الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Université Ferhat Abbas Sétif 1
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie

جامعة فرحات عباس، سطيف1
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE

N°...../SNV/**2023**

Mémoire

Présentée par

BABOURI Rania

BAZA Amani

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : BIOLOGIE

Spécialité : BIOCHIMIE APPLIQUÉE

THÈME

Bioremédiation comme solution pour la diminution des impacts négatifs de la pollution

Soutenue publiquement le **30/06/2024**

DEVANT LE JURY

Président	**SEKIOU Salaheddine**	**MCB. UFA Sétif 1**
Promoteur	**SELLAL Abdelhakim**	**MCA. UFA Sétif 1**
Examinateur	**LIMANI Yacine**	**MAA. UFA Sétif 1**

الملخص

يمثل التلوث تهديدًا خطيرًا لتوازن النظم البيئية والتنوع البيولوجي وصحة الإنسان. لمواجهة هذه التأثيرات السلبية، من الضروري اعتماد استراتيجيات صديقة للبيئة. يستكشف هذا البحث تقنيات المعالجة الحيوية كحل فعال لتقليل الآثار الضارة للتلوث. تستخدم المعالجة الحيوية الكائنات الدقيقة لتحويل مجموعة متنوعة من الملوثات، مثل المعادن الثقيلة ، والمبيدات الحشرية، والهيدروكربونات، إلى أشكال أقل خطورة أو غير خطيرة. تتميز هذه الطريقة بكفاءتها ودقتها وتكلفتها المنخفضة واحترامها للبيئة مقارنة بالطرق التقليدية. يقدم البحث أيضًا دراسات حالة وأمثلة لمشاريع معالجة حيوية ناجحة، مما يوضح إمكاناتها في معالجة المياه والتربة الملوثة. في الختام، تعد المعالجة الحيوية استراتيجية واعدة ومستدامة لتقليل الآثار السلبية للتلوث على كوكبنا.

الكلمات المفتاحية: التلوث، المعالجة الحيوية، المعادن الثقيلة، الهيدروكربونات، المبيدات الحشرية، مياه المستعملة.

Résumé

La pollution constitue une menace sérieuse pour l'équilibre des écosystèmes, la biodiversité et la santé humaine. Pour atténuer ces impacts négatifs, il est essentiel d'adopter des stratégies respectueuses de l'environnement. Ce mémoire explore la bioremédiation comme solution efficace pour réduire les effets nocifs de la pollution. La bioremédiation utilise des microorganismes pour transformer divers polluants, tels que les métaux lourds, les pesticides et les hydrocarbures, en formes moins dangereuses ou inoffensives. Cette approche se distingue par son efficacité, sa spécificité, son faible coût et son respect de l'environnement par rapport aux méthodes traditionnelles. Le mémoire présente également des études de cas et des exemples de projets réussis de bioremédiation, illustrant son potentiel dans le traitement de l'eau et des sols contaminés. En conclusion, la bioremédiation est une stratégie prometteuse et durable pour diminuer les impacts négatifs de la pollution sur notre planète.

Mots Clés : pollution, bioremédiation, métaux lourds, hydrocarbures, pesticides, eaux usées.

Abstract

Pollution poses a serious threat to the balance of ecosystems, biodiversity, and human health. To mitigate these negative impacts, it is crucial to adopt environmentally friendly strategies. This thesis explores bioremediation as an effective solution for reducing the harmful effects of pollution. Bioremediation uses microorganisms to trensform various pollutants, such as heavy metals,pesticides, and hydrocarbons, into less hazardous or harmless forms. This approach stands out for its efficiency, specificity, low cost, and environmental friendliness compared to traditional methods. The work also presents case studies and examples of successful bioremediation projects, demonstrating its potential in treating contaminated water and soil. In conclusion, bioremediation is a promising and sustainable strategy for decreasing the negative impacts of pollution on our planet.

Key-words: Pollution, bioremediation, heavy metals, hydrocarbons, pesticides, waste water.

Remerciements

Louange à « Allah » le tout Puissant, Clément et Miséricordieux qui nous a donné la force, la patience, et surtout la persévérance, pour finaliser ce modeste travail dans de bonnes conditions.

Nous tenons à remercier très sincèrement et très chaleureusement notre promoteur, **Dr SELLAL Abdelhakim** pour avoir accepté de nous encadrer et de nous accompagner, pas à pas à travers ses conseils et ses orientations qui nous ont été très utiles lors de la rédaction de ce mémoire.

Nous exprimons également notre chaleureuse gratitude au président du jury **Dr. SEKIOU Salaheddine** et à **Mr. LIMANI** Yacine examinateur pour le temps réservé à l'évaluation de ce travail.

Enfin, nous adressons nos remerciements à toutes les personnes qui ont participés de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Merci…





Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur,

Ma vie et mon bonheur... Ma mère Aifa Merezaka

A une âme qui m'a toujours manqué d'être à mes coté

Mon cher père Laid

A Cher frère Rami

A Chère sœur Amira

A tout ma famille

A tous mes amis et mes collèges sans exception.

«Baza Amani »





Dédicace

Je dédie ce modeste travail et ma profonde gratitude

A ma mère ***Saidi Karima*** *et mon père* ***Toufik*** *pour l'éduction qu'ils m'ont prodiguée et pour leurs soutiens, leurs confiances ainsi que leurs prières tout au long de mes études. Sans eux je ne serais jamais arrivé à ce stade de ma vie, que Dieu vous accorde santé, longue vie et vous garde à mes côtés.*

A mes aimables frères : ***Randa*** *et* ***Rami*** *et* ***Aniss*** *pour leurs encouragements permanents et leur soutient tout au long de mon parcours universitaire.*

A toute ma famille ***Babouri***

A tous mes amis et mes collèges sans exception.

À ma chère ***Baza Amani*** *qui a partagée avec moi les moments difficiles*

« Babouri Rania»

SOMMAIRE

الملخص	
Résumé	
Abstract	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	**01**
Chapitre 1: La pollution	
1. La pollution	**03**
1.1. Pollution des eaux	**03**
1.1.1. Substances polluantes de l'eau	**04**
1.1.2. Conséquences de la pollution des milieux aquatiques	**04**
1.1.3. Pollution organique	**06**
1.1.4. Pollution chimique	**06**
1.1.5. Pollution métallique	**06**
1.2. Pollution du sol	**07**
1.2.1. Forme de pollution de sol	**08**
1.2.1.1. Les pollutions ponctuelles	**08**
1.2.1.2. Les pollutions diffuses	**08**
1.2.2. Origine de pollution	**08**
1.2.2.1. Pollution accidentelle	**08**
1.2.2.2. Pollution chronique	**09**
1.2.3. Importance de sols	**09**
1.2.4. Biologie des sols	**09**

1.3. Les sources de pollution des eaux	**11**
1.3.1. Pollution anthropique	**11**
1.3.1.1. Les combustions fossiles et de biomasse	**11**
1.3.1.2. Les sources industrielles	**11**
1.3.1.3. L'agriculture	**12**
1.3.1.4. Les rejets domestiques	**12**
1.3.2. Pollution naturelle	**13**
1.3.2.1. Agents physiques.	**13**
1.3.2.2. Agents chimiques organiques.	**13**
1.3.2.3. Agents chimiques inorganique	**13**
1.3.2.4. Agents biologiques.	**13**
Chapitre 2 : Impacts de la pollution	
1. Impacts de la pollution de Sol	**15**
1.1. Sur la santé humaine	**15**
1.2. Sur la santé animale	**15**
1.3. Sur la plante	**15**
1.4. Sur l'environnement	**16**
2. Impacts de la pollution de l'eau	**16**
2.1. Sur la santé humaine	**16**
2.2. Sur la santé animale	**17**
2.3. Sur les végétaux	**17**
2.4. Sur l'environnement	**18**
Chapitre3 : Bioremédiation	
1. Bioremédiation	**18**
1.1. Contexte et importance de la bioremédiation	**18**

1.2. Objectifs de l'étude	**18**
2. Fondements théoriques de la bioremédiation	**19**
2.1. Principe	**19**
3. Techniques de bioremédiation	**20**
3.1. Phytoremédiation	**20**
3.1.1. Les différentes techniques de la phytoremédiation	**21**
1. Phytoextraction	**21**
2. Phytostabilisation	**21**
3. Phytovolatilization	**22**
4. Rhizofiltration	**22**
5. Phytodégradation	**22**
3.2. Bioaugmentation	**22**
3.3. Biostimulation	**23**
3.4. Bioventing	**24**
3.5. Composts	**25**
3.6. Biochar	**26**
4. Facteurs influencent l'efficacité de la bioremédiation	**26**
4.1. Conditions environnementales	**27**
4.1.1. Température	**27**
4.1.2. ph	**27**
4.1.3. Humidité	**27**
4.1.4. Teneur en oxygène	**28**
4.1.5. Nutriments	**28**
5. Composition de substrat	**29**
6. Les micro-organismes impliqués	**29**

7. Durée de processus	**29**
8. Application de la bioremédiation	**29**
8.1. Application de la phytoremédiation par *lathyrus sativus*	**29**
8.2. Application de la bioremédiation par le Champignon *pleurotus ostreatus*	**31**
8.3. Application de la bioremédiation à la rivière	**32**
8.4. Application de la phytoremédiation d'un sol pollué par des métaux lourds (cas du zinc)	**32**
8.5. Application de la bioremédiation du mercure par *vibrio fluvialis*	**34**
8.6. Potentiel élevé de biorestaurations des tellurites par *Staphylococcus xylosus* modérément halophile	**35**
8.7. Application de la bioremédiation des sols pollués par des hydrocarbures pétroliers à l'aide d'isolats fongiques indigènes et de consortiums	**36**
9. Perspectives d'avenir	**37**
Conclusion	**33**
Références bibliographiques	

Liste des abréviations

Pb : Plomb.

Cd : Cadmium.

Hg : Mercure.

N : L’azote.

P : Phosphore.

K : Potassium.

ETM : Éléments Traces Métalliques.

Zn : Zinc.

Cu : Cuivre.

Mn : Manganèse.

Co : Cobalt

Ni : Nickel.

Fe : Fer.

Se : Sélénium.

Cr : Chrome.

C : Carbone.

H : Hydrogène.

HAP : Les hydrocarbures aromatiques polycycliques.

$Pb(NO3)_2$: Nitrate de plomb

$ZnSO_47H_2O$: Sulfate de zinc heptahydraté

NH_3-N: azote ammoniacal

Hg : Mercure

Liste des figures

Figure	Titre	Page
1	La pollution de l'eau.	4
2	La pollution de sol.	8
3	Importance relative à la biomasse végétale, animale, microbienne et de la matière organique morte -b) Importance relative de la biomasse d'une couche de 20 cm de sol contenant une biomasse de 12000 kg/ha.	10
4	Les impacts de la pollution de l'eau sur les plantes.	18
5	Sort possible des polluants lors de la phytoremediation : Le polluant (représenté par des cercles rouges) peut être stabilisé ou dégradé dans la rhizosphère, séquestré ou dégradé à l'intérieur du tissu végétal, ou volatilisé.	22
6	Schéma récapitulatif du principe de bio augmentation.	23
7	Schéma récapitulatif du principe de bio stimulation.	24
8	Système typique de bioventing.	25
9	Compost.	25
10	Biochar.	26
11	Teneur en cuivre dans les racines de plantes de gesse (Lathyrus sativus L.).	30
12	Teneur en zinc dans les racines de plantes de gesse (Lathyrus sativus L.).	30
13	Teneur en plomb dans les racines de plantes de gesse (Lathyrus sativus L).	31
14	Evolution de la concentration en dioxines (OS : sol d'origine ; W : blé ; B : Orge ; M : Hiratake ; N : sol arable naturel).	32
15	Passmètres de qualité de l'eau de la zone d'étude de la rivière Guxin.	32
16	La concentration du Zn dans les racines.	33
17	La concentration du Zn dans la partie aérienne.	33
18	Le rendement en matière sèche (g/pot).	34
19	Variation des hauteurs des tiges (cm) en fonction du temps.	34

20	Variation des longueurs des feuilles (cm) en fonction du temps.	34
21	Cinétique de croissance de Vibrio fluvialis dans un milieu contenant HgCl (100, 150, 200 et 250 µg/m).	35
22	Efficacité de la bioremédiation par Vibrio fluvialls (avec différentes concentrations initiales en IgCl2 (100, 150, 200 et 250 µg/m).	35
23	Détermination des conditions de croissance optimales des bactéries.	36
24	Dégradation quantitative estimée par HPLC, du % HBPM/HAP totaux et du % de dégradation des HAP totaux en utilisant des cultures fongiques pures et mixtes.	37