

REPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ FERHAT ABBAS-SÉTIF
FACULTÉ DES SCIENCES
DÉPARTEMENT DE CHIMIE



En vue de l'obtention du diplôme de Master en Chimie
Spécialité: Chimie physique

Thème:

Amélioration des propriétés physico-chimiques et morphologiques des polymères conducteurs organiques synthétisés chimiquement : Application dans le domaine de traitement des eaux usées.

Présenté par : Tighemine Rahma & Khoms Ikram

Devant le jury :

Président : Dr. MESSAOUDI Yazid

Examineur : Dr. AROUI Lynda

Encadreur : Dr. NOUAR Yacine

Année 2025

Résumé

Dans ce travail, nous avons synthétisé un polymère conducteur, la polyaniline, par voie chimique et électrochimique, puis nous l'avons caractérisé à l'aide de différentes techniques. La polyaniline obtenue a été analysée par spectroscopie IR-TF afin d'identifier et de confirmer la présence des groupements fonctionnels souhaités, par diffraction des rayons X (DRX) pour étudier sa morphologie et déterminer la taille des cristallites, ainsi que par analyse thermique (ATG) pour évaluer ses propriétés thermiques. Enfin, ses performances ont été testées dans le cadre de l'élimination des colorants de l'eau à travers plusieurs méthodes : adsorption, photocatalyse, voltamétrie cyclique et électrolyse. Les résultats ont montré que la polyaniline présente une efficacité élevée en voltamétrie cyclique et en électrolyse, tandis que ses performances en adsorption et en photocatalyse restent faibles.

Mots clés : polyaniline, dopage, synthèse chimique, polymère conducteur.

Abstract

In this work, we synthesized a conductive polymer, polyaniline, using both chemical and electrochemical methods, and then characterized it using various techniques. The obtained polyaniline was analyzed by FTIR spectroscopy to identify and confirm the presence of the desired functional groups, by X-ray diffraction (XRD) to study its morphology and determine the crystallite size, and by thermogravimetric analysis (TGA) to evaluate its thermal properties. Finally, its performance was tested for dye removal from water using several methods: adsorption, photocatalysis, cyclic voltammetry, and electrolysis. The results showed that polyaniline exhibits high efficiency in cyclic voltammetry and electrolysis, while its performance in adsorption and photocatalysis remains low.

Key words : Polyaniline, doping, chemical synthesis, conducting polymer.

ملخص:

في هذا العمل، قمنا بتخليق بوليمر موصل، وهو البولي أنيلين، باستخدام الطريقتين الكيميائية والكهروكيميائية، ثم قمنا (IR-TF) بتوصيفه باستخدام تقنيات مختلفة. تم تحليل البوليأنيلين المحصل عليه بواسطة مطيافية الأشعة تحت الحمراء لدراسة مورفولوجيته (DRX) بهدف تحديد وتأكيد وجود المجموعات الوظيفية المطلوبة، وبواسطة حيود الأشعة السينية لتقييم خصائصه الحرارية. وأخيراً، تم اختبار (ATG) وتحديد حجم البلورات، وكذلك بواسطة التحليل الحراري الوزني أدائه في إزالة الأصباغ من المياه باستخدام عدة طرق : الامتزاز، التحفيز الضوئي، الفولتمترية الدورية، والتحليل الكهربائي. وقد أظهرت النتائج أن البوليأنيلين يتمتع بكفاءة عالية في الفولتمترية الدورية والتحليل الكهربائي، في حين أن أدائه في الامتزاز والتحفيز الضوئي يبقى ضعيفاً.

الكلمات المفتاحية : متعدد أنيلين، التنشيط، التحضير الكيميائي، ، المبلمرات الناقلة

SOMMAIRE

Glossaire	I
LISTE DES FIGURES	II
LISTE DES TABLEAUX	V
Introduction générale	1
Référence	3

Chapitre I : Polymère conducteur

I.1. Généralités	4
I.2. Historique d'un polymère conducteur	4
I.3. Définition d'un polymère conducteur	5
I.4. Les propriétés d'un polymère conducteur	6
I.5. Classification des polymères conducteurs	10
I.6. Les types des polymères conducteurs	11
I.6.1. Polymères conducteurs électroniques	11
I.6.1.a. Polymères conducteurs extrinsèques (PCE)	11
I.6.1.b. Polymères conducteurs intrinsèques (PCI)	11
I.6.2. Polymères conducteurs ioniques	12
I.7. Synthèse des polymères conducteurs	12
I.7.a. Synthèse par voie chimique	12
I.7.b. Synthèse par voie électrochimique	12
I.8. Dopage des polymères conducteurs	13
I.8.a. Dopage par voie chimique	14
I.8.b. Dopage par voie électrochimique	15
I.9. Domaine d'application des polymères conducteurs	15
Références	17

Chapitre II : La polyaniline

II.1. Généralités	20
II.2. Historique de la polyaniline	20
II.3. Définition de la polyaniline	21
II.4. Structure de la polyaniline	21
II.5. Les propriétés de la polyaniline	23
II.6. Synthèse de la polyaniline	23
II.6.1. Synthèse par voie chimique	23
II.6.2. Synthèse par voie électrochimique	24
II.7. Dopage de la polyaniline	24
II.8. Mécanisme de polymérisation	25
II.9. Domaine d'application de la polyaniline	28
Références	29

Chapitre III : Les Colorants et l'adsorption

III.1. Les colorants	31
III.1.1. Définition d'un colorant	31
III.1.2. Classification des colorants	31
III.1.2.1. Les colorants solubles dans l'eau	31
III.1.2.2. Les colorants insolubles dans l'eau	33
III.1.2.3. Les colorants pigmentaires	34
III.1.3. Utilisations des colorants	34

III.2. L'adsorption	34
III.2.1. Définition de l'adsorption	34
III.2.2. Les Types de l'adsorption	35
III.2.2.1. L'adsorption physique	35
III.2.2.2. L'adsorption chimique	35
III.2.3. Le Mécanisme d'adsorption d'un colorant	36
III.2.4. Application de l'adsorption	36
III.3. Travaux de recherche	37
Références	39

Chapitre IV : Partie expérimentale

IV. Synthèse et caractérisation de la polyaniline	40
IV.1. Synthèse chimique de la polyaniline	40
IV.2. Caractérisation de la polyaniline	43
IV.2.1. Spectroscopie infrarouge	43
IV.2.2. Diffraction des rayons X (DR-X)	44
IV.2.3. Analyse thermogravimétrique (ATG)	44
IV.2.4. Colorant étudié	45
IV.2.5. La photocatalyse	46
IV.2.6. L'adsorption	48
IV.2.7. Voltamétrie cyclique	48
IV.2.8. Électrolyse	49
IV.2.9. Spectroscopie Ultraviolet-Visible (UV-Vis)	50
Références	51

Chapitre V : Résultat et discussion

V. Introduction	52
V.1. Caractérisation structurale	52
V.1.1. Caractérisation par spectroscopie FTIR	52
V.1.2. Caractérisation par DRX	54
V.1.3. Analyse Thermogravimétrique (ATG/DTG)	55
V.2. Caractérisation par spectrométrie UV-Vis	57
V.2.1. Spectre d'absorption UV-visible de Rouge Congo	57
V.2.2. Influence de pH sur la solution du Rouge Congo	58
V.3. Étude comparative des méthodes de dégradation du Rouge Congo	59
V.3.1. Photolyse	59
V.3.2. Adsorption	60
V.3.3. Photocatalyse	63
V.3.4. Activité électrochimique des électrodes PANI-HCl et PANI-HNO ₃	64
V.3.5. Electrolyse	66
Conclusion	