

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Dédicace

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE 1

Partie 1 : Mise au point bibliographique

I.1. Généralité de pollution 3

I.1.1. Pollution de sol 3

I.1.2 pollution de l'air 4

I.1.3. Pollution de l'eau 5

I.2. Les origines de la pollution de l'eau 5

I.2.1. Pollution de l'eau d'origine domestique 5

I.2.2. Pollution de l'eau d'origine industrielle 6

I.2.3. Pollution de l'eau d'origine agricole 7

I.3. Les principaux types de polluants de l'eau. 7

I.3.1. Pollution organique 7

I.3.2. Contamination par les particules en suspension 8

I.3.3. Pollution toxique 8

I.3.4. Pollution microbiologique 8

I.4. Les conséquences de la pollution de l'eau 8

I.4.1. Impacts sur l'environnement aquatique 8

I.4.2. Impacts sur la santé humaine et ses activités 8

I.4.3. Impact sur l'économie 9

I.5. Solution pour lutter contre la pollution de l'eau 9

I.5.1. Contre la pollution domestique 9

I.5.2. Contre la pollution industrielle 9

I.5.3. Contre la pollution agricole 9

I.6. Les effluents pharmaceutiques 10

I.6.1. La problématique des rejets d'effluents pharmaceutiques 10

I.6.2. Les origines des effluents liquides pharmaceutiques 11

I.6.2.1. Les rejets d'origine domestique 11

I.6.2.2. Rejets des établissements de soins 11

I.6.2.3. Les rejets d'élevages 12

I.6.2.4. Les rejets d'origine industrielle 12

I.6.3. Impact des effluents pharmaceutiques sur l'environnement 13

I.7. Paracétamol 14

I.7.1. Structure et propriétés physico-chimiques 14

I.8. Les agrumes 15

I.8.1. Ecorces d'agrumes 15

I.8.2. Composition d'écorce d'agrumes 16

I.8.3. Composition de cellulose 17

I.8.4. Domaines d'utilisations des écorces d'agrumes 18

I.9. Généralités sur l'adsorption 19

I.9.1. Principe de l'adsorption 20

I.9.2. Choix de l'adsorbant 20

I.9.3. Types d'adsorption 21

I.9.3.1. Adsorption physique 21

I.9.3.2. Adsorption chimique 22

I.9.4. Les facteurs influençant l'adsorption 24

I.9.4.1. Influence de la nature de l'adsorbant	24
I.9.4.2. Influence de la nature de l'adsorbat	24
I.9.4.3. La surface spécifique	24
I.9.4.4. La température	25
I.9.4.5. Le PH	25
I.9.5. Description du phénomène d'adsorption	25
I.10. Applications de l'adsorption	26
I.11. Isothermes d'adsorption	27
I.11.1. Classification d'isothermes d'adsorption	28
I.11.2. Modélisation des isothermes d'adsorption	29
I.11.2.1. Le modèle de Langmuir	29
I.11.2.2. Modèle de Freundlich	30
I.11.2.3. Modèle de Temkin	30
Partie II : Partie expérimentale	
II.1. Produits utilisés	31
II.2. Préparation de l'adsorbant à partir des écorces d'oranges et de mandarins	31
II.2.1. Nettoyage	31
II.2.2. Séchage	32
II.2.3. Broyage	32
II.2.4. Lavage	32
II.2.5. Tamissage	33
II.2.6. Calcination	33
II.3. Caractérisation physico-chimique des adsorbants	34
II.3.1. Spectroscopie Infrarouge à Transformée de Fourier (IRTF)	34
II.3.2. Détermination du point isoélectrique	35
II.3.3. Détermination des fonctions de surface	35
II.3.3.1. Acidité de surface	35
II.3.3.2. Basicité de surface	35
II.3.4. Le taux d'humidité	35
II.3.5. pH d'équilibre	36
II.4. Préparation de la solution du paracétamol	36
II.5. Détermination de la longueur d'onde maximale de paracétamol	37
II.6. Cinétique d'adsorption	37
II.7. Analyse par spectrophotométrie UV/Visible	38
II.8. Etude des paramètres gouvernant l'adsorption	38
II.8.1. Effet de la concentration	38
II.8.2. Effet de température	39
II.9. Isothermes d'adsorption	39
II.9.1. Isotherme de Langmuir	39
II.9.2. Isotherme de Freundlich	40
II.10. Résultats et discussion	41
II.10.1. Courbe d'étalonnage	41
II.10.2. Caractérisation et analyse des poudres	42
(II.10.2.1. Détermination du point isoélectrique (pHpzc)	42
II.10.2.2. Détermination du pH d'équilibre	44
II.10.2.3. Détermination des fonctions de surface : Acidité et basicité de surface	44
II.10.2.4. Détermination de taux d'humidité	45
II.10.2.5. Caractérisation par spectroscopie infrarouge (IR)	46
II.10.3. Cinétique d'adsorption du paracétamol sur les écorces d'agrumes brutes et calcinées	49

II.10.4. Effet de la concentration initial sur l'adsorption du paracétamol (Isotherme d'adsorption)	51
II.10.5. Impact de la température sur l'adsorption du paracétamol	52
II.10.6. Modélisation d'isotherme d'adsorption	53
Conclusion générale	56

Abstract

This study highlighted the effectiveness of citrus peels, both raw and calcined, as biosorbents for the removal of paracetamol from aqueous solutions. Characterization results showed that calcination significantly alters the surface properties of the materials by reducing moisture and reversing their acid-base nature. Kinetic studies revealed faster and more efficient adsorption with calcined peels due to increased porosity. Adsorption was found to be temperature-dependent, indicating an endothermic process. The Freundlich isotherm provided the best fit for the experimental data. Calcination greatly enhanced the adsorption performance. This biomaterial appears to be a promising solution for wastewater treatment

Key words : Adsorption, Paracetamol, Citrus peels, water pollution.

Résumé

Ce travail a mis en évidence l'efficacité des écorces d'agrumes, brutes et calcinées, comme biosorbants pour l'élimination du paracétamol en solution aqueuse. Les caractérisations ont montré que la calcination modifie profondément la surface des matériaux, en réduisant l'humidité et en inversant leur caractère acido-basique. L'étude cinétique a révélé une adsorption plus rapide et plus efficace pour les écorces calcinées, grâce à leur porosité accrue. L'adsorption s'est avérée sensible à la température, indiquant un processus endothermique. Les isothermes de Freundlich ont mieux modélisé les données expérimentales. La calcination améliore nettement les performances d'adsorption. Ce biomatériau s'inscrit comme une solution prometteuse pour le traitement des eaux contaminées

Mots clés : Adsorption, Paracétamol, Ecorces d'agrumes, pollution des eaux.