

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER CONSTANTINE 3



**FACULTE DE GENIE DES PROCEDES
DEPARTEMENT DE GENIE PHARMACEUTIQUE**

N° d'ordre:.....

Série :

Mémoire de Master

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie pharmaceutique

**Investigation de l'effet des électrolytes sur l'équilibre
liquide-liquide du système ternaire : Eau/Ethanol/
Cyclohexanone**

Dirigé par:

Dr .S.LAROUS

Grade : MCA

Présenté par:

Roukiya GUERFI

Hadil GACI

Année Universitaire :2024/2025

Session (juin 2025)

Sommaire**Liste des tableaux****Liste des figures****Nomenclature****Introduction générale.....1****CHAPITRE I****Extraction liquide-liquide et effet de l'ajout de l'électrolyte sur l'équilibre
liquide- liquide**

I.1 Introduction.....	3
I.2 Extraction liquide-liquide	3
I.2.1 Définition et principe.....	3
I.2.2 Etapes principales de l'extraction (Principe)	4
I.2.3 Paramètres caractérisant l'efficacité de l'extraction	4
I.2.3.1 Coefficient de partage ou de distribution	4
I.2.3.2 Sélectivité	5
I.2.4 Critères de sélection du solvant	5
I.2.5 Représentation de l'équilibre liquide-liquide.....	6
I.2.5.1 Lecture des diagrammes ternaires	6
I.2.5.2 Types de diagrammes ternaires	7
I.2.6 Courbe de solubilité et lignes d'attache	8
I.2.7 Différentes méthodes de l'extraction liquide-liquide.....	9
I.2.7.1 Extraction en un étage.....	9
I.2.7.2 Extraction à courants croisés.....	10
I.2.7.3 Extraction à contre-courant.....	10
I.2.8 Avantages et inconvénients de l'extraction liquide-liquide	10
I.2.9 Applications de l'extraction liquide-liquide	11
I.3 Effet de l'ajout de l'électrolyte sur l'équilibre liquide-liquide	11

I.3.1 Définition de l'effet de sel	11
I.3.2. Théories de l'effet de sel	12
I.3.2.1 Théorie d'hydratation	12
I.3.2.2 Théorie electrostatique.....	13

CHAPITRE II

Procédure expérimentale

II.1 Introduction	15
II.2 Matériel et produits utilisés.....	15
II.2.1 Matériel	15
II.2.2 Produits	16
II.2.2.1 Soluté : Ethanol	16
II.2.2. Solvant : Cyclohexanone.....	17
II.2.2.3 Diluant : Eau.....	18
II.3 Méthode d'analyse	19
II.4 Procédure expérimentale.....	20
II.4.1 Construction de la courbe de solubilité (Binodale)	20
II.4.2 Courbes d'étalonnage	21
II.4.3 Lignes d'équilibre.....	21

CHAPITRE III

Résultats et discussion

III.1 Introduction	22
III.2 Résultats expérimentaux des systèmes ternaires	22
III.2.1 Système Eau/ Ethanol/ Cyclohexanone avec sel (NaCl, CaCl₂).....	22
III.2.1.1 Résultats expérimentaux des courbes de solubilité (binodale)	22
III.2.1.2 Courbes d'étalonnage.....	27
III.2.1.3 Lignes d'équilibre (d'attache)	29
a)- En présence de NaCl.....	29
b)- En présence de CaCl₂.....	33

III.2.1.4 Courbes de distribution.....	36
III.2.1.5 Coefficient de distribution et facteur de séparation	40
a)- En présence de NaCl.....	40
b)- En présence de CaCl ₂	42
III.3 Fiabilité des données expérimentales	43
III.3.1 Système Eau/ Ethanol/ Cyclohexanone sans sel	44
III.3.2 Système Eau/ Ethanol / Cyclohexanone en présence de sel	45
Conclusion générale.....	48
Références bibliographiques.....	50

Annexe

Résumé

Le présent travail s'intéresse à l'étude de l'influence de l'ajout des électrolytes sur l'équilibre liquide-liquide impliquant des systèmes ternaires partiellement miscibles. La présence de sel peut influencer la solubilité d'un constituant dans un autre, en l'augmentant ou en la diminuant donnant lieu au «Salting-out» et au «Salting-in» respectivement. L'effet de NaCl et de CaCl₂ à différents pourcentages massiques (5%, 10%, 15%) sur l'équilibre liquide-liquide du système (Eau/Ethanol / Cyclohexanone) à une température ambiante et pression atmosphérique a été testé expérimentalement dans ce travail en utilisant la méthode de point de trouble. Les résultats ont montré qu'en augmentant le pourcentage massique du sel dans la solution aqueuse, l'équilibre entre phases est modifié en faveur de la phase extract, aussi le « Salting-out » dans le cas du CaCl₂ est plus important que celui du NaCl. La fiabilité des données d'équilibre expérimentales, lignes d'attache, a été vérifiée avec succès par l'application des corrélations d'Othmer-Tobias, Hand et Eisen Joffe.

Mots clés: Equilibre liquide-liquide, Effet de sel, Salting-out, Ethanol, Cyclohexanone

Abstract

The present work focuses on the study of the influence of electrolyte addition on the liquid-liquid equilibrium involving partially miscible ternary systems. The presence of salt can influence the solubility of one component in another, increasing or decreasing it, giving rise to “Salting-out” and “Salting-in” respectively. The effect of NaCl and CaCl₂ at different mass ratios (5%, 10%, 15%) on the liquid-liquid equilibrium of the system (Water/Ethanol / Cyclohexanone) at room temperature and atmospheric pressure was experimentally tested in this work using the cloud point method. The results showed that by increasing the mass ratio of salt in the aqueous solution, the equilibrium between phases is modified in favor of the extracted phase, therefore the “Salting-out” in the case of CaCl₂ is greater than that of NaCl. The reliability of experimental equilibrium data, tie lines, has been successfully verified by the application of Othmer-Tobias, Hand and Eisen Joffe correlations.

Key Words: Liquid-liquid equilibrium, Salting effect, Slating-out, Ethanol, Cyclohexanone

ملخص:

يهدف هذا العمل على دراسة تأثير الملح على توازن سائل في الأنظمة الثلاثية القابلة للامتزاج جزئياً وجود الملح يمكن أن يؤثر على قابلية ذوبان أحد المكونات في مكون آخر قد تزداد أو تختفي أو هدا ما يسمى بالتمليس الداخلي و التمليس الخارجي على التوالي تم اختبار تأثير كلوريد الصوديوم و كلوريد الكالسيوم بنسب كتالية مختلفة 5% و 10% و 15% على التوازن سائل سائل للنظام (ماء/إيثانول/سيكلو هيكسانون) عند درجة حرارة الغرفة و الضغط الجوي وباستخدام طريقة النقطة الضبابية.

أظهرت النتائج أن زيادة في نسبة المئوية الكتالية للملح في المحلول المائي يزاح التوازن إزاحة التوازن لصالح المحلول المستخرج. و أن التمليس الخارجي للكالسيوم يكون أكبر منه في حالة كلوريد الصوديوم. تم تطبيق ثلاثة معادلات تجريبية (اوتمرتوباس - هاند - أيزين جوف) لتحقق من موثوقية خطوط الربط.

الكلمات المفتاحية : توازن سائل - سائل، تأثير التمليس، التمليس الخارجي، إيثانول، سيكلو هيكانون