



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de L'Enseignement Supérieur et De la Recherche Scientifique

Université Ferhat Abbas – Sétif1

جامعة فرحات عباس – سطيف

Faculté Des Sciences De La Nature et De La Vie كلية علوم الطبيعة والحياة

Département De Microbiologie

قسم الميكروبيولوجيا

Mémoire

De fin de cycle présenté pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie

Intitulé :

Biodégradation des hydrocarbures par les bactéries

Soutenue par :

BOUAOUD Hana Nourelaine

NEDJAI Hadjer

LATRECHE Djouhaina

Présenté le 28/06/2025 devant le Jury :

Dr. HADJIRA Sabrina	MCB	Univ. Ferhat Abbas Sétif 1	Président
Dr. BENSLIM Asma	MCB	Univ. Ferhat Abbas Sétif 1	Rapporteur
Dr. KANOUNI Lina	MCB	Univ. Ferhat Abbas Sétif 1	Examineur

Année universitaire

2024/2025

Remerciements

Nous tenons à remercier Dieu le tout puissant de nous avoir donné la Santé physique et mentale, la force et la patience pour la réalisation de notre étude tout au long de ce parcours.

*Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de **Dr. BENSLIM**, nous exprimons notre sincère gratitude, on la remercie pour ses conseils avisés, son accompagnement bienveillant, sa rigueur sa disponibilité ainsi que pour la richesse de ses orientations durant cette étude.*

*On remercie également les membres de jury **Dr. HADJIRA** et **Dr. KANOUNI**, professeurs à l'université, pour l'honneur qu'elles nous ont fait en acceptant d'évaluer notre travail.*

M

E

R

C

I

Dédicace

*A mes chers parents Mourad et Driai Nawel, pour tous leurs sacrifices, Leur amour, leur tendresse,
leur soutien et leurs prières tout au long de mes étude.*

*A mes chers sœurs RayhanaHour Elaine,AyatElrahmen, Imen Chams Elhouda, WedjdeneNiamat
Allah et MiraleHidaiaAllah*

*A mon cher frère Karim ChihebElddine pour leurs encouragements permanents, et leur soutien
moral*

A mes chères amies et mes binômes Djouhaina et Hadjer

A tous mes professeurs depuis le début de mon parcours académique.

A tous ceux qui m'ont aidé.

Merci d'être toujours là pour moi

Hana Nour Elaine

Dédicace

Je dédie cette remise de diplôme à moi-même, ambitieuse et persévérante, qui malgré tout a continué jusqu'à atteindre son rêve.

*Au premier moteur de ma réussite et à la plus belle bénédiction que Dieu m'ait accordée, à l'homme exceptionnel qui a fait ressortir le meilleur de moi-même et m'a toujours encouragée à aller de l'avant,
à mon cher père*

À la lumière qui éclaire mes ténèbres, à ce nuage bienveillant qui me protège et m'abreuve sans que je le demande, à celle qui me tend la main quand je trébuche et me pousse à résister à tout, à l'amie de mon enfance, de mon adolescence et de ma jeunesse ma chère maman.

À mon ange gardien, à celui qui a quitté ce monde trop tôt, à celui qui reste gravé dans ma mémoire, à celui qui aurait été fier de moi, comme il l'a toujours été, à mon frère de cœur... qu'Allah lui fasse miséricorde, mon cher Akram.

À ma petite version de moi-même, à mon amour dans les moments de tristesse, à mon amie dans les instants d'échec, à celle qui me rassemble quand l'espoir me quitte, ma petite sœur Aya.

*À mon pilier solide, à mon soutien constant, à mon fils né du cœur de ma mère,
mon frère le plus tendre, Abdallah*

À mes sœurs de mères différentes, à celles qui m'ont prouvé que les proches méritent d'être aimés et chéris avant tout, à celles qui m'ont soutenue chaque fois que j'ai failli tomber, à mes précieuses cousine Nesrine, et Warda, chère à mon cœur.

*À ma famille, les NEDJAI et les KOUSSA, petits et grands,
je vous dédie ma réussite*

À mes amies Hana Nour Elaine et Djouhaina, qui ont été pour moi un soutien après Dieu dans l'accomplissement de ce mémoire, à ces douces compagnes de route, partenaires de mes veillées et de mes efforts, je vous dédie cette réussite.

Hadjer

Dédicace

À chaque commencement une fin, et à chaque effort sa récompense. J'ai enfin achevé ce mémoire, louange à Dieu Tout-Puissant, puis grâce à mes efforts, ma patience, et ma foi profonde que ce parcours serait couronné par une réussite encore plus grande, par la volonté divine.

Avec mes mots simples qui ne pourront jamais exprimer toute ma gratitude, Avec l'expression de ma reconnaissance la plus sincère, je dédie ce travail modeste;

À celle qui m'a donné la vie, qui a sacrifiée tant de choses pour faire de moi la meilleure version d'elle-même, qui a prié pour moi. À ma mère, la prunelle de mes yeux, merci à Dieu d'être ma mère. Je t'aime du plus profond de mon cœur

Au meilleur homme de ma vie, celui qui m'a donné son nom, mon soutien dans ma vie qui a peiné et donné sans rien attendre en retour, mon père; Tu es ma couronne et mon pilier, qu'Allah te récompense pour tout

À mes frères Zakaria, Seif, Ilyes et Khalil, mon refuge dans cette vie, ceux qui ont été ma force, mes alliés, mes repères. Grâce à vous, j'ai affronté les difficultés les épreuves sans peur. Merci pour votre présence constante

À ma sœur Djaouhara bien-aimée ma confidente, source de force et de réconfort, celle qui a essuyé mes larmes, accueilli mes faiblesses m'a toujours tendu la main. Merci d'avoir été mon abri de paix.

À ma grande famille, LATRECHE et SAOUCHE, merci à chacun d'entre vous, petits et grands, pour votre soutien, votre geste réconfortant votre amour et votre fierté en moi.

À mes précieuses amies tout au long de mon parcours particulièrement l'universitaire, leur soutien moral et leur présence à mes côtés ont rendu ma relation avec elles même forte de plus en plus.

Et enfin, je termine avec une dédicace spéciale à mes coéquipières dans l'élaboration de ce mémoire; Hadjer et Hana. Sans vous, cette aventure aurait été bien plus difficile. Merci d'avoir partagé chaque instant et chaque effort consenti avec moi main dans la main, votre présence a tout changé cette belle aventure académique,

Djouhaina

Sommaire

Introduction	1
Chapitre 1 : Les Hydrocarbures	3
1.1. Définition	3
1.2. Classification	3
1.2.1. Les hydrocarbures aliphatiques	4
1.2.2. Les hydrocarbures aromatiques	4
1.3. Propriétés physico-chimiques des hydrocarbures	7
1.3.1. Volatilité	7
1.3.2. Densité	8
1.3.3. Solubilité	8
1.3.4. Sorption	8
1.3.5. Tension superficielle	9
1.3.6. Viscosité	9
1.4. Impact environnemental des hydrocarbures	9
1.4.1. Pollution des sols et des eaux	10
1.4.2. Emission des gaz à effet de serre	10
1.4.3. Effet sur la biodiversité	11
1.5. Transformation des hydrocarbures	12
1.5.1. Dégradation abiotique	12
1.5.2. Dégradation biotique	13
Chapitre 2 : Dégradation bactérienne des Hydrocarbures	16
2.1. Facteurs influençant la biodégradation des Hydrocarbures	16
2.1.1. Structure	16
2.1.2. Temps d'exposition	17
2.1.3. Température	17
2.1.4. pH	18
2.1.5. Communauté microbienne	18
2.1.6. Nutriments	19
2.1.7. Salinité	19
2.2. Voies de biodégradation des hydrocarbures	21
2.2.1. Dégradation en aérobiose	21
2.2.2. Dégradation en anaérobiose	25
Conclusion et perspectives	30
Références bibliographiques	32

ملخص

تعتبر تلوثات الهيدروكربونات اليوم من بين أبرز المشاكل البيئية، فهذه المركبات العضوية المستعصية تلوث التربة والمياه والهواء. وفي مواجهة هذا الوضع، تبرز المعالجة البيولوجية (المعروفة بالمعالجة الحيوية) كخيار بيئي واقتصادي وفعال. يتناول هذا البحث موضوع التحلل البيولوجي للهيدروكربونات بواسطة البكتيريا. ويستعرض في البداية تصنيف الهيدروكربونات وخصائصها الفيزيائية والكيميائية، بالإضافة إلى تأثيرها على البيئة ثم يركز على آليات التحلل الميكروبي، والمسارات الأيضية (الهوائية واللاهوائية)، والعوامل التي تؤثر على كفاءة هذه العملية مثل درجة الحرارة، ودرجة الحموضة (pH)، وتوفر المغذيات، وطبيعة المجتمع الميكروبي. يعتمد التحلل البيولوجي على عمل إنزيمات متخصصة مثل الأوكسجيناز والهيدروكسيلاز، التي تحفز تحويل الهيدروكربونات إلى مركبات وسطية أقل ضرراً وأسهل امتصاصاً من قبل الخلايا البكتيرية.

الكلمات المفتاحية: الهيدروكربونات، التلوث، الملوثات العضوية الثابتة / المستعصية، المعالجة الحيوية، المسارات الأيضية، الانزيمات الميكروبية.

Résumé

La pollution par les hydrocarbures est aujourd'hui considérée comme l'un des problèmes environnementaux majeurs. Ces composés organiques persistants contaminent les sols, l'eau et l'air. Face à cette situation, la bioremédiation s'impose comme une alternative écologique, économique et efficace. Ce travail de recherche porte sur la biodégradation des hydrocarbures par les bactéries. Le mémoire aborde dans un premier temps la classification des hydrocarbures, leurs propriétés physico-chimiques, ainsi que leur impact sur l'environnement. Ensuite, l'étude se focalise sur les mécanismes microbiens de dégradation, les voies métaboliques (aérobies et anaérobies), et les facteurs influençant l'efficacité de ce processus, tels que la température, le pH, la disponibilité en nutriments et la nature de la communauté microbienne. La biodégradation repose sur l'action d'enzymes spécifiques comme les oxygénases et hydroxylases, qui catalysent la transformation des hydrocarbures en intermédiaires moins nocifs et plus facilement assimilables par les cellules bactériennes.

Mots clés: Hydrocarbures, Pollution, POPs (Polluants Organiques Persistants), Bioremédiation, Voies métaboliques, Enzymes microbiennes.

Abstract

Hydrocarbon pollution is now considered one of the major environmental issues. These persistent organic compounds contaminate soil, water and air. In response to this situation, bioremediation emerges as an ecological, economical, and effective alternative. This research focuses on the biodegradation of hydrocarbons by bacteria. The thesis first addresses the classification of hydrocarbons, their physicochemical properties, as well as their environmental impact. It then focuses on the microbial degradation mechanisms, including metabolic pathways (aerobic and anaerobic), and the factors influencing the efficiency of this process, such as temperature, pH, nutrient availability and the nature of the microbial community. Biodegradation relies on the action of specific enzymes such as oxygenases and hydroxylases, which catalyze the transformation of hydrocarbons into less harmful intermediates that are more easily assimilated by bacterial cells.

Key words: Hydrocarbons, pollution, POPs (Persistent Organics Pollutants), bioremediation, metabolic pathways, Microbial enzymes