

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



UNIVERSITE DE CONSTANTINE 3
FACULTE DE GENIE DES PROCEDES
DEPARTEMENT DE GENIE CHIMIQUE

N° d'ordre :... ..

Série :... ..

Mémoire de Master

Filière : **Génie des Procédés**

Spécialité : **Génie Chimique**

**Dégradation d'un polluant organique persistant par photo
activation du chlore**

Dirigé par :
MEROUANI Slimane
Professeur
HAMIDA Messaouda
MRB CRSP

Présenté par :
BOUCHEMAT Rania
SABER Dounia
ZEGHMAR Malika

Année Universitaire 2024/2025.

Session : juin

TABLE DE MATIERE

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ABREVIATIONS

Introduction générale	1
Références bibliographiques	3
CHAPITRE 1	4
Introduction	4
Partie 1 : Les colorants synthétiques	5
I.1.1Définition des colorants	5
I.1.2Constituants de colorant.....	6
I.1.3Types de colorants	6
I.1.3.1Les colorants naturels.....	6
I.1.3.2Les colorants synthétiques	7
I.1.4Classification des colorants synthétiques.....	8
I.1.5Impact Environnemental	10
I.1.5.1Effets sur les écosystèmes aquatiques	11
I.1.5.2Risques pour la santé humaine	11
Partie 2 : Les procédés d'oxydation avancée (POA)	12
I.2.1Définition	12
I.2.2Le procédé UV/Chlore	14
I.2.2.1Distribution des espèces de chlore libre	14
I.2.2.2Spectres d'absorption des espèces de chlore libre dans l'eau	14
I.2.2.3Espèces radicalaires réactives	15
I.2.2.4Processus d'oxydation des substances polluantes	17
Références bibliographiques	18

CHAPITRE 2	24
I.1 Les réactifs	24
II.1.1 Colorant Basic Yellow	24
II.1.2 L'oxydant	25
II.1.3 Autres réactifs	25
II.1.4 Les matrices	25
II.2 Appareillages et méthodologie de travail	26
II.2.1 Méthodes expérimentales	26
2.1.1 Montage expérimental	26
2.1.2. Préparation des solutions	27
2.1.3. Déroulement de l'expérience	27
II.2.2 Méthode d'analyse	28
II.2.2.1 La spectrophotométrie	28
II.2.2.2 Détermination du carbone organique total (COT)	30
CHAPITRE 3	32
Introduction	32
III.1 Effet des conditions expérimentales	33
III.1.1 Dégradation de YB 28 par : photolyse UV, Chlore et UV/Chlore	33
III.1.2 Effet du pH initial de la solution sur la dégradation du YB 28 par le procédé UV/chlore	34
III.1.3 Effet de la concentration initiale du polluant sur sa dégradation par le procédé UV/chlore	36
III.1.4 Dégradation du YB 28 dans des matrices environnementales réelles	38
III.1.5 Effet de la longueur d'onde d'irradiation	40
III.1.6 Effet de l'ajout de l'eau de mer sur la dégradation du YB 28 en système UV/chlore	42
III.2 Détermination du rôle des espèces réactives	44
III.3 Analyse du carbone organique totale (COT)	46
Conclusion	48
Références bibliographiques	49
Conclusion générale	53

Résumé

Le procédé d'oxydation avancée par rayonnement ultraviolet combiné au chlore (UV/chlore) représente une technique prometteuse pour le traitement des polluants organiques complexes, grâce à sa capacité à générer des radicaux libres très réactifs tels que $\text{HO}^\bullet$ et $\text{Cl}^\bullet$, capables de dégrader les composés organiques récalcitrants. Cette étude vise à évaluer l'efficacité de ce procédé dans l'élimination du colorant synthétique Jaune Basique 28 (YB 28), largement utilisé dans l'industrie textile et classé parmi les polluants dangereux. Les expériences ont été réalisées dans un réacteur photochimique irradié par une lampe UV émettant à 254 et 365 nm, en étudiant l'influence de plusieurs paramètres opératoires : le pH (5 à 9), la concentration en chlore (100 - 1000 μM), la concentration initiale en colorant (10 - 40 mg/L) ainsi que la nature de la matrice aqueuse (eau de mer, de rivière, du robinet, etc.). Les résultats ont montré que l'efficacité maximale d'élimination (> 90 %) a été atteinte à pH 9, avec une irradiation à 254 nm et une concentration en chlore de 500 μM , en quelques minutes seulement. Des tests en présence de piègeurs radicaux ont confirmé que le radical hydroxyle $\text{HO}^\bullet$ est le principal agent oxydant, suivi par $\text{Cl}^\bullet$. Par ailleurs, l'analyse du carbone organique total (COT) a révélé une minéralisation significative des composés organiques, démontrant ainsi l'efficacité du procédé UV/Chlore pour le traitement des eaux contaminées par des colorants industriels.

Mots-clés : UV/Chlore, Jaune Basique 28, oxydation avancée, la dégradation, radicaux libres, colorants synthétiques, traitement des eaux.

المخلص

يُعدّ نظام الأكسدة المتقدمة بالأشعة فوق البنفسجية والكلور (UV/Chlore) من العمليات الواعدة لمعالجة الملوثات العضوية المعقدة، نظرًا لقدرتها العالية على إنتاج جذور حرة قوية مثل $\text{HO}^\bullet$ و $\text{Cl}^\bullet$ ، القادرة على تفكيك المركبات العضوية المستعصية. تهدف هذه الدراسة إلى تقييم فعالية هذا النظام في إزالة الصبغة الصناعية Jaune Basique 28 (YB 28)، المستخدمة على نطاق واسع في الصناعات النسيجية، والمصنفة كمركب ملوث وخطير. تم إجراء التجارب باستخدام مفاعل ضوئي يعمل بأشعة UV بطولي موجة 254 و 365 نانومتر، مع فحص تأثير عدة عوامل تشغيلية مثل درجة الحموضة (5-9 pH)، تركيز الكلور (100-1000 μM)، تركيز الصبغة (10-40 ملغ/ل)، ونوع المصفوفة المائية (مياه بحر، نهر، صنبور...). أظهرت النتائج أن فعالية إزالة الصبغة بلغت ذروتها عند pH = 9 وطول موجة 254 نانومتر بتركيز 500 μM من الكلور، حيث تجاوزت نسبة الإزالة 90 % خلال دقائق معدودة. كما أظهرت تجارب استخدام المصائد الكيميائية أن الجذر $\text{HO}^\bullet$ هو المسؤول الرئيسي عن عملية الأكسدة، يليه $\text{Cl}^\bullet$. وقد بينت قياسات الكربون العضوي الكلي (COT) أن النظام يحقق معدلات عالية من التحلل المعدني، مما يؤكد كفاءته في معالجة المياه الملوثة بالصبغات الصناعية.

الكلمات المفتاحية : UV/Chlore، Jaune Basique 28، الأكسدة المتقدمة، التدهور، الجذور الحرة، الصبغات الصناعية، معالجة المياه.

Abstract

The advanced oxidation process using ultraviolet radiation combined with chlorine (UV/Chlore) is a promising technique for the treatment of complex organic pollutants, due to its ability to generate highly reactive free radicals such as $\text{HO}^\bullet$ and $\text{Cl}^\bullet$, which can degrade recalcitrant organic compounds. This study aims to evaluate the efficiency of this process in removing the synthetic dye Basic Yellow 28 (YB 28), widely used in the textile industry and classified as a hazardous pollutant. Experiments were conducted in a photochemical reactor equipped with a UV lamp emitting at 254 and 365 nm, by examining the influence of several operational parameters : pH (5 to 9), chlorine concentration (100 – 1000 μM), initial dye concentration (10 – 40 mg/L), and the nature of the water matrix (seawater, river water, tap water, etc.). Results showed that the maximum removal efficiency (>90%) was achieved at pH 9, with 254 nm irradiation and 500 μM chlorine, within just a few minutes. Radical scavenging experiments confirmed that the hydroxyl radical $\text{HO}^\bullet$ is the main oxidizing species, followed by $\text{Cl}^\bullet$. Moreover, total organic carbon (TOC) analysis indicated significant mineralization of organic compounds, thus confirming the effectiveness of the UV/ Cl_2 process for treating water contaminated with industrial dyes.

Keywords : UV/Chlore, Basic Yellow 28, advanced oxidation, degradation, free radicals, synthetic dyes, water treatment.