

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE 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**

**Evaluation des performances d'un nouveau  
charbon actif magnétique pour l'élimination des  
colorants (Rhodamine B et Rose Bengale) de  
l'eau par adsorption**

**Dirigé par :**

Dr. BOUSBA Salim

**Présenté par :**

BAROUR Hanane

BELGHIT Marwa

BELKHALFA Besma

**2022/2023**

# Sommaire

Dédicace

Remerciement

Sommaire

Liste des figures.....I

Liste des tableaux.....IV

Liste des abréviations

Nomenclature

Introduction générale.....1

## Chapitre 01 : La recherche bibliographique

<u>1.1</u>	<u>Introduction</u> .....	4
<u>1.2</u>	<u>L'adsorption</u> .....	4
<u>1.2.1</u>	<u>Définition</u> .....	4
<u>1.2.2</u>	<u>Nature de l'adsorption</u> .....	5
a.	<u>Physisorption</u> .....	5
b.	<u>Chimisorption</u> .....	6
<u>1.2.3</u>	<u>Facteurs influençant l'équilibre d'adsorption</u> .....	7
<u>1.3</u>	<u>Charbon actif</u> .....	7
<u>1.3.1</u>	<u>Introduction</u> .....	7
<u>1.3.2</u>	<u>Définition</u> .....	8
<u>1.3.3</u>	<u>Différentes formes du charbon actif</u> .....	9
<u>1.3.4</u>	<u>Procédés de fabrication du charbon actif</u> .....	10
a.	<u>Pyrolyse</u> .....	10
b.	<u>Activation</u> .....	11
<u>1.4</u>	<u>Adsorbants magnétiques</u> .....	12
<u>1.4.1</u>	<u>Les méthodes de préparation des adsorbants magnétiques</u> .....	12
a.	<u>La méthode de prétraitement</u> .....	13
b.	<u>La méthode de post traitement</u> .....	13
c.	<u>Méthode hydrothermale</u> .....	13
d.	<u>Méthode de micro-onde</u> .....	14
<u>1.5</u>	<u>Procédés de régénération</u> .....	15
<u>1.6</u>	<u>Les colorants</u> .....	17
<u>1.6.1</u>	<u>Introduction</u> .....	17
<u>1.6.2</u>	<u>Classification des colorants</u> .....	18

1.6.2.1	<u>Classification selon l'origine</u> .....	18
1.6.2.2	<u>Classification selon la structure chimique</u> .....	18
1.6.2.3	<u>Classification tinctoriale</u> .....	20
1.6.3	<u>Présentation des colorants étudiés</u> .....	22
1.6.3.1	<u>La Rhodamine B</u> .....	22
1.6.3.2	<u>Toxicité</u> .....	23
1.6.3.3	<u>Le Rose Bengale</u> .....	23

## **Chapitre 02 : Matériels et méthodes**

2.1	<u>Introduction</u> .....	25
2.2	<u>Les produits chimiques utilisés</u> .....	25
2.3	<u>Caractéristiques physico-chimiques des produits utilisés</u> .....	25
2.4	<u>Matériels et appareillages</u> .....	26
2.4.1	<u>Matériels</u> .....	26
2.4.2	<u>Appareillages</u> .....	27
2.5	<u>Adsorbats et adsorbants</u> .....	31
2.5.1	<u>Préparation des adsorbants</u> .....	32
a.	<u>1<sup>er</sup> adsorbant : Charbon actif magnétisé CAM</u> .....	32
b.	<u>2<sup>ème</sup> adsorbant : Charbon actif conventionnel CAC</u> .....	34
2.5.2	<u>Préparation des adsorbats</u> .....	36
a.	<u>Rhodamine B</u> .....	36
b.	<u>Rose Bengale</u> .....	39
2.6	<u>Rendement et la capacité d'adsorption</u> .....	42
2.7	<u>Test préliminaires d'adsorption de Rhodamine B et Rose Bengale</u> .....	43
2.8	<u>Méthodes de caractérisation de charbon actif</u> .....	43
2.8.1	<u>Analyse globale</u> .....	44
2.8.2	<u>Mesure de pH au point zéro charge (pH<sub>pzc</sub>)</u> .....	45
2.9	<u>Etude de l'adsorption de Rhodamine B et Rose Bengale</u> .....	46
2.9.1	<u>Détermination de la dose optimale</u> .....	46
2.9.2	<u>Effet de pH</u> .....	47
2.9.3	<u>Effet de concentration</u> .....	47
2.9.4	<u>Isothermes d'adsorption</u> .....	47
2.9.5	<u>Effet de température</u> .....	48
2.9.6	<u>Effet des sels</u> .....	49
2.10	<u>Régénération chimique par éthanol</u> .....	50

## **Chapitre 03 : Résultats et discussions**

3.1	<u>Introduction</u> .....	53
3.2	<u>Résultats des essais préliminaires des adsorbants</u> .....	53
3.3	<u>Confirmation de l'effet magnétique</u> .....	54

3.4	<u>Caractérisation physico-chimique des adsorbants</u> .....	54
3.4.1	<u>Analyse globale</u> .....	54
3.4.2	<u>Détermination du point de charge nulle (pHpzc)</u> .....	58
3.5	<u>Test d'adsorption de « RhB » et « RB »</u> .....	59
3.5.1	<u>Détermination de la dose optimale</u> .....	59
3.5.2	<u>Effet de la concentration initiale</u> .....	61
3.5.3	<u>Effet de pH</u> .....	62
3.5.4	<u>Effet de la température</u> .....	65
3.5.5	<u>Isotherme d'adsorption</u> .....	66
a.	<u>Modèle de Langmuir</u> .....	66
b.	<u>Modèle de Freundlich</u> .....	67
3.5.6	<u>Etude cinétique de l'adsorption</u> .....	69
a.	<u>Modèle de la cinétique du pseudo 1<sup>er</sup> ordre : modèle de Lagergren</u> .....	69
b.	<u>Modèle de la cinétique du pseudo 2<sup>er</sup> ordre : modèle de Blanchard</u> .....	70
3.5.7	<u>Effet de NaCl et AlCl<sub>3</sub></u> .....	72
3.6	<u>Régénération de CAM</u> .....	74
3.6.1	<u>Régénération chimique par l'éthanol</u> .....	74
	<b><u>Conclusion générale</u></b> .....	<b>76</b>

## Résumé

## Abstract

## ملخص

## Résumé :

L'objectif de ce travail est d'étudier les performances d'un charbon actif magnétique synthétisé par une méthode modifiée en une seule étape à partir d'une biomasse locale activée chimiquement avec l'agent ( $ZnCl_2$ ) et magnétisée par  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ . Le charbon actif magnétique est utilisé comme adsorbant pour l'élimination des colorants toxiques "Rhodamine B" et "Rose Bengale". L'influence des différents paramètres tels que la température, le pH, la masse, la concentration initiale, les sels et le temps de contact a été étudiée. Les adsorbants ont été caractérisés par leur taux d'humidité, leur taux de cendres, leur taux de matière volatile et leur taux de carbone fixe. La cinétique de l'adsorption suit le modèle du pseudo-second ordre et le modèle de Langmuir décrit correctement les isothermes d'adsorption. Le processus de régénération chimique est satisfaisant et leur réutilisation peut atteindre quatre cycles. Cette recherche contribue à la compréhension des performances des charbons actifs magnétiques dans l'élimination des colorants toxiques et fournit des informations pour leur application potentielle dans le traitement des eaux usées.

**Mots clés:** Adsorption, charbon actif, magnétique, les colorants toxiques.

## Abstract:

This study focuses on the investigation of magnetic activated carbon synthesized via a modified one-step method using locally available biomass chemically activated with  $ZnCl_2$  and magnetized with  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ . The efficacy of this magnetic activated carbon as adsorbent for the removal of toxic dyes, namely Rhodamine B and Rose Bengal, was examined, while assessing the influence of various parameters including temperature, pH, mass, initial concentration, salts, and contact time. The adsorbents were characterized based on humidity rate, ash rate, volatile matter rate, and fixed carbon rate. The kinetics of the adsorption process followed the pseudo-second order model, and the adsorption isotherms were best described by the Langmuir model. Furthermore, satisfactory results were obtained in terms of the chemical regeneration process, with the potential for reusing the adsorbents for up to four cycles. This research contributes to the understanding of the performance of magnetic activated carbons in the removal of toxic dyes and provides insights for their potential application in wastewater treatment.

**Keywords:** Adsorption, magnetic, activated carbon, toxic dyes.

## ملخص

ان الهدف من هذا العمل هو دراسة أداء الكربون المنشط المغناطيسي، والذي تم تصنيعه بطريقة معدلة من خطوة واحدة من الكتلة الحيوية المحلية التي يتم تنشيطها كيميائياً بواسطة العامل  $ZnCl_2$  والمغنتجة بواسطة  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ .

الكربون المنشط المغناطيسي المستخدم كمنز لتخلص من الأصباغ السامة "رودامين ب" و "روز بنغال". ولقد تمت دراسة تأثير العوامل المختلفة مثل درجة الحرارة، ودرجة الحموضة، والكتلة، والتركيز الأولي، والأملاح ووقت التلامس. كما تميزت المواد الماصة بمعدل الرطوبة ومعدل الرماد ومعدل المادة المتطايرة ومعدل الكربون الثابت، والنمذجة الحركية تخضع لنموذج الدرجة الثانية الزائفة ويصف نموذج لانجموير بشكل صحيح متساوي الحرارة من الامتزاز. ان عملية التجديد الكيميائي مرضية ويمكن أن تصل إعادة استخدامها إلى أربع دورات.

**الكلمات المفتاحية:** الامتزاز، الكربون المنشط، المغناطيسية، الكتلة الحيوية، الأصباغ.