

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



FACULTE DE GENIE DES PROCEDES  
DEPARTEMENT DE GENIE CHIMIQUE

N° d'ordre :... ..

Série :... ..

Mémoire de Master

Filière : Génie Des Procédés

Spécialité : Génie Chimique

Thème :

**ETUDE EXPERIMENTALE DES EQUILIBRES LIQUIDE-LIQUIDE DES  
SYSTEMES TERNAIRES : EAU/ACIDE ACETIQUE/ SOLVANT  
(BUTANOL-1, BUTANOL-2, CYCLOHEXANOL) ET APPLICATION DE  
MODELE THERMODYNAMIQUE NRTL**

Dirigé par :

**Dr. BOULKROUNE Nadjat**

Présenté par :

**KERRACHE Roukaya**

**KORICHE Khadidja**

Année Universitaire 2019/2020

Session : septembre

---

**SOMMAIRE**

<b>LISTE DES TABLAUX.....</b>	<b>I</b>
<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>III</b>
<b>NOMENCLATURE.....</b>	<b>V</b>
<b>RESUME.....</b>	<b>VII</b>
<b>INTRODUCTION GENERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>3</b>

**CHAPITRE I****EXTRACTION LIQUIDE-LIQUIDE**

<b>I.1 Introduction.....</b>	<b>4</b>
<b>I.2 Principes de la méthode d'extraction liquide-liquide.....</b>	<b>4</b>
<b>I.3 Etapes principales d'un système typique d'extraction.....</b>	<b>4</b>
<b>I.4 Paramètres de suivi de l'extraction liquide-liquide.....</b>	<b>5</b>
<b>I.4.1 Coefficient de distribution.....</b>	<b>5</b>
<b>I.4.2 Sélectivité- facteur de séparation.....</b>	<b>6</b>
<b>I.5 Représentation d'un équilibre liquide-liquide.....</b>	<b>6</b>
<b>I.5.1 Diagramme triangulaire « courbe binodale » .....</b>	<b>6</b>
<b>I.5.2 Diagramme rectangulaire « courbe de distribution ou d'équilibre » .....</b>	<b>7</b>
<b>I.6 Utilisation de l'extraction liquide-liquide.....</b>	<b>8</b>
<b>I.7 Avantages et inconvénients de l'extraction liquide-liquide.....</b>	<b>9</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>11</b>

---

## CHAPITRE II

### MODELISATION DES EQUILIBRES THERMODYNAMIQUE

II.1 Introduction.....	12
II.2 Equilibres liquide-liquide.....	12
II.3 Modèles thermodynamiques.....	13
II.3.1 Modèle UNIQUAC (Universal QUAsi Chemical).....	13
II.3.2 Modèle UNIFAC (UNIversal Functionnal Activity Coefficient).....	13
II.3 3 Modèle NRTL.....	14
II.4 Application du modèle NRTL à la prédiction des équilibres liquide-liquide...	16
II.4.1 Estimation des paramètres d'interaction.....	16
II.4.2 Méthode du simplexe Nelder-Mead.....	17
Références bibliographique.....	20

## CHAPITRE III

### SYNTHESES DE CERTAINS TRAVEAUX SCIENTIFIQUES

III.1 Introduction.....	21
III.2 Quelques revue sur le thème d'étude.....	21
Références bibliographique.....	24

---

## CHAPITRE IV

### METHODE D'ANALYSE ET PROCEDURES EXPERIMENTALES

IV.1 Introduction.....	25
IV.2 Produits chimique.....	25
IV.2.1 Solvants.....	25
IV.2.2 Soluté.....	26
IV.2.3 Diluant.....	27
IV.3 Méthode d'analyse.....	27
IV.3.1 Description générale.....	27
IV.3.2 Principe de mesure.....	28
IV.4 Procédure expérimentale.....	30
IV.4.1 Courbe de solubilité (binodale).....	30
IV.4.2 Courbes d'étalonnage.....	31
IV.4.3 Droites d'équilibre.....	31
Références bibliographique.....	32

## CHAPITRE V

### RESULTATS ET DISCUSSION

V.1 Introduction.....	33
V.2 Résultats expérimentaux.....	33
V.2.1 Données d'équilibre liquide-liquide.....	33
V.2.1.1 Courbes de solubilité.....	33
V.2.1.2 Courbes d'étalonnage.....	37

<b>V.2.1.3 Droites d'équilibre.....</b>	<b>38</b>
<b>V.2.2 Courbes de distribution.....</b>	<b>41</b>
<b>V.2.3 Facteur de séparation.....</b>	<b>43</b>
<b>V.2.4 Fiabilité des données expérimentales.....</b>	<b>45</b>
<b>V.3 Résultats issus de la modélisation.....</b>	<b>48</b>
<b>V.3.1 Prédiction des résultats d'équilibre liquide-liquide.....</b>	<b>48</b>
<b>Références bibliographique.....</b>	<b>51</b>
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>52</b>
<b>ANNEXE.....</b>	<b>54</b>

## Résumé

Cette étude porte sur la détermination des données d'équilibre liquide-liquide des systèmes ternaires eau / acide acétique / butanol-1, eau / acide acétique / butanol-2 et eau / acide acétique / cyclohexanol, par extraction liquide-liquide, où une procédure expérimentale a été adoptée. Les coefficients de distribution, les facteurs de séparation, la sélectivité ainsi que la fiabilité des données expérimentales à l'aide des équations Othmer-Tobias et Hand sont déterminées. Les données expérimentales sur les lignes d'équilibre ont été utilisées pour optimiser les paramètres d'interaction à l'aide du modèle NRTL. L'analyse des résultats expérimentaux obtenus montre que le butanol-1 est le meilleur solvant pour l'extraction de l'acide acétique ce qui est confirmé par les valeurs du facteur de séparation ainsi que les courbes de sélectivité qui sont générées pour guider le choix du solvant. Les résultats obtenus montrent que le modèle NRTL donne une bonne prédiction de l'équilibre liquide-liquide des systèmes : eau/acide acétique/cyclohexanol et eau/acide acétique/butanol-2.

**Mots clés :** Equilibre liquide-liquide, Acide Acétique, corrélations d'Othmer-Tobias et Hand, modèle NRTL.

## Abstract

This study deals with determining the liquid-liquid equilibrium data of water / acetic acid / butanol-1, water / acetic acid / butanol-2 and water / acetic acid / cyclohexanol ternary systems, by liquid-liquid extraction, where an experimental procedure has been adopted. The distribution coefficients, the separation factors, the selectivity as well as the reliability of the experimental data using the Othmer-Tobias and Hand equations are determined. The experimental tie lines data were used for the optimization of the interaction parameters using the NRTL model. The analysis of the experimental results obtained shows that butanol-1 is the best solvent for the extraction of acetic acid which is confirmed by the values of the separation factor as well as the curves of selectivity that are generated to guide the choice of solvent. The results obtained show that model NRTL gives a good prediction of liquid-liquid equilibrium of the systems: water/acetic acid/cyclohexanol and water/acetic acid/butanol-2.

**Keywords:** Liquid-liquid Equilibrium, Acetic Acid, Othmer-Tobias and Hand correlations, NRTL model.

## ملخص:

تتركز هذه الدراسة على تحديد بيانات التوازن سائل - سائل للأنظمة الثلاثية (ماء / حمض الأسيتيك / بوتانول-1 - ) (ماء / حمض الأسيتيك / بوتانول-2 - ) (ماء / حمض الأسيتيك / سيكلوهزانول) ، حيث تم الاعتماد على الطرق التجريبية ثم حساب معاملات التوزيع ، معاملات الفصل ، الإنتقائية . بالإضافة إلى دراسة مصداقية بيانات خطوط الربط باستعمال معادلات هاند و أوثير- توبياس . من جهة أخرى تم استعمال البيانات التجريبية الخاصة بخطوط الربط لحساب معاملات الترابط بواسطة النموذج NRTL حيث أن النتائج المحصل عليها بينت أن البوتانول -1- يعتبر المذيب الأفضل لاستخلاص حمض الأسيتيك وهذا ما أكدته النتائج المحصل عليها لمعامل الفصل وكذا المنحنيات الانتقائية المنجزة لهذا الغرض. النتائج الحسابية المحصل عليها بينت أن النموذج NRTL أعطى تمثيل جيد للتوازن سائل - سائل لكل من النظامين ( ماء / حمض الأسيتيك / سيكلوهزانول) ( ماء / حمض الأسيتيك / بوتانول-2 - )

**الكلمات المفتاحية:** توازن سائل - سائل ، حمض الأسيتيك ، هاند و أوثير- توبياس ، نموذج NRTL