

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER, CONSTANTINE 03
FACULTE DE GENIE DES PROCEDES
DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCEDES DE L'ENVIRONNEMENT

N° d'ordre :... ..

Série :... ..

Mémoire

PRESENTE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER
EN GENIE DES PROCEDES
OPTION : GENIE DES PROCEDE DE L'ENVIRONNEMENT

Utilisation de charbon actif en poudre dans un procédé d'adsorption du phénol en milieu aqueux

Présenté par :

CHERMAT Mouchira

KERMICHE Zohra

Dirigé par :

M^{me} ZAMOUCHE Meriem

Maitre de conférences classe B

Session : Juillet

2018-2019

Table des matières

Table des matières

Introduction Générale.....	1
Chapitre I : Revue Bibliographique	
I.1. Introduction.....	3
I.2. Pollution de l'eau et source de pollution.....	3
I.3. Différents types de polluants	4
I.3.1. Polluants organiques	4
I.3.2. Polluants inorganiques	4
I.3.3. Polluants microbiologiques	4
I.4. Pollution par les phénols	4
I.4.1. Origine.....	5
I.4.1.1. Synthétique	5
I.4.1.2. Naturelle	5
I.5. Le Phénol	5
I.5.1. Introduction et historique	5
I.5.2. Propriété du Phénol	5
I.5.3. Toxicité et écotoxicité du Phénol	6
I.5.3.1. Toxicité aiguë	7
I.5.3.2. Toxicité chronique.....	7
I.5.4. Comportement dans l'environnement	7
I.5.4.1. Milieu aquatique	7
I.5.4.2. Atmosphère.....	8
I.5.4.3. Sols	8
I.5.5. La concentration limite du phénol dans l'environnement.....	8
I.5.6. Différentes techniques de traitement des eaux polluées par le phénol.....	8
I.5.6.1. Les techniques destructives	8

Table des matières

I.5.6.2. Les techniques non destructives	9
I.6. Généralités sur l'adsorption	10
I.6.1. Définition	10
I.6.2. Types d'adsorption.....	10
I.6.2.1. Adsorption physique (ou physisorption)	10
I.6.2.2. Adsorption chimique (ou chimisorption)	10
I.6.3. Facteurs influençants sur le phénomène d'adsorption	11
I.6.4. Mécanisme d'adsorption	11
I.7. Les adsorbants.....	11
I.7.1. Critères de choix d'adsorbants	12
I.7.2. Le charbon actif.....	12
I.7.2.1. La carbonisation	13
I.7.2.2. Activation	13
I.7.3. Type de charbon actif	14
I.7.3.1. Charbon en poudre	14
I.7.3.2. Charbon en grain	14
I.8. Les isothermes d'adsorption	15
I.8.1. Types d'isotherme.....	15
I.8.2. Les modèles d'isotherme.....	16
I.8.2.1. Modèle de Langmuir	16
I.8.2.2. Modèle de Freundlich	18
I.8.2.3. Isotherme de Temkin	18
I.8.2.4. Modèle de Dubinin–Radushkevich (D–R)	18
I.8.2.5. Isotherme de Fowler-Guggenheim	19
I.8.2.6. Isotherme de Kiselev	20
I.9. Les modèles cinétiques	20
I.9.1. Modèle cinétique du pseudo premier ordre.....	20

Table des matières

I.9.2. Modèle cinétique du second ordre	21
I.9.4. Modèle de diffusion interne ou intraparticulaire (Weber et Morris).....	21
I.9.5. Modèle de Boyd	21
I.9.6. Les Paramètres thermodynamiques.....	22
I.10. Synthèse de quelques travaux sur l'adsorption du phénol	23
I.11. Conclusion	25

Chapitre II : Procédures expérimentale

II.1. Introduction	26
II.2. Procédure d'adsorption.....	26
II.2.1. Réactifs et matériels utilisés.....	26
II.2.2. Préparation des solutions	27
II.2.3. Essai d'adsorption en réacteur batch.....	27
II.2.4. Calcul de la quantité adsorbée	27
II.2.5. Calcul du pourcentage d'élimination	28
II.4. Méthode d'analyse.....	28
II.4.1. Analyse par spectrophotométrie UV-Visible.....	28
II.4.2. Loi Beer-Lambert.....	29
II.4.3. Courbe d'étalonnage	30
II.3. Adsorbant et test préliminaire.....	30
II.3.1. Caractérisations de charbon actif	31
II.3.1.1. pH de point de charge nulle pH_{PZC}	31
II.3.1.2. Fonctions de surface (Méthode de Boehm).....	32
II.3.1.3. Caractérisation par mesure d'indice d'iode et bleu de méthylène.....	33
II.3.1.4. Caractérisation par infrarouge à transmission de Fourier (FTIR).....	35
II.5. Conclusion	37

Chapitre III : Résultats et discussions

III.1. Introduction	38
---------------------------	----

Table des matières

III.2. L'effet des paramètres opératoires	38
III.2.1. L'effet de la masse d'adsorbant.....	38
III.2.2. L'effet de la concentration initial du Phénol	39
III.2.3. L'effet de la température	41
III.2.4. L'effet de la vitesse d'agitation	42
III.2.5. L'effet de pH	44
III.2.6. L'effet de la force ionique	46
III.4. Conclusion.....	48
 Chapitre IV : Modélisation des isothermes et cinétiques d'adsorption	
IV.1. Introduction.....	49
IV.2. Isothermes d'adsorption.....	49
IV.3. Modélisation des isothermes d'adsorption.....	50
IV.3.1. Isotherme de Langmuir	50
IV.3.2. Isotherme de Freundlich.....	53
IV.3.3. Isotherme de Temkin.....	54
IV.3.4. Isotherme de Dubinin–Radushkevich, Fowler-Guggenheim et Kiselev	55
IV.4. Modélisation des cinétiques d'adsorption.....	57
IV.4.1. Cinétique d'adsorption	57
IV.4.2. Mécanisme d'adsorption	59
IV.4.2.1. Modèle de Weber et Morris	59
IV.4.2.2. Modèle de Boyd.....	61
IV.4.2.3. Paramètres thermodynamiques	61
IV.5. Conclusion	62
CONCLUSION GENERALE	64

Abstract

The aim objective of this work is to study the elimination of Phenol by powder activated carbon (PAC) from aqueous solution. The PAC was characterized by measurement of pH_{PZC} , Boehm titration, Fourier Transmission Infrared (FTIR), iodine index and methylene blue index. The results obtained show that the pH_{PZC} is 7.5, the PAC surface is rich by acid surface function consisting mainly of hydroxyl group and phenol (GIII) and strong carboxylic acid (GI) groups, and finally the nature of PAC is microporous.

The effect of the operating parameters on the kinetic adsorption of Phenol by PAC shows that the increase in adsorbent mass from 0.1 to 0.4 g causes a decrease in adsorbed quantity, the optimal mass found is 0.15 g. The increase in the initial Phenol concentration is accompanied by the increase in motive power, which favors the increase of the amount of adsorbate fixed on the PAC. The stirring speed and the ionic strength have not a remarkable effect on the elimination of Phenol. Raising the temperature above the optimum value estimated at 20°C, resulted in a decrease in the amount adsorbed. The basic pH is unfavorable for adsorption.

Phenol adsorption isotherms on PAC at temperatures of 20, 30 and 40 ° C presented an H-type pattern, indicating a high affinity between the adsorbent and the adsorbate.

The modeling of adsorption isotherms equilibria by several isothermal models informs us that the two isotherms of Freundlich and Langmuir (II) can describe the equilibrium adsorption data of Phenol by PAC, Temkin informs us that the Elemental adsorption process is exothermic. The average adsorption energy ($E = 0.59 \text{ KJ.mol}^{-1}$) calculated by Dubinin-Radushkerich shows that the adsorption process is physical. The Fowler-Guggenheim and Kiselev isotherms are not applicable to equilibrium data, and they inform us that the interaction between the adsorbed molecules is attractive and that there is no complex formation between the adsorbed molecules.

Phenol adsorption kinetics by PAC follows very well the kinetic model of pseudo second order. While the adsorption mechanism was found to be controlled by intraparticle diffusion model. The thermodynamic study shows that the adsorption is exothermic and spontaneous.

Key words: Phenol, PAC, Adsorption, isothermal, kinetic.