

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE 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

**MODELISATION ET OPTIMISATION PAR LES PLANS BOX-BEHNKEN ET COMPOSITE CENTRE DE LA DEGRADATION PHOTOCATALYTIQUE DU COLORANT BLEU BASIQUE 41 PAR ZnO DANS UN REACTEUR SOLAIRE ET UN REACTEUR A LUMIERE ARTIFICIELLE**

Dirigé par :

**Dr. BOUCHARB Mohammed**

**Kheir - Eddine**

Présenté par :

**REMOUCHE LINDA**

**BENACHA NARIMENE**

Année Universitaire 2019/2020.

Session : septembre

## SOMMAIRE

### ABREVIATION

### LISTE DES TABLEAUX

### LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION GENERALE .....	1
Références Bibliographiques .....	3

## CHAPITRE I: RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Généralité sur les colorants .....	04
I.2. Application des colorants .....	05
I.3. Classification des colorants .....	05
I.3.1. La classification chimique .....	05
I.3.2. La classification tinctoriale .....	05
I.4. Les colorants azoïques .....	06
I.4.1. Toxicité des colorants azoïques .....	06
I.5. La dégradation des colorants .....	06
I.6. Traitement des eaux usées .....	07
I.7. Les méthodes de traitement des eaux usées .....	07
I.7.1. Traitement physique .....	07
I.7.2. Traitement biologique .....	07
I.7.3. Traitement chimique .....	07
I.8. Les procédés d'oxydation avancée .....	08

I.8.1. Généralité .....	08
I.9. Description et Caractéristique des OH° .....	08
I.10. Réactivité des radicaux hydroxyles OH° .....	09
I.11. Différents procédés d'oxydation avancée .....	10
I.11.1. La sonolyse .....	10
I.11.2. L'électrochimie .....	10
I.11.3. Procède photo-Fenton .....	11
I.11.4. L'oxydation homogène .....	11
I.11.4.1. Ozonation O <sub>3</sub> .....	11
I.11.4.2. Peroxonation O <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	12
I.11.4.3. Procédé Fenton Fe <sup>+2</sup> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	12
I.12. Procédés photocatalyse .....	12
I.12.1. Catalyse .....	12
I.12.2. Catalyseur .....	12
I.12.3. La photocatalyse hétérogène .....	12
I.12.4. Principe de la photocatalyse .....	13
I.12.5. Paramètres influençant la photocatalyse .....	13
I.12.5.1. Influence de concentration en catalyseur .....	13
I.12.5.2. Influence de concentration initiale en polluant .....	14
I.12.5.3. Influence de PH .....	14
I.12.5.4. Influence de température .....	14
I.12.6. Les avantages et les inconvénients .....	14
I.13. Les réacteurs photocatalytiques .....	15

I.13.1. Les types de photoréacteur .....	15
I.14. Réacteurs photocatalytiques avec lumière artificielle .....	16
I.15. Réacteurs solaires .....	17
Référence Bibliographique .....	18

## **CHAPITRE II: MATERIELS ET METHODES**

II.1. produits chimiques utilisées .....	21
II.1.1. le colorant Bleu basique (BB41) .....	21
II.1.2. Les semi-conducteurs.....	22
II.1.2.1. Le catalyseur l'oxyde de zinc (ZnO) .....	22
II.1.2.2. L'eau de javel .....	24
II.2. Le montage expérimental .....	24
II.2.1. Le réacteur photocatalytique à lumière artificielle .....	24
II.2.2. Réacteur solaire.....	25
II.2.3. Préparation des solutions .....	26
II.3. Matériels d'analyses .....	27
II.3.1. La centrifuge .....	27
II.3.2. Le pH mètre .....	27
II.3.3. La spectrophotométrie (UV-Visible) .....	28
II.4. Plan d'expériences .....	29
II.4.1. Plans factoriel $2^k$ complet .....	30
II.4.1.1. Matrice d'expériences .....	30

II.4.1.2. Test de signification .....	31
II.4.2. Plan de surface de réponse .....	32
II.4.2.1. Plan de box-Behnken .....	33
II.4.2.2. Plan composite centrée (PCC) .....	34
Références Bibliographiques .....	36

## **CHAPITRE III: RESULTATS ET DESCUSSIONS**

III.1. Optimisation et modélisation de la dégradation photocatalytique du BB41 par la méthodologie des plans d'expériences .....	38
III.1.1. Modélisation de la dégradation photocatalytique du BB41 avec le réacteur solaire par le plan composite centré .....	40
III.1.2. Modélisation de la dégradation photocatalytique du BB41 avec le réacteur à lumière artificielle par le plan composite centré .....	42
III.1.3. Evaluation de la qualité du modèle .....	43
III.1.4. Courbe d'isorréponses et surface de réponses par PCC pour le réacteur solaire et le réacteur a lumière artificielle .....	47
III.2. Etablissement du plan Box-Behnken .....	50
III.2.1. Modélisation de la dégradation photocatalytique du BB41 avec le réacteur solaire par le plan Box-Behnken .....	50
III.2.2. Modélisation de la dégradation photocatalytique du BB41 avec le réacteur artificiel par le plan Box-Behnken .....	51
III.2.3. Evaluation de la qualité du modèle.....	52
III.3. Conditions optimales pour la dégradation de BB41 .....	58
III.3.1. Optimisation par le plan composite centré pour le réacteur solaire .....	58

III.3.2. Optimisation par le plan composite centré pour le réacteur a lumière artificielle ....	59
II.3.3. Optimisation par le plan Box-Behnken pour le réacteur solaire .....	59
III.3.4. Optimisation par le plan Box-Behnken pour le réacteur a lumière artificielle .....	60
III.4. Dégradation photocatalytique du BB41 avec l'eau de Javel (hypochlorite de sodium) ...	60
Références Bibliographiques .....	64
Conclusion Générale .....	65
Annexe .....	67

## الملخص

يؤدي التلوث الناتج عن استخدام أصباغ النسيج إلى الحاجة لاستخدام عمليات التحلل مثل التحفيز الضوئي وهي عملية أكسدة متقدمة تعتمد على تنشيط أشباه الموصلات اوكسيد الزنك و التبييض الذي يعمل كعامل مساعد مع إشعاع ضوئي وطول الموجة 608 نانومتر.

يسمح تطبيق أساليب التصميم التجريبي عن النمذجة و تحسين تدهور الصبغة الزرقاء الأساسية في مفاعل الضوء الاصطناعي و كذلك المفاعل الشمسي و كذلك تقييم تأثير التراكم العوامل الثلاثة و هي تركيز المحفز اوكسيد الزنك و تركيز الصبغة و باستخدام التصميم المركب المتمركز و التصميم Box-Behnken

## الكلمات المفتاحية :

عمليات الأكسدة المتقدمة ، التحفيز الضوئي غير المتجانس ، ZnO ، إزالة اللون، الازرق الأساسي 41(BB41)، التصميمات التجريبية, Box-Behnken , التصميم المركب المتمركز .

## Abstract

The pollution caused by the use of textile dye lead to the necessity for the use of degradation processes such as Photocatalysis which is an advanced oxidation processes, based on the activation of semiconductor ,these conductors used are Oxide of the zinc (ZNO) and bleach (NaClO) which are considered a catalyst with light radiations and wave's length of 608 nm.

The application of experimental design methods allows us to express the modeling and optimization of the degradation of basic blue 41 dye in artificial light reactors also solar reactor and to assess the influence of three parameters which are catalyst concentration [ZNO], dye concentration [BB41] and accumulation using the Central composite design and the Box-Behnken design.

**Key Words:** Photocatalysis processes - advanced oxidation - Box-Behnken experimental design - degradation processes – ZnO - Central composite design - concentration [BB41] .