

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



FACULTE DE GENIE DES PROCEDES  
DEPARTEMENT DE GENIE CHIMIQUE

N° d'ordre : .....

Série : .....

**MEMOIRE DE FIN DE CYCLE**

Réalisé en vue de l'obtention du diplôme de MASTER

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie chimique

**Oxydation d'un polluant organique par des  
procédés innovants à base du périodate**

*Dirigé par :*

**Dr. NEMDILI Leïla**

**Grade : MCA**

*Réalisé par :*

**LASMAR Amina**

**TOUATI Khadidja**

**ZERMANE Aimen abd el Djalil**

*Année universitaire*

**2022 -2023**

## *Sommaire*

Liste d'abréviations.....	I
Liste des Figures.....	III
Liste des Tableaux.....	VII

INTRODUCTION GENERALE.....	1
----------------------------	---

### **CHPITRE I**

#### **Revue bibliographique**

I.1. Introduction.....	4
I.2. Pollution des eaux.....	4
I.3. Les colorants.....	4
I.3.1. Introduction.....	4
I.3.2. Définition.....	5
I.3.3. Structure chimique des colorants.....	5
➤ Chromophores.....	5
➤ Auxochromes.....	5
I.3.4. Classification des colorants.....	6
I.3.4.a. Classification chimique.....	6
I.3.4.b. Classification tinctoriale.....	7
I.4. Méthodes de traitement des eaux usées.....	9
I.4.1. Procédé physique.....	10
I.4.2. Procédé biologique.....	10
I.4.3. Procédé chimique.....	10
I.5. Procédés d'oxydation avancée (POAs).....	11
I.5.1. Définition.....	11
I.5.2. Les radicaux hydroxyles.....	12
I.5.2.a. Description et caractéristique de $\cdot\text{OH}$ .....	12
I.5.2.b. Mécanisme réactionnel.....	12
I.5.3. Classification des POAs.....	13
I.5.3.a. POA chimique.....	14

I.5.3.b. POA photochimique.....	15
I.5.3.c. POA hétérogène (photocatalyse hétérogène) .....	15
I.5.3.d. POA sonochimique.....	16
I.5.3.e. POA électrochimique.....	16
I.6. Oxydation par le périodate.....	17
I.6.1. Activation du périodate.....	17
I.6.1.a. Activation par photolyse.....	17
I.6.1.b. Activation par ultrason.....	18
I.6.1.c. Activation thermique.....	18
I.6.1.d. Activation par métaux de transition.....	18
I.7. Conclusion.....	19
Références.....	20

## **Chapitre II**

### **MATERIELS ET METHODES**

II.1. Introduction.....	24
II.2. Produits utilisés.....	24
II.2.1 Autres réactifs.....	25
• Additifs minéraux.....	25
• Additifs organiques.....	25
• Gaz de saturation.....	25
II.3. Présentation du colorant étudié.....	26
II.4. Matériels.....	27
II.4.1. Instruments de mesure.....	27
II.4.2. Montage expérimental.....	27
II.5. Préparation des solutions.....	28
II.6. Mode opératoire.....	29
II.7. Méthodes d'analyse.....	29
II.7.1. Analyse spectrophotométrique UV-visible.....	29
II.7.1.a. La spectrophotométrie.....	29
II.7.1.b. Principe.....	29

II.7.1.c. Loi de Beer-Lambert.....	30
II.7.1.d. Spectre d'absorption.....	30
II.7.1.e. Courbe d'étalonnage.....	31
II.7.2. Mesure du Carbone Organique Total (COT) .....	32
Références.....	33

## **CHPITRE III**

### **RESULTATS ET DISCUSSIONS**

III.1. Introduction.....	34
III.2. 1 <sup>er</sup> système PI/Mn(II).....	34
III.2.1. Effet des métaux de transition.....	34
• Mécanisme de réaction possible pour le système PI/Mn(II).....	37
III.2.2. Spectre d'adsorption de la RhB.....	38
III.2.3. Effet de la concentration initiale de l'oxydant.....	39
III.2.4. Effet de la concentration initiale de Mn(II).....	40
III.2.5. Effet de la concentration initiale de la RhB.....	41
III.2.6. Effet de la température.....	41
III.2.7. Effet du pH.....	42
III.2.8. Effet des gaz de saturation.....	43
III.2.9. Piégeage des radicaux libres.....	44
III.2.10. Etude de la minéralisation.....	45
III.3. 2 <sup>ème</sup> système PI/HA.....	46
III.3.1. Etude préliminaire.....	46
• Mécanisme de réaction du système PI/HA.....	47
III.3.2. Identification des espèces oxydantes impliquées dans la dégradation.....	47
III.3.3. Effet de la concentration initiale de l'oxydant.....	49
III.3.4. Effet de la concentration initiale de HA.....	49
III.3.5. Effet du pH.....	50
III.3.6. Effet des gaz de saturation.....	51
III.3.7. Effet de la concentration initiale de la RhB.....	52
III.3.8. Spectre d'adsorption de la RhB.....	52

III.4. 3 <sup>ème</sup> système PI/MnO <sub>2</sub> .....	53
III.4.1. Etude préliminaire.....	53
III.4.2. Effet de la concentration initiale de l'oxydant.....	54
III.4.3. Effet de la concentration initiale de la RhB.....	55
III.4.4. Effet du pH.....	56
III.4.5. Effet de la Température.....	57
III.4.6. Effet des gaz de saturation.....	57
III.4.7. Effet des piègeurs.....	58
III.4.8. Spectre d'absorption de la RhB.....	59
III.4.9. Etude de la minéralisation.....	60
III.5. 4 <sup>ème</sup> système PI/Fe <sup>0</sup> .....	61
• Mécanisme de réaction possible pour le système PI/Fe <sup>0</sup> .....	61
III.5.1. Effet de la concentration initiale de l'oxydant.....	61
III.5.2. Effet de la concentration initiale de la RhB.....	62
III.5.3. Récupération du catalyseur.....	63
III.5.4. Effet de la température.....	64
III.5.5. Effet du pH.....	64
III.5.6. Piégeage des radicaux libres.....	65
III.5.7. Spectre d'absorption de la RhB.....	67
III.5.8. Etude de la minéralisation.....	67
Références.....	69
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>72</b>

## Résumé

Selon les oxydants forts, les POAs sont des processus prometteurs pour la dégradation des composés organiques chimiquement persistants. De nos jours, les processus d'oxydation à base de périodate (PI,  $\text{IO}_4$ ) pour l'élimination de la pollution ont attiré de plus en plus d'intérêt en raison de leur grande capacité à éliminer certains polluants persistants. Dans le cadre de ce travail, une étude a été portée sur l'élimination de la RhB par les différents systèmes examinés [(PI/Mn(II), (PI/HA), (PI/MnO<sub>2</sub>) et (PI/Fe<sup>0</sup>)]. Les mécanismes de génération des principales espèces réactives dans les processus d'oxydation avancée à base de périodate ont été étudiés. En outre, une analyse de l'influence de certaines conditions expérimentales telles que le pH, la température, les concentrations initiales de colorant, d'oxydant et de catalyseur ont été effectuées afin d'estimer la performance de l'élimination de la RhB par les différents systèmes considérés. La présence de gaz de saturation sur l'efficacité de dégradation oxydative du RhB par des procédés d'oxydation avancée à base de périodate a été menée. Des conditions optimales ont été établies pour la dégradation de la RhB avec des taux d'élimination de 100%, 83%, 78% et 77% pour les systèmes (PI/Mn(II)), (PI/Fe<sup>0</sup>), (PI/MnO<sub>2</sub>) et (PI/HA), respectivement. En termes de minéralisation, le procédé PI/Mn(II) se révèle plus efficace que les autres systèmes pour minéraliser le composé organique traité.

**Mot clés :** Procédés d'oxydation avancée (POA) ; Périodate ; Espèces réactives ; Rhodamine B ; Dégradation.

## Abstract

According to strong oxidants, POAs are promising processes for the degradation of chemically persistent organic compounds. Nowadays, periodate-based oxidation processes (PI,  $\text{IO}_4$ ) for pollution removal have attracted increasing interest due to their high capacity to eliminate certain persistent pollutants. In this work, the removal of RhB by the various systems examined [(PI/Mn(II), (PI/HA), (PI/MnO<sub>2</sub>) and (PI/Fe<sup>0</sup>)] was investigated. The generation mechanisms of the main reactive species in periodate-based advanced oxidation processes were investigated. In addition, an analysis of the influence of certain experimental conditions such as pH, temperature, initial dye, oxidant and catalyst concentrations was carried out in order to estimate the RhB removal performance of the different systems considered. The presence of saturation gases on the oxidative degradation efficiency of RhB by periodate-based advanced oxidation processes was conducted. Optimum conditions were established for RhB degradation with removal rates of 100%, 83%, 78% and 77% for (PI/Mn(II)), (PI/Fe<sup>0</sup>), (PI/MnO<sub>2</sub>) and (PI/HA) systems, respectively. In terms of mineralization, the PI/Mn(II) process proved more effective than the other systems for mineralizing the treated organic compound.

**Key words:** Advanced oxidation processes (AOP); Periodate; Reactive species; Rhodamine B; Degradation

## ملخص

وفقاً للمواد المؤكسدة القوية، تعد POAs عمليات واعدة لتحلل المركبات العضوية الثابتة كيميائياً. في الوقت الحاضر، جذبت عمليات الأكسدة الدورية (PI، IO<sub>4</sub>) لإزالة التلوث اهتماماً متزايداً بسبب قدرتها العالية على القضاء على بعض الملوثات الثابتة. وفي هذا العمل، تم التحقيق في إزالة بروميد الميثان بواسطة مختلف النظم التي تم فحصها [(PI/Mn (II)) و (PI/HA) و (PI/MnO<sub>2</sub>) و (PI/Fe<sup>0</sup>)]. تم فحص آليات توليد الأنواع التفاعلية الرئيسية في عمليات الأكسدة المتقدمة القائمة على الدورية. بالإضافة إلى ذلك، تم إجراء تحليل لتأثير بعض الظروف التجريبية مثل الأس الهيدروجيني ودرجة الحرارة والصبغة الأولية والأكسدة وتركيزات المحفزات من أجل تقدير أداء إزالة RhB للأنظمة المختلفة المدروسة. تم إجراء وجود غازات التشبع على كفاءة التحلل التأكسدي لـ RhB عن طريق عمليات الأكسدة المتقدمة القائمة على فوق يودات. تم تحديد الظروف المثلى لتحلل RhB مع معدلات إزالة 100% و 83% و 78% و 77% للنظم ((PI/Mn (II)) و (PI/Fe<sup>0</sup>) و (PI/MnO<sub>2</sub>) و (PI/HA)، على التوالي. من حيث التمدن، أثبتت عملية ((PI/Mn (II)) أنها أكثر فعالية من النظم الأخرى لتمعدن المركب العضوي المعالج.

**الكلمات الرئيسية:** عمليات الأكسدة المتقدمة ؛ فوق يودات ؛ الأنواع التفاعلية ؛ رودامين ب ؛ التدهور.