

Les Diagrammes de Phases eau / huile / surfactif / température : Un outil puissant pour la préparation d'émulsions de propriétés prédéfinies et respectant le cahier de charges



Aldo Pizzino^(1,2), Valérie Molinier⁽¹⁾, Jean-Louis Salager⁽²⁾, Jean-Marie Aubry⁽¹⁾

(1) LCOM, Equipe "Oxydation et Formulation", UMR CNRS 8009, ENSCL, B.P. 90108, Cité Scientifique, 59652 Villeneuve d'Ascq Cedex, France,

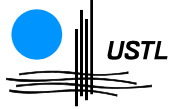
(2) Laboratorio FIRP, Ingeniería Química, Universidad de Los Andes, Mérida 5001, Venezuela



pizzino@ula.ve

Les émulsions sont le résultat du mélange de deux liquides non miscibles, eau (E) et huile (H), stabilisées par un troisième composant de caractère amphiphile appelé surfactif (S). Ces systèmes, thermodynamiquement instables, ont des applications importantes dans les industries alimentaire, cosmétique, pharmaceutique et pétrolière entre autres.

Les émulsions peuvent être regroupées en deux grandes familles : émulsion de gouttelettes d'eau dispersées dans une matrice d'huile E/H ou vice-versa H/E. Ces types de morphologies sont directement associés au comportement de phase à l'équilibre. Il est donc crucial de bien connaître les caractéristiques physico-chimiques des systèmes à l'équilibre. Les variables impliquées dans le domaine des émulsions peuvent être classées en variables de formulation (température, salinité, nature de surfactif entre autres) et composition (rapport Eau / Huile). En dépit du nombre élevé des variables en jeu (6), il est possible de représenter les phénomènes essentiels sous forme d'un prisme à 4 variables S/E/H/T (Surfactif, Eau, Huile et Température) montré sur la figure 2.



Cette étude présente la construction et l'analyse des différents diagrammes de phases du système modèle S/H/E tétraéthylène glycol monodécyl éther ($C_{10}E_4$) / n-octane (C_8) / saumure ($NaCl 10^{-2} M$) à l'équilibre, en mettant en relation les différentes variables de formulation et composition avec la morphologie du système à l'équilibre.

Méthodologie:

Les systèmes ont été formulés, et laissés s'équilibrer à la température d'étude jusqu'à la séparation complète des phases. Les systèmes ont ensuite été classés, les systèmes ont été classés selon la théorie de Winsor :

1. Les systèmes biphasiques de type Winsor I ou II (W I et W II) sont composés d'une phase microémulsion aqueuse ($\mu_{H/E}$) ou huileuse ($\mu_{E/H}$) riche en surfactif, en équilibre avec une phase huileuse ou aqueuse pure respectivement.
2. Le système triphasique de type Winsor III (W III), est composé d'une phase microémulsion bicontinue riche en surfactif, en équilibre avec une phase aqueuse et une phase huileuse pures.
3. Le système monophasique de type Winsor IV (W IV), est composé d'une seule phase microémulsion.

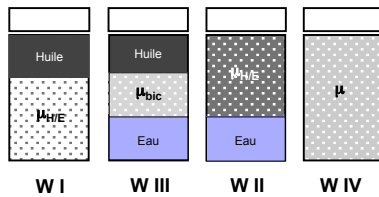


Figure 1: Schéma représentatif des tubes à l'équilibre de type W I, W III, W II, et W IV

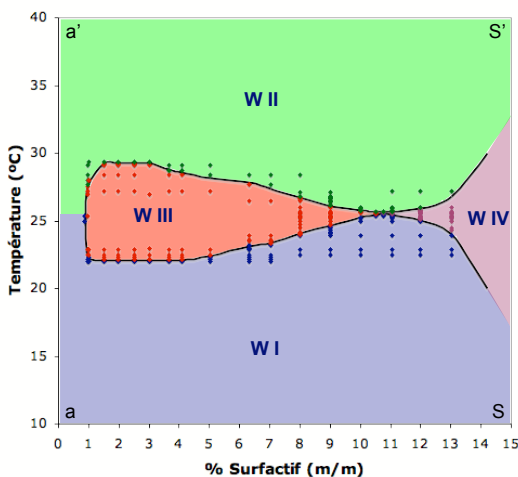


Figure 4: Diagramme de phase type Poisson du système $C_{10}E_4$ / Octane / $NaCl 10^{-2} M$ ($fw = 0,5$). Coupe du prisme S/E/H/T à rapport d'eau (fw) constante

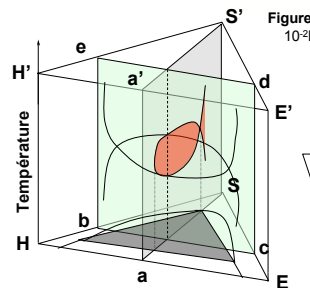


Figure 2: Schéma représentatif du prisme S/E/H/T

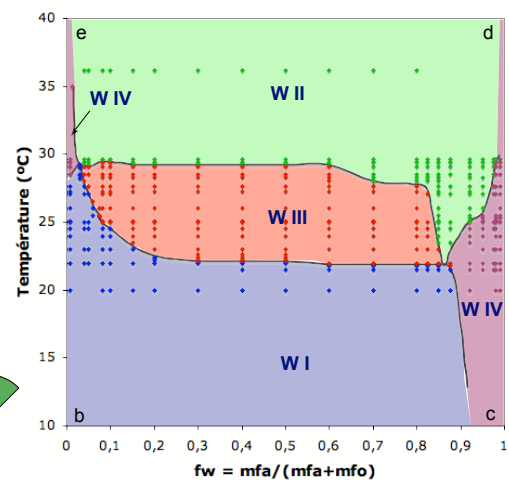


Figure 3: Diagramme de phase type x du système 3% $C_{10}E_4$ / Octane / $NaCl 10^{-2} M$. Coupe du prisme S/E/H/T à concentration de surfactif constante

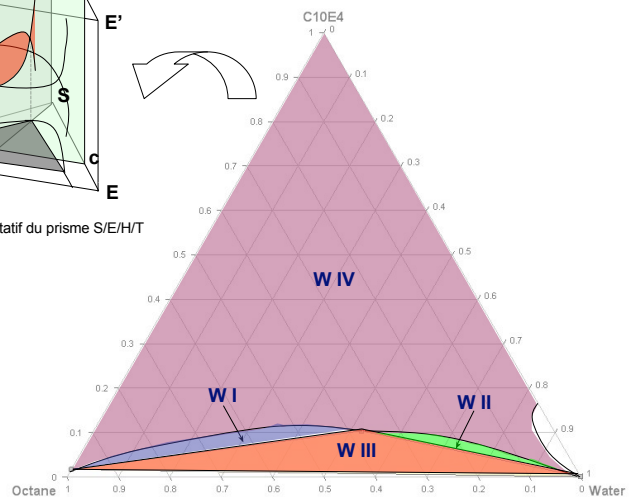


Figure 5: Diagramme de phase type Gibbs du système $C_{10}E_4$ / Octane / $NaCl 10^{-2} M$ ($25^\circ C$). Coupe du prisme S/E/H/T à température constante

Conclusions:

- La connaissance des diagrammes de phases à l'équilibre S/H/E et leur étroite relation avec les systèmes émulsifiés, permettent au formulateur de choisir les proportions adéquates des produits employés et les conditions opératoires pour produire l'émulsion désirée.
- A partir des diagrammes de phase à l'équilibre, il est possible d'interpréter des diagrammes plus complexes, telle que la carte Formulation-Composition qui permet de caractériser et/ou prédire les propriétés de l'émulsion préparée.
- De même, à l'aide de ce type d'outils, il est possible d'effectuer des procédés originaux et très efficaces comme l'émulsification indirecte (émulsification par inversion de phase), afin d'obtenir des granulométries et rhéologies spécifiques pour des applications cosmétiques ou pharmaceutiques.