

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ SALAH BOUBNIDER, CONSTANTINE 03
FACULTÉ DE GÉNIE DES PROCÉDÉS
DÉPARTEMENT DE GÉNIE DE L'ENVIRONNEMENT

N° d'ordre :

Série :

Mémoire

PRESENTÉ POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER
EN GÉNIE DES PROCÉDÉS
OPTION : GÉNIE DES PROCÉDÉS DE L'ENVIRONNEMENT

ELIMINATION D'UN COLORANT SYNTHETIQUE PAR L'UN DES PROCEDES D'OXYDATION AVANCEE

Présenté par :

KHIAT Seif Eddine

HOUMER Mohamed Ismail

BENTAMENE Malak

Dirigé par :

Dr. KAABECHE Oualida Nour El Houda

Grade : MCB

Année universitaire

2024-2025

Session : Juin

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE.....	1
I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	4
I.1 Le fer : propriétés, présence naturelle et importance environnementale	4
I.1.1 Formation et réactivité des complexes aqueux du fer.....	5
I.1.2 Complexe organique de Fe(III).....	6
I.1.3 Efficacité des complexes de fer dans le processus catalytique	7
I.2 Généralités sur les colorants.....	8
I.2.1 Introduction.....	8
I.2.2 Historique.....	9
I.2.3 Classification des colorants.....	9
I.2.3.1 Classification chimique des colorants.....	10
I.2.3.1.a Les colorants anthraquinoniques	10
I.2.3.1.b Les colorants azoïques	11
I.2.3.1.c Les colorants indigo	11
I.2.3.1.d Les phtalocyanines	12
I.2.3.2 Classification tinctoriale	12
I.2.3.2.a Les colorants acides (ou anioniques)	12
I.2.3.2.b Les colorants basiques	13
I.2.3.2.c Les colorants directs	13
I.2.4 Utilisation et Applications des colorants	13
I.2.5 Toxicité des colorants	14
I.2.6 Impact des colorants	15
I.2.6.1 Impact des colorants sur la santé humaine.....	15
I.2.6.2 Impact des colorants sur l'environnement	15

I.3	Les procédés de traitement des colorants	15
I.3.1	Les procédés physiques.....	15
I.3.1.1	Filtration sur membrane	15
I.3.1.2	Adsorption (sur charbon actif)	16
I.3.2	Méthode physico-chimique.....	16
I.3.2.1	Coagulation – floculation	16
I.3.3	Les procédés d’oxydation avancée	16
I.3.4	Présentation du RC (Rouge de crésol)	18
I.3.5	Toxicité de rouge de crésol	20
I.3.6	Les méthodes d’élimination du rouge du crésol	20
II.	MATERIELS ET METHODES	24
II.1	Réactifs utilisés	24
II.2	Préparations des solutions	24
II.2.1	Solution mère du Fe(III) ($5 \cdot 10^{-4} \text{M}$).....	24
II.2.2	Solution mère de l’acide malique (10^{-1}M)	25
II.2.3	Solution mère du colorant ($5 \cdot 10^{-4} \text{M}$)	25
II.2.4	Solution mère du PMS ($5 \cdot 10^{-2} \text{M}$).....	25
II.2.5	Solution pour les dosages.....	25
II.2.5.1	Dosage du Fe II.....	25
a)	Tampon acétate de sodium ($\text{pH} = 4,5$)	25
b)	Solution de 1,10-phénanthroline ($1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$)	25
II.2.6	Demande chimique en oxygène (DCO)	25
a)	Solution acide de sulfate d’argent	25
b)	Solution de dichromate de potassium ($8,33 \cdot 10^{-3} \text{M}$)	25
II.3	Préparation des complexes	26
II.3.1	Propriété physicochimique des acides	26
II.3.2	Synthèse des complexes.....	26

II.4	Dispositifs d'irradiations	26
II.4.1	Irradiation monochromatique à 365 nm.....	26
II.4.2	Irradiation à 365 nm polychromatique.....	27
II.4.3	Irradiation Suntest.....	28
II.5	Techniques d'analyse	29
II.5.1	Analyse par spectroscopie UV-Visible	29
II.5.2	pH-mètre	31
II.6	Méthodes de dosage chimiques.....	32
II.6.1	Dosage de Fe(II)	32
II.6.2	Demande chimique en oxygène (DCO).....	33
III.	Résultats et discussion.....	36
III.1	PHOTODEGRADATION DU ROUGE DE CRESOL PAR LE COMPLEXE DE FER(III)-MALATE.....	36
III.1.1	Caractérisation du complexe	36
III.1.1.1	Caractérisation du complexe Fe(III)-malate.....	36
III.1.1.2	Détermination de la stœchiométrie et la constante de stabilité	38
III.1.1.3	Caractéristiques spectrales	39
III.1.1.4	Spéciation de complexe.....	40
III.1.1.5	Stabilité du complexe	41
III.2	Etude du comportement photochimique du complexe Fe(III)MA.....	41
III.2.1	Photolyse du complexe Fe(III)MA à 365 nm monochromatique	41
III.3	Propriétés spectrophotométriques du RC	46
III.3.1	Etude de disparition du rouge de crésol (RC) en présence et en absence d'irradiation	48
III.4	Étude du mélange RC/complexe	49
III.4.1	Etude de mélange Fe(III)MA/RC à l'obscurité.....	49
III.4.2	Etude de mélange RC/Fe(III)MA sous irradiation à 365 nm.....	50
III.4.3	Optimisation des paramètres expérimentaux	53

III.5	Etude du mélange Fe(III)MA/RC/PMS	58
III.5.1	Etude du mélange Fe(III)MA/RC/PMS en absence de lumière.....	58
III.5.2	Etude photochimique du mélange Fe(III)MA/RC/PMS sous irradiation à 365 nm 61	
III.5.3	Minéralisation de colorant	69
CONCLUSION GENERALE		72
REFERENCES.....		75

Résumé

Cette étude sur l'élimination d'un colorant par les procédés d'oxydation avancée (POA) présente généralement une étude approfondie des techniques telles que la photo-oxydation en phase homogène. Ces procédés reposent sur la génération de radicaux hydroxyles ($\cdot\text{OH}$), des oxydants très puissants capables de dégrader et minéraliser complètement les polluants organiques en composés inorganiques non toxiques comme le CO_2 et l'eau. Le mémoire est souvent structuré en trois parties : une revue bibliographique, matériels et méthodes et la partie du résultat et discussion. Ces travaux démontrent que les POA sont des solutions prometteuses pour le traitement des eaux usées industrielles chargées en colorants, offrant une alternative efficace et respectueuse de l'environnement aux méthodes conventionnelles souvent inefficaces.

Mots-clés : Traitement, POA, photodégradation, radicaux hydroxyles, minéralisation.

Abstract

This study on the removal of a dye by advanced oxidation processes (AOPs) generally presents an in-depth analysis of techniques such as homogeneous-phase photo-oxidation. These processes rely on the generation of hydroxyl radicals ($\cdot\text{OH}$), which are extremely powerful oxidants capable of degrading and fully mineralizing organic pollutants into non-toxic inorganic compounds such as CO_2 and water. The dissertation is often structured in three parts: a literature review, materials and methods, and the results and discussion section. These works demonstrate that AOPs are promising solutions for the treatment of industrial wastewater containing dyes, offering an efficient and environmentally friendly alternative to conventional methods, which are often ineffective.

ملخص

تقدم عادةً تحليلًا معمقًا لتقنيات مثل التأكسد (AOPs) هذه الدراسة حول إزالة صبغة بواسطة عمليات الأكسدة المتقدمة ، وهي مؤكسدات قوية جدًا قادرة ($\text{OH}\cdot$) الضوئي في الطور المتجانس. تعتمد هذه العمليات على توليد جذور الهيدروكسيل على تحلل وتعدين الملوثات العضوية بالكامل إلى مركبات غير عضوية غير سامة مثل ثاني أكسيد الكربون والماء. غالبًا ما يكون هيكل الرسالة مقسمًا إلى ثلاثة أجزاء: مراجعة أدبية، المواد والأساليب، وقسم النتائج والمناقشة. تُظهر هذه الدراسات أن عمليات الأكسدة المتقدمة تشكل حلولًا واعدة لمعالجة مياه الصرف الصناعي المحملة بالأصبغ، مما يوفر بديلاً فعالاً وصديقاً للبيئة للطرق التقليدية التي غالبًا ما تكون غير فعالة

الكلمات المفتاحية: معالجة، عمليات الأكسدة المتقدمة، تحلل ضوئي، جذور الهيدروكسيل، تمعدن