que les gouttes ont à rester en contact pendant le temps qui suit la collision. Si la collision conduit au rebondissement direct, la coalescence n'aura pas lieu. La dernière variable est la probabilité de coalescence entre les gouttes une fois qu'elles se sont rencontrées. Cette variable dépend du temps pendant lequel les gouttes restent en contact et du temps qu'elles auraient besoin pour s'unifier. L'équation développée décrivant la probabilité de coalescence est fondamentalement différente du modèle de Coulaloglou et Tavlarides, incohérent au niveau fondamental.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Le temps de coalescence peut être évalué expérimentalement à partir de n'importe quelle expérience de décantation. Lors de cette étude, les expériences sont réalisées dans le réacteur de décantation standardisé proposé par Henschke [3]. Il se compose d'un récipient en verre d'une capacité de 800 ml, avec 2 axes comportant chacun 4 modules d'agitation. Une sonde SOPAT est utilisée pour mesurer la distribution de la taille des gouttes in situ. Des dispersions iso-optiques sont utilisées lors de cette étude et leurs séparations sont suivies au cours du temps. Un colorant présent dans l'une des deux phases permet de suivre l'évolution de la fraction volumique de gouttes. Les résultats expérimentaux valideront le modèle et l'approche numérique.

RESULTATS

Les expériences ont été réalisées avec un système iso-optique à base d'hexane, d'éthylène glycol et d'eau. Les résultats sont illustrés à la Fig. 2 où la phase organique est dispersée dans la phase aqueuse. La partie gauche de l'image montre l'évolution de la sédimentation dans le temps, directement tirée du film. Cette image a été convertie en évolution de la fraction volumique de gouttes grâce à la loi Beer Lambert. La représentation de la fraction volumique de gouttes est montrée sur le côté droit de l'image où l'on peut voir facilement la zone compacte où les gouttes sont immobiles. L'étape suivante consistera à valider le modèle de coalescence en ajustant les paramètres de simulation du programme ReDrop.

MOTS CLÉS LIBRES

dispersion, coalescence, ReDrop, taille des gouttes, modèle.

MOTS CLÉS DU THÈME

Procédés de separation, extraction

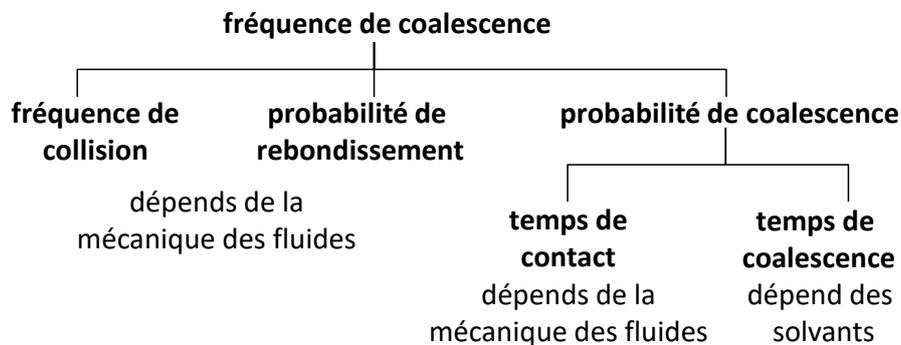


Fig. 1. Nouveau modèle de coalescence

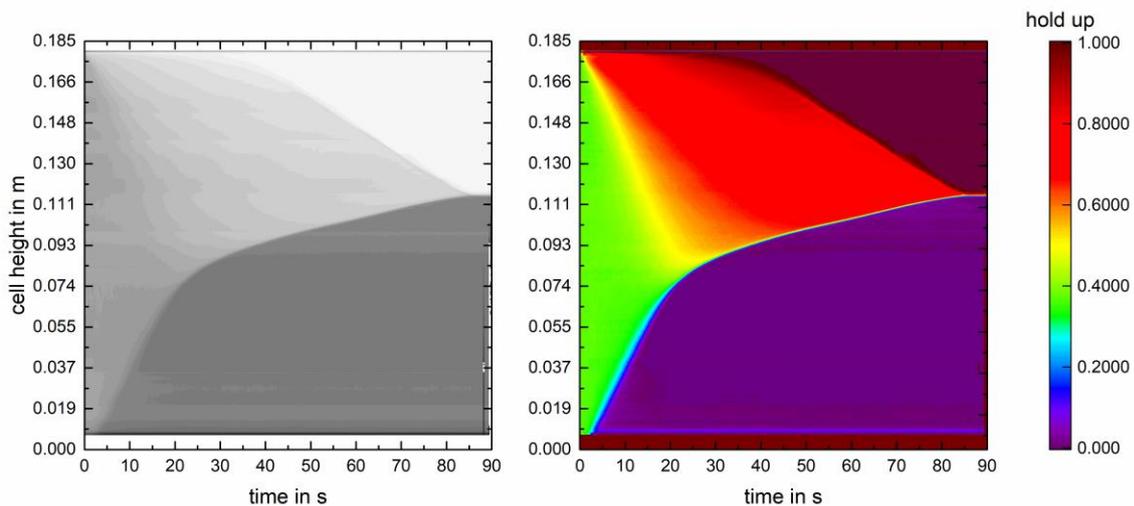


Fig. 2. Evolution de la fraction volumique des gouttes (droite) obtenue avec l'évolution de la décantation au cours du temps (gauche) grâce à la loi de Beer Lambert

RÉFÉRENCES

- [1] Ayesteràn, J., Kopriva, N., Buchbender, F., Kalem, M. and Pfennig, A. (2015) ReDrop – A Simulation Tool for the Design of Extraction Columns Based on Single-Drop Experiments, *Chemical Engineering Technology* 38:1894-1900, <https://doi.org/10.1002/ceat.201500097>
- [2] Kopriva, N. and Pfennig A. (2016) Characterization of Coalescence in Extraction Equipment Based on Lab-Scale Experiments, *Solvent Extraction and Ion Exchange* 34:622-642, <https://doi.org/10.1080/07366299.2016.1244392>
- [3] Henschke, M., Schlieper, L.H. and Pfennig, A. (2002) Determination of a coalescence parameter from batch-settling experiments, *Chemical Engineering Journal* 85:369-378, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.491>