

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

Etude de la photodégradation du Rouge Congo à L'aide de pérovskite déficiente $SrTiO_{3-\delta}$ sous la lumière solaire

Présenté par :

BOUSSALEM Aya
DAOUDI Chaima
BOUKEHIL Ahlam

Dirigé par :

Dr. Kiamouche samir

Année universitaire

2023-2024

Session : juin

Remercîment	i
Dédicace.....	ii
Sommaire.....	v
Liste des figures	ix
Liste des tableaux	xi
Liste des abréviations	xii
Introduction générale.....	1

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

I.1 Pollution des eaux.....	3
I.1.1 Introduction.....	3
I.1.2 Définition de la pollution de l'eau.....	3
I.1.3 Types des polluants.....	5
• Les polluants organiques.....	5
• Les polluants inorganiques.....	6
I.1.4 Paramètres de pollution.....	7
a) Paramètres physiques.....	7
• Température.....	7
• Odeur.....	7
• Couleur.....	7
• Matières en suspension (MES)	7
• Turbidité.....	8
b) Paramètres chimiques.....	8
• Potentiel d'hydrogène (pH)	8
• Conductivité électrique (CE)	8
• Oxygène dissous.....	9
• Demande biochimique en oxygène (DBO)	9
• Demande chimique en oxygène (DCO)	10
• Notion de biodégradabilité (DCO/DBO5)	10
c) Paramètres biologiques.....	10
• Bactéries.....	10
• Virus.....	11
• Protozoaires.....	11
• Helminthes.....	11
I.2 Procèdes de traitements des eaux.....	12
I.2.1 Les procédés biologiques.....	12
I.2.2 Procédés physico-chimiques.....	12
I.2.2.1 Procédés physiques.....	12
a) Filtration.....	12
b) Désinfection.....	12

c) Adsorption	13
d) Osmose inverse.....	13
e) Evaporation	13
II.2.2.2 Procédés chimiques.....	13
a) Coagulation-floculation.....	13
b) Neutralisation.....	13
c) Traitement au chlore	14
d) Ozonation	14
e) Échange d'ions	14
I.2.3 Les procédés d'oxydation avancée (POA)	14
I. 3 Photocatalyse.....	15
I.3.1 Introduction.....	15
I.3.2 Principe de la photocatalyse.....	16
I.3.3 Types de la photocatalyse.....	18
a) La photocatalyse active.....	18
b) La photocatalyse passive.....	18
I.3.4 Avantages et inconvénients de la photocatalyse)	19
I.3.5 Choix du photo-catalyseur.....	19
I.4 Colorants.....	21
I.4.1 Classification des colorants.....	21
a) Classification chimique.....	21
• Les colorants azoïques.....	21
• Les colorants anthraquinoniques.....	21
• Les colorants triphénylméthanes.....	21
• Les colorants indigoïdes.....	21
• Les colorants xanthènes.....	22
• Les phtalocyanines.....	22
• Les colorants nitrés et nitrosés.....	22
b) Classification tinctoriale.....	22
I.4.2 Impact des colorants.....	23
a) Impact environnemental.....	23
b) Impact sur la santé.....	23
Références.....	24

Chapitre II : Matériels et Méthodes

II.1 Introduction.....	26
II.2 Matériels utilisés.....	26
II.2.1 Balance.....	26
II.2.2 pH mètre-thermomètre.....	26
II.2.3 Agitateur.....	27

II.2.4 Rampe d'agitation.....	27
II.2.5 Centrifugeuse.....	28
II.2.6 Etuve.....	28
II.2.7 Spectroscopie Infrarouge.....	29
II.2.8 Spectrophotométrie UV Visible.....	29
• Loi de Beer Lambert.....	30
II.3 Colorants étudiés.....	31
II.3.1 Rouge Congo.....	31
II.3.2 Rose de Bengale.....	32
II.3.3 Vert de Malachite.....	33
II.4 Produits chimiques utilisés.....	33
II.4.1 Acide nitrique.....	33
II.4.2 Nitrate de fer.....	33
II.4.3 Hydroxyde de sodium.....	34
II.5 Les semi-conducteurs.....	34
II.5.1 Préparation de la pérovskite déficiente $\text{SrTiO}_{3-\delta}$ (STO).....	34
II.5.2 Oxyde de titanium.....	35
II.5.3 Couches minces.....	36
II.3 Méthodes de caractérisations.....	37
II.3.1 Spectroscopie de diffraction des rayons X (DRX).....	37
II.3.2 Études spectroscopiques à transformée de Fourier-infra rouge (TFIR).....	37
Références.....	39

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1 Préparation de la solution synthétique des colorants, détermination de λ_{max} et établissement de la courbe d'étalonnage.....	40
III.1.1 Rouge Congo.....	40
a) Détermination de λ_{max} pour Rouge Congo.....	40
b) Etablissement de la courbe d'étalonnage pour Rouge Congo.....	41
III.1.2 Rose Bengale.....	41
a) Détermination de λ_{max} pour Rose Bengale.....	41
b) Etablissement de la courbe d'étalonnage pour Rose Bengale.....	42
III.1.3 Vert de Malachite.....	43
a) Détermination de λ_{max} pour Vert de Malachite.....	43
b) Etablissement de la courbe d'étalonnage pour Vert de Malachite.....	43

III.2 Procédés d'adsorption.....	44
a) Rouge Congo.....	45
b) Rose Bengale.....	46
c) Vert de Malachite.....	46
III.3 Photolyse.....	47
III.4 pH au point zéro charge.....	48
III.5 Spectroscopie de diffraction des rayons X (DRX).....	49
III.6 Spectroscopie infra-rouge.....	49
III.7 Photocatalyse.....	50
III.7.1 Optimisation de la dose du photocatalyseur.....	51
III.7.2 Effet du Ph.....	52
III.7.3 Effet de la nature de photocatalyseur.....	53
III.7.4 Effet de la nature de colorant.....	53
Références.....	55
Conclusion générale.....	57

Symbole	Signification
RC	Rouge Congo
RB	Rose Bengale
VM	Vert de Malachite
SrTiO_{3-δ}	Pérovskite
TiO₂	Dioxyde de titane
POP	Polluants organiques persistants
HAP	Les hydrocarbures aromatiques
PCB	Les polychlorobiphényles
MES	Matières en suspension
pH	Potentiel d'hydrogène
CE	Conductivité électrique
DBO	Demande biochimique en oxygène
DCO	Demande chimique en oxygène
POA	Les procédés d'oxydation avancée
UV	Ultraviolet
EV	Électron de la bande de valence
EC	Bande de conduction
HO[•]	Radicaux hydroxyle
P	Polluant
COV	Composés Organiques Volatiles
IR	Spectroscopie infrarouge
I	L'intensité lumineuse transmise
I₀	L'intensité incidente
A	L'absorbance
NaOH	L'hydroxyde de sodium
Na⁺	Cations sodium
OH⁻	Anions hydroxyde
CRTI	Centre de Recherche en Technologies Industrielles

Liste des abréviations

DRX	Spectroscopie de diffraction des rayons X
TFIR	Études spectroscopiques à transformée de Fourier-infra rouge
λ_{max}	Longueur d'onde
pH_{pzc}	pH au point zéro charge
BC	Bande de conduction
BV	Bande de valence
Ea	Énergie d'activation
E_{bp}	Énergie de bande plate
K	Rapport de biodégradabilité

Résumé

L'élimination des colorants organiques représente un des principaux problèmes dans le processus de traitement des rejets liquides.

La photocatalyse en présence des poudres semi-conductrices et couches minces, s'impose progressivement comme une alternative prometteuse pour l'élimination de ces composés organiques solubles. L'utilisation de cette technique conduit à la minéralisation complète de ces polluants.

Dans cette étude, nous avons étudié la photo-dégradation des colorants (RC, RB et VM) sous irradiation solaire à l'aide des semi-conducteurs « $\text{SrTiO}_{3-\delta}$, TiO_2 et couches minces » en fonction du pH et la dose optimale de semi-conducteurs. Les meilleurs résultats sont obtenus avec $\text{SrTiO}_{3-\delta}$ synthétisé par voie nitrates et qui a été identifiée par diffraction des rayons X (DRX) et infrarouge, la dose optimale trouvée est de 1g/L avec un pH acide.

Mots clés : Photocatalyse, Colorants, pérovskite, DRX, Semi-conducteur.

Summary

The elimination of organic dyes represents one of the main problems in the wastewater treatment process.

Photocatalysis in the presence of semiconductor powders and thin layers is gradually emerging as a promising alternative for the elimination of these soluble organic compounds. The use of this technique leads to the complete mineralization of these pollutants.

In this study, we studied the photo-degradation of dyes (RC, RB and VM) under solar irradiation using the semiconductors " $\text{SrTiO}_{3-\delta}$, TiO_2 and thin films" as a function of pH and the optimal dose of semiconductors. The best results are obtained with $\text{SrTiO}_{3-\delta}$ synthesized by the nitrate route and which was identified by X-ray diffraction (XRD) and infrared, the optimal dose found is 1g/L with an acidic pH.

Keywords : Photocatalysis, Dyes, perovskite, XRD, Semiconductor.

ملخص

يمثل التخلص من الأصباغ العضوية إحدى المشاكل الرئيسية في عملية معالجة النفايات السائلة.

يظهر التحفيز الضوئي في وجود مساحيق أشباه الموصلات والطبقات الرقيقة تدريجياً كبديل واعد للتخلص من هذه المركبات العضوية القابلة للذوبان. يؤدي استخدام هذه التقنية إلى التحلل الكامل لهذه الملوثات.

في هذه الدراسة، قمنا بدراسة التحلل الضوئي للأصباغ (RC) و RB و VM تحت الإشعاع الشمسي باستخدام أشباه الموصلات " $\text{SrTiO}_{3-\delta}$ " و TiO_2 والأغشية الرقيقة" كدالة للأس الهيدروجيني والجرعة المثالية لأشباه الموصلات. تم الحصول على أفضل النتائج باستخدام $\text{SrTiO}_{3-\delta}$ الذي تم تصنيعه بواسطة طريق النترات والذي تم التعرف عليه بواسطة حيود الأشعة السينية (XRD) والأشعة تحت الحمراء، والجرعة المثالية التي تم العثور عليها هي 1 جم / لتر مع درجة حموضة حمضية.

الكلمات المفتاحية: التحفيز الضوئي، الأصباغ، البيروفسكايت، XRD، أشباه الموصلات.