

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE DE SAAD DAHLEB DE BLIDA  
Faculté de technologie  
Département de Chimie Industrielle

## *MEMOIRE DE FIN D'ETUDE*

pour l'obtention du diplôme  
de MASTER  
en chimie industrielle

**Option : Procédé traitement des effluents et protection de l'environnement**

Thème :

**EXTRACTION LIQUIDE-GEL DU CUIVRE  
en utilisant un extractant solvant  
tributylphosphate TBP**

**Présenté par :**

BOURAHMANI MESSAOUDA

**Dirigé par :**

*Mme N. TAOUALIT*

*Mme K. BOUTEMAK*

Promotion: 2012

## Remerciements

*Ce travail a été effectué au sein du département de chimie industrielle, faculté de technologie, sous la direction de Madame N. Taoualit et Madame K. Boutemak.*

*J'exprime mes chaleureux remerciements et reconnaissances à toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*

*-Mes vifs remerciements s'adressent à Mme. N. Taoualit et Mme. K. Boutemak pour avoir accepté de me diriger tout au long de cette étude, pour les conseils constructifs et bénéfiques et leurs dire combien il m'a été agréable de travailler avec elles.*

*Je tiens à remercier également le président et les membres du jury d'avoir voulu juger ce travail.*

*Remerciements et salutations particulières à Monsieur M. Houari le chef de département de chimie industrielle, ainsi Monsieur B. Bouzid chef de master PTEPE et tout le personnel du corps technique et administratif du département de chimie industrielle, de la faculté de technologie de l'université de Blida pour leur aide.*

*-J'exprime ma gratitude et mes vifs remerciements à Mr. I .ABIDAT camarade et étudiant doctorant au département de chimie industrielle pour son aide.*

*Je ne saurais remercier toutes les personnes qui de près ou de loin m'ont supporté, encouragé, aidé tout au long de cette année. Elles sont trop nombreuses ! Mais un fait est certain. Bien que je demeure le principal artisan de ce manuscrit, je ne peux pas ignorer que sa réalisation n'aurait jamais été possible sans la contribution de nombreuses personnes. Je les remercie tous et je souhaite que la lecture qui s'offre à leur curiosité leur procure la satisfaction qu'ils espéraient.*

# Dédicace

---



## *✿ Je dédie cette thèse à ... ✍*

### ♥ *A ma très chère mère*

*Tu représentes pour moi le Symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et L'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et De prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours Pour mener à bien mes études.*

*Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond Amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et T'accorder santé, longue vie et bonheur.*

### ♥ *A mon très chère Père*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, L'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu Pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et Nuit pour mon éducation et mon bien être.*

*Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as Consentis pour mon éducation et ma formation.*

### ♥ *A mes chers frère et sœurs*

### ♥ *A Toute mes ami(e)s de près et de loin*

### ♥ *A tout ma famille*

*A chaque cousins et cousines*

### ♥ *Mes chers enseignants durant tout le parcours de mes études*

♥ *Le grande merci pour le Dieu qu'il ma aider durant tout le chemin de ma vie et surtout de finir ce parcours par succès Inchallah.*



## Résumé

Ce travail consiste à mettre en œuvre un type particulier de membrane polymère (membrane-liquide-gel) pour récupérer et concentrer des ions de cuivre à partir des solutions synthétiques de concentration semblable à celle des rejets de traitements de surface.

Cette technique est basée sur les principes de l'extraction liquide-liquide.

Divers polymères ont été utilisés: le Polyéthylène téréphtalate (PET), le Polychlorure de vinyle (PVC) et l'Éthyle acétate de vinyle (EVA).

Les résultats obtenus montrent que la cinétique d'extraction est rapide. L'équilibre est atteint au bout de 30 min. La capacité de concentrer un métal à partir d'une solution aqueuse contenant initialement 10 mg / l de cuivre, peut atteindre un facteur de concentration égal à 35,77 fois. Les rendements maximum sont de 81,87%.

L'utilisation de ces membranes polymériques permet de traiter de grands volumes de phases aqueuses avec de faibles quantités de gels sans problèmes de séparation de phases. Ceci représente une possibilité intéressante pour la concentration de métaux.

Mots clés: extraction liquide-liquide, membranes-gels, TBP, cuivre.

## Abstract

This work consists to implement a particular type of polymeric membrane (liquid membrane-gel) in order to recover and concentrate copper ions from synthetic solutions with the same concentration of this of the discharges of surface treatments.

This technique is based on the principle of liquid-liquid extraction.

Divers polymers have been used: the terephthalate Polyethylene (PET), the Polyvinyl chloride (PVC) and the Ethylene vinyl acetate (EVA).

Obtained results show that: The kinetics of extraction is fast. Equilibrium is reached in about 30 min. The capacity to concentrate a metal from an aqueous solution containing initially 10mg/l of copper, can reach a factor of concentration equal at 35.77 times. The maximum yields are 81, 87%.

Use of these membrane-gels makes it possible to treat great volumes of aqueous phases with small quantities of gels without problems of separation of phases. This presents an interesting possibility for the concentration of metals.

Key words: liquide-liquide extraction, membranes-gels, TBP, copper.

## ملخص

هذا العمل هو عبارة عن تنفيذ نوع معين من غشاء البوليمر (غشاء- سائل- هلام) لأجل استرجاع و تركيز أيونات النحاس من خلال محاليل مركبة و مركزة مماثلة لتركيب محاليل افرازات المعالجات السطحية ويستند هذا الأسلوب على نفس مبدأ الاستخلاص سائل- سائل.

عدة انواع من البوليمرات قد استعملناها و هي الإيثيلين خلات الفينيل ,البولي إيثيلين ترفتلات و كلوريدات الفينيل. اظهرت النتائج ان حركة الاستخلاص سريعة, التوازن كان في حوالي الدقيقة 30 القدرة على تركيز معدن من محلول مائي يحتوي بداية على 10 ملغ /لتر من النحاس يعطينا عامل تركيز يساوي 35, 77 مرة و مردود اقصى هو 81, 87 يمكن استخدام هذه الاغشية البوليمرية في معالجة كميات كبيرة من المراحل المائية مع كميات صغيرة من المواد الهلامية دون مشاكل في فصل المرحلة هذا يمثل فرصة مثيرة للاهتمام لتركيز المعادن.

كلمات مفاتيح. استخلاص سائل-سائل, غشاء-هلام ,النحاس.

## NOMENCLATURE

$[\text{Cu}^{++}]_{\text{initiale}}$	Concentration initiale du cuivre dans la phase aqueuse
$[\text{Cu}^{++}]$	Concentration du cuivre à l'équilibre dans la phase aqueuse
$[\text{Cu}^{++}]_r$	Concentration du cuivre restante dans la phase aqueuse
$\overline{[\text{Cu}^{++}]}$ ou $[\text{Cu}^{++}]_{\text{gel}}$	Concentration du cuivre dans le gel
E(%)	Rendement de l'extraction
F.c	Facteur de concentration
$m_i$	Masse initiale du polymère sec
$m_{\text{gel}}$	Masse du gel
TBP	Tributylphosphate
$\bar{V}$ ou $V_{\text{org}}$	Volume de la phase organique (d'imprégnation)
V ou $V_{\text{aq}}$	Volume de la phase aqueuse
EVA	Ethylène vinyle acétate
PET	Polyéthylène téréphtalate
PVC	Polychlorure de vinyle

# SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
<b><u>Chapitre I</u> : Les métaux dans l'environnement</b>	
I.1.Origine	4
I.2.Définition	5
I.3. cuivre	5
I.3.1Généralités et sources	5
I.4.Procédés de dépollution de solution contenant des métaux	7
I.4.1.Procédés traditionnels	7
I.4.1.1.Précipitation	7
I.4.1.2.Echange d'ions	8
I.4.1.3.Autre procédés	8
I.4.2.Procédés récents	9
I.4.2.1.Procédés biotechnologiques	9
I.4.2.2.Procédés membranaires	9
I.5.Extraction liquide-liquide	13
I.6.Application industrielle de l'extraction liquide-liquide	13
<b><u>Chapitre II</u> : Généralité sur l'extraction liquide-gel.</b>	
II. Extraction liquide-gel	
II.1.Introduction	15
II.2.Définition	15
II.2.1.Loi de distribution-constante de distribution	15
II.2.2.Coefficient de distribution $D_M$	16
II.2.3.Rendement ou efficacité de l'extraction	17
II.2.4. Facteur de séparation ( $\alpha_{MN}$ )	17
II.3.Types d'extraction liquide-liquide	
II.3.1.Extraction par solvatation	18
II.3.2.Extraction par échange de cation	18
II.3.3.Extraction par chélation	19
II.3.4.Extraction par échange d'anion	20
II.3.5.Extraction synergique	20
II.4.Choix de l'extractant	21
II.5.Role et choix du diluant	22

### **Chapitre III : Principe de l'extraction liquide-gel**

III.1.Préparation de la membrane gel extractante	
III.1.1.Gonflement des polymères utilisés	24
III.1.1.1.Taux de gonflement massique	24
III.1.1.2.Taux de gonflement volumique	24
III.1.2.Définitions et caractéristique des polymères et extractant utilisés	25
III.2.Extraction-concentration et récupération des ions Cu <sup>2+</sup>	28
III.2.1.Cinétique d'extraction	29
III.2.1.1.Mode opératoire	29
III.2.1.2.Résultats et discussion	34
III.2.1.3.Conclusion	35
CONCLUSION GENERALE	40
ANNEXE.	
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.	

## LISTE DES FIGURES

---

Figure I.1:	Spéciation des ions métalliques dans le milieu naturel	4
Figure I.2:	Spéciation du cuivre dans des eaux naturelle d'après (15)	6
Figure I.3:	Membrane sélective	10
Figure I.4:	Classement des différents procédés membranaires	11
Figure II.1:	Formule structurale d'un chélate métallique (Cu-acetylacétone)	20
Figure III.1:	Structure de monomère du PVC	25
Figure III.2:	Structure de polyéthylène téréphtalate	26
Figure III.3:	Structure d'éthylène –acétate de vinyle	26
Figure III.4:	Structure chimique du tributylphosphate (TBP)	27
Figure III.5:	Dispositif expérimental	31
Figure III.6:	Cinétique et rendement d'extraction des ions $\text{Cu}^{++}$ par les systèmes EVA /TBP/diluant pour un diamètre de 1cm	36
Figure III.7:	Cinétique et rendement d'extraction des ions $\text{Cu}^{++}$ par les systèmes PVC /TBP/diluant pour un diamètre de 1cm	37
Figure III.8:	Cinétique et rendement d'extraction des ions $\text{Cu}^{++}$ par les systèmes PET/TBP/diluant pour un diamètre de 1cm	38
Figure III.9:	Cinétique et rendement d'extraction des ions $\text{Cu}^{++}$ par les systèmes EVA /TBP/diluant pour un diamètre de 1.2cm	39
Figure III.10:	Cinétique et rendement d'extraction des ions $\text{Cu}^{++}$ par les systèmes PVC /TBP/diluant pour un diamètre de 1.2cm	40
Figure III.11:	Cinétique et rendement d'extraction des ions $\text{Cu}^{++}$ par les systèmes PET/TBP/diluant pour un diamètre de 1.2cm	41
Figure III.12:	Cinétique et rendement d'extraction des ions $\text{Cu}^{++}$ par les systèmes EVA /TBP/diluant pour un diamètre de 1.7cm	42
Figure III.13:	Cinétique et rendement d'extraction des ions $\text{Cu}^{++}$ par les systèmes PVC /TBP/diluant pour un diamètre de 1.7cm	43
Figure III.14:	Cinétique et rendement d'extraction des ions $\text{Cu}^{++}$ par les systèmes PET/TBP/diluant pour un diamètre de 1.7cm	44

## LISTE DES TABLAEUX

---

TABLAEU I.1	Application de l'extraction liquide-liquide dans l'industrie	14
TABLAEU III.1	Propriétés physico-chimiques des polymères utilisés	27
TABLAEU III.2	Propriétés physiques du TBP	28
TABLAEU III.3	Rendements et facteurs de concentration obtenus par le système EVA/TBP/Toluène	32
TABLAEU III.4	Rendements et facteurs de concentration obtenus par le système PVC/TBP/Toluène	32
TABLAEU III.5	Rendements et facteurs de concentration obtenus par le système PET/TBP/Toluène	32
TABLAEU III.6	Rendements et facteurs de concentration obtenus par le système EVA/TBP/Chloroforme	32
TABLAEU III.7	Rendements et facteurs de concentration obtenus par le système PVC/TBP/Chloroforme	33
TABLAEU III.8	Rendements et facteurs de concentration obtenus par le système PET/TBP/Chloroforme	33
TABLAEU III.9	Rendements et facteurs de concentration obtenus par le système EVA/TBP/CCL <sub>4</sub>	33
TABLAEU III.10	Rendements et facteurs de concentration obtenus par le système PVC/TBP/CCL <sub>4</sub>	33
TABLAEU III.11	Rendements et facteurs de concentration obtenus par le système PET/TBP/CCL <sub>4</sub>	34
TABLAEU III.12	Tableau récapitulatif et comparatif donnant les rendements d'extraction et les facteurs de concentration des Cu <sup>2+</sup>	