

**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 PHARMACEUTIQUE**

N° d'ordre :
Série :

Mémoire de Master

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie pharmaceutique

**ETUDE DU COMPORTEMENT
THERMODYNAMIQUE DE MELANGES BINAIRES
ALCOOLIQUES EN UTILISANT UN
EBULLIOMETRE CE/96**

Dirigé par :

Mme BOUNEB Nardjess

Présenté par :

AKLOUCHE Hanane

BOUZENIDA Amina

**Année Universitaire 2023/2024
Session : Juin 2024**

TABLE DE MATIERES

Liste des figures.....	I
Liste des tableaux	IV
Nomenclature	V
Introduction générale.....	1
Références Bibliographiques.....	3

CHAPITRE I :

LES EQUILIBRES LIQUIDE-VAPEUR

I.1. Introduction	4
I.2. État d'équilibre thermodynamique	4
I.2.1. Equilibre thermodynamique entre phase	4
I.2.2. Type des équilibres	4
I.3. Les équilibres liquide-vapeur	5
I.3.1. Les conditions des équilibres.....	5
I.3.2. L'approche symétrique et l'approche dissymétrique.....	7
I.3.2.1. L'approche symétrique	7
I.3.2.2. L'approche dissymétrique	7
I.3.3. Équilibre liquide-vapeur d'un mélange binaire.....	7
I.3.3.1. Mélange binaire idéal	7
I.3.3.1.1. Phase liquide	8
I.3.3.1.2. Phase vapeur	8
I.3.3.2. Mélange binaire réel	8

I.4.	La représentation graphique des équilibres liquide vapeur	9
I.4.1.	Le diagramme de phases.....	9
I.4.2.	Types de diagramme des équilibres liquide vapeur pour un système binaire	9
I.4.2.1.	Diagramme isotherme.....	9
I.4.2.2.	Diagramme isobare	10
I.5.	Points azéotropiques.....	10
I.6.	Conclusion.....	12
	Références bibliographiques	13

CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES

II.1.	Introduction	15
II.2.	Objectifs	15
II.3.	Description technique	15
II.4.	Principe.....	16
II.5.	Présentation du dispositif expérimental : EBULLIOMETRE.....	16
II.5.1.	Équipements	17
II.5.2.	Procédure expérimentale	18
II.5.2.1.	Mise en marche de l'ébulliomètre	18
II.5.2.1.1.	Préparation de la cellule ébulliométrie.....	19
II.5.2.1.2.	Début de l'agitation et du chauffage.....	19
II.5.2.2.	Établissement de l'équilibre	19
II.5.2.3.	Prélèvement des échantillons	19

II.5.2.4.	Arrêt de l'ébulliomètre	20
II.5.2.5.	Fin de la manipulation.....	20
II.5.3.	Préparation des courbes d'étalonnage	20
II.5.3.1.	Un réfractomètre	21
II.5.3.2.	Préparation de la gamme d'étalonnage	21
II.6.	Conclusion.....	21
	Références bibliographiques	22

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

III.1.	Introduction.....	23
III.2.	Résultats expérimentaux de l'équilibre liquide vapeur des systèmes binaires	23
III.2.1.	Système N°1 : « Ethanol-propan-1-ol ».....	24
III.2.2.	Système N°2 : « Méthanol-propan-2-ol ».....	26
III.2.3.	Système N°3 : « Méthanol-Ethanol »	28
III.2.4.	Système N°4 : « Propan-2-ol-propan-1-ol »	30
III.2.5.	Système N°5 « Ethanol-butan-2-ol »	32
III.2.6.	Système N°6 : « Ethanol-butan-1-ol ».....	34
III.2.7.	Système N°7 : « Méthanol-butan-1-ol »	36
III.2.8.	Système N°8 : « Propan-1-ol-butan-1-ol »	38
III.3.	Discussion des résultats	40
III.4.	Conclusion	41
	Références bibliographiques	42

CHAPITRE IV :
ETUDE DE L'ECART A L'IDEALITE DE LA PHASE LIQUIDE EN
UTILISANT LE MODELE NRTL

IV.1.	Introduction.....	43
IV.2.	Le comportement idéal et réel d'un mélange	43
IV.3.	Modèles de calcul du coefficient d'activité	43
IV.2.1.	Les modèles prédictifs	44
IV.2.2.	Les modèles semi-prédictifs	44
IV.2.2.1.	Le modèle NRTL	44
IV.4.	Système considéré dans cette étude	46
IV.5.	Résultat et discussions	46
IV.5.1.	Systèmes N° 01 : « Ethanol_Propan-1-ol »	47
IV.5.2.	Systèmes N°02 : « Ethanol_Butan-1-ol »	47
IV.5.3.	Systèmes N°03 : « Propan-1-ol_Butan-1-ol »	48
IV.5.4.	Systèmes N°04 : « methanol_propan-2-ol »	48
IV.5.5.	Systèmes N°05 : « Propan-2-ol_Propan-1-ol »	49
IV.6.	Discussion des résultats	49
IV.7.	Conclusion	50
	Références bibliographiques	51
	Conclusion générale	52
	Annexes	53

Liste des figures

Figure	Page
Figure I.1 : Système biphasique à l'équilibre.	05
Figure I.2 : diagramme <i>isotherme</i> .	09
Figure I.3 : Diagramme <i>isobare</i> .	10
Figure I.4 : diagramme isotherme et isobare du binaire CH_3COCH_3 (A)- CHCl_3 (B).	11
Figure I.5 : Diagrammes d'équilibre pour le système azéotropique.	12
Figure II.1 : Hall des pilots.	16
Figure II.2 : Présentation d'EBULLIOMETRE.	17
Figure II.3 : Cellule d'ébulliomètre CE/96.	18
Figure II.4 : Bain thermostat.	18
Figure II.5 : Présentation de la seringue utilisée.	20
Figure II.6 : Présentation de Réfractomètre digitale.	21
Figure III.1 : Courbe d'étalonnage du mélange « Ethanol-propan-1-ol » à 20°C.	24
Figure III.2 : La courbe d'équilibre T-X-Y du mélange « Ethanol-propan-1-ol ».	25
Figure III.3 : La courbe d'équilibre liquide-vapeur Y-X du mélange « Ethanol-propan-1-ol »	26
Figure III.4 : Courbe d'étalonnage du mélange « Méthanol-propan-2-ol » à 20°C.	26
Figure III.5 : La courbe d'équilibre T-X-Y du mélange « Méthanol-propan-2-ol ».	27
Figure III.6 : La courbe d'équilibre liquide-vapeur Y-X du mélange « Méthanol-propan-2-ol »	28

Figure III.7 : Courbe d'étalonnage du mélange « Méthanol-Ethanol » à 20°C.	28
Figure III.8 : La courbe d'équilibre T-X-Y du mélange « Méthanol-Ethanol ».	29
Figure III.9 : La courbe d'équilibre liquide-vapeur Y-X du mélange « Méthanol-Ethanol »	30
Figure III.10 : Courbe d'étalonnage du mélange « Propan-2-ol-propan-1-ol » à 20°C.	30
Figure III.11 : La courbe d'équilibre T-X-Y du mélange « Propan-2-ol-propan-1-ol ».	31
Figure III.12 : La courbe d'équilibre liquide-vapeur Y-X du mélange Propan-2-ol-propan1ol »	32
Figure III.13 : Courbe d'étalonnage du mélange « Ethanol-butan-2-ol » à 20°C.	32
Figure III.14 : La courbe d'équilibre T-X-Y du mélange « Ethanol-butan-2-ol ».	33
Figure III.15 : La courbe d'équilibre liquide-vapeur Y-X du mélange « Ethanol-butan-2-ol »	34
Figure III.16 : Courbe d'étalonnage du mélange « Ethanol-butan-1-ol » à 20°C.	34
Figure III.17 : La courbe d'équilibre T-X-Y du mélange « Ethanol-butan-1-ol ».	35
Figure III.18 : La courbe d'équilibre liquide-vapeur Y-X du mélange « Ethanol-butan-1-ol »	36
Figure III.19 : Courbe d'étalonnage du mélange « Méthanol-butan-1-ol » à 20°C.	36
Figure III.20 : La courbe d'équilibre T-X-Y du mélange « Méthanol-butan-1-ol »	37
Figure III.21 : La courbe d'équilibre liquide-vapeur Y-X du mélange « Méthanol-butan-1-ol »	38
Figure III.22 : Courbe d'étalonnage du mélange « Propan-1-ol-butan-1-ol » à 20°C.	38

Figure III.23 : La courbe d'équilibre T-X-Y du mélange « Propan-1-ol-butan-1-ol »	39
Figure III.24 : La courbe d'équilibre liquide-vapeur Y-X du mélange « Propan-1-ol-butan1ol »	40
Figure IV.1 : Schéma du principe de concept de la composition locale. Cellule élémentaire d'un mélange à « n » constituants.	45
Figures IV.2 : Courbe de variation des coefficients d'activité-systèmes N° 01 : Ethanol_Propan-1-ol.	47
Figures IV.3 : Courbe de variation des coefficients d'activité-systèmes N° 02 : Ethanol_Butan-1-ol	47
Figures IV.4 : Courbe de variation des coefficients d'activité-systèmes N° 03 : Propan-1-ol_Butan-1-ol	48
Figures IV.5 : Courbe de variation des coefficients d'activité-systèmes N° 04 : methanol_propan-2-ol	48
Figures IV.6 : Courbe de variation des coefficients d'activité-systèmes N° 05 : Propan-2-ol_Propan-1-ol	49

Liste des tableaux

Tableau	Page
Tableau III.1 : Les systèmes sélectionnés	23
Tableau III.2 : Les Indices de réfraction et les compositions mesurées du mélange « Ethanol-propan-1-ol ».	25
Tableau III.3 : Les Indices de réfraction et les compositions mesurées du mélange « Méthanol-propan-2-ol ».	27
Tableau III.4 : Les Indices de réfraction et les compositions mesurées du mélange « Méthanol-Ethanol ».	29
Tableau III.5 : Les Indices de réfraction et les compositions mesurées du mélange « Propan-2-ol-propan-1-ol ».	31
Tableau III.6 : Les Indices de réfraction et les compositions mesurées du mélange « Ethanol-butan-2-ol »	33
Tableau III.7 : Les Indices de réfraction et les compositions mesurées du mélange « Ethanol-butan-1-ol »	35
Tableau III.8 : Les Indices de réfraction et les compositions mesurées du mélange « Méthanol-butan-1-ol ».	37
Tableau III.9 : Les Indices de réfraction et les compositions mesurées du mélange « Propan-1-ol-butan-1-ol ».	39
Tableau IV.1 : Les systèmes étudiés, les paramètres d'interaction et les coefficients de répartition non aléatoire [11]	46

Résumé

L'objectif de ce travail est l'étude du comportement thermodynamique des composés au sein des mélanges binaires alcool- alcool. Pour cela, et afin d'obtenir les compositions molaires en fonction de la température, nous avons utilisé comme dispositif expérimental « un ébulliomètre ».

Les compositions molaires expérimentales et les paramètres d'interaction sont ensuite introduits dans l'équation NRTL pour calculer les coefficients d'activité de chaque système...

L'accord entre les résultats expérimentaux et les résultats de la modélisation a prouvé la fiabilité du modèle NRTL et l'exactitude des fractions molaires obtenues.

Mots clés : NRTL, paramètres d'interaction, équilibre liquide-vapeur, Ebulliomètre.

Abstract

The aim of this work is to study the thermodynamic behavior of compounds in binary alcohol-alcohol mixtures. To this end, and in order to obtain molar compositions as a function of temperature, we have used an "ebulliometer" as an experimental device.

The experimental molar compositions and interaction parameters are then fed into the NRTL equation to calculate the activity coefficients of each system ...

The agreement between experimental and modeling results proved the reliability of the NRTL model and the accuracy of the mole fractions obtained.

Key words : NRTL, interaction parameters, liquid-vapor equilibrium, Ebulliometer

الملخص

الهدف من هذا العمل هو دراسة السلوك الديناميكي الحراري للمركبات في مخاليط الكحول والكحول الثنائية. ولتحقيق هذه الغاية، ومن أجل الحصول على التراكيب المولية كدالة لدرجة الحرارة، استخدمنا "مقياس الإيبوليتير" كأداة تجريبية.

ثم أدخلنا التراكيب المولية التجريبية ومعاملات التفاعل في معادلة NRTL لحساب معاملات النشاط لكل نظام ...

أثبت الاتفاق بين النتائج التجريبية ونتائج النمذجة موثوقية نموذج NRTL ودقة الكسور المولية التي تم الحصول عليها.

الكلمات المفتاحية: NRTL، معاملات التفاعل، توازن السائل والبخار، مقياس إيبوليتير.