

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

DÉGRADATION DES POLLUANTS ORGANIQUES PAR
PROCÉDÉS D'OXYDATION AVANCÉE HOMOGÈNES ET
HÉTÉROGÈNES

Présenté par :

Sik Raounak Yasmine

Lakehal Maya

Messili Imene

Dirigé par :

Gherbi Naima

Grade :

MCA

Année universitaire

2022-2023

Session : juin

Chapitre 2 : Procédure expérimentale et méthode d'analyse

2.1 Introduction	29
2.2 Les réactifs utilisés	29
2.3 Le vert de malachite	29
2.4 Le rose Bengale	30
2.5 Matériels utilisés	31
2.5.1 Étuve	31
2.5.2 Four	32
2.5.3 Agitateur magnétique	32
2.5.4 Balance	33
2.5.5 pH-mètre	33
2.5.6 Système de filtration sous vide	34
2.5.7 Spectromètre infrarouge	34
2.5.8 Centrifugeuse	35
2.5.9 Spectroscopie UV-Visible	35
2.5.9.a Définition de la spectroscopie UV-Visible	35
2.5.9.b Appareillage	36
2.5.9.c Principe de la spectroscopie UV-Visible	37
2.6 Loi de Beer-Lambert	38
2.6.1 Définition de la loi de Beer-Lambert	38
2.7 Préparation des solutions	38
2.7.1 Établissement de la courbe d'étalonnage du vert de malachite	39
2.7.2 Établissement de la courbe d'étalonnage du rose bengale	40
2.7.3 Spectre de dégradation du rose bengale à différent pH	41
2.8 Synthèse des catalyseurs	42
2.8.1 Préparation du catalyseur ZnO par précipitation	42
2.8.1.a Système sulfate de zinc/KOH (ZnO-p1)	42
2.8.1.b Système d'acétate de zinc/ KOH (ZnO-p2)	43
2.8.2 Préparation du catalyseur ZnO par sol-gel	43
2.8.2.a Système sulfate de zinc/ acide citrique (ZnO-g1)	43
2.8.3 Synthèse de CuCO_2O_4	44
2.8.4 Synthèse de ZnCO_2O_4	44
2.9 Analyse par infrarouge	45
2.9.1 Spectre IR de ZnO	45
2.9.2 Spectre IR de CuCO_2O_4 et ZnCO_2O_4	45
2.10 Référence	47

Chapitre 3 : Résultats et discussions

3.1 Introduction	48
3.2 Dégradation du Rose Bengale	48
3.2.1 Procédé Fenton homogène	48
3.2.1.a Effet de la concentration de H_2O_2	49
3.2.1.b Effet de la concentration initiale de Fe(II)	50
3.2.1.c Effet de pH	50
3.2.1.d Effet de la concentration initiale du colorant	51
3.2.1.e Effet de sels	52

Table des matières

Introduction générale	1
Chapitre 1 : Revue bibliographique	
1.1 Introduction	3
1.2 Histoire des colorants	3
1.3 Utilisation et application des colorants	4
1.4 Classification des colorants	4
1.4.1 Classification chimique	5
1.4.1.a Les colorants anthraquinoniques	5
1.4.1.b Les colorants azoïques	5
1.4.1.c Les colorants indigos	5
1.4.1.d Les phtalocyanine	6
1.4.2 Classification tinctoriale	6
1.4.2.a Les colorants acides	7
1.4.2.b Les colorants basiques	7
1.4.2.c Les colorants directs	7
1.5 Toxicité des colorants	7
1.5.1 Les dangers évidents	8
1.5.2 Les dangers à long terme	9
1.6 Traitement des effluents colorés	9
1.6.1 Procédés physiques	9
1.6.1.a Coagulation-floculation	9
1.6.1.b Filtration membranaire	10
1.6.1.c Adsorption sur charbon actif	10
1.6.2 Le traitement chimique	10
1.6.3 Traitement biologique	11
1.6.3.a Action des bactéries	11
1.6.3.b Action des fungi	11
1.6.3.c Action des algues	12
1.7 Les procédés d'oxydation avancés	12
1.7.1 Photocatalyse homogène	13
1.7.1.a Ozone	13
1.7.1.b Couplage H ₂ O ₂ /UV	14
1.7.1.c Procédé Fenton	15
1.7.1.d Photo-Fenton	16
1.7.2 procédés photocatalytique en phase hétérogène	17
1.7.2.a Mécanisme de photocatalyse par TiO ₂	18
1.7.2.b Mécanisme photocatalytique par ZnO	20
1.8 Les procédés de synthèse des semi-conducteurs	22
1.8.1 Procédé sol-gel	22
1.8.1.a Le précurseur	22
1.8.1.b Etapes de la réaction sol-gel	22
1.8.2 Le procédé Co-précipitation	23
1.9 Référence	24

3.2.1.f Effet des agents piègeurs des radicaux	54
3.2.1.g Efficacité du processus dans différentes matrices d'eau	56
3.2.2 Procédés Photo-Fenton (Fe^{2+} / H_2O_2 /LB)	56
3.2.3 Dégradation hétérogène du Rose Bengale	58
3.3 Catalyse hétérogène du Vert de malachite	59
3.3.1 Photolyse directe du VM sous Lampe (LB)	59
3.3.2 Adsorption du VM à l'obscurité	60
3.3.3 Décoloration photo catalytique du VM	60
3.3.3.a choix du catalyseur	60
3.3.3.b Influence de la concentration initiale de VM	61
3.3.3.c Effet de la nature de rayonnement	63
3.3.3.d Influence de l'ajout du peroxyde d'hydrogène	63
3.4 Référence	66
Conclusion générale	67

Résumé

L'objectif de cette étude est la dépollution des eaux contaminées avec les colorants VM et RB, par les procédés d'oxydation à savoir ; le procédé fenton homogène, photo-fenton homogène, fenton hétérogène ainsi que la photo-catalyse, cette dernière a été réalisée par des catalyseurs synthétisés au niveau de laboratoire en appliquant plusieurs modes opératoires tel que la synthèse par sol gel et par Co-précipitation.

Pour le système fenton homogène ; La concentration du fer (II) joue un rôle prépondérant dans le perfectionnement de la dégradation du RB. La dégradation de FB en solution aqueuse a été trouvée favorisée en milieu acide pour un $\text{pH}_{\text{optimal}}=3$. Les ions bicarbonates montrent un effet inhibiteur vers l'oxydation de RB par le procédé Fenton. L'utilisation des piègeurs de radicaux n'a pas un effet appréciable sur l'élimination du RB.

Les résultats de la photocatalyse appliquée sur le VM ont montré que les deux semis conducteur préparés ont des différentes activités ; les plus efficaces étaient : ZnO-Cop2, ZnCO_2O_4 et le CuCO_2O_4 . La présence de H_2O_2 dans le système hétérogène augmente sensiblement l'efficacité de la dégradation

Les taux de dégradation des colorants étudiés obtenu par les deux procédés hétérogène et homogène sont très voisins 82.5% 81% respectivement.

Mot clés : photocatalyse, semi-conducteurs, ZnO, Rose Bengale, Vert de malachite

المخلص

الهدف من هذه الدراسة هو إزالة التلوث من المياه الملوثة بأصبغ VM و RB من خلال العمليتين المبتكرتين تم تصنيع المحفزات الضوئية غير المتجانسة فوتوفنتون الضوئية بطرق مختلفة واطهرت النتائج ان لتا الطريقتين فعاليتين في الحالة المتجانسة والغير متجانسة .

الكلمات المفتاحية:

طريقة Sol-gel , عملية فنتون المتجانسة والغير متجانسة

Abstract

The aim of this study was to remediate water contaminated with VM and RB dyes using two innovative processes: homogeneous photo-Fenton and heterogeneous photocatalysis. Photocatalysts were synthesized using different methods and the results showed that both methods were effective, with 82.5% and 81% for heterogeneous and homogeneous photocatalysis respectively.

Key Words

Sol-gel method, photocatalysis, semiconductors, zinc oxide ZnO, white lamp, supported TiO₂, UV-visible, methyl orange.