

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

UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER CONSTANTINE 3



FACULTE DE GENIE DES PROCEDES  
DEPARTEMENT DE GENIE PHARMACEUTIQUE

N° d'ordre:.....  
Série:.....

Mémoire de Master

Filière : Génie des procédés

Spécialité: Génie pharmaceutique

**ETUDE COMPARATIVE ENTRE LES CAPACITES  
D'ADSORPTION D'UN CHARBON ACTIF EN POUDRE  
ET D'UN CHARBON ACTIF ENCAPSULE**

Dirigé par :

**Dr . Chafika MEZITI**

Grade : Maitre de conférences classe B

Présenté par :

**BOUDJADJA Dounia Aida**

**KAHOUL Boutheina**

Année Universitaire: 2021/2022

Session : Juin

---

---

## TABLE DES MATIERES

Liste des figures .....	I
Liste des tableaux .....	III
Liste des Abréviations .....	IV

<b>INTRODUCTION GENERALE</b> .....	1
------------------------------------	---

### CHAPITRE I

#### SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Généralités sur les colorants .....	3
I.1.1. Définition des colorants .....	3
I.1.2. Structure chimique des colorants .....	3
I.1.3. Toxicité et impact environnemental .....	4
I.1.3.1. Toxicité sur la santé humaine .....	5
I.1.3.2. Leurs impacts environnementaux .....	5
I.1.4. Procédés de traitement des effluents chargés de colorants .....	5
I.2. Généralités sur l'adsorption .....	6
I.2.1. Définition de l'adsorption .....	6
I.2.2. Type d'adsorption .....	6
I.2.2.1. Adsorption chimique (ou chimisorption) .....	6
I.2.2.2. Adsorption physique (ou physisorption) .....	6
I.2.3. Facteurs influençant l'équilibre d'adsorption .....	7
I.2.4. Isothermes d'adsorption .....	7
I.2.4.1. Classification des isothermes d'adsorption .....	8
I.2.4.2. Modélisation des isothermes d'adsorption .....	9
I.2.4.2.1. Isotherme de Langmuir .....	9
I.2.4.2.2. Isotherme de Freundlich .....	10
I.2.4.2.3. Isotherme de Temkin .....	10
I.2.5. Approche cinétique .....	11

I.2.5.1. Mécanisme d'adsorption .....	12
I.2.5.2. Modèles cinétiques d'adsorption .....	12
I.2.5.2.1. Modèle cinétique du pseudo premier ordre (modèle Lagergren) .....	13
I.2.5.2.2. Modèle cinétique du deuxième ordre .....	13
I.2.5.2.3. Modèle de diffusion intraparticulaire .....	14
I.3. Elimination du bleu de méthylène par adsorption .....	15
I.3.1. Adsorbants utilisés dans cette étude .....	15
I.3.1.1. Charbon actif en poudre .....	15
I.3.1.2. Billes composites Alginate – Adsorbant .....	16
I.3.2. Régénération des adsorbants .....	17

## CHAPITRE II

### MATERIELS ET METHODES

II.1. Matériel et réactifs .....	19
II.1.1. Réactifs utilisés .....	19
II.1.2. Appareillages .....	19
II.2. Préparation des billes composites Alginate – Charbon actif 1/1 .....	20
II.3. Détermination du point de charge zéro des adsorbants étudiés .....	21
II.4. Analyse structurale par spectroscopie IR .....	22
II.5. Etude d'adsorption du Bleu de méthylène .....	23
II.5.1. Bleu de méthylène .....	23
II.5.2. Paramètres étudiés .....	23
II.5.2.1. Effet du temps de contact et de la concentration initiale .....	23
II.5.2.2. Effet de la masse d'adsorbant .....	23
II.5.2.3. Effet du pH de la solution .....	24
II.5.2.4. Effet de la température du milieu .....	24
II.5.3. Méthode de dosage .....	24
II.5.4. Courbe d'étalonnage .....	26
II.5.5. Calcul de la quantité adsorbée .....	27
II.5.6. Détermination du taux d'élimination du paracétamol (% élim) .....	27
II.5.7. Isotherme d'adsorption .....	28

II.5.8. Modélisation de la cinétique d'adsorption .....	29
II.6. Etude de désorption .....	29

### CHAPITRE III

#### RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. Détermination du pH au point de charge zéro (pH <sub>pzc</sub> ) .....	31
III.2. Etude d'adsorption du bleu de méthylène .....	32
III.2.1. Effet de la concentration initiale et du temps de contact .....	32
III.2.2. Effet de masse de l'adsorbant .....	35
III.2.3. Effet de pH .....	36
III.2.4. Effet de la température .....	37
III.3. Isothermes d'adsorption .....	38
III.3.1. Type d'isotherme .....	38
III.3.2. Modélisation des isothermes d'adsorption .....	39
III.3.2.1. Modèle de Langmuir .....	39
III.3.2.2. Modèle de Freundlich .....	40
III.3.2.3. Modèle de Temkin .....	41
III.4. Modélisation des cinétiques d'adsorption .....	42
III.4.1. Modèle cinétique de pseudo – premier ordre .....	42
III.4.2. Modèle cinétique de pseudo – second ordre .....	43
III.4.3. Modèle de diffusion intraparticulaire .....	45
III.5. Etude de désorption .....	47
<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>49</b>

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

#### ANNEXES

## المخلص

يعد تلوث المياه من التصريفات الصناعية مشكلة خطيرة في جميع أنحاء العالم. للحد من الآثار الضارة لهذا التلوث على البيئة وصحة الإنسان ، تم تنفيذ العديد من عمليات معالجة مياه الصرف الصحي ، ولا سيما عملية الامتزاز. الهدف من هذه الدراسة هو تحديد قوة إمتزاز مسحوق الكربون المنشط و حبيبات الكربون المنشط المغلف في ألجينات الكالسيوم مقابل أزرق الميثيلين في وسط مائي.

سمحت اختبارات الامتزاز بتحسين عدد معين من ظروف التشغيل ، وهي: وقت التلامس ، التركيز الأولي ، كتلة المادة الماصة ، درجة الحرارة و درجة الحموضة. أظهر تطبيق النموذج الحركي أن عملية امتزاز الصبغة الأساسية على المادتين تتبع حركية الدرجة الثانية. يوصف نموذج لانجموير ظاهرة الامتزاز التي تحكم هذه العملية. قدرة امتزاز مسحوق الكربون المنشط أعلى نسبيًا من قدرة امتزاز الحبيبات المركبة.

تظهر دورات الامتزاز أن قدرة الامتزاز للحبيبات المركبة تظل مرتفعة نسبيًا حتى بعد خمس دورات تجديد. أظهرت النتائج أن الكرات المصممة على أساس مسحوق الكربون النشط جعلت من الممكن تطوير مادة إمتزاز مناسبة فعالة وقابلة لإعادة التدوير في التخلص من أزرق الميثيلين.

**الكلمات المفتاحية :** الكربون النشط ، التغليف ، الكرات المركبة ، أزرق الميثيلين ، الامتزاز ، معالجة المياه

## Résumé

La pollution des eaux issues des rejets industriels est un sérieux problème dans le monde entier. Pour réduire les effets néfastes de cette pollution sur l'environnement et la santé humaine, plusieurs procédés de traitement des eaux usées sont mis en œuvre, en particulier le procédé d'adsorption. L'objectif de cette étude est de déterminer le pouvoir adsorbant du charbon actif en poudre et les billes alginate/charbon 1/1, vis-à-vis le Bleu de méthylène (BM) en milieu aqueux.

Les essais d'adsorption ont permis d'optimiser un certain nombre de conditions opératoires, à savoir : le temps de contact, la concentration initiale, la masse de l'adsorbant, la température et le pH. L'application du modèle cinétique a montré que le processus d'adsorption du colorant basique sur les deux adsorbants suit une cinétique de deuxième ordre. Le phénomène d'adsorption régissant ce processus est décrit par le modèle de Langmuir. La capacité d'adsorption du charbon actif en poudre est relativement plus élevée que celle des billes composites Alginate-Charbon actif 1/1.

Les cycles adsorption-désorption montrent que la capacité d'adsorption des billes composites reste relativement élevée même après cinq cycles de régénération. Les résultats ont révélé que les billes conçues à base du charbon actif en poudre ont permis d'élaborer un adsorbant approprié efficace et recyclable dans l'élimination du BM.

**Mots clés :** Charbon actif en poudre, Encapsulation, Billes composites, Bleu de méthylène, Adsorption, traitement des eaux.