

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
DES POLLUANTS ORGANIQUES DE L'EAU PAR
PROCEDES DE COAGULATION ET
ADSORPTION : OPTIMISATION PAR PLAN DE
SURFACE DE REPOSE (RSM)

Présenté par :

Benyounes Abdeldjalil

Bouamama Rania

Bendjazia Ilhem

Dirigé par :

Khalfaoui-Derbal Amel

Grade: MCA

Année universitaire : 2021-2022

Session : juin

Table des matières

Remerciements	2
Dédicace	3
LISTE DES FIGURES	11
LISTE DES TABLEAUX	14
Liste d'abréviations	16
Introduction générale	1
Chapitre 1 : Généralité sur Les eaux usées	4
1-1 Définition d'une eau usée.....	4
1-2 Origine des eaux usées.....	4
1-3 Caractéristiques des eaux usées	4
1-3.1 Les paramètres physico-chimiques	4
1-4 Les colorants	8
1-4.1 Définition	8
1-4.2 Classification des colorants.....	9
1-4.3 Dangers des colorants	10
1-4.4 Toxicité des colorants et leur impact environnemental	11
1-4.5 Toxicité des colorants sur la santé humaine.....	11
1-4.6 Normes et réglementation.....	12
1-4.7 Procédés de traitements des colorants	12
1-4.8 Colorant étudié.....	13
1-5 Les produits pharmaceutiques.....	13
1-5.1 Définition	13
1-5.2 Effets des rejets pharmaceutiques sur l'environnement.....	14

1-5.3	Origine des résidus pharmaceutiques dans l'eau.....	14
1-5.4	Procèdes de traitement les rejets pharmaceutique	15
Référence bibliographique		16
Chapitre 1.....		16
Chapitre 2: Procédés de Traitement.....		20
2-1	Théorie de la Coagulation-Floculation	20
2-1.1	Définition de la technique Coagulation-Floculation.....	20
2-1.2	Les matières en suspension et colloïdes.....	20
2-1.3	Les suspensions colloïdales – Nécessité de la coagulation	21
2-1.4	Forces mises en jeu.....	22
2-1.5	La coagulation	23
2-1.6	La floculation	23
2-1.7	Théories de la double couche	24
2-1.8	Etape de la coagulation.....	25
2-1.9	Etape de la floculation	26
2-1.10	Les facteurs influençant la coagulation	28
2-2	Procédé d’adsorption	29
2-2.1	Définition générale de l’adsorption.....	29
2-2.2	Types d’adsorption	29
2-2.3	Facteurs influençant l'adsorption	30
2-2.4	Mécanismes d’adsorption.....	31
2-2.5	Les adsorbants.....	32
2-2.6	Présentation de la méthode des plans d’expérience	32
Référence bibliographique		34
Chapitre 2.....		34

Chapitre 3: Travaux réalisés 38

Article 1	38
Article 2	38
Article 3	39
Article 4	40
Article 5	40
Article 6	41
Article 7	41
Article 8	42
Article 9	42

Référence bibliographique 44

Chapitre 3..... 44

Chapitre 4 : Procédure expérimentale 47

4-1 Produits et matériels utilisés	47
4.1.1. Produits chimiques utilisés	47
4.1.2. Matériels utilisés	47
4.2. Matériaux utilisés.....	48
4.2.1. Aloe Vera.....	48
4.2.2. La boue de l'eau potable.....	51
4.3. Préparation des polluants.....	53
4.3.1. La fuchsine Basique	53
4.3.2. Le Kétoprofèn.....	55
4.4. Caractérisation de l'Aloe vera et la boue	57
4.4.1. Analyse par spectroscopie infrarouge à transformée au Fourier.....	57
4.4.3. Détermination du pH du point de charge nulle (pH_{pzc})	59
4.4.4. Détermination La surface spécifique (Méthode de bleu de méthylène)	61

4.5. Application des plans d'expérience (PEX) pour les procédés d'élimination de polluants choisis.....	61
4.6. Protocole opératoire de la coagulation –floculation	63
4.6.1. Procédure expérimentale (jar test)	63
4.6.2. Elimination de la fuchsine basique utilisant l'extrait de l'Aloe Vera	63
4.6.3. Elimination de kétoprofèn	65
4.7. Protocole opératoire de l'adsorption	67
4.7.1. Détermination du temps d'équilibre	67
4-7-1-1 Détermination du temps d'équilibre de l'adsorption par les deux matériaux.....	67
4.7.2. Elimination de FB utilisant bio-adsorbant AV	68
Référence bibliographique	69
Chapitre 4.....	69
Chapitre 5 : RESULTATS ET DISCUSSION	72
5.1. Caractérisation du biomatériau l'Aloe Vera	72
5.1.1. Spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier(FTIR)	72
5.1.2. pH du point de charge zéro (pH pzc)	73
5.1.3. Détermination de la surface spécifique d'Aloe Vera (Av).....	74
5.2. Etude de l'élimination de kétoprofen (Kp) et de la fuchsine basique (FB) par la coagulation-floculation.....	74
5.2.1. Coagulation du kétoprofèn par les deux extraits de l'Aloe Vera et boue.....	75
5-2-1-1 Effet des facteurs principaux sur le taux d'élimination du kétoprofène.....	76
5.2.2. Coagulation du Fuchsine basique (FB) par l'extrait de l'aloë vera	76
5-2-2-1 Effet des facteurs principaux sur le taux d'élimination du FB par l'extrait d'AV	78
5-2-2-2 Effet de l'interaction entre les facteurs sur le rendement d'élimination du FB par l'extrait d'Av.....	79
5-2-2-3 Optimisation du procédé (tracé des contours et surfaces)	80
5.3. Etude de la cinétique d'adsorption des polluants sur les biomatériaux utilisés.....	81

5.3.1.	Etude de l'adsorption et établissement de l'équilibre du FB et Kp	81
5-3-1-1	Adsorption du Kétoprofèn sur l'Aloe Vera et la boue.....	81
5-3-1-2	Adsorption de la fuchsine basique sur l'Av	82
5.3.2.	Etude de la cinétique d'adsorption du FB sur Av	84
5-3-2-1	Modèles cinétique du pseudo premier ordre	84
5-3-2-2	Modèles cinétique du pseudo deuxième ordre.....	85
5-3-2-3	Model de la diffusion intra particule	86
5.4.	Résultats de la modélisation et optimisation par les plans d'expérience	88
5.4.1.	Elimination de la FB par l'adsorption à travers l'Aloe Vera	88
5.4.2.	Equation de régression du modèle réel pour le rendement de l'adsorption de FB .	89
5.4.3.	Analyse de la variance (Table ANOVA)	89
5.4.4.	Effet des facteurs principaux sur le taux d'élimination du FB.....	90
5.4.5.	Effet des l'interaction entre les facteurs sur le rendement de l'adsorption du	91
5.4.6.	Optimisation du procédé d'adsorption	92
5.5.	Comparaison entre les deux procédés et leur couplage	95
Référence bibliographique		96
Chapitre 5.....		96
CONCLUSION GENERALE		99
Résumé		101

Résumé

Dans ce travail, nous avons utilisé deux déchets naturels comme coagulants et adsorbants naturels pour la réduction de la fuchsine basique, ainsi l'élimination d'une autre pollution pharmaceutique qui est le kétoprofène .le choix de ces matériaux à la raison de leurs disponibilités en Algérie ;

Les matériaux utilisés sont l'Aloe vera et la boue de station Oued El-Athmania , les deux matériaux ont été utilisés comme adsorbants après nettoyage, séchage, broyage et tamisage . La forme poudre obtenue a été mélangée avec l'eau distillée pour avoir le coagulant considéré.

L'étude expérimentale a été réalisée au niveau de laboratoire de Recherche en génie des procédés de Constantine. Notant que le procédé de coagulation floculation a été réalisé à l'aide de jar test, pour déterminer les conditions optimales vis-à-vis de l'élimination de la fuchsine et du kétoprofène. Dans cette étude un plan de Box-Bencken a été mis en place à l'aide du logiciel Minitab afin de déterminer et d'optimiser les meilleurs conditions de coagulation et d'adsorption, trois paramètres ont été utilisés qui sont le pH, la concentration du polluant et la dose du matériau.

Les résultats obtenus sont très importants. A titre d'exemple le pourcentage de réduction de la fuchsine est de 73,84 et 70,67 % lors de l'utilisation de l'Aloe Vera comme bio-coagulant et adsorbant, respectivement.

De même pour le kétoprofèn, Les résultats obtenus après traitement par coagulation montrent que le pourcentage de l'élimination est de 21,56 et 14,54% pour la boue et l'Aloe Vera, respectivement.

Dans cette étude, l'Aloe vera a été caractérisée en termes de FTIR montrant la présence des substances actives responsables l'élimination de kétoprofène et la fuchsine.

Mots clé : fuchsine, kétoprofèn ,coagulation, adsorption, boue, Aloe Vera .

Abstract

In this work, we used two natural wastes as coagulants and natural adsorbents for the reduction of basic fuchsin, thus the elimination of another pharmaceutical pollution which is ketoprofen. The choice of these materials due to their availability in Algeria.

The materials used are Aloe vera and Oued El-Athmania station mud, the two materials were used as adsorbents after cleaning, drying, grinding and sieving. The powder form obtained was mixed with distilled water to obtain the considered coagulant.

The experimental study was carried out at the Constantine process engineering research laboratory. Noting that the coagulation flocculation process was carried out using jar test, to determine the optimal conditions with respect to the elimination of fuchsin and ketoprofen. In this study, a Box-Bencken plan was implemented using Minitab software to determine and optimize the best coagulation and adsorption conditions, three parameters were used, which are pH, concentration of the pollutant and the dose of the material.

The results obtained are very important. For example, the percentage reduction of fuchsin is 73.84 and 70.67% when using Aloe Vera as a bio-coagulant and adsorbent, respectively.

Similarly for ketoprofen, the results obtained after coagulation treatment show that the percentage of elimination is 21.56 and 14.54% for mud and Aloe Vera, respectively.

In this study, Aloe vera was characterized in terms of FTIR showing the presence of the active substances responsible for the elimination of ketoprofen and fuchsin.

Key words: fuchsin, ketoprofen, coagulation, adsorption, mud, Aloe Vera.

ملخص

في هذا العمل ، استخدمنا نفايات طبيعية كمخثرات وممتازات طبيعية لتقليل الفوكسين الأساسي ، وبالتالي القضاء على تلوث صيدلاني آخر وهو كيتوبروفين اختيار هذه المواد نظرًا لتوافرها في الجزائر ؛ المواد المستخدمة هي الصبار والحماة من محطة واد العثمانية ، وقد استخدمت المادتان كمتصات بعد التنظيف والتجفيف والطحن والغرلة .

تم خلط شكل المسحوق الذي تم الحصول عليه مع الماء المقطر للحصول على مادة التخثر المعتبرة. أجريت الدراسة التجريبية في مختبر أبحاث هندسة العمليات بقسنطينة. مشيرًا إلى أن عملية التلبد التجلطي تمت باستخدام اختبار Jar Test لتحديد الظروف المثلى فيما يتعلق بالتخلص من الفوكسين والكيتوبروفين. في هذه الدراسة ، تم تنفيذ خطة Box-Bencken باستخدام برنامج Minitab لتحديد أفضل ظروف التخثر والامتصاص وتحسينها ، وتم استخدام ثلاث معاملات ، وهي الرقم الهيدروجيني وتركيز الملوثات وجرعة المادة. النتائج التي تم الحصول عليها مهمة للغاية. على سبيل المثال ، النسبة المئوية لتخفيض الفوكسين هي 73.84 و 70.67٪ عند استخدام الألوفيرا كمخثر حيوي وممتاز ، على التوالي. وبالمثل بالنسبة للكيتوبروفين ، أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها بعد علاج التخثر أن نسبة التخلص منها 21.56 و 14.54٪ للطين والصبار على التوالي. في هذه الدراسة ، تم تمييز الصبار من حيث FTIR مما يدل على وجود المواد الفعالة .

الكلمات المفتاحية : الفوكسين الاساسي ،الكيتوبروفين، التخثر ،الامتصاص،الحماة ،الوفيرا .

