

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER CONSTANTINE 3



FACULTE DE GENIE DES PROCÉDES

DEPARTEMENT GENIE CHIMIQUE

N° d'ordre :

Série :

Mémoire de Master

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie chimique

**DEGRADATION PHOTOCATALYTIQUE DU COLORANT AZOIQUE BLEU
BASIQUE 41 (BB41) PAR ZnO DANS UN REACTEUR SOLAIRE CPC :
ETUDE COMPARATIVE AVEC UN PHOTO-REACTEUR A LUMIERE
ARTIFICIELLE**

Dirigé par :

Dr. BOUCHAREB M^{ed} Kheir - Eddine

Présenté par :

MEDJERAB HASSINA

MERABET FAIZA

Année Universitaire 2018/2019.

Session : juin

SOMMAIRE

ABREVIATION

NOMENCLATURES

LISTES DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

INTRODUCTION GENERALE..... 1

CHAPITRE I :RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1.Généralités sur les colorants	3
I.2.Utilisation et application des colorants.....	4
I.3.Colorant azoïque.....	4
I.4.Toxicité des colorants azoïques	4
I.5.Dégradation des colorants azoïques	5
I.6.Définition et origine des eaux usées	5
I.7.Les méthodes de traitement des eaux usées.....	6
I.7.1. Traitement biologique	6
I.7.2. Traitement physique	6
I.7.3.Traitement chimique	6
I.7.4.Traitement physico-chimique.....	6
I.8. Les Procédés d'Oxydation Avancée (POA)	7
I.8.1.Généralité	7
I.8.2. Description et caractéristiques du radical hydroxyle OH [•]	7
I.8.3. Mécanismes réactionnels et mode d'action des radicaux hydroxyles.....	8
I.8.4. Principe de fonctionnement des principales techniques d'oxydation avancée	9
I.9.La photocatalyse en phase hétérogène.....	11
I.9.1. Catalyse, catalyse hétérogène, photocatalyse.....	11

I.9.2. Principe général de la photocatalyse hétérogène.....	12
I.9.3. Les matériaux semi-conducteurs	14
I.9.4. Facteurs influençant la photocatalyse hétérogène	16
I.10. Les avantages et les inconvénients de la photocatalyse	17
I.11. Les type de réacteur photocatalytique	18
I.11.1 Réacteurs photocatalytiques avec lumière artificielle.....	18
I.11.2. Réacteurs solaire	18

CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES

II.1. Produits chimiques utilisés	22
II.1.1. Le catalyseur l'oxyde de zinc (ZnO).....	22
II.1.2. Le Colorant Bleu Basique 41 (BB41)	23
II.2. Le montage expérimental	24
II.2.1. Le réacteur photocatalytique a lumière artificielle.....	25
II.2.2. Préparation de solutions de colorants.....	27
II.3. Mesure de l'irradiance ultraviolet.....	27
II.4. Méthodes d'analyses.....	27
II.4.1. Analyses par spectrophotométrie UV-Visible.....	27
II.4.2. La Centrifugation	28
II.5. Les plans d'expériences.....	28
II.5.1. Etapes de réalisation d'un plan d'expériences	29
II.5.2. Plans factoriels complets 2^k	29
II.5.2.1. Matrice d'expérience	30
II.5.2.2. Test de signification et validation du modèle	30
II.5.3. Plan de surface de réponse	31
II.5.3.1. Plans de Box-Behnken.....	32
II.5.3.2. Les plans composites centrés (PCC).....	33

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

III.1. Photolyse, adsorption et photocatalyse du BB41	35
III.2. Mesure de l'énergie solaire accumulée par le photoréacteur (Acc_{uv})	36
III.3. Optimisation des paramètres expérimentaux sur l'efficacité du procédé photocatalytique par la méthodologie des plans d'expériences	37
III.3.1. Etablissement du plan factoriel	38
III.3.2. Analyse de la variance (ANOVA)	42
III.3.3. Le coefficient de détermination R^2	43
III.4. Optimisation et modélisation de la dégradation photocatalytique du BB41	44
III.4.1. Modélisation de la dégradation photocatalytique du BB41 sur le réacteur solaire... ..	44
III.4.2. Modélisation de la dégradation photocatalytique du BB41 sur le réacteur à lumière artificielle :	47
III.4.2.1. Etablissement du plan factoriel.....	48
III.4.2.2. Etablissement du plan PCC	50
III.5. Courbe d'isoréponses et surface de réponses pour le réacteur solaire et le réacteur à lumière artificiel	53
a) Les effets principaux	53
b) Les effets interactifs.....	56
III.6. Condition optimales pour la décoloration de BB41 par réacteur solaire et réacteur artificiel	58
Conclusion Générale	60
Références Bibliographique.....	62
Annexe.....	67

Résumé

La photocatalyse hétérogène est un procédé d'oxydation avancée très efficace pour les traitements des eaux polluées par des colorants azoïque. Elle repose sur l'excitation d'un semi-conducteur jouant le rôle de catalyseur par un rayonnement lumineux de longueur d'onde inférieur à 387 nm. Elle permet l'oxydation rapide jusqu'à la minéralisation complète de nombreux composés organiques, azotés, etc. adsorbés sur le catalyseur.

Comme catalyseur nous avons choisi un semi-conducteur qui est le dioxyde de Zinc (ZnO) en présence de rayonnement solaire comme source de rayonnement ultraviolet pour la dégradation du colorant (BB41).

L'application de la méthode des plans d'expériences sur le réacteur solaire nous a permis d'optimiser et de modéliser la dégradation photocatalytique du Bleu Basique 41(BB41) et d'évaluer l'influence des quatre paramètres qui sont : concentration du catalyseur(ZnO), le débit de recirculation (Q), la concentration du BB41 et l'accumulation D'UV. Ils nous ont permis aussi de définir les conditions optimales pour atteindre un taux de décoloration maximal avec le réacteur solaire et le réacteur a lumière artificielle, qui sont :

Pour le réacteur solaire : 0.1 g/L pour le ZnO ,10mg/L pour le BB41 ,300L/h pour le débit de recirculation et 0.207 kJ/L pour l'accumulation, en employant ces valeurs optimales, Y% prédit et mesuré était de 100% et 92.77%, respectivement.

Pour le réacteur à lumière artificiel : 1500 L/h pour le débit, 0.1g/L pour le ZnO, 10 mg/L pour le BB41, et 0.23 kJ/L pour l'accumulation, pour ces valeurs optimales, Y% prédit et mesuré était de 120.25% et 86.43 respectivement.

Les résultats obtenus montrent que les taux de décoloration du BB41 par réacteur solaire sont beaucoup plus grands qu'avec le réacteur à lumière artificiel.

Mots clés

Procédé d'oxydation avancé, la photocatalyse hétérogène, Dégradation, ZnO, décoloration, Bleu Basique 41 (BB41), plans d'expériences.

المخلص

التحفيز الضوئي غير المتجانس عبارة عن عملية أكسدة متقدمة عالية الكفاءة لمعالجة المياه الملوثة بأصبغ الأزو. يعتمد على إثارة أشباه الموصلات التي تعمل كعامل محفز بواسطة إشعاع ضوئي بطول موجة أقل من 387 نانومتر. يسمح للأكسدة السريعة باستكمال تمعدن العديد من المركبات العضوية ، النيتروجين ، إلخ. اخترنا أشباه الموصلات التي هي ثاني أكسيد الزنك (ZnO) كمحفز في وجود الإشعاع الشمسي كمصدر للإشعاع فوق البنفسجي لتدهور الصبغة (BB41).

تطبيق طريقة التصميمات التجريبية على المفاعل الشمسي الذي سمح لنا بتحسينه هو نمذجة التحلل الضوئي للأزرق الأساسي 41(BB41) وتقييم تأثير العوامل الأربعة وهي: تركيز المحفز (ZnO) ، تدفق إعادة الدوران (Q) ، تركيز BB41 وتراكم الأشعة فوق البنفسجية. كما سمحوا لنا بتحديد الظروف المثلى للوصول إلى الحد الأقصى لمعدل إزالة اللون باستخدام المفاعل الشمسي ومفاعل الضوء الاصطناعي ، وهما:

بالنسبة للمفاعل الشمسي: 0.1 غ / لتر للزنك ، 10 مغ / لتر لل (BB41) ، 300 لتر / ساعة من أجل تدفق إعادة الدوران و 0.207 كيلو جول / لتر لتراكم الأشعة ، باستخدام هذه القيم المثلى ، تم توقع وقياس مردود إزالة اللون (Y%) من 100 % و 92.77 % ، على التوالي. بالنسبة إلى مفاعل الضوء الاصطناعي: 1500 لتر / ساعة للتدفق ، 0.1 غ / لتر للزنك ، 10 مغ / لتر لل (BB41) ، و 0.23 كيلو جول / لتر للتراكم ، لهذه القيم المثلى ، القيمة المتوقعة و القيمة المقاسة (Y%) 120.25 % و 86.43 على التوالي. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن معدلات إزالة اللون لل BB41 في المفاعل الشمسي أكبر بكثير من مفاعل الضوء الاصطناعي.

الكلمات المفتاحية

عمليات الأكسدة المتقدمة ، التحفيز الضوئي غير المتجانس ، التحلل ، ZnO ، إزالة اللون ، الأزرق الأساسي 41(BB41) ، التصميمات التجريبية.