

**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 PROCÉDES**  
**DEPARTEMENT DE GENIE CHIMIQUE**

N° d'ordre :... ..

Série :... ..

**Mémoire de Master**

Filière : **Génie des Procédés**

Spécialité : **Génie Chimique**

**Mise en œuvre de deux procédés innovants d'oxydation dans un réacteur continu parfaitement agité (CSTR)**

Dirigé par :

Professeur **MEROUANI Slimane**

Présente par :

**BENTAMA Ihssen**

**LEKRINE Douaa**

**BOUMAIZA Ikhlassa**

Année Universitaire 2022/2023.

Session : juin



# Table de matière

## Chapitre I : Synthèse bibliographique

Introduction générale .....	1
I.1 Introduction.....	4
I.2 La pollution de l'eau .....	4
I.2.1 Définitions .....	4
I.2.2 Type de pollution de l'eau.....	5
➤ Pollution physique .....	5
➤ Pollution chimique.....	5
➤ Pollutions Microbiologique.....	5
I.2.3 Impacts de la pollution des eaux .....	5
I.3 LES COLORANTS.....	5
I.3.1 Définition .....	6
I.3.2 Classification des colorants .....	7
I.3.3 Impact des colorants sur l'environnement et la santé.....	10
❖ Sur l'environnement .....	10
❖ Sur la santé.....	11
I.4 Les procédés de traitements des eaux colorés.....	11
I.4.1 Procédé biologique .....	11
I.4.2 Procédé physique.....	11
I.4.3 Procédé chimique .....	12
I.5 Procèdes d'oxydation avancée (POA).....	12
I.6 Les oxydants réactive .....	13
I.6.1 Le radical hydroxyle.....	13
I.6.2 Espèces réactives chlorées (ERC) .....	14
I.7 Classification des procédés d'oxydation avancés .....	15
a. Procédés d'oxydation en phase homogène.....	15
b. Photolyse homogène.....	15
c. Photocatalyse hétérogène.....	16
d. Radiolyse .....	16
e. Procédés électrochimiques d'oxydation .....	16
f. Sonochimie .....	16
I.8 Les méthodes d'activation de periodate.....	16
❖ Les méthodes homogènes .....	17
❖ Les méthodes hétérogènes .....	17
I.9 Procédé Chlore/Fe <sub>2</sub> .....	17
Références.....	19

## Chapitre II : Matériels et Méthodes

II.1 Introduction.....	22
II.2 Produits.....	22
II.3 Matériels.....	22
II.3.1 Le réacteur continue (CSTR : Continous Stirred Tank Reactor).....	24
II.4 Préparations des solutions.....	26
II.5 Mode opératoire.....	27
II.6 Méthodes d'analyse.....	27
II.6.1 La spectrophotométrie.....	28
• L'absorbance.....	29
• La Loi de Ber-Lambert.....	29
• Spectre d'absorption.....	29
• Courbe d'étalonnage.....	30
Références.....	31

### Chapitre III : Dégradation du colorant azoïque Vert Cibacron H3G en solutions aqueuse par le procédés Fe (II)/chlore dans CSTR

III.1. Introduction.....	32
III.2. Résultats et discussion.....	33
III.2.1 Étalonnage des pompes :.....	33
III.2.2 Spectres d'absorption de VC-H3G.....	35
III.2.3 Effet de la concentration initiale de Fe (II).....	35
1. Influence du débit de chlore.....	37
2. Influence de la concentration de Fe (II).....	37
3. Interaction entre la concentration de Fe (II) et le débit de chlore.....	37
III.2.4. Effet de la concentration initiale de la VC-H3G.....	37
III.2.5. Effet de la température du liquide.....	38
III.2.6. Effet du pH.....	39
III.2.7. Effet des matrices naturelles.....	41
III.2.8. Piégeage des radicaux libres.....	43
III.3. Conclusion.....	44
Références.....	46

### Chapitre IV : La dégradation du colorant azoïque Vert Cibacron H3G en solutions aqueuse par le procédés Fe(II)/PI dans CSTR

IV.1 Introduction.....	48
------------------------	----

IV.2 Résultats et discussion .....	49
IV.2.1 Spectres d'absorption de VC-H3G.....	49
IV.2.2 Effet de la concentration initiale de Fe (II) .....	50
IV.2.3 Effet de la concentration initiale de la VC-H3G.....	50
IV.2.4 Effet de la température du liquide.....	51
IV.2.5 Effet du pH.....	52
IV.2.6 Effet des matrices naturelles .....	53
IV.2.7 Teste avec d'autres colorants .....	54
Conclusions .....	55
Références .....	57
Conclusion générale .....	58

## Résumé

Dans cette étude, nous avons évalué l'efficacité des procédés Fe(II)/Chlore et Fe(II)/Périodate dans un réacteur continu parfaitement agité (CSTR) pour la dégradation des colorants synthétiques persistants. Les résultats ont montré que les deux procédés étaient très efficaces pour la destruction des colorants, offrant ainsi des perspectives prometteuses pour la dépollution des eaux contaminées par des colorants persistants.

Dans le procédé Fe(II)/Chlore, l'ajout de Fe(II) en présence de chlore a favorisé la formation de d'espèces réactives de chlore,  $\text{ClO}\cdot$  et  $\text{Cl}_2\cdot^-$ , qui ont joué un rôle crucial dans la dégradation du colorant. Ces espèces chimiques hautement réactives ont été capables de rompre les liaisons azoïques du colorant, entraînant ainsi sa dégradation complète.

Dans le procédé Fe(II)/Périodate, la formation d'espèces iodées telles que  $\text{IO}_3\cdot$ , ainsi que d'espèces réactives oxygénées telles que  $\cdot\text{OH}$ , ont été responsables de la dégradation des colorants. Ces espèces chimiques ont agi en tant qu'oxydants puissants, attaquant les liaisons azoïques du colorant et conduisant à sa décomposition.

Les deux procédés ont montré leur efficacité dans différentes conditions opératoires, notamment en ajustant la concentration initiale de Fe(II), le pH et la température. De plus, les études ont également révélé que les deux procédés étaient efficaces pour la dégradation de divers types de colorants, soulignant leur polyvalence et leur applicabilité à différents composés azoïques persistants.

En conclusion, les procédés Fe(II)/Chlore et Fe(II)/Périodate se sont avérés être des options prometteuses pour la dégradation de colorants persistants en milieu aqueux. Ces procédés offrent des avantages potentiels en termes d'efficacité de dégradation, de polyvalence et de possibilité d'application à grande échelle dans le domaine de la dépollution des eaux contaminées par des colorants synthétiques.

**Mots clés :** Traitement des eaux, Procédés d'oxydation avancés (POA), Colorants synthétiques, Fer/chlore, dégradation

## Abstract

In this study, we evaluated the effectiveness of the Fe(II)/Chlorine and Fe(II)/Periodate processes in a continuously stirred tank reactor (CSTR) for the degradation of persistent synthetic dyes. The results showed that both processes were highly effective in the destruction of the dyes, offering promising prospects for the remediation of water contaminated with persistent dyes.

In the Fe(II)/Chlorine process, the addition of Fe(II) in the presence of chlorine facilitated the formation of reactive chlorine species, such as  $\text{ClO}^\bullet$  and  $\text{Cl}_2^\bullet$ , which played a crucial role in the degradation of the dyes. These highly reactive chemical species were capable of breaking the azo bonds of the dyes, leading to their complete degradation.

In the Fe(II)/Periodate process, the formation of iodine species such as  $\text{IO}_3^\bullet$ , along with reactive oxygen species (ROS) such as  $^\bullet\text{OH}$ , were responsible for the degradation of the dyes. These chemical species acted as powerful oxidants, attacking the azo bonds of the dyes and resulting in their decomposition.

Both processes demonstrated their effectiveness under different operating conditions, including adjustments in the initial concentration of Fe(II), pH, and temperature. Furthermore, the studies also revealed that both processes were effective in the degradation of various types of dyes, highlighting their versatility and applicability to different persistent azo compounds.

In conclusion, the Fe(II)/Chlorine and Fe(II)/Periodate processes have proven to be promising options for the degradation of persistent dyes in aqueous environments. These processes offer potential advantages in terms of degradation efficiency, versatility, and scalability for large-scale applications in the field of remediation of water contaminated with synthetic dyes.

**Keywords:** Water treatment, Advanced oxidation processes (AOPs), Synthetic dyes, Iron/chlorine, degradation

## ملخص

في هذه الدراسة ، قمنا بتقييم كفاءة عمليات الحديد الثنائي/ الكلور والحديد الثنائي / البيريودات في (CSTR) لتحلل الأصباغ الاصطناعية الثابتة. أظهرت النتائج أن العمليتين كانتا فعاليتين للغاية في تدمير الأصباغ ، مما يوفر آفاقاً واعدة لعلاج المياه الملوثة بالأصباغ الثابتة.

في عملية الحديد الثنائي / الكلور ، أدت إضافة الحديد الثنائي في وجود الكلور إلى تكوين أنواع الكلور التفاعلي ،  $\text{ClO} \cdot$  و  $\text{Cl}_2 \cdot -$  ، والتي لعبت دوراً حاسماً في تحلل الصبغة. كانت هذه الأنواع الكيميائية شديدة التفاعل قادرة على كسر روابط الأزو للصبغة ، مما تسبب في تدهورها الكامل.

في عملية الحديد الثنائي / البيريودات ، كان تكوين أنواع اليود مثل  $\text{IO}_3 \cdot$  ، وكذلك أنواع الأكسجين التفاعلية مثل  $\text{OH} \cdot$  ، هي المسؤولة عن تدهور الأصباغ. كانت هذه الأنواع الكيميائية بمثابة مؤكسدة قوية ، حيث تهاجم روابط الأزو للصبغة وتؤدي إلى تحللها.

أظهرت كلتا الطريقتين فعاليتها في ظل ظروف تشغيل مختلفة ، لا سيما عن طريق ضبط التركيز الأولي للحديد الثنائي ، ودرجة الحموضة ودرجة الحرارة. علاوة على ذلك ، كشفت الدراسات أيضاً أن كلا العمليتين كانتا فعاليتين في تدهور أنواع مختلفة من الأصباغ ، مما يسلب الضوء على تنوعها وقابليتها للتطبيق على الاصباغ الثابتة المختلفة.

في الختام ، أثبتت عمليات الحديد الثنائي/ الكلور الحديد الثنائي / البيريودات أنها خيارات واعدة لتحلل الأصباغ الثابتة في الوسائط المائية. توفر هذه العمليات مزايا محتملة من حيث كفاءة التحلل وتعدد الاستخدامات وإمكانية التطبيق على نطاق واسع في مجال معالجة المياه الملوثة بالأصباغ الاصطناعية.