

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**Université de Constantine 3**  
**Faculté de Génie des Procédés Pharmaceutiques**  
**Département de Génie Chimique**



**Projet de Fin d'Etudes en Vue de l'Obtention du Diplôme de**  
**Master en Génie des Procédés**

**Option : Génie Chimique**

**Etude de la dégradation de la**  
**Rhodamine B en solutions aqueuses**  
**par Procédés d'Oxydation Avancée**

Présenté par :

*M<sup>elle</sup> Boughlilba Manel*

*M<sup>elle</sup> Boulhissa Meriam*

Encadré par :

*M<sup>me</sup> .Bellir Karima*

*Année Universitaire : 2013/2014*

# SOMMAIRE

**Remerciements**

**Sommaire**

**Table des Illustrations**

**Liste des tableaux**

**Liste des figures**

**Liste des abréviations**

**Introduction générale .....01**

## **Chapitre I: Généralités sur les colorants**

I.1- Introduction .....04

I.2. Définition et composition .....04

I.3- Classification des colorants .....05

I.4. Présentation du colorant étudié (La Rhodamine B) .....08

a) Critères de choix de la Rhodamine B.....09

## **Chapitre II : Les procédés d'oxydation avancée(POA)**

II.1. Procédés d'oxydation avancée (POA).....10

II.1.1. Définition et principes de base.....10

II.1.2. Le radical hydroxyle.....12

II.1.3. Réactivité des radicaux hydroxyles.....13

II.2. Classification des différents procédés d'oxydation avancée (POA).....14

a) Procédés d'oxydation en phase homogène.....15

b) Photolyse.....15

c) Photocatalyse hétérogène.....15

d) Radiolyse.....15

e) Procédés électrochimiques d'oxydation.....15

f) Sonochimie.....15

II.3. Réactif de Fenton (couplage $H_2O_2/Fe^{2+}$ ).....	16
a) Définition.....	16
b) Mécanisme réactionnel.....	16
II.4. Comparaison des POA.....	17

### **Chapitre III : Méthodes d'analyse et procédure expérimentale**

<b>Partie 1 : Méthodes d'analyse .....</b>	<b>19</b>
III.1.1 Introduction.....	19
III.1.2 La spectrophotométrie UV-Visible.....	19
a) Définition.....	19
b) Domaine spectrale.....	19
c) Principe.....	20
III.1.3 Loi d'absorption de la lumière : loi de Beer-Lambert.....	20
III.1.4 Appareillage et Fonctionnement.....	21

#### **Partie 2: Protocoles expérimentaux**

.....	<b>22</b>
III.2.1 Produits chimiques utilisés.....	22
III.2.2 Le colorant testé.....	23
a) La Rhodamine B (RhB).....	23
b) Préparation des solutions du colorant.....	23
c) Méthode de dosage et détermination de la longueur d'onde maximale.....	24
d) Etablissement de la courbe d'étalonnage.....	24
III.2.3 Essais de décoloration.....	25

### **Chapitre IV : Résultats et Discussions**

III.1 Introduction.....	27
IV.2 Effet des paramètres physico-chimiques sur l'élimination de la Rhodamine B.....	28
IV.2.1 Effet du pH.....	28
IV.2.1 Effet de la concentration d' $H_2O_2$ .....	30

IV.2.3. Effet de la concentration des ions $Fe^{2+}$ .....	32
IV.2.4. Effet de la vitesse d'agitation.....	34
IV.2.5. Effet de la concentration de Rhodamine B.....	36
IV.3. Effet de la présence des anions inorganiques.....	38
IV.4. Etude de l'utilisation d'une irradiation solaire pour la dégradation de la Rhodamine B.....	39
IV.4.1. Photolyse direct (UV solaire) de la Rhodamine B.....	39
IV.4.2. Coulage solaire photo Fenton.....	40
IV.5. Etude de l'utilisation des Ultrasons pour la dégradation de la Rhodamine B.....	42
IV.5.1. Utilisation des ondes ultrasons.....	42
a) Sonolyse seul.....	43
b) Sonolyse/ Fenton.....	43
IV.6. Comparaison entre les différents procédés d'oxydation avancée testés.....	44
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>46</b>

## **Références Bibliographiques**

### **Résumés**







## Résumé

L'utilisation du procédé d'oxydation avancée chimique : procédé Fenton constitue un moyen simple et économique d'obtention des radicaux hydroxyles ( $\text{OH}^\bullet$ ) fortement oxydantes.

Dans ce travail, la décoloration oxydative d'un colorant cationique (Rhodamine B) en solutions aqueuses a été étudiée en utilisant le procédé Fenton ( $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ ). L'effet de différents paramètres comme le pH du milieu, les concentrations de  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$  et du colorant, la vitesse d'agitation et les électrolytes ajoutés ( $\text{Cl}^-$ ), qui affectent la dégradation du colorant dans le procédé Fenton, a été envisagé.

Les résultats expérimentaux montrent que les concentrations optimales de  $\text{Fe}^{2+}$  et  $\text{H}_2\text{O}_2$  sont, respectivement, 2 mM et 4 mM pour l'élimination de  $5 \text{ mg.L}^{-1}$  du colorant en solution à 293 K. La vitesse de la réaction de décoloration a été trouvée fortement influencée par le pH de la solution.

Une comparaison des performances de différents procédés (Fenton, photo-Fenton, Sono-Fenton...) dans la dégradation de la Rhodamine B a montré que la combinaison des irradiations ultrasons au procédé Fenton peut être employée efficacement pour l'élimination de ce colorant des solutions aqueuses et permet d'atteindre un très important taux de décoloration (97%).

**Mots clés :** Procédés d'Oxydation Avancée (POA), Rhodamine B, Procédé Fenton, Radicaux Hydroxyles.

## Abstract

The use of advanced oxidation chemical process: Fenton process is an easy and economical way to obtain hydroxyl radical ( $\text{HO}^\bullet$ ) strongly oxidizing.

In this work, oxidative discoloration of a cationic dye (Rhodamine B) in aqueous solution has been studied using Fenton ( $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ ) process. The effect of different parameters such as media pH, concentration of  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , dye, agitation speed, and added electrolytes ions ( $\text{Cl}^-$ ) that affected the dye degradation in Fenton process were investigated.

The results of experiments shows that the optimum concentrations of  $\text{Fe}^{2+}$  and  $\text{H}_2\text{O}_2$  are, respectively, 2 mM and 4 mM for the removal of a  $5 \text{ mg.L}^{-1}$  dye solution at 293 K. The decolorization reaction rate has been found strongly influenced by the pH solution.

A comparison of the performance of the Rhodamine B degradation by different processes studied (Fenton, photo-Fenton, sono-Fenton...) has shown that the combination of ultrasound irradiations to Fenton process can be efficiently used to remove this dye from aqueous solutions and permit to reach a very important discoloration rate (97%).

**Key words:** Advanced Oxidation Processes (AOP), Rhodamine B, Fenton process, Hydroxyl radicals ( $\text{HO}^\bullet$ )