

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

ECOLE NORMALE SUPERIEURE

Vieux - Kouba (Alger)

Département de chimie

المدرسة العليا للأساتذة

القبة القديمة (الجزائر)

قسم الكيمياء



## معالجة المياه الفينولية بالأكسدة الكيميائية باستعمال عدة حوافز

### مذكرة التخرج لنيل شهادة أستاذ التعليم الثانوي

تحت إشراف الأستاذة:

مقران هند

من إعداد الطلبة:

كلانمر سارة

طالب أمينة

شايب ذراع خولة

لجنة المناقشة:

الأستاذة: بومتام ليلي.....ممتحناً

الأستاذة: مقران هند.....مشرفاً

السنة الدراسية 2015/2014  
دفعة جوان 2015م

## الفهرس

01.....المقدمة

### الفصل الأول : مصادر تلوث المياه بالفينول

02.....1-I- تمهيد

02.....2-I- الفينول

3-I- الخواص الفيزيائية و الكيميائية

03.....للفينول

1-3-I- الخواص

03.....الفيزيائية

2-3-I- الخواص

04.....الكيميائية

4-I- مصادر التلوث

04.....بالفينول

04.....1-4-I- المصادر الطبيعية

04.....2-4-I- المصادر الصناعية

05.....1-2-4-I- المشتقات الفينولية

07.....2-2-4-I- المياه الفينولية

### الفصل الثاني: طرق تنقية المياه الملوثة بالفينول

11.....1-II- تمهيد

- 11.....II-2- المعالجة البيولوجية.....
- 11.....II-2-1- المعالجة الهوائية.....
- 13.....II-2-2- المعالجة اللاهوائية.....
- 13.....II-3- المعالجة الفيزيائية.....
- 13.....II-3-1- الترشيح بالأغشية.....
- 14.....II-3-2- الادمصاص.....
- 14.....II-3-2-1- الادمصاص الفيزيائي.....
- 15.....II-3-2-2- الادمصاص الكيميائي.....
- 15.....II-4- المعالجة الفيزيوكيميائية.....
- 16.....II-5- المعالجة الكيميائية.....
- 16.....II-5-1- الطريقة التقليدية.....
- 17.....II-5-2- الاكسدة الكيميائية المتقدمة.....

### الفصل الثالث:تنقية المياه الملوثة باستخدام الاكسدة الكيميائية المتقدمة

- 18.....III-1- تمهيد.....
- 18.....III-2- تعريف المؤكسد.....
- 19.....III-2- أنواع المؤكسدات.....
- 19.....III-3-1- الكلور.....

- 19.....III-3-2- الأوكسجين
- 20.....III-3-3- الأوزون
- 21.....III-3-4- برمنغنات البوتاسيوم
- .....III-3-5- بيرو كسيد
- 22.....الهيدروجين
- 24.....III-4- تقنيات الأوكسدة المتقدمة
- 25.....III-4-1- المبدأ العام لتقنيات الأوكسدة المتقدمة
- .....III-4-2- مبدأ عمل أهم التقنيات الرئيسية للأوكسدة
- 28.....المتقدمة
- 29.....III-4-2-1- عمليات الأوكسدة المتقدمة التي تعتمد على  $H_2O_2$
- 1
- 29.....طريقة Fenton
- 31.....2- طريقة Photo Fenton
- 3- طريقة
- 33.....UV/Fe<sup>3+</sup>\_Oxalate /H<sub>2</sub>O
- 34.....4- طريقة UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
- 34.....III-4-2-2- عمليات الأوكسدة المتقدمة التي تعتمد على  $O_3$
- 34.....1- الأوزون البسيط  $O_3$
- 36.....2- طريقة Peroxydation

3- طريقة

37.....O<sub>3</sub>/UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

37..... طريقة O<sub>3</sub>/UV

38.....TiO<sub>2</sub> طريقة التحفيز الضوئي المتجانس

III-4-2-4- طريقة الأمواج فوق

الصوتية.....40

41.....III-4-2-5- الطريقة الكتروكيميائية

III-4-2-6- طريقة البلازما غير

الحرارية.....41

### الفصل الرابع: تطبيقات الأكسدة الكيميائية لمعالجة المياه الفيئولية

43.....IV-1- تمهيد

43.....IV-2- استعمال الأكسدة الكيميائية لتنقية الفيئول من مياه عصر الزيتون

IV-3- أكسدة الفيئول في الماء بواسطة الأشعة فوق البنفسجية وبعض أكاسيد

العناصر الإنتقالية

46.....(TiO<sub>2</sub>,ZnO,Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

IV-4- تغليف حجر الزيوليت بالشوارد لتشكيل معقدات كمحفزات لتفكيك H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

50.....وأكسدة الفيئول

IV-5- الأكسدة الحفزية في الهواء

الرطب.....51

6-IV- استعمال أكسدة الفنتون غير المتجانسة لمعالجة المياه الملوثة بالفينول

55.....الناتجة عن مصانع الأقمشة.....

7-IV- الأكسدة الانتقائية للفينول ب  $H_2O_2$  باستخدام نوعين من المفاعلات

التحفيزية..55

8-IV- الأكسدة الحفزية الضوئية للفينول بواسطة  $H_2O_2$  في وجود مساحيق من

57.....TiO2

9- IV- أكسدة المركبات الفينولية بتحفيز من أنظمة متعددة الإنزيم ب  $H_2O_2$ .....60

10- IV- الأكسدة الغير متجانسة للفينول في محلول مائي باستعمال المحفز الفعال  $Fe^{3+}$

61.....المعتمدة على الراتنج.....

11-IV- دراسة الأكسدة الحفزية ببيروكسيد الرطب للفينول بإستعمال

64.....أنواع مختلفة من محفز Cu/ZSM-5.....

الخاتمة

## فهرس الجداول :

الصفحة	العنوان	الجدول
06	الخصائص الفيزيو كيميائية لبعض المبيدات	الجدول (1-I)
07	تركيز المركبات الفينولية في مياه الصرف الصناعية	الجدول (2-I)
08	الخصائص الفيزيائية و الكيميائية لمياه معاصر زيت الزيتون	الجدول (3-I)
08	مكونات المياه الملوثة الناتجة عن مختلف مصانع الأقمشة	الجدول (4-I)
09	خصائص مياه فضلات مصانع الورق	الجدول (5-I)
10	التركيبية الكيميائية لمياه الصرف للمصانع البتروكيميائية	الجدول (6-I)
27	كمون الأكسدة لبعض المؤكسدات المستعملة في المحاليل المائية	الجدول (1-III)
28	التفاعلات الأساسية لأكسدة المركبات العضوية بواسطة الجذور الهيدروكسيلية	الجدول (2- III)
30-31	مختلف التفاعلات المتدخلة في نظام Fenton و الثوابت الحركية التي تمثلها	الجدول (3-III)

32	قيم المردود الكمي لإنتاج الجزور الهيدروكسيلية بإشعاعات UV في محلول $Fe^{3+}$	الجدول (4-III)
48	يمثل نسبة تحويل الفينول مع مرور الزمن	الجدول (1-IV)

### فهرس الأشكال :

الصفحة	العنوان	الأشكال
03	البنية الفراغية للفينول	الشكل (1-I)
12	مراحل المعالجة الهوائية	الشكل (1-II)
21	صورة لمحلول برمنغنات البوتاسيوم	الشكل (1-III)
22	الصيغة الكيميائية لبيروكسيد الهيدروجين	الشكل (2-III)
24	مخطط تصنيف عمليات الأكسدة المتقدمة	الشكل (3-III)
26	أهم طرق إنتاج الجزور الهيدروكسيلية	الشكل (4-III)
35	مخطط صيغة فعل الأوزون في الماء	الشكل (5-III)
45	مفاعل التحطيم الضوئي	الشكل (1-IV)



	الحفزي	
47	مخطط لمفاعل الأكسدة الضوئية	الشكل (2-IV)
52	مفاعل الأكسدة الحفزية الرطبة لملوثة بالفينول	الشكل (3-IV)
56	رسم تخطيطي يوضح نوعي المفاعلات الدقيقة الحفزية	الشكل (4-IV)
57	مخطط يبين تفاعل الفينول مع $H_2O_2$ على حافز (TS-1)	الشكل (5-IV)
59	رسم تخطيطي لمفاعل الأكسدة الحفزية الضوئية	الشكل (6-IV)
60	مخطط لتفاعل إزالة الفينول في موضع الإنزيم ولإنتاج $H_2O_2$	الشكل (7-IV)

قائمة المختصرات :

الرمز	المعنى باللغة الفرنسية
DCO	Demande Chimique en Oxygène
DBO <sub>5</sub>	Demande Biologique en Oxygène en cinq jour
MES	Matiere en Suspension
CE	Conductivité Electrique
TOA	Traitement pour Oxydation Avancée
COT	Carbone Organique Total
UV	Ultra Violet
AS	Acid Syringic
AV	Acid Vanillic
p-HBA	p-Hydroxybenzoic
AG	Acid Gallic
Di-HBA	Dihydroxybenzoic
HPLC	Chromatographie Liquide a Haute Pression
AC-M	Active Carbone
NOX	NADH-Oxidase
FDH	Formate Dehydrogenase

## الملخص:

من خلال مذكرتنا، كان الهدف هو الدراسة النظرية لمعالجة المياه الفينولية بالأكسدة الكيميائية باستعمال عدة حوافز.

ذكرنا اهم مصادر تلوث المياه بالفينول ثم تطرقنا الى معالجة المياه الفينولية بالأكسدة الكيميائية وأخيرا تطرقنا الى تطبيقات الاكسدة الكيميائية المتقدمة باستعمال حوافز مختلفة، على تنقية المياه من الفينول.

## Résumé :

Le but de ce mémoire est l'étude bibliographique du traitement des eaux phénoliques par oxydation chimique en utilisant plusieurs catalyseurs.

Nous avons répertorié les sources de pollution de l'eau par le phénol les plus importantes, ensuite, nous avons donné les différents modes de traitement des eaux phénoliques par oxydation chimique. Enfin, nous avons cité certaines applications récentes des procédés d'oxydation avancée en présence de plusieurs catalyseurs pour l'élimination du phénol.

## Abstract:

The aim of this thesis was to review phenol wastewater treatments by chemical oxidation, using different catalysts.

First, we mentioned the most important sources of phenol water pollution. Then, the removal of phenol by chemical oxidation was fully described and finally, we cited the most recent applications of advanced oxidation processes using several catalysts for the phenol removal.