

**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ CONSTANTINE 3**



**FACULTE DE GENIE DES PROCÉDES
DEPARTEMENT DE GENIE CHIMIQUE**

N° d'ordre : ...

Série :

Mémoire de Master

Filière: Génie des Procédés

Spécialité: Génie Chimique

Thème :

Détermination expérimentale des données d'équilibre liquide-liquide pour l'extraction de l'acide propionique à partir de solutions aqueuses

Dirigé par :

Dr. BOULKROUNE Nadjat

Grade : MCA

Présenté par :

SLIMANI Radja

NEKAA Chaima

Année Universitaire 2023/2024

Session : (juin)

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Nomenclature

Introduction générale	01
Références bibliographiques	03

Chapitre I

Généralités sur l'acide propionique

I.1 Introduction	04
I.2 Propriétés physico-chimique	04
I.3 Production	05
I.3.1 Fermentation	05
I.3.2 Voie chimique	06
I.4 Utilisation	06
I.5 Risques	07
Références bibliographiques	08

Chapitre II

Généralités sur l'extraction et l'équilibre liquide-liquide

II.1 Introduction	09
II.2 Définition et principe	09
II.3 Types d'extraction liquide-liquide	10
II.3.1 Extraction par échange d'ions	10
II.3.2 Extraction non-compensée	10
II.4 Choix du solvant	11
II.5 Principales techniques d'extraction liquide-liquide	12
II.5.1 Extraction simple	12
II.5.2 Extraction multiple	12
II.5.2.1 Extraction à courant croisé	12
II.5.2.2 Extraction à contre-courant	13
II.6 Paramètres de suivi de l'extraction liquide-liquide	13
II.6.1 Coefficient de partage ou de distribution	13

II.6.2 Facteur de sélectivité (facteur de séparation)	14
II.7 Domaines d'application	14
II.8 Equilibre liquide-liquide	15
II.8.1 Miscibilité des phases	15
II.8.2 Diagramme ternaire	16
II.8.3 Types de diagramme ternaire	16
Références bibliographiques	18

Chapitre III

Procédure expérimentale

III.1 Introduction	19
III.2 Produits chimiques utilisés	19
III.2.1 Acide propionique	19
III.2.2 Pentane	19
III.2.3 Hexane	20
III.2.4 Butan-1-ol	20
III.2.5 Cyclohexanol	20
III.3 Matériel	21
III.4 Méthode d'analyse	22
III.5 Procédure expérimentale	22
III.5.1 Construction de la courbe de solubilité	23
III.5.2 Courbe d'étalonnage	23
III.5.3 Lignes d'équilibre	24
Références bibliographiques	25

Chapitre IV

Résultats et discussion

IV.1 Introduction	26
IV.2 Données d'équilibre liquide-liquide	26
IV.2.1 Courbes de solubilité	26
IV.2.2 Courbes d'étalonnage	30
IV.2.3 Lignes d'équilibre (lignes d'attaches)	33
IV.2.4 Courbes de distribution	36
IV.2.5 Coefficient de distribution et facteur de séparation	38
IV 2.6 Courbes de sélectivité	39

IV.3 Fiabilité des données expérimentales	42
Références bibliographiques	49
Conclusion générale	50

الملخص

في إطار هذه الدراسة، تم تقييم مذيبات مختلفة بهدف تحسين استخراج حمض البروبيونيك من المحاليل المائية. وبالتالي، تم اختبار البننتان والهكسان والبيوتانول-1 وسيكلوهيكسانول كمذيبات استخلاص. لتحديد فعالية هذه المذيبات المختلفة، تم إنشاء بيانات منحني الذوبان لكل منها، وذلك في درجة حرارة الغرفة والضغط الجوي. تُعد بيانات توازن سائل-سائل هذه ضرورية لفهم سلوك تقسيم حمض البروبيونيك بين الطور المائي والطور العضوي. من خلال خطوط التوازن هذه، كان من الممكن حساب معايير رئيسية، مثل عامل الفصل (S) ومعامل التوزيع. تسمح هذه المؤشرات بتقييم فعالية كل مذيب في فصل وتركيز حمض البروبيونيك في الطور العضوي. أظهرت الدراسة المتعمقة لبيانات التوازن هذه ومعايير أداء المذيبات أن الهكسان هو المذيب الأكثر انتقائية لاستخراج حمض البروبيونيك بشكل فعال من المحاليل المائية. تم التحقق من موثوقية بيانات التوازن التي تم الحصول عليها من خلال تطبيق النظريات التجريبية المعروفة، مثل تلك الخاصة بـ أوتمر-توبياس و هاند و إيزن-جوف وباشمان و إشيديا، أكدت هذه التحليلات إتساق ومثانة النتائج التجريبية **الكلمات المفتاحية** : استخلاص سائل-سائل ، حمض البروبيونيك، معامل التوزيع، عامل الفصل

Résumé

Dans le cadre de cette étude, différents solvants ont été évalués dans le but d'améliorer l'extraction de l'acide propionique à partir de solutions aqueuses. Ainsi, le pentane, l'hexane, le butanol-1 et le cyclohexanol ont été testés comme solvants d'extraction.

Afin de déterminer les performances de ces différents solvants, les données des courbes de solubilité ont été établies pour chacun d'eux, et ce à température ambiante et pression atmosphérique. Ces données d'équilibre liquide-liquide sont essentielles pour comprendre le comportement de partage de l'acide propionique entre la phase aqueuse et la phase organique. À partir de ces lignes d'équilibre, des paramètres clés ont pu être calculés, tels que le facteur de séparation (S) et le coefficient de distribution. Ces indicateurs permettent d'évaluer l'efficacité avec laquelle chaque solvant permet de séparer et de concentrer l'acide propionique dans la phase organique.

L'étude approfondie de ces données d'équilibre et des paramètres de performance des solvants a ainsi permis d'identifier que l'hexane est le solvant le plus sélectif pour une extraction efficace de l'acide propionique à partir des solutions aqueuses. La fiabilité des données d'équilibre obtenues a été vérifiée par l'application de corrélations empiriques connues, telles que celles d'Othmer-Tobias, de Hand, d'Eisen-Joffe, d'Ishida réduite et de Bachman. Ces analyses ont confirmé la cohérence et la robustesse des résultats expérimentaux.

Mots-clés : Extraction liquide-liquide, acide propionique, coefficient de partage, facteur de séparation

Abstract

In the scope of this study, different solvents were evaluated with the aim of improving the extraction of propionic acid from aqueous solutions. Specifically, pentane, hexane, 1-butanol, and cyclohexanol were tested as extraction solvents. To determine the performance of these different solvents, the solubility curve data were established for each of them, at room temperature and atmospheric pressure. These liquid-liquid equilibrium data are essential for understanding the partitioning behavior of propionic acid between the aqueous phase and the organic phase. From these equilibrium lines, key parameters could be calculated, such as the separation factor (S) and the distribution coefficient. These indicators allow evaluating the efficiency with which each solvent can separate and concentrate the propionic acid in the organic phase. The detailed study of these equilibrium data and the performance parameters of the solvents thus made it possible to identify that hexane is the most selective solvent for the efficient extraction of propionic acid from the aqueous solutions. The reliability of the equilibrium data obtained was verified by the application of well-known empirical correlations, such as those of Othmer-Tobias, Hand, reduced Eisen-Joffe, Bachman, and Ishida. These analyses confirmed the consistency and robustness of the experimental results.

Key Words: liquid-liquid extraction, propionic acid, distribution coefficient, separation factor

