

**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 DE GENIE CHIMIQUE

N° d'ordre :.....

Série :.....

Mémoire de Master

Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Génie Chimique

THEME

**ETUDE COMPARATIVE DE LA DEGRADATION
D'UN COLORANT AZOÏQUE PAR CERTAINS PROCÉDES
D'OXYDATION AVANCES**

Dirigé par:

Dr. K. BELLIR

Présenté par :

- **ADJEROUD Hanane**
- **BELGHIT Aouatf**
- **ZEKOUR Boutheyna**

Année Universitaire 2017/2018.

Session : Juin

Sommaire

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

INTRODUCTION GENERALE

1

CHAPITRE I

GENERALITE SUR LES COLORANTS

4

I.1. Historique

4

I.2. Définition et composition du colorant

4

I.3. Application des colorants

5

I.4. Classification des colorants

6

a) Les colorants azoïques

7

a) Les colorants acides ou anioniques

8

I .1.5 Les colorants et leurs impacts environnementaux

8

I.1.6 Toxicité des colorants azotiques

8

I .2 Présentation du colorant étudié

9

I.2.1 Définition

9

I.2.2 Toxicité de l'Orange G

10

I.2.3 Critères de choix de l'Orange G

10

I.2.3 Caractéristiques physico-chimiques

10

Références bibliographiques

CHAPITRE II

12

LES PROCEDES D'OXYDATION AVANCEE « POA »

Introduction

12

II.1. Généralités et définition	12
II.2. Espèce radicalaire et peroxyde	12
II.2.1. Description et caractéristiques de OH [•]	12
II.2.2. Formation des espèces radicalaires	13
II.2.3. Réactivité des radicaux hydroxyles	14
II.3. Principaux procédés d'oxydation avancés	14
II.3.1. Oxydation de Fenton	15
II.3.2. Procédé d'ozonation	16
a) Ozonation simple	16
b) Pyroxonation	16
II.3.3. Procédés photochimiques homogènes	16
a) Photolyse de H ₂ O ₂ (UV/H ₂ O ₂)	16
b) Photo de l'ozone (UV/O ₃)	17
c) Photo pyroxonation (O ₃ /UV/H ₂ O ₂)	17
d) Photo Fenton	17
II.3.4. Photo catalyse hétérogène (système H ₂ O ₂ /Fe ²⁺ /UV)	18
II.4 Comparaison entre les POA	18
Références bibliographiques	
CHAPITRE IV	20
METHODE D'ANALYSE ET PROCEDURE EXPERIMENTALE	
III.1 METHODE D'ANALYSE	20
III.1.1 Introduction	20
III.1.2 Spectroscopie d'absorption dans l'UV-Visible	20
a) Définition	20
b) Domaine spectral	20

c) Principe	21
III.1.3 Loi d'absorption de la lumière (loi de Beer - Lambert)	21
III.1.4 Appareillage et Fonctionnement	22
III.2 PROTOCOLES EXPERIMENTAUX	24
III.2.1 Produits chimique utilisés	24
III.2.2 Colorants testé	25
III.2.3 préparation des solutions	25
a) Solution aqueuse du colorant	25
b) Solution de Fe(II) et de H ₂ O ₂	25
III.2.4 Mesure de PH	25
III.2.5 Etude spectrale De l'Orange G	26
a) Spectre UV/Visible du colorant	26
b) Etablissement de la courbe d'étalonnage	27
III.2.3.5 Mode opératoire	28
➤ Procédé Fenton	28
➤ (Photo / Like) -Fenton	30
Références bibliographiques	
CHAPITRE V	31
RESULTATS ET DISCUSSIONS	
V.1 Introduction	31
➤ Exploitation des résultats	31
IV.2. Etude Préliminaire de l'oxydation de l'Orange G par H ₂ O ₂ et Fe ²⁺ seuls	32
IV.2.b. Effet de la concentration de H ₂ O ₂	42
IV.2.1 Effet du pH du milieu	38

IV.2.c Effet de la concentration de Fe ²⁺	44
IV.2. d Effet de la concentration initiale de l'Orange G	46
IV.2.e Effet de la température	47
IV.2.f Effet de la présence des anions inorganiques	48
IV.2.g Effet de la nature d'acide utilisé dans l'ajustement du pH	49
IV.3 Oxydation du colorant par les persulfates	50
IV.5 Oxydation par le procédé photo-Fenton	52
IV.5.1 Introduction	52
IV.5.2 Procédé photo-Fenton	52
IV.6 Etude comparative de la dégradation d'autres colorants par le procédé Fenton	53
Références bibliographiques	

CONCLUSION GENERALE**56****ANNEXE**

الملخص

يهدف هذا العمل إلى دراسة إزالة المواد الملونة (الحمض البرتقالي 10) بواسطة (ع أ م). هناك عدة عوامل تؤثر على هذه العملية نذكر منها : حموضة الوسط، تركيز الماء الأوكسجيني وجزيئات الحديد، تركيز ($K_2S_2O_8$)، درجة الحرارة، وكذلك وجود ايونات الكلوريد وطبيعة الحمض المضاف لتعديل حموضة الوسط . في نهاية هذا العمل قمنا بدراسة بتقييم مردودية النظام الفانتن الضوئي.

النتائج المتحصل عليها أثبتت أن الشروط المثالية لتفاعل فنتون هي: درجة الحموضة = 3,5، $[H_2O_2] = 10^{-2}$ ميلي مول/ل، $[Fe^{+2}] = 0.1$ ميلي مول/ل، [الحمض البرتقالي] = 0,1 ميلي مول. كما وجدنا أن كفاءة تحلل (OG) مع ($K_2S_2O_8$) بلغت مردود = 42,24% وهو اقل مما تم الحصول عليه بواسطة الماء الأوكسجيني. (99,72 %). كما أن درجة تغير اللون (OG) تتزايد مع ارتفاع درجة حرارة التفاعل وتتناقص بزيادة تركيز NaCl. في نهاية هذا العمل قمنا بإجراء مقارنة بين مختلف العمليات (فنتون و Photo-Fenton) من حيث الكفاءة فوجدنا أن عملية Photo-Fenton هي الأكثر فعالية. كل هذه النتائج يمكن أن توفر لنا الكثير من المعارف الأساسية لمعالجة المياه المستعملة التي تحتوي على (OG) او غيرها من الأصباغ .

الكلمات المفتاحية

عمليات الاكسدة المتقدمة، البرتقالي G ، عملية فنتون، جذور الهيدروكسيل.

Résumé

Ce travail a eu pour objet l'étude de l'élimination de L'Orange acide 10 par POA. Plusieurs paramètres qui affectent la dégradation ce colorant ont été examinés tels que : le pH de la solution, la dosage de H_2O_2 et Fe^{+2} , la concentration initiale du colorant $[OG]_0$ et du $K_2O_8S_2$, la température, la présence d'ions chlorures et la nature de l'acide ajouté pour l'ajustement du pH. Un autre procédé qui est photo-Fenton a été aussi testé à la fin de ce travail.

Les résultats expérimentaux montrent que les conditions optimales favorisant la dégradation du colorant via la réaction de Fenton sont: $pH = 3,5$, $H_2O_2 = 10$ mM, $Fe^{+2} = 0.1$ mM pour $[OG]_0 = 0,1$ Mm. On a pu aussi enregistrer une efficacité de la dégradation de l'OG par $K_2S_2O_8$ de l'ordre de 42,24% qui est nettement inférieure à celle obtenue en utilisant H_2O_2 (99,72 %). La décoloration d'OG est améliorée avec l'augmentation de la température de la réaction par contre elle diminue progressivement avec l'augmentation de la concentration du NaCl. A la fin de ce travail une comparaison entre l'efficacité des différents procédés (Fenton, Photo-Fenton) a été faite et qui a montré que le procédé Photo-Fenton est le plus efficace. Ces résultats peuvent fournir des connaissances fondamentales pour le traitement des eaux usées contenant des : OG ou d'autres colorants azoïques.

Mots clés

Procédés d'Oxydation Avancée (POA), Orange G, Procédé de Fenton, Radicaux Hydroxyles

المخلص

يهدف هذا العمل إلى دراسة إزالة المواد الملونة (الحمض البرتقالي 10) بواسطة (ع أ م). هناك عدة عوامل تؤثر على هذه العملية نذكر منها : حموضة الوسط، تركيز الماء الأوكسجيني وجزيئات الحديد، تركيز ($K_2S_2O_8$)، درجة الحرارة، وكذلك وجود ايونات الكلوريد وطبيعة الحمض المضاف لتعديل حموضة الوسط . في نهاية هذا العمل قمنا بدراسة بتقييم مردودية النظام الفانتن الضوئي.

النتائج المتحصل عليها أثبتت أن الشروط المثالية لتفاعل فنتون هي: درجة الحموضة = 3,5، $[H_2O_2]$ = 10^{-2} ميلي مول/ل، $[Fe^{+2}]$ = 0.1 ميلي مول/ل، [الحمض البرتقالي] = 0,1 ميلي مول. كما وجدنا أن كفاءة تحلل (OG) مع ($K_2S_2O_8$) بلغت مردود = 42,24% وهو اقل مما تم الحصول عليه بواسطة الماء الأوكسجيني. (99,72 %). كما أن درجة تغير اللون (OG) تتزايد مع ارتفاع درجة حرارة التفاعل وتتناقص بزيادة تركيز NaCl. في نهاية هذا العمل قمنا بإجراء مقارنة بين مختلف العمليات (فنتون و Photo-Fenton) من حيث الكفاءة فوجدنا أن عملية Photo-Fenton هي الأكثر فعالية. كل هذه النتائج يمكن أن توفر لنا الكثير من المعارف الأساسية لمعالجة المياه المستعملة التي تحتوي على (OG) او غيرها من الأصباغ .

الكلمات المفتاحية

عمليات الاكسدة المتقدمة، البرتقالي G ، عملية فنتون، جذور الهيدروكسيل.

Résumé

Ce travail a eu pour objet l'étude de l'élimination de L'Orange acide 10 par POA. Plusieurs paramètres qui affectent la dégradation ce colorant ont été examinés tels que : le pH de la solution, la dosage de H_2O_2 et Fe^{+2} , la concentration initiale du colorant $[\text{OG}]_0$ et du $\text{K}_2\text{O}_8\text{S}_2$, la température, la présence d'ions chlorures et la nature de l'acide ajouté pour l'ajustement du pH. Un autre procédé qui est photo-Fenton a été aussi testé à la fin de ce travail.

Les résultats expérimentaux montrent que les conditions optimales favorisant la dégradation du colorant via la réaction de Fenton sont: $\text{pH} = 3,5$, $\text{H}_2\text{O}_2 = 10 \text{ mM}$, $\text{Fe}^{+2} = 0.1 \text{ mM}$ pour $[\text{OG}]_0 = 0,1 \text{ Mm}$. On a pu aussi enregistrer une efficacité de la dégradation de l'OG par $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ de l'ordre de 42,24% qui est nettement inférieure à celle obtenue en utilisant H_2O_2 (99,72 %). La décoloration d'OG est améliorée avec l'augmentation de la température de la réaction par contre elle diminue progressivement avec l'augmentation de la concentration du NaCl. A la fin de ce travail une comparaison entre l'efficacité des différents procédés (Fenton, Photo-Fenton) a été faite et qui a montré que le procédé Photo-Fenton est le plus efficace. Ces résultats peuvent fournir des connaissances fondamentales pour le traitement des eaux usées contenant des : OG ou d'autres colorants azoïques.

Mots clés

Procédés d'Oxydation Avancée (POA), Orange G, Procédé de Fenton, Radicaux Hydroxyles.

Abstract

This work had object of studying the elimination of Orange acid 10 by POA. Several parameters affect the degradation of OG were studied such as: the pH of the solutions, the dosages of H_2O_2 and Fe^{+2} , the pH of the solutions, the dosage of H_2O_2 and Fe^{+2} , the initial concentration of the dye $[\text{OG}]_0$ and $\text{K}_2\text{O}_8\text{S}_2$, the temperature, the presence of chloride ions and the nature of the added acid for pH adjustment. Another study was studied at the end of this work is photo-Fenton.

The experimental results show that the optimum conditions of reaction Fenton are: $\text{pH} = 3, 5$, $\text{H}_2\text{O}_2 = 10^{-2} \text{ M}$, $\text{Fe}^{+2} = 5 * 10^{-2} \text{ M}$, $[\text{OG}]_0 = 0.1\text{Mm}$. And we found that the efficiency degradation of OG with $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ reaches a yield = 42.24% it is lower than what it is obtained by H_2O_2 (99, 72%). The discoloration of OG is increased with the increase of the temperature of the reaction but against it will decrease gradually with the increase of the concentration NaCl. At the end of this work a comparison between the efficiency of the different processes (Fenton, Photo-Fenton) was made and shows that the Photo-Fenton process is the best efficient. These results can provide fundamental knowledge for the treatment of wastewater containing: GO or other azo dyes.

Key words

Advances Oxidation process (AOP), Orange G, Fenton Process, Radicaux Hydroxyl radicals