

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ SALAH BOUBNIDER, CONSTANTINE 03
FACULTÉ DE GÉNIE DES PROCÉDÉS
DÉPARTEMENT DE GÉNIE DE L'ENVIRONNEMENT

N° d'ordre :... ..

Série :... ..

Mémoire

PRÉSENTÉ POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER
EN GÉNIE DES PROCÉDÉS
OPTION : GÉNIE DES PROCÉDÉS DE L'ENVIRONNEMENT

**BIOSORPTION DU VERT DE MALACHITE ET
DE LA FUCHSINE BASIQUE SUR LES POMMES DE
CEDRE : ETUDE CINÉTIQUE ET ISOTHERMIQUE**

Présenté par :

Boudiaf Ouiem

Meniai Sara Imen

Mehira Souhaib Aymen

Dirigé par :

Dr. ZAMOUCHE Meriem

MCA

Année universitaire

2024-2025

Session : juin

Table des matières

Table des matières

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I : Étude bibliographique

I.1 Introduction	5
I.2 Les colorants.....	5
I.3 Les types des colorants	5
I.4 Classification des colorants	6
I.4.1 Classification chimique	6
I.4.2 Classification tinctoriale	6
I.5 Utilisation des colorants	7
I.6 Vert de Malachite	7
I.6.1 Définition.....	7
I.6.2 Propriétés physiques	8
I.7 Fuchsine.....	8
I.7.1 Définition.....	8
I.8 Toxicité des colorants	10
I.9 Adsorption	10
I.9.1 Définition de l'adsorption.....	10
I.9.2 Les types de l'adsorption.....	11
I.9.3 Mécanisme de l'adsorption.....	12
I.10 Facteurs influençant l'adsorption	13
I.10.1 Le pH	13
I.10.2 La température	13
I.10.3 La concentration	13
I.10.4 La polarité.....	13

Table des matières

I.10.5 La taille des pores	13
I.10.6 La surface spécifique	13
I.10.7 La nature de l'adsorbat	14
I.11 Définition de l'adsorbant	14
I.12 Pomme de cèdres	14
I.12.1 Définition.....	15
I.12.2 Caractéristique physique de l'adsorbant.....	15
I.12.3 Critères de sélection des adsorbant.....	16
I.13 Cinétique d'adsorption	16
I.14 La capacité d'adsorption.....	17
I.15 Les isothermes d'adsorption.....	17
I.15.1 Langmuir	18
I.15.2 Freundlich.....	19
I.15.3 Temkin	20
I.16 Cinétique d'adsorption	20
I.16.1 Modèle cinétique pseudo-premier ordre (modèle Lagergren).....	21
I.16.2 Modèle du cinétique pseudo-deuxième ordre.....	21
I.16.3 Modèle d'Elovich	22
I.16.4 Modèle de Boyd	22
I.16.5 Modèle d'intraparticulaire (Weber et Morris)	23
I.17 Étude thermodynamique.....	23
Références	25

Chapitre II : Matériels et méthodes

II.1 Introduction	31
II.2 Matériel et réactifs.....	31

Table des matières

II.2.1 Matériel et verriers	31
II.2.2 Réactifs.....	31
II.3 Préparation de l'adsorbant.....	32
II.5 Méthodologie expérimentale.....	32
II.5.1 Méthodes de calcul.....	32
II.5.2 Préparation des solutions.....	33
II.5.3 La méthode d'analyse.....	33
II.5.3.1 Analyse par spectrophotométrie UV visible.....	33
II.5.3.2 Principe de l'appareil	33
II.5.3.3 pH mètre	34
II.6 Détermination de la longueur d'onde maximale	35
II.7 Établissement de la courbe d'étalonnage	36
II.8 Méthode de l'adsorption.....	38
II.8.1 Processus d'adsorption.....	38
II.9 Optimisation des paramètres d'adsorption	39
Références.....	41

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1 Introduction.....	43
III.2 Effets des paramètres opératoires.....	43
III.2.1 L'effet de masse d'adsorbant.....	43
III.2.2 Effet de température.....	46
III.2.3 Effet de la vitesse d'agitation.....	48
III.2.4 Effet de la force ionique.....	50
III.2.5 Effet de pH	52
III.2.6 Effet de concentration	54

Table des matières

III.3 Modélisation des isothermes et cinétiques d'adsorption.....	57
III.3.1 Les isothermes d'adsorption	57
III.3.1.1 L'isotherme de Langmuir	59
III.3.1.2 Isotherme de Freundlich.....	61
III.3.1.3 Isotherme de Temkin.....	63
III.4 Modélisation des cinétiques d'adsorption	65
III.4.1 Modèle de pseudo-premier ordre	65
III.4.2 Modèle de pseudo-second ordre	67
III.4.3 Modèle d'intra particulier (weber et Morris)	70
III.4.4 Modèle de Boyd	73
III.4.5 Modèle d'Elovich.....	74
III.5 Étude thermodynamique	77
III.6 Conclusion	78
Références.....	80
Conclusion générale.....	84
Résumé.....	86

Résumé

Ce travail porte sur l'adsorption des colorants Vert de Malachite (VM) et Fuchsine Basique (FB) à partir de solutions aqueuses, en utilisant les pommes de cèdre (PC) comme adsorbant naturel, disponible et peu coûteux. Les expériences menées ont permis de déterminer les conditions optimales du procédé : une capacité d'adsorption maximale a été obtenue avec une masse d'adsorbant de 0.1 g, à 30 °C, une vitesse d'agitation de 300 tr/min et un pH optimal de 4.42 pour le VM et 4 pour la FB. La présence de sel (NaCl) n'a pas significativement influencé les performances du système.

La modélisation des isothermes d'adsorption a révélé un comportement de type L (Langmuir) pour les deux colorants, indiquant une forte affinité entre l'adsorbant et les colorants. Les données expérimentales d'équilibre sont mieux décrites par le modèle de Langmuir que par celui de Freundlich, tandis que le modèle de Temkin suggère un processus exothermique.

L'étude cinétique, basée sur les modèles d'Elovich, de pseudo-premier ordre et de pseudo-second ordre, a montré que le modèle de pseudo-second ordre est le plus adapté. Les modèles de Boyd et de Weber-Morris indiquent que la diffusion extraparticulaire est l'étape limitante principale, tandis que la diffusion intraparticulaire intervient sans être exclusive.

Enfin, l'étude thermodynamique a démontré que l'adsorption du VM et de la FB sur les pommes de cèdre est un processus physico-chimique, spontané et exothermique.

Mots clés : Adsorption, Cinétique, Fuchsine Basique, Isotherme, Modélisation, Pommes de cèdres, Vert de malachite.

Abstract

Abstract

This study focuses on the adsorption of Malachite Green (MG) and Basic Fuchsin (BF) dyes from aqueous solutions using cedar cone powder (CP) as a natural, readily available, and low-cost adsorbent. Experimental investigations enabled the determination of optimal process conditions: maximum adsorption capacity was achieved with an adsorbent mass of 0.1 g, at 30 °C, an agitation speed of 300 rpm, and an optimal pH of 4.42 for MG and 4 for BF. The presence of salt (NaCl) did not significantly affect the performance of the system.

Adsorption isotherm modeling revealed an L-type behavior (Langmuir model) for both dyes, indicating a strong affinity between the adsorbent and the dyes. The experimental equilibrium data were better described by the Langmuir model than by the Freundlich model, while the Temkin model suggested an exothermic process.

The kinetic study, based on the Elovich, pseudo-first-order, and pseudo-second-order models, showed that the pseudo-second-order model provided the best fit. The Boyd and Weber–Morris models indicated that external diffusion is the main rate-limiting step, although intraparticle diffusion also plays a role.

Finally, the thermodynamic study confirmed that the adsorption of MG and BF onto cedar cone powder is a physicochemical, spontaneous, and exothermic process.

Keywords: Adsorption, Kinetics, Basic Fuchsin, Isotherm, Modeling, Cedar cones, Malachite Green.