



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
Ecole Nationale Polytechnique



École Nationale Polytechnique

Département Hydraulique

Laboratoire de Recherche Science de l'Eau

**Mémoire de projet de fin d'études**

Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Hydraulique

---

**Préparation du charbon actif à partir des  
déchets de palmier en vue de traiter les eaux  
usées chargées en colorants -**

---

***Réalisé par :***

Mlle. BOUDERIES Ferial

***Dirigé par :***

Dr. SAHNOUN Ali Yacine (ENP)

*Soutenu le 11 Juillet 2024, Devant le jury composé de :*

Mr.BENZIADA Salim :

MAA

ENP - Président

Dr.SAHNOUN Ali Yacine :

MCA

ENP - Encadrant

Pr.SELATNIA Ammar :

Pr

ENP - Examineur

Mme.TCHOULAK-DAHOUN Yamina :

MAA

ENP - Examinatrice





المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
Ecole Nationale Polytechnique



École Nationale Polytechnique

Département Hydraulique

Laboratoire de Recherche Science de l'Eau

**Mémoire de projet de fin d'études**

Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Hydraulique

---

**Préparation du charbon actif à partir des  
déchets de palmier en vue de traiter les eaux  
usées chargées en colorants -**

---

***Réalisé par :***

Mlle. BOUDERIES Ferial

***Dirigé par :***

Dr. SAHNOUN Ali Yacine (ENP)

*Soutenu le 11 Juillet 2024, Devant le jury composé de :*

Mr.BENZIADA Salim :

MAA

ENP - Président

Dr.SAHNOUN Ali Yacine :

MCA

ENP - Encadrant

Pr.SELATNIA Ammar :

Pr

ENP - Examineur

Mme.TCHOULAK-DAHOUN Yamina :

MAA

ENP - Examinatrice

**ملخص :** إعداد الفحم النشط من مخلفات النخيل لمعالجة مياه الصرف الملوثة بالأصبغ تتناول هذه الدراسة التلوث الناتج عن النفايات السامة لصناعة النسيج، مشيرة إلى المخاطر البيئية والصحية. وتسلط الضوء على عملية الامتزاز كطريقة فعالة لإزالة هذه الملوثات. وقد ركزت التجربة على استخدام بقايا نخيل التمر لامتصاص صبغى الـ ب ب ٤١، محملة تأثير المتغيرات مثل درجة الحموضة ومدة الاتصال، وتركيزات المتر والمتر. تقترح البحث ابتكاراً بيئياً : تحويل نفايات زراعة التمور إلى مميزات لتنقية مياه صرف صناعة النسيج، مما يقلل من التلوث ويستفيد من النفايات الزراعية.

**الكلمات المفتاحية** نخيل التمر، الامتزاز، الصبغة.

## **Abstract :Preparation of Activated Carbon from Palm Waste for Treating Dye-Laden Wastewater**

This study examines the pollution caused by toxic wastes from the textile industry, highlighting environmental and health risks. It emphasizes adsorption as an effective method to remove these pollutants. The experimentation focused on using date palm residues to absorb the dye BB41, analyzing the impact of variables such as pH, contact time, adsorbent and adsorbate concentrations.

The research proposes an ecological innovation :transforming date palm agricultural waste into adsorbents to purify wastewater from the textile industry, thereby reducing pollution and valorizing agricultural waste.

**keywords :**Date palm, adsorption, dye.

## **Résumé :Préparation du charbon actif à partir des déchets de palmier en vue de traiter les eaux usées chargées en colorants -**

Cette étude se penche sur la pollution des rejets toxiques de l'industrie textile, soulignant les risques environnementaux et sanitaires. Elle met en lumière l'adsorption comme méthode efficace pour retirer ces polluants. L'expérimentation a porté sur l'utilisation des résidus de palmiers dattiers pour absorber le colorant BB41, analysant l'impact de variables telles que le pH, la durée de contact, et les concentrations d'adsorbant et d'adsorbate.

La recherche propose une innovation écologique : transformer les déchets de l'agriculture des dattes en adsorbants pour purifier les eaux usées de l'industrie textile, réduisant ainsi la pollution et valorisant les déchets agricoles.

**Mots clés :** Palmier dattier,adsorption,colorant.

# Dédicaces

## **Je dédie ce travail :**

A mes chères parents, dont l'amour inconditionnel et le soutien indéfectible ont illuminé chaque étape de ce voyage académique .Votre encouragement constant et sacrifices désintéressés ont été la pierre angulaire sur laquelle j'ai bâti mes aspirations et mes réalisations. A mon frère Abdel-rouf et ma sœur Meriem pour leur soutien infailible.

A mes encadrants Ali Yacine SAHNOUN et Ammar SELATNIA, je suis profondément reconnaissante pour votre guidance experte .vos enseignement ont élargi mes horizons intellectuels d'une manière que je n'ai jamais cru possible.

A mes amis Jihan et Fatima pour leurs précieux moments d'amitié, leur puissance illimitée et leur soutien dans mes situations les plus difficiles.

Enfin à moi-même, pour avoir surmonté les doutes et les obstacles avec résilience, pour avoir embrassé les défis comme des occasions de croissance personnelle et professionnelle .Chaque épreuve surmonte m'a permis de découvrir mes propres limites et de les repousser, de transformer les difficultés en leçons et les moments de frustration en opportunités d'apprentissage et d'amélioration personnel.

# Remerciements

Tout d'abord, je tiens à exprimer ma gratitude envers dieu le tout puissant pour nous avoir accordé la santé et la volonté nécessaires pour entreprendre et mener à bien ce mémoire.

Ce projet de fin d'étude a été réalisé à l'école national polytechnique d'Alger sous la direction de messieurs A.SAHNOUN et A.SELATNIA.

Je suis profondément reconnaissante envers A.SAHNOUN pour son encadrement exceptionnel, sa patience, sa rigueur et sa disponibilité qui ont été d'une aide précieuse tout au long de la préparation de ce mémoire. Sans son soutien, ce travail n'aurait pas atteint cette richesse.

Je tiens à remercier sincèrement monsieur A.SELATNIA pour son assistance pratique et son soutien tout au long du projet.

Mes remerciements vont aussi à toutes les personnes qui, de près ou de loin, m'ont soutenue et encouragée dans la réalisation de ce travail.

Ce travail n'aurait pas été possible sans l'appui inestimable de ces personnes, à qui je suis très reconnaissante.

Un grand merci à mes parents, véritables piliers de mon parcours académique, pour leur soutien indéfectible et leur inspiration constante qui m'ont permis de travailler dans les meilleures conditions possibles. Leur encouragement et leurs conseils éclairés ont été essentiels à chaque étape de mon parcours.

# Table des matières

Liste des tableaux	
Table des figures	
Liste des symboles	
Liste des abréviations	
Introduction générale	15
<b>I Partie 01 : Synthèse bibliographique</b>	<b>16</b>
<b>1 Les palmiers dattiers</b>	<b>17</b>
1.1 Histoire des palmiers dattiers	17
1.2 Morphologie du palmier dattier	17
1.2.1 Système racinaire	18
1.2.2 Système végétatif	19
1.2.3 Tronc (stipe)	19
1.2.4 Les feuilles	19
1.2.5 La couronne	20
1.2.6 Les fleurs	20
1.2.7 Les fruits (dattes)	20
1.3 Répartition géographique du palmier dattier	20
1.3.1 Dans le monde	20
1.3.2 En Algérie	21
1.4 Déchets des palmiers dattiers	22
<b>2 Généralités sur les biomasses</b>	<b>23</b>
2.1 La biomasse	23
2.2 Les types de la biomasse	24
2.2.1 La biomasse lignocellulosique	24
2.2.2 La biomasse résiduelle	24
2.2.2.1 L'agriculture	24
2.2.2.2 Les forêts	24
2.2.3 La biomasse dédiée à l'énergie	24
2.2.3.1 Les plantes agricoles	24
2.2.3.2 Le bois et les forêts	24
2.2.4 La biomasse aquatique et les algues	25
2.2.5 La biomasse des déchets	25
2.2.5.1 Les déchets fermentescibles des ordures ménagères à enrichir	25
2.2.5.2 Les déchets verts ils comprennent :	25
2.3 Les propriétés de la biomasse	25
2.4 Application de la biomasse	26
2.4.1 La biomasse comme biocombustible pour produire de la chaleur et de l'électricité	26
2.4.2 La biomasse comme biomatériau traditionnel ou innovant	26
2.4.3 La biomasse comme matière première de la chimie	26
2.4.4 La biomasse pour les biocarburants	26
<b>3 Les colorants</b>	<b>27</b>
3.1 Généralités sur les colorants	27
3.2 Définition d'un colorant	27
3.3 Origines des colorants	28
3.4 Utilisation des colorants	28

3.5	Classification des colorants . . . . .	28
3.5.1	Classification technologiques . . . . .	28
3.5.2	Classification technique . . . . .	29
3.5.2.1	Les colorants naturels . . . . .	29
3.5.2.2	Les colorants synthétiques . . . . .	29
3.5.3	Classification chimique . . . . .	29
3.5.3.1	Les colorants azoïques . . . . .	29
3.5.3.2	Les colorant anthraquinoniques . . . . .	29
3.5.3.3	Les colorants triphénylméthanés . . . . .	29
3.5.3.4	Les colorants indigoïdes . . . . .	30
3.5.3.5	Les colorants xanthènes . . . . .	30
3.5.3.6	Les phtalocyanines . . . . .	30
3.5.3.7	Les colorants nitrés et nitrosés . . . . .	30
3.6	Toxicité des colorants . . . . .	30
3.6.1	Toxicité des colorants azoïques . . . . .	31
3.7	Les Colorants et leurs impacts environnementaux . . . . .	31
3.7.1	L'eutrophisation . . . . .	31
3.7.2	Sous oxygénation . . . . .	31
3.7.3	Couleur, turbidité et odeur . . . . .	31
3.7.4	Persistance . . . . .	31
3.7.5	Bioaccumulation . . . . .	32
3.8	Elimination des colorants . . . . .	32
3.8.1	Traitement chimique . . . . .	32
3.8.2	Traitement physico-chimique . . . . .	32
3.8.2.1	Coagulation –floculation . . . . .	32
3.8.2.2	L'échange d'ions . . . . .	32
3.8.3	Traitement biologiques . . . . .	32
3.8.4	Adsorption par charbon actif . . . . .	33

## 4 Adsorption 34

4.1	Définitions . . . . .	34
4.1.1	L'adsorption . . . . .	34
4.1.2	L'adsorbant . . . . .	35
4.1.3	L'adsorbat . . . . .	35
4.2	Les types d'adsorption . . . . .	35
4.2.1	Adsorption physique . . . . .	35
4.2.2	Adsorption chimique . . . . .	35
4.3	Les facteurs influençant l'adsorption . . . . .	36
4.3.1	la surface spécifique . . . . .	36
4.3.2	Le pH . . . . .	36
4.3.3	La température . . . . .	36
4.3.4	La porosité . . . . .	36
4.3.5	L'agitation . . . . .	36
4.3.6	La nature de l'adsorbant . . . . .	37
4.3.7	La nature de l'adsorbat . . . . .	37
4.4	Mécanisme d'adsorption . . . . .	37
4.5	Cinétique d'adsorption . . . . .	38
4.5.1	Modèles de la cinétique . . . . .	38
4.5.1.1	Cinétique du pseudo premier ordre . . . . .	38
4.5.1.2	Cinétique du pseudo-seconde ordre . . . . .	38
4.5.1.3	Modèle d'Elovich . . . . .	39
4.6	Isotherme d'adsorption . . . . .	39
4.6.1	Définition . . . . .	39
4.6.2	Les classes d'isothermes . . . . .	39
4.6.2.1	Classification de Giles . . . . .	39
4.6.2.2	Classification de l'UIPAC . . . . .	40
4.6.3	Les modèles d'isothermes . . . . .	41
4.6.3.1	Modèle de Langmuir . . . . .	41
4.6.3.2	Modèle de Freundlich . . . . .	41
4.6.3.3	Modèle de Temkin . . . . .	42
4.6.3.4	Modèle de KHAN . . . . .	42



4.7	Les principaux adsorbants . . . . .	43
4.7.1	Les charbons actifs . . . . .	43
4.7.2	Les gels de silice . . . . .	43
4.7.3	Les zéolithes . . . . .	43
4.7.4	Les argiles activées . . . . .	43
4.7.5	Les tamis moléculaires . . . . .	43
<b>5</b>	<b>Le charbon actif</b> . . . . .	<b>44</b>
5.1	Définition du charbon actif . . . . .	44
5.2	Les différentes formes du charbon actif . . . . .	45
5.2.1	Le charbon actif texture . . . . .	45
5.2.2	Le charbon actif granuleux . . . . .	45
5.2.3	Le charbon actif en poudre . . . . .	45
5.3	Les caractéristiques du charbon actif . . . . .	45
5.4	Préparation du charbon actif . . . . .	46
5.4.1	Méthode thermique . . . . .	46
5.4.2	Méthode chimique . . . . .	46
<b>II</b>	<b>Partie 02 : Etude expérimentale</b> . . . . .	<b>47</b>
<b>6</b>	<b>Matériels et méthodes</b> . . . . .	<b>48</b>
6.1	Matériels et produits chimiques utilisés . . . . .	48
6.1.1	Matériels utilisés . . . . .	48
6.1.1.1	Matériels . . . . .	48
6.1.1.2	Verreries . . . . .	48
6.1.2	Produits chimiques utilisés . . . . .	48
6.1.2.1	Caractéristiques du colorant utilisé . . . . .	48
6.2	Préparation des déchets du palmier . . . . .	49
6.3	Essais d'adsorption . . . . .	51
6.4	Courbe d'étalonnage . . . . .	52
6.5	Détermination de la capacité d'adsorption . . . . .	52
6.5.1	Pour le pH et la concentration de l'adsorbant . . . . .	52
6.5.2	Pour la cinétique d'adsorption . . . . .	52
6.5.3	Pour l'isotherme d'adsorption . . . . .	53
6.6	Résultats et interprétations . . . . .	53
6.6.1	Résultats . . . . .	53
6.6.1.1	pH . . . . .	53
6.6.1.2	Concentration de l'adsorbant . . . . .	53
6.6.1.3	Cinétique d'adsorption . . . . .	54
6.6.1.4	Isotherme d'adsorption . . . . .	54
6.6.2	Interprétation . . . . .	55
6.6.2.1	Les feuilles brutes . . . . .	55
6.6.2.2	Les troncs bruts . . . . .	58
6.6.2.3	Les feuilles calcinées . . . . .	61
6.6.2.4	Troncs calcinés . . . . .	64
6.6.3	Modélisation . . . . .	67
6.6.3.1	Feuilles brutes . . . . .	68
6.6.3.2	Troncs bruts . . . . .	69
6.6.3.3	Feuilles calcinées . . . . .	71
6.6.3.4	Troncs calcinés . . . . .	72
	Conclusion générale . . . . .	76
	Bibliographie . . . . .	77

**Confidentiel**