

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ SALEH BOUBNIDER



FACULTE DE GENIE DES PROCÉDES
DEPARTEMENT DE GENIE CHIMIQUE

N° d'ordre
Série.....

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie chimique

Mémoire de Master

*Traitement des eaux colorées par
électrocoagulation utilisant une nouvelle
conception d'électrodes perforées*

Dirigé par :

Dr Balaska Fouzia (ép) Chikhi

Grade : MCA

Présenté par :

Messaoudene maissa ouissal

Moussa Mebarek belkis

Nini bouchra

Année universitaire 2024/2025

Session : juin

Table des matières

Liste des Abréviations

Liste des Nomenclateurs

Liste des Figures

Liste des Tableaux

Introduction Générale	1
Chapiter I : Pollution des eaux industrielles : Méthodes de traitement par électrocoagulation et valorisation des déchets d'aluminium	5
I.1. La pollution des eaux industrielles et les méthodes conventionnelles de traitement.....	5
I.1.1. Introduction	5
I.1.2. Les sources de pollutions.....	5
I.1.2.1 Pollutions domestique.....	5
I.1.2.2 Pollution industrielle.....	6
I.1.2.3. Pollution agricole.....	6
I.1.2.4. Autres sources.....	7
I.1.3. Types de pollution dans l'eau	7
I.1.3.1. Polluants organiques	7
I.1.3.2. Métaux lourds	8
I.1.3.3. Matières en suspension.....	8
I.1.3.4 Colorants et substances synthétiques.....	9
I.1.4 les conséquences de pollution d'eau	9
I.1.5 Les méthodes conventionnelles des traitements des eaux	9
I.1.5.1. Coagulation-floculation	9
I.1.5.2. Filtration	10
I.1.5.3 Traitement biologique.....	10
I.1.5.4. Adsorption	11
I.1.5.5. Traitements chimiques.....	11
I.2. Électrocoagulation et valorisation des déchets d'aluminium.....	13
I.2.1. Introduction	13
I.2.2. Définition du procédé d'électrocoagulation	13
I.2.3. Origine et évolution	13
I.2.4. Principe du procédé d'électrocoagulation.....	14
I.2.5. Principales lois d'électrolyse	17
I.2.5.1. La loi de Faraday	17
I.2.5.2 Energie consommée :.....	18

L'équation ci-dessous permet de calculer la consommation d'énergie lors du processus d'électrocoagulation :	18
I.2.6. Les principaux facteurs influençant le processus d'électrocoagulation.....	18
I.2.6.1 Le pH initial de la solution	18
I.2.6.2 La densité de courant	18
I.2.6.3 La nature et la forme des électrodes	18
I.2.6.4 La concentration en électrolyte (NaCl).....	19
I.2.6.5 La durée de traitement	19
I.2.6.6 Température.....	19
I.2.7. Avantages du procédé d'électrocoagulation	19
I.2.8. Inconvénients du procédé d'électrocoagulation	20
I.2.9 Origine et Caractéristiques des Déchets d'Aluminium.....	21
I.2.9.1. Sources des déchets	21
I.2.9.2. Types des déchets et Leurs Caractéristiques.....	21
I.2.9.3. Degré de pureté et contamination :	21
I.2.10. Composition chimique.....	21
I.2.11. Propriétés mécaniques	22
I.2.12 Caractéristiques de surface	22
I.2.13. Les défis de la réutilisation des déchets.....	22
I.2.13.1. Défis environnementaux	22
I.2.13.2. Défis économiques.....	22
I.2.13.3. Problématiques techniques :	22
I.2.14. Les différentes caractéristiques des électrodes	22
I.2.15. Avantages des électrodes perforées	22
I.2.16. Autres Bénéfices Indirects	23
I.2.17. Influence de la composition de l'aluminium sur l'électrocoagulation.....	23
I.2.18. Problématique des Composites d'Aluminium dans l'Électrocoagulation.....	23
I.2.19. Gestion Actuelle des Déchets d'Aluminium en Algérie.....	23
I.2.19.1 Collecte et Stockage	23
I.2.19.2 Recyclage Actuel	24
I.2.20. Problèmes Rencontrés	24
I.2.20.1. Insuffisance d'infrastructures modernes.....	24
I.2.20.2. Valorisation insuffisante des déchets.....	25
I.2.20.3. Conséquences environnementales	25
I.2.21. Solutions Possibles	25
I.2.21.1. Améliorer les Fonderies.....	25
I.2.21.2. Établir des parcours spécialisés	25
I.2.21.3. Encadrer la collecte.....	25

Chapiter II : Plans D'Experience	31
II.1. Introduction	31
II.2. Plan d'expériences.....	31
II.3. Principe d'un plan d'expérience.....	32
II.4. Méthodologie de Surface de Réponse (RSM).....	32
II.5. Plan composite centré.....	32
II.6. Plan BOX BEHNKEN	33
II.7. Variables codées.....	33
II.8. Avantages de la méthode des plans d'expériences.....	34
Chapiter III : Matériel et Méthodes	37
III.1. Introduction.....	37
III.2. Matériels	37
III.2.1 Matériaux de préparation des solutions.....	37
III.3 Produits chimiques utilisés.....	38
III.4 Le montage expérimental.....	38
III.5 Détermination de λ_{max}	39
III.6 Dosage par étalonnage	39
Chapiter IV : Résultats Et Discussions	50
IV.1. Solution synthétique chargée en colorant Rouge Congo	50
IV.1.1 Introduction.....	50
IV.1.2 Etude paramétrique de l'électrocoagulation avec différentes configurations des électrodes	50
IV.1.3. Traitement de la solution chargée en Rouge Congo dans les conditions optimales	59
IV.2. Rejet textile	62
IV.2.1. Introduction.....	62
IV.2.2. Caractérisation physico-chimique du rejet.....	62
IV.2.3. Analyse spectrale du rejet textile (UV-Visible).....	62
IV.2.4. Traitement du rejet textile dans les conditions optimales	62
IV.2.4. Turbidité du rejet textile	62
IV.2.5. Rendement d'élimination de la DCO et de la décoloration lors du traitement par électrocoagulation	63
IV.2.6. Illustration visuelle	63
Chapiter V : Modélisation et optimisation	65
V.1. Introduction.....	65
V.2 Analyse des résultats	65
V.2.1 Analyse des résultats pour la solution synthétique colorée en Rouge Congo :	65
V.2.2 Analyse des résultats pour le rejet textile.....	72

Conclusion Générale..... 100

Résumé

Ce travail a porté sur le traitement des eaux usées colorées par électrocoagulation, en mettant en avant l'utilisation innovante d'électrodes perforées. Les résultats expérimentaux ont révélé une excellente efficacité de décoloration, atteignant 99,41 % pour une solution synthétique contenant du Rouge Congo et 96 % pour un rejet textile réel. L'étude a montré l'impact significatif des paramètres opératoires sur le rendement, et a permis d'optimiser les conditions expérimentales. L'usage d'électrodes perforées a amélioré la circulation de l'électrolyte, réduit la passivation, la consommation énergétique et la production de boues. De plus, les modèles statistiques appliqués ont confirmé la fiabilité des résultats, avec des R^2 supérieurs à 97 %. Ces résultats suggèrent un potentiel industriel prometteur pour cette technologie.

ملخص

يتناول هذا البحث معالجة مياه الصرف الملونة باستخدام تقنية التخثير الكهربائي، مع التركيز على الابتكار المتمثل في استعمال أقطاب كهربائية مثقبة. أظهرت النتائج التجريبية كفاءة عالية في إزالة اللون، بلغت 99.41% في محلول اصطناعي يحتوي على صبغة "أحمر الكونغو"، و96% في مياه صرف ناتجة عن صناعة النسيج. كما بينت الدراسة التأثير الكبير للمعاملات التشغيلية على الأداء العام للعملية، مما سمح بتحديد ظروف تشغيل مثلى. ساهم استخدام الأقطاب المثقبة في تحسين دوران المحلول، والحد من التخميد الكهربائي للأقطاب، وتقليل استهلاك الطاقة وإنتاج الحمأة. بالإضافة الى ذلك اكدت النماذج الإحصائية المطبقة موثوقية النتائج حيث تجاوزت قيمة 97% تشير هذه النتائج الى إمكانيات صناعية واعدة لهذه التقنية

summary

This study focused on the treatment of colored wastewater using electrocoagulation, with an emphasis on the innovative use of perforated electrodes. Experimental results demonstrated excellent decolorization efficiency, reaching 99.41% for a synthetic Congo Red solution and 96% for actual textile effluent. The influence of operational parameters was significant, leading to optimized treatment conditions. The use of perforated electrodes enhanced electrolyte flow, reduced electrode passivation, lowered energy consumption, and minimized sludge generation. Moreover, the applied statistical models validated the experimental outcomes, with R^2 values exceeding 97%. These findings highlight the promising industrial potential of this improved electrocoagulation process.