

Prix de thèse CODEGEPRA 2020

Design, scale-up and optimization of double emulsion processes

KHADEM Behnam

Docteur de l'Université Claude Bernard Lyon 1

R&D Manager (Predictive Analytics & IoT), Henkel Beauty Care, HENKEL, Düsseldorf, Germany

De nos jours, les émulsions doubles se trouvent dans de nombreuses applications dans différents domaines, tels que le domaine alimentaire, les produits cosmétiques, les produits chimiques ou biochimiques. Dans les produits alimentaires par exemple, les émulsions doubles peuvent permettre d'encapsuler des arômes ou de réduire la teneur en matières grasses. Dans ces systèmes, la qualité du produit est déterminée par l'efficacité de l'encapsulation et la distribution de la taille des gouttes internes et externes, qui peuvent affecter la stabilité physique pendant le stockage. L'objectif de ce travail est de réaliser une étude théorique et expérimentale approfondie des phénomènes intervenant à la fois lors de la préparation et du stockage des émulsions doubles. Dans un premier temps, nous avons étudié les paramètres affectant l'étape de préparation des émulsions doubles et nous avons proposé des modèles pour les décrire. Trois procédés ont été considérés pour l'émulsification des émulsions doubles, l'ultra-sonication, l'Ultra-Turrax et un réacteur agité. Le modèle est basé sur un modèle de bilan de population des gouttelettes externes, incluant les phénomènes de rupture et de coalescence, associé à un modèle de relargage des gouttes internes. Le relargage des gouttes internes est supposé être régi par la rupture des gouttes externes. Pour être applicables aux différents procédés, les modèles de rupture ont été adaptés aux différentes échelles de turbulence, de dissipation pour ultra-sonication et inertielle pour Ultra-Turrax. La deuxième contribution de ce travail concerne l'étude des phénomènes ayant lieu lors du stockage des émulsions doubles, notamment le gonflement et le relargage des gouttes. Dans ce cas, deux modèles de bilan de population des gouttelettes internes et externes ont été développés, comprenant les phénomènes de gonflement des gouttelettes internes, et donc externes, ainsi que le relargage des gouttelettes internes par diffusion et par coalescence avec la phase continue externe. Le modèle de gonflement prend en compte la pression de Laplace qui contrebalance le gradient de pression osmotique et arrête le gonflement. Dans les différentes étapes de préparation ou de stockage, les modèles développés permettent de prédire les distributions de la taille des gouttelettes et le taux de libération.