

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

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

ELIMINATION D'UN COLORANT PAR PHOTOCATALYSE HETEROGENE

Présenté par :

DENNI Aya Loubna

NESROUCHE Zineb Dour saf

Dirigé par :

Dr. Gherbi Naima

Grade MCA

Année universitaire

2024-2025

Session : Juillet

TABLE DES MATIERES

DÉDICACE

Liste des abréviations

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION GENERALE 1

CHAPITRE I

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1	Introduction.....	3
1.2	La pollution des eaux	3
1.3	Sources de pollution de l'eau	4
1.4	Impacts de la pollution de l'eau	5
1.4.1	Effets sur la santé humaine	5
1.4.2	Impacts environnementaux	5
1.4.2.a	Polluants physiques	6
1.4.2.b	Polluants chimiques	6
1.4.2.c	Polluants biologiques	6
1.5	Pollution par les colorants	6
1.5.1	Classification chimique des colorants	7
1.5.1.a	Colorants azoïques... ..	7
1.5.1.b	Colorants anthraquinoniques.....	7
1.5.1.c	Colorants indigoïdes... ..	8
1.5.1.d	Colorants phtalocyanines... ..	9
1.5.2	Toxicité des colorants	9
1.6	Traitement des effluents colorés	10
1.6.1	Adsorption	11
1.6.1.a	Mécanisme de l'adsorption	11
1.6.1.b	Types d'adsorption... ..	12
1.6.1.c	Facteurs influençant l'adsorption.....	13
1.6.1.d	Avantages de l'Adsorption	13
1.6.1.e	Limites de l'Adsorption	13
1.6.2	Procédés membranaires	13
1.6.2.a	Mécanismes de séparation	13
1.6.2.b	Avantages de la Séparation par Membrane	14
1.6.2.c	Inconvénients de la Séparation par Membrane	14

1.7	Les procédés d'oxydation avancés (PAO)	15
1.7.1	Ozonation.....	15
1.7.2	Procédé UV/H ₂ O ₂	16
1.7.3	Procédés Fenton et Photo-Fenton	17
1.7.4	La photocatalyse hétérogène.....	19
1.7.4.a	Les photocatalyseurs... ..	19
1.7.4.b	Principe de fonctionnement d'un photocatalyseur	19
1.7.4.c	Nature et mécanismes de l'adsorption en photocatalyse	20
1.7.4.d	Types et caractéristiques des photocatalyseurs	21
1.8	Synthèse des photocatalyseurs	23
1.8.1	Coprécipitation.....	23
1.8.2	Procédé sol-gel	23
1.8.3	La méthode hydrothermale.....	24
1.9	Valorisation des déchets agroalimentaires dans la photocatalyse.....	24
1.9.1	Composition et potentiel des déchets de fruits	24
1.9.2	Utilisation des extraits végétaux dans la synthèse verte des photocatalyseurs	25
CHAPITRE 2		
MATERIELS ET METHODES		
2.1	Introduction.....	26
2.2	Produit utilisées	26
2.3	Caractérisation du colorant modèle	27
2.4	Matériels et méthodes de préparation	28
2.4.1	Préparation du support biosourcé	28
2.4.2	Préparation de l'extrait végétal	29
2.4.3	Synthèse des photocatalyseurs par méthode sol-gel	30
2.4.4	Préparation des solutions synthétiques	31
2.5	Tests photocatalytiques	31
2.6	Analyse	33
2.7	Recyclage du photocatalyseur.....	34
2.8	Caractérisation par spectroscopie FTIR	35
CHAPITRE III		
RESULTATS ET DISCUSSION		
3.1	Introduction.....	36
3.2	Caractérisation des oxydes métallique par FTIR.....	36

3.3	Photodégradation du Safrani par ZnO	37
3.3.1	Effet de la concentration initiale du colorant et source lumineuse	39
3.3.2	Effet de pH sur la dégradation de la safranine par le ZnO	44
3.3.3	Influence de la quantité de photocatalyseur ZnO	45
3.3.4	Influence du type de catalyseur	46
3.3.5	Hétérojonction par différent pourcentage	50
3.3.6	Efficacité de $\text{MgO}_{0.5}\text{ZnO}_{0.5}$ issue de différent plantes	50
3.3.7	Stabilité du photocatalyseur... ..	49
	CONCLUSION GENERALE	51
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIE.....	52
	ANNEXES	58
	RESUME	

الملخص

RESUME

La contamination des eaux par des colorants synthétiques constitue une problématique environnementale majeure, en raison de leur toxicité, de leur persistance et de leur résistance aux traitements conventionnels. Face à ces défis, la photocatalyse hétérogène émerge comme une méthode avancée, efficace et respectueuse de l'environnement, permettant la dégradation de ces composés en sous-produits inoffensifs.

Dans ce travail, nous avons mis en œuvre une approche écoresponsable basée sur la synthèse verte de photocatalyseurs à partir de déchets agroalimentaires, notamment des pelures de fruits. L'objectif est double : valoriser des biomasses végétales abondantes et réduire les impacts environnementaux liés à l'utilisation de catalyseurs chimiques traditionnels. Les matériaux obtenus (ZnO, MgO, NiO, etc.) ont été caractérisés et testés dans la dégradation du colorant safranine sous différentes sources solaire.

Les résultats obtenus démontrent une efficacité significative du photocatalyseur dans la décoloration du colorant, avec des rendements influencés par des paramètres comme le pH, la concentration initiale et le temps d'irradiation. Ce travail souligne ainsi le potentiel de la photocatalyse comme alternative durable aux procédés classiques de traitement des eaux usées.

Mots-clés : Photocatalyse, ZnO, Safranine, Dégradation des colorants, Polluants organiques, Procédés d'oxydation avancée

الملخص

تُعدّ تلوث المياه بالأصبغ الاصطناعية مشكلة بيئية خطيرة نظرًا لسميّتها واستقرارها الكيميائي ومقاومتها لطرق المعالجة التقليدية. ومن بين الحلول المتقدمة لمعالجة هذه الملوثات، تبرز تقنية التحفيز الضوئي غير المتجانس كوسيلة فعالة وصديقة للبيئة، حيث تساهم في تحليل هذه المركبات إلى نواتج غير ضارة. في هذا العمل، تمّ اعتماد مقارنة خضراء من خلال تخليق محفزات ضوئية من نفايات زراعية، وتحديداً قشور الفواكه، بهدف تثمين هذه المخلفات الحيوية والحد من التأثيرات السلبية للمحفزات الكيميائية التقليدية على البيئة. شملت الدراسة استخدام مركبات معدنية مثل ZnO و MgO و NiO وتحليل فعاليتها في تحليل صبغة السافرانين تحت مصادر ضوء مختلفة (ضوء أبيض، ضوء فوق بنفسجي، ضوء الشمس). أظهرت النتائج كفاءة عالية للمحفز الحيوي في إزالة اللون، حيث تأثرت النسبة المحققة بعدة عوامل مثل قيمة pH ، وتركيز الصبغة الابتدائي، ومدة التعرض للضوء. وعليه، تبرز هذه الدراسة إمكانية اعتماد التحفيز الضوئي كبديل مستدام لمعالجة مياه الصرف الصناعي الملوثة.

الكلمات المفتاحية : التحفيز الضوئي، أكسيد الزنك (ZnO) ، السافرانين، تحلل الأصباغ، الملوثات العضوية، عمليات الأكسدة المتقدمة.