

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

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

ETUDE EXPERIMENTALE DE L'ELIMINATION DE DEUX
COLORANTS ANIONIQUES PAR LE CHARBON ACTIF
GRANULAIRE

Présenté par :

Lemmou Aya

Belmokre Malak

Ounous Mohamed

Dirigé par :

M^{me} KOLLI Mounira

Grade: MCB

Année universitaire

2022-2023

Session : juin

Sommaire		Page
Introduction générale		1
<i>Chapitre I</i>		
<i>Pollution de l'eau</i>		
<i>I.1.</i> Introduction		3
<i>I.2.</i> Définition de la pollution		3
<i>I.3.</i> Différents types de pollution environnementale		3
<i>I.4.</i> Pollution de l'eau		3
<i>I.5.</i> Principaux types de pollution des eaux		3
<i>I.5.1.</i> Pollution bactérienne		3
<i>I.5.2.</i> Pollution chimique		4
<i>I.5.3.</i> Pollution par les déchets aquatiques		4
<i>I.6.</i> Causes de la pollution de l'eau		4
<i>I.6.1.</i> Déchets industriels		4
<i>I.6.2.</i> Augmentation de la température		4
<i>I.6.3.</i> Pesticides utilisés dans l'agriculture		4
<i>I.6.4.</i> Déforestation		4
<i>I.6.5.</i> Déversements d'hydrocarbures		4
<i>I.7.</i> Effets de la pollution de l'eau		5
<i>I.7.1.</i> Effet de la pollution sur la santé		5
<i>I.7.2.</i> Effet de la pollution sur l'environnement		5
<i>I.8.</i> Polluants présents dans l'eau		5
<i>I.8.1.</i> Sels minéraux		6
<i>I.8.2.</i> Acides et les alcalins		6

I.8.3. Matières en suspension (MES)	6
I.8.4. Matières organiques (MO)	6
I.8.5. Matières inhibitrices (MI)	6
I.8.6. Déchets solides divers	7
I.8.7. Détergents synthétiques	7
I.8.8. Pollution thermique	7
I.8.9. Matières colorants	7
I.9. Pollution des eaux par les colorants	7
I.9.1. Effet des colorants sur les systèmes aquatiques	8
I.10. Industrie du tannage	8
I.10.1. Introduction	8
I.10.2. Description des procédés	9
<i>Chapitre II</i>	
<i>Généralité sur les colorants</i>	
II.1. Définition	10
II.2. Classification des colorants	10
II.2.1. Classification technologique	10
II.2.2. Classification technique	12
II.2.2.1. Colorants naturels	12
II.2.2.2. Colorants synthétiques	13
II.2.3. Classification chimique	13
II.2.3.1. Colorants azoïques	14
II.2.3.2. Colorants anthraquinoniques	14
II.2.3.3. Colorants triphénylméthanes	14
II.2.3.4. Colorants indigoïdes	15
II.2.3.5. Colorants xanthènes	15
II.2.3.6. Phtalocyanines	16
II.2.4. Classification tinctoriale	16
II.2.4.1. Colorants acides ou anioniques	16
II.2.4.2. Colorants basiques ou cationiques	16

II.2.4.3. Colorants développés ou azioques insolubles	16
II.2.4.4. Colorants de cuve	17
II.2.4.5. Colorants réactifs	17
II.2.4.6. Colorants directs	17
II.2.4.7. Colorants mordants	17
II.2.4.8. Colorants dispersés	17
II.3. Application des colorants	18
II.4. Aspect toxicologique	18
II.4.1. Toxicité sur la santé humaine	18
II.4.2. Toxicité sur les milieux aquatiques	19
II.5. Procédés de traitement des effluents chargés de colorants	19
II.5.1. Méthodes biologiques	19
II.5.1.1. Traitement aérobie	19
II.5.1.2. Traitement anaérobie	20
II.5.2. Méthodes chimiques	20
II.5.3. Méthodes physique	21
II.5.3.1. Coagulation / floculation	21
II.5.3.2. Techniques membranaires	21
II.5.3.3. Adsorption	22
Chapitre III Phénomène d'adsorption	
III.1. Introduction	23
III.2. Définition de l'adsorption	23
III.3. Types d'adsorption	24
III.3.1. Adsorption physique	24
III.3.2. Adsorption chimique (ou chimisorption)	24
III.4. Cinétique d'adsorption	25
III.4.1. Mécanismes d'adsorption	25
III.4.2. Modèles cinétiques	26
III.4.2.1. Modèle de pseudo-premier ordre (PS1)	26

III.4.2.2. Modèle de pseudo-second ordre (PS2)	27
III.4.2.3. Modèle d'Elovich	27
III.4.2.4. Modèle de diffusion intra-particulaire	28
III.4.2.5. Modèle de diffusion externe	28
III.5. Isothermes d'adsorption	29
III.5.1. Définition de l'isotherme d'adsorption	29
III.5.2. Classification des isothermes d'adsorption	29
III.5.3. Modèles des isothermes d'adsorption	31
III.5.3.1. Modèle de Freundlich	31
III.5.3.2. Modèle de Langmuir	31
III.5.3.3. Modèle de Temkin	32
III.5.3.4. Modèle d'Elovich	33
III.5.3.5. Modèle de Dubinin-Radushkevich (DR)	33
III.5.3.6. Modèle de Brunauer-Emmett-Teller (BET)	34
III.6. Facteurs influençant l'adsorption	34
III.6.1. Nature de l'adsorbant	34
III.6.2. Nature de l'adsorbat	34
III.6.3. pH du milieu	35
III.6.4. Température	35
III.6.5. Surface spécifique	35
III.6.6. Dimension des pores	36
III.7. Généralités sur les adsorbants	36
III.7.1. Charbon actif	36
III.7.2. Différentes formes du charbon actif	37
III.7.2.1. Charbon actif en poudre	37
III.7.2.2. Charbon actif granulé	38
<i>Chapitre IV</i>	
<i>Matériels et méthodes expérimentales</i>	
IV.1. Introduction	40
IV.2. Colorants	40

IV.2.1. Colorant noir Acide 210	40
IV.2.2. Colorant vert acide 20	41
IV.3. Adsorbant : le charbon actif	42
IV.3.1. Détermination du pH au point de charge zéro (pHpzc)	43
IV.4. Matériels utilisés	43
IV.5. Méthode d'analyse : spectrophotomètre UV-visible	44
IV.5.1. Loi de Beer-Lambert	45
IV.5.2. Spectre d'absorbance du colorant noir acide 210 en UV-Visible	46
IV.5.3. Spectre d'absorbance du colorant vert acide 20 en UV-Visible	46
IV.6. Courbe d'étalonnage	47
IV.7. Procédure expérimentale du processus d'adsorption des deux colorants	48
IV.7.1. Isothermes d'adsorption	48
IV.7.2. Paramètres étudiés	49
IV.7.2.1. Effet de la masse d'adsorbant	49
IV.7.2.2. Effet du pH de la solution	49
IV.7.2.3. Effet du temps de contact et de la concentration initiale	49
IV.7.2.4. Effet de la température du milieu	50
IV.8. Capacité d'adsorption à l'instant t	50
IV.9. Taux d'élimination du colorant à l'instant t	50
<i>Chapitre V</i> <i>Résultats et discussions</i>	
V.1. Introduction	51
V.2. Détermination du pH au point de charge zéro	51
V.3. Détermination des conditions optimales d'adsorption	52
V.3.1. Effet du rapport solide/liquide (r)	52
V.3.2. Effet du pH	53
V.3.3. Influence du temps de contact	55
V.3.4. Effet de la température	57
V.4. Modélisation de la cinétique d'adsorption	60
V.5. Isotherme d'adsorption	64

V.5.1. Détermination de l'isotherme d'adsorption des deux colorants	64
V.5.2. Modélisation des isothermes d'adsorption	66
V.5.2.1. Modèle de Freundlich	66
V.5.2.2. Modèle de Langmuir	67
V.5.2.3. Modèle de Temkin	69
V.5.2.4. Modèle d'Elovich	70
V.5.2.5. Modèle de Dubinin-Radushkevich	70
Conclusion générale	75

Résumé

Avec le développement continu du processus d'industrialisation de l'impression et de la teinture, de grandes quantités de colorants sont libérées dans l'environnement. Ces colorants sont des produits toxiques et exceptionnellement résistants à la dégradation. La présence de ces colorants dans les eaux usées présente une menace majeure pour l'environnement. Pour réduire les effets néfastes de ces polluants sur l'environnement et la santé humaine, plusieurs procédés de traitement des eaux usées sont mis en œuvre, en particulier le procédé d'adsorption.

Ce travail est réalisé dans le but d'étudier l'élimination de deux colorants anioniques, le noir acide 210 et le vert acide 20, par le charbon actif granulaire, CAG. Les résultats obtenus, montrent que l'élimination de ces deux colorants par adsorption est maximale à un pH très acide puis elle diminue avec l'augmentation du pH. L'élimination est aussi maximale à des températures faibles. La modélisation des isothermes d'adsorption des deux colorants montre que l'isotherme d'adsorption du noir acide 210 sur le CAG est décrite de manière satisfaisante par le modèle de *Langmuir type II* par contre l'isotherme d'adsorption du vert acide 20 sur le CAG est décrite par le modèle de *Dubin-Radushkevich*. La modélisation de la cinétique d'adsorption montre que le modèle de pseudo-second ordre, PS2, est celui qui décrit le mieux le processus d'adsorption des deux colorants sur CAG.

Mots clés: Traitement des eaux de tannage, Noir acide 210, Vert acide 20, adsorption, Charbon actif granulaire.

Abstract

With the continuous development of the process of industrialization of printing and dyeing, large amounts of dyes are released into the environment. These colorants are toxic and exceptionally resistant to degradation. The presence of these colorants in wastewater poses a major threat to the environment. To reduce the harmful effects of these pollutants on the environment and human health, several wastewater treatment processes are implemented, in particular the adsorption process.

This work is carried out with the aim of studying the elimination of two anionic dyes, 210 black acid and 20 green acid, by granular activated carbon, CAG. The results obtained show that the elimination of these two colorants by adsorption is maximum at a very acidic pH and then decreases with the increase of the pH. The elimination is also maximum at low temperatures. The modeling of the adsorption isotherms of the two colorants shows that the adsorption isotherm of black acid 210 on the CAG is satisfyingly described by the Langmuir type II model, whereas the green acid 20 isotherm on the CAG is described on the Dubinin-Radushkevich model. Adsorption kinetics modeling shows that the pseudo-second-order model, PS2, is the one that best describes the process of the two dyes absorption on CAG.

Keywords: Tanning Water Treatment, 210 Black Acid, Green Acid 20, Adsorption, Granular Activated Carbon.