



جامعة صالح بونيدر  
قسنطينة 3  
**Université**  
**Salah Bounider**  
**Constantine 3**

UNIVERSITE DE CONSTANTINE 3

FACULTE DE GENIE DES PROCEDES  
DEPARTEMENT DE GENIE CHIMIQUE

N° d'ordre :

Série :

### Mémoire de Master

Filière : **Génie des Procédés**

Spécialité : **Génie Chimique**

### Thème

**Contribution à l'étude du mécanisme d'action du système  
Fe(II)/chlore envers l'oxydation des polluants organiques  
persistants en solutions aqueuses**

Dirigé par :

**Slimane MEROUANI**

Grade: **Professeur**

Présenté par :

**Hamai Seif eddine**

**Bouchemel Alaa eddine**

**Année Universitaire 2021/2022**

Session juin

# Sommaire

**Remerciement**

**Dédicaces**

**Liste des abréviations**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

INTRODUCTION GENERALE..... 1

    Référence ..... 3

## **CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE**

I.1 Introduction..... 4

I.2 Pollution..... 4

I.3 Type de pollution ..... 4

    I.3.1 Pollution de l'air ..... 4

    I.3.2 Pollution de sole ..... 4

    I.3.3 Pollution d'eau ..... 5

I.4 Les type de pollution d'eau..... 6

    I.4.1 La pollution chimique ..... 6

    I.4.2 La pollution organique ..... 6

I.5 Eaux usées..... 6

I.6 Impact sur l'environnement et la santé humaine ..... 7

I.7 Etapes de traitement des eaux usées industrielles..... 8

    I.7.1 Les traitements physiques et chimiques ..... 8

    I.7.2 Les traitements biologiques..... 8

I.8 Les colorants ..... 9

    I.8.1 Généralités..... 9

    I.8.2 Les colorants synthétiques ..... 9

    I.8.3 Historique..... 9

|   |    |
|---|----|
| I.8.4 Structure chimique des colorants .....                      | 10 |
| I.8.5 Classification des colorants .....                          | 11 |
| I.8.6 Toxicité des colorants.....                                 | 13 |
| I.9 Les procédés oxydation avancée (POA) .....                    | 13 |
| I.9.1 Avantages et inconvénients des POA.....                     | 14 |
| I.9.2 Réactivité des radicaux hydroxyles .....                    | 15 |
| I.9.3 Les catégories de POA .....                                 | 16 |
| I.9.3.1 Procédés d'ozonation .....                                | 17 |
| I.9.3.2 Les Procédés d'oxydation avancés Homogènes.....           | 18 |
| I.9.3.2.1 Génération des radicaux OH• par voie chimiques.....     | 18 |
| I.9.3.3 Génération des radicaux HO• par voies photochimiques..... | 19 |
| I.9.4 Les Procédés d'oxydation avancés hétérogènes.....           | 19 |
| I.9.5 Les procédés électrochimiques d'oxydation avancée .....     | 19 |
| Référence .....   | 20 |

## **CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES**

|   |    |
|---|----|
| II.1 Introduction .....                             | 24 |
| II.2 Méthode d'analyse .....                        | 24 |
| II.2.1 Spectroscopie UV – Visible.....              | 24 |
| II.3 Protocoles expérimentaux.....                  | 26 |
| II.3.1 Produits chimiques utilisés .....            | 26 |
| II.3.2 Matériel utilisé .....                       | 27 |
| II.3.3 Préparation des solutions .....              | 28 |
| II.3.4 Mesure du pH.....                            | 28 |
| II.4 Le montage expérimental .....                  | 29 |
| II.5 Etude de spectre de colorant (VB).....         | 29 |
| II.5.1 Spectre UV visible du VB.....                | 29 |
| II.5.2 Établissement de la courbe d'étalonnage..... | 30 |

|                          |    |
|--------------------------|----|
| II.6 Mode Opérateur..... | 31 |
| Référence .....          | 32 |

### **CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION**

|   |    |
|---|----|
| III.1 Introduction .....  | 33 |
| III.2. PARTIE I: DEGRADATION DU VC-H3G PAR PROCEDES FE(II)/CHLORE ...                 | 35 |
| III.2.1 Test préliminaire .....   | 35 |
| III.2.2 Effet du pH .....   | 36 |
| III.2.3 Effet de la concentration initiale de chlore .....                            | 37 |
| III.2.4 Effet de la concentration initiale de Fe(II).....                             | 38 |
| III.2.5 Effet de la concentration initiale de colorant VB .....                       | 39 |
| III.2.6 Effet de la température du liquide et des gaz de saturation .....             | 40 |
| III.2.7 Effet des sels .....  | 41 |
| III.2.8 Piégeage des radicaux libres.....   | 43 |
| III.3 Partie II: Mécanisme d'oxydation du colorant par le système Fe(II)/chlore ..... | 43 |
| III.3.1 Effet d'hydroxylamine (HA) sur l'efficacité du procédé .....                  | 43 |
| III.3.2 Dégradation de VB par système Fe(II)/Chlore/UV .....                          | 44 |
| III.3.3 Effet de Fe(III) sur la dégradation de VB .....                               | 45 |
| Conclusion.....   | 46 |
| Reference .....   | 47 |
| CONCLUSION GENERAL .....  | 49 |
| Résumé  |    |

## Résume :

Parmi les procédés qui permettent de réduire la toxicité des effluents, tels que les colorants, on trouve le procédé Fe(II)/chlore. Il produit in situ des entités chlorées très réactives comme  $Cl\bullet$ ,  $ClO\bullet$  et  $Cl_2\bullet$  et des radicaux hydroxyles  $HO\bullet$ . Le système Fe(II)/Chlore peut également produire du Fer(IV). Le Fe(IV) s'est imposé comme un composé polyvalent pour traiter l'eau et les eaux usées (matière organique). D'après les données de la littérature, il est remarqué que le mécanisme d'oxydation des polluants organiques par le système Fe(II)/chlore n'est bien établi. Cette étude présente une contribution à l'étude du mécanisme d'oxydation des polluants organiques par le procédé Fe(II)/chlore. Le polluant modèle choisi est le Vert cibacron H3G, qui est un colorant textile très persistant. La performance de ce procédé est évaluée pour différentes conditions opératoires, divers additifs organiques et minéraux et matrices naturelles. Une étude du mécanisme réactionnel a été faite en utilisant 03 techniques: l'ajout de HA et Fe(III) et utilisation des UV. En analysant l'ensemble de résultats obtenus, on peut confirmer que le mécanisme d'action du système Fe(II)/chlore est basé sur la production in situ de Fe(IV) comme l'espèce active majeure employée dans la dégradation du colorant.

**Mots clés:** Colorants textiles; POA; Fer(II)/chlore; radicaux libres; Ferrate (Fe(IV)); Oxydation

Among the processes which make it possible to reduce the toxicity of effluents, such as dyes, there is the Fe(II)/chlorine process. It produces in situ very reactive chlorinated entities such as  $Cl\bullet$ ,  $ClO\bullet$  and  $Cl_2\bullet$  and hydroxyl radicals  $HO\bullet$ . The Iron(II)/Chlorine system can also produce Iron(IV). Fe(IV) has established itself as a versatile compound for treating water and wastewater (organic matter). According to the literature data, it is noticed that the mechanism of oxidation of the organic pollutants by the system Fe (II) / chlorine is not well established. This study presents a contribution to the study of the oxidation mechanism of organic pollutants by the Fe(II)/chlorine process. The pollutant model chosen is Cibacron Green H3G, which is a very persistent textile dye. The performance of this process is evaluated for different operating conditions, various organic and mineral additives and natural matrices. A study of the reaction mechanism was made using 03 techniques: the addition of HA and Fe(III) and the use of UV. By analyzing the set of results obtained, we can confirm that the mechanism of action of the Fe(II)/chlorine system is based on the in situ production of Fe(IV) as the major active species used in the degradation of the dye. .

**Keywords:** Textile Dyes; POA; Iron(II)/chlorine; free radicals; Ferrate (Fe(IV)); Oxidation

من بين العمليات التي تجعل من الممكن تقليل سمية النفايات السائلة ، مثل الأصباغ ، هناك عملية الحديد (II) / الكلور . وهي تنتج كيانات كلور شديدة التفاعل في مثل  $Cl\bullet$  و  $ClO\bullet$  و  $Cl_2\bullet$  وجذور الهيدروكسيل  $HO\bullet$  . يمكن لنظام الحديد (II) / الكلور أيضًا إنتاج الحديد (IV) . أثبت Fe (IV) نفسه كمركب متعدد الاستخدامات لمعالجة المياه ومياه الصرف . وفقًا لبيانات الموجودة ، يُلاحظ أن آلية أكسدة الملوثات العضوية بواسطة نظام Fe (II) / الكلور غير مثبتة جيدًا . تقدم هذه الدراسة مساهمة في دراسة آلية أكسدة الملوثات العضوية بواسطة عملية Fe (II) / الكلور . تم اختيار Cibacron Green H3G كنموذج ، وهي صبغة نسيج شديدة الثبات . تم تقييم أداء هذه العملية بظروف تشغيل مختلفة ، والإضافات العضوية والمعدنية المختلفة والمصفوفات الطبيعية . تمت دراسة آلية التفاعل باستخدام ثلاث تقنيات : إضافة HA و Fe (III) واستخدام الأشعة فوق البنفسجية . من خلال تحليل مجموعة النتائج التي تم الحصول عليها ، يمكننا أن نؤكد أن آلية عمل نظام Fe (II) / الكلور تعتمد على إنتاج الحديد (IV) باعتباره انشط عنصر في تحلل الملون .

**كلمات مفتاحية:** أصباغ نسيج؛ الحديد / (II) الكلور ؛ الشوارد الحرة؛ Ferrate (Fe (IV)) ؛ أكسدة