

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



FACULTE DE GENIE DES PROCEDES
DEPARTEMENT DE GENIE PHARMACEUTIQUE

N° d'ordre :

Série :

Mémoire de Master

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie pharmaceutique

Thème

**Etude de l'adsorption d'un colorant pharmaceutique le Carmin par le
semi-conducteur TiO_2 et l'étude de l'oxydation par les ions $S_2O_8^{2-}$**

Dirigé par :

Dr. BEKKOUCHE SALIM

Grade : MCA

Présenté par :

MOKHNACHE ABIR

LAKHAL KHADIDJA

HADDAD NOUSSEIBA

Année Universitaire : 2020/2021

Session : Juillet 2021

Sommaire

Liste des Abréviations et symboles.

Liste des Tableaux.

Liste des Figures.

Introduction générale..... 1

Chapitre I : Etude bibliographique

I.1 Historique..... 3

I.2 Généralités sur les colorants..... 3

I.3 Classification des colorants..... 3

I.3.1 Colorants naturels.....3

I.3.2 Colorants synthétiques..... 4

I.3.2.1 Classification chimique.....4

I.3.2.2 Classification tinctorial 5

I.4. Toxicité des colorants7

I.4.1. Toxicité sur la santé humaine..... 7

I.4.2. Toxicité sur l'environnement..... 8

I.5 Procédés de traitement des colorants..... 8

I.6 Adsorption.....9

I.6.1 Définition..... 9

I.6.2 Types d'adsorption..... 9

I.6.2.1 Adsorption physique (Physisorption)..... 10

I.6.2.2 Adsorption chimique (Chimisorption)..... 10

I.6.3 Facteurs influencent d'adsorption..... 11

I.6.4 Mécanisme d'adsorption..... 12

I.6.5 Domaine d'application de l'adsorption..... 12

I.6.6 Capacité d'adsorption 13

| | |
|---|----|
| I.6.7 Cinétique d'adsorption..... | 13 |
| I.6.8 Isothermes d'adsorption..... | 13 |
| <i>I.7 Procédés d'oxydation avancée</i> | 15 |
| I.7.1 Principe de POA..... | 15 |
| I.7.2 Principaux procédés d'oxydation avancée..... | 16 |
| I.7.3 Oxydation par les persulfates..... | 16 |
| I.7.3.1 Persulfate de sodium..... | 16 |
| I.7.3.2 Espèce réactive..... | 17 |
| I.7.3.3 Généralité des radicaux sulfate..... | 17 |
| <i>I.8 Conclusion</i> | 18 |
| <i>Chapitre II : Matériels et méthodes</i> | |
| <i>II.1 Introduction</i> | 19 |
| <i>II.2 Produits chimiques</i> | 19 |
| II.2.1 Colorant Carmin de cochenille (E120)..... | 19 |
| II.2.2 Structure chimique..... | 20 |
| II.2.3 Propriétés physico-chimiques..... | 20 |
| II.2.4 Dioxyde de titane (TiO ₂)..... | 21 |
| II.2.5 Caractéristiques de l'oxyde de titane..... | 23 |
| II.2.6 Les applications de TiO ₂ | 23 |
| II.2.7 Avantages de l'application de TiO ₂ comme catalyseur..... | 24 |
| II.2.8 Persulfate de sodium Na ₂ S ₂ O ₈ | 24 |
| II.2.9 Propriétés physiques et chimiques de persulfate de sodium..... | 25 |
| II.2.10 Avantages et désavantages du persulfate de sodium..... | 26 |
| <i>II.3 Matériel expérimental</i> | 26 |
| II.3.1 Réacteur à double enveloppe..... | 26 |
| II.3.2 pH mètre..... | 27 |

| | |
|--|----|
| II.3.3 Spectrophotomètre UV-Visible..... | 28 |
| II.3.4 Spectrophotométrie UV-Visible..... | 29 |
| II.4 Procédure expérimentale | 29 |
| II.4.1 Etude spectrale du colorant Carmin..... | 30 |
| II.4.2 Courbe d'étalonnage | 30 |

Résultats et discussions

Chapitre III : Adsorption de Carmin sur TiO₂

| | |
|--|----|
| III.1 Introduction | 32 |
| III.2 Influence de quelques paramètres physico-chimiques sur l'adsorption | 32 |
| III.2.1 Etude de l'équilibre d'adsorption..... | 32 |
| III.2.2 Etude de la masse de l'adsorbant TiO ₂ | 33 |
| III.2.3 Effet du pH sur l'adsorption du Carmin | 34 |
| III.2.4 Effet de la température sur l'adsorption du Carmin..... | 36 |
| III.2.5 Effet de la concentration initiale du Carmin | 37 |
| III.3 Cinétique d'adsorption | 37 |
| III.3.1 Modèle de pseudo-premier ordre (Modèle de Lagergren)..... | 38 |
| III.3.2 Modèle du pseudo-second ordre..... | 40 |
| III.4 Isotherme d'adsorption..... | 42 |
| III.4.1 Modélisation des isothermes d'adsorption..... | 42 |
| III.5 Conclusion | 50 |

Chapitre IV : Oxydation de Carmin par persulfate activé par température

| | |
|--|----|
| IV.1 Introduction | 52 |
| IV.2 Etude cinétique de la dégradation de Carmin | 52 |
| IV.2.1 Effet de la concentration initiale du persulfate de sodium et de température..... | 52 |

| | |
|---|----|
| IV.2.2 Effet de la concentration initiale du colorant | 54 |
| IV.2.3 Ordre cinétique de la dégradation photocatalytique du colorant..... | 54 |
| IV.2.4 Vitesse initiale de la dégradation de Carmin..... | 56 |
| IV.2.5 Effet de pH..... | 58 |
| IV.2.6 Effet de la masse de TiO ₂ sur la dégradation du Carmin par persulfate..... | 59 |
| <i>IV.3 Conclusion</i> | 60 |
| <i>Conclusion générale</i> | 62 |
| Références bibliographiques | |

Résumé :

La pollution de l'environnement est l'un des défis majeurs auxquels l'humanité est confrontée aujourd'hui. Les colorants constituent un facteur majeur de cette pollution qui engendre sa dégradation et la disparition de la vie des faunes et flore. L'adsorption et L'oxydation avancée POA font partie des solutions pour traiter ces problèmes.

L'objectif de cette étude porte à première part la valorisation du semi-conducteur TiO_2 et son application dans l'adsorption de colorant Rouge carmin contenu dans l'eau, et d'autre part sur la valorisation du l'oxydant persulfate et son activation par des procédés d'oxydation avancée POA pour la dégradation en milieu aqueux des molécules organiques et inorganiques toxiques récalcitrant aux méthodes classique.

Les essais d'adsorption du carmin ont été réalisés dans une suspension aqueuse de TiO_2 qui permet de constater que la capacité d'adsorption est influencée par divers paramètres liés au milieu et à l'adsorbant. La mesure de la quantité du carmin adsorbée est effectuée par spectrophotométrie UV-Visible. L'étude a montré également qu'il est avantageux d'opérer à température ambiante, à des pH basiques et une concentration de TiO_2 égale à 1 g/l.

Le modèle cinétique de l'adsorption de colorant étudié montre que le mécanisme d'adsorption sur le catalyseur choisis est décrit par une cinétique du pseudo-second-ordre de Blanchard, c'est le plus mieux par rapport au modèle de pseudo première ordre de Lagergren.

L'étude de l'isotherme à deux paramètres a été testée pour modéliser les équilibres d'adsorption expérimentaux. La valeur de R_L obtenue à partir du modèle de Langmuir indique que l'adsorption est favorable ainsi que la valeur de $1/n$ obtenue à partir du modèle Freundlich indique une meilleure adsorption. Le modèle de Freundlich décrit bien le processus de l'adsorption du carmin sur le photocatalyseur TiO_2 , et pour l'ordre de l'applicabilité des modèles est le suivant : Freundlich > Temkin > Langmuir > Elovich > Dubinin-Radushkevich > kiselev.

L'efficacité de la dégradation de ce colorant dépend fortement des conditions opératoires, d'où la vitesse de dégradation de carmin augmente avec proportionnellement avec la concentration initiale du persulfate qu'elle a un optimum égal à 2 g/l, et aussi augmente avec l'augmentation de la concentration initiale du carmin. Cette dégradation est favorable dans un milieu basique et à température 40°C .

Mots clé : adsorption, oxydation avancée POA, carmin, TiO_2 , persulfate.