

**République Algérienne Démocratique et Populaire**

**وزارة التعليم العالي و البحث العلمي**

**Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique**

**المدرسة الوطنية العليا للفلاحة - الحراش - الجزائر**

**Ecole Nationale Supérieure Agronomique El Harrach-Alger**

## **Mémoire**

**En vue de l'obtention du diplôme de Master**

**Département : Sciences du sol**

**Spécialité : Sol, Protection et mise en valeur des terres**

**THEME**

**Evaluation des taux et des formes de la matière organique des horizons de surface d'un sol contaminé par les hydrocarbures dans la région d'Ahnif (Wilaya de BOUIRA)**

**Présenté par : Mlle. REBAI Amina**

**Soutenu le : 13/12/2016**

**Jury :**

**Présidente : Mr. DAOUD Y**

Professeur

**Promoteur : Mme. ZERROUK F.**

Maitre assistant A

**Examineurs : Mr GAOUAS .**

Maitre assistant A

Mr LARIBI A.

Maitre assistant A

**Promotion : 2011 - 2016**

## Table des matières

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUCTION</b> .....  | <b>7</b>  |
| <b>synthèse bibliographique</b> .....  | <b>10</b> |
| <i>I</i> <i>LA MATIERE ORGANIQUE</i> .....   | <i>11</i> |
| I.1      Origine de la matière organique .....   | 11        |
| I.2      Compartiments fonctionnels .....  | 11        |
| I.2.1    Les matières organiques vivantes, végétales et animales (La biomasse en activité) ..... | 12        |
| I.2.1.1    La matière organique fraîche .....  | 12        |
| I.2.2    Les composés organiques intermédiaires .....  | 12        |
| I.2.3    Les composés organiques stabilisés (L'humus, ou substances humiques) .....              | 13        |
| I.3      Cinétique d'évolution de la matière organique dans le sol.....                          | 13        |
| I.3.1    L'Humification.....   | 14        |
| I.3.2    La minéralisation .....   | 14        |
| I.4      Facteurs intervenant sur la transformation des matières organiques .....                | 15        |
| I.4.1    Nature et caractéristiques des matières organiques des sols .....                       | 15        |
| I.4.2    facteurs biologiques .....  | 16        |
| I.4.3    Composition chimique du sol .....   | 16        |
| I.4.4    Facteurs de l'environnement.....  | 16        |
| I.4.4.1    Température du sol : .....  | 16        |
| I.4.4.2    Humidité du sol: .....  | 16        |
| I.4.4.3    Aération du sol, disponibilité en oxygène :.....                                      | 17        |
| I.4.4.4    Le pH du sol : .....  | 17        |
| I.4.4.5    La texture : .....  | 17        |
| I.4.4.6    Pratiques culturales :.....   | 17        |
| I.5      Importance de la matière organique pour les caractéristiques du sol :.....              | 18        |
| I.5.1    Qualités physiques .....  | 19        |
| I.5.2    Qualités chimiques.....   | 19        |
| I.5.3    Qualités biologiques.....   | 20        |
| I.6      Cycle du carbone organique :.....   | 21        |
| I.6.1    Le cycle court du carbone .....   | 22        |
| I.6.2    Le cycle long du carbone organique .....  | 23        |
| I.7      Cycle de l'azote .....  | 24        |
| I.8      La teneur en azote du sol .....   | 24        |
| I.9      Taux de matière organique.....  | 25        |
| I.10     Le rapport C/N .....  | 25        |
| <i>II</i> <i>LES HYDROCARBURES</i> .....   | <i>26</i> |
| II.1     Origine .....   | 26        |
| II.2     Classification.....   | 27        |
| II.2.1    Hydrocarbures saturés .....  | 27        |
| II.2.2    Composés polaires .....  | 27        |
| II.2.3    Hydrocarbures aromatiques (HAP).....   | 27        |
| II.2.3.1    Toxicité des HAP .....   | 28        |
| II.2.4    Résines et asphaltènes.....  | 28        |
| II.3     Action des hydrocarbures sur les sols.....  | 28        |
| II.3.1    Effet sur les propriétés physique du sol .....   | 28        |
| II.3.2    Effet sur les propriétés chimique du sol .....   | 29        |
| II.4     Devenir des hydrocarbures dans le sol .....   | 29        |
| II.4.1    Transformations abiotiques.....  | 30        |
| II.4.1.1    Evaporation .....  | 30        |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| II.4.1.2 | Sédimentation .....   | 30 |
| II.4.1.3 | Photo-oxydation .....   | 30 |
| II.4.1.4 | L'hydrolyse .....   | 30 |
| II.4.2   | Transformation biotique .....   | 31 |
| II.5     | Toxicité des hydrocarbures .....  | 31 |
| II.6     | Dégradation microbologique des polluants hydrocarbonés .....  | 31 |
| II.6.1   | Bactéries dégradant les hydrocarbures .....   | 32 |
| II.6.2   | Mécanismes généraux de biodégradation des hydrocarbures .....   | 33 |
| II.6.3   | Facteurs physiques et chimiques affectant dégradation des hydrocarbures par ls<br>microorganismes : ..... | 33 |
| II.6.3.1 | Structure et nature du sol.....   | 33 |
| II.6.3.2 | Composition du polluant.....  | 34 |
| II.6.3.3 | Température.....  | 34 |
| II.6.3.4 | Ressources en oxygène.....  | 34 |
| II.6.3.5 | Nutriments .....  | 34 |
| II.6.3.6 | Humidité .....  | 35 |
| II.6.3.7 | Potentiel d'hydrogène (pH) .....  | 35 |
| II.6.3.8 | Structure du sol .....  | 35 |
| II.6.3.9 | Texture du sol .....  | 35 |
| II.7     | Dépollution naturelle des sites contaminés par les hydrocarbures .....                                    | 35 |
| II.7.1   | La bioremediation des sols .....  | 36 |
| II.7.2   | Techniques utilisés.....  | 37 |
| II.8     | Conclusion .....  | 38 |

**Matériels et méthodes .....** **39**

|         |   |    |
|---------|---|----|
| I.1     | Site d'étude .....                                    | 40 |
| I.1.1   | Présentation de la région d'étude .....               | 41 |
| I.1.2   | Caractéristique climatique.....                       | 42 |
| I.1.2.1 | Température.....                                      | 42 |
| I.1.2.2 | Pluviométrie .....                                    | 43 |
| I.1.2.3 | Synthèse climatique .....                             | 43 |
| I.2     | Méthode d'étude .....                                 | 44 |
| I.2.1   | La méthode expérimentale.....                         | 44 |
| I.2.2   | Les méthodes d'analyses :.....                        | 45 |
| I.2.2.1 | Analyses du sol .....                                 | 45 |
| I.2.2.2 | Le dispositif de déplacement de CO <sub>2</sub> ..... | 46 |
| I.2.2.3 | Analyse Microbologique .....                          | 46 |
| I.2.2.4 | Analyse statistique .....                             | 52 |

**Résultats et discussion .....** **53**

|       |   |    |
|-------|---|----|
| I.1   | La production quotidienne de gaz carbonique .....   | 54 |
| I.2   | Production cumulée de CO <sub>2</sub> .....         | 58 |
| I.3   | Evolution de C-Biomasse .....                       | 61 |
| I.4   | Evolution de N- biomasse.....                       | 63 |
| I.5   | Evolution du pH .....                               | 65 |
| I.6   | Évolution de la microflore totale dans le sol ..... | 67 |
| I.7   | Corrélations .....                                  | 70 |
| I.7.1 | C- Biomasse - N-Biomasse.....                       | 70 |
| I.7.2 | Microflore totale – C- Biomasse.....                | 71 |
| I.7.3 | Microflore totale – N-Biomasse.....                 | 72 |
| I.7.4 | Microflore totale – CO <sub>2</sub> cumulé .....    | 73 |
| I.7.5 | C-Biomasse – CO <sub>2</sub> cumulé .....           | 74 |

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| I.7.6                                   | N-Biomasse - CO <sub>2</sub> cumulé .....      | 75        |
| I.7.7                                   | Test ACP (Analyse de Composante Multiple)..... | 76        |
| I.8                                     | Discussion générale .....                      | 77        |
| <b>Conclusion générale .....</b>        |  | <b>78</b> |
| <b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE .....</b> |  | <b>81</b> |
| <b>Annexes.....</b>                     |  | <b>94</b> |

## Résumé

En Algérie, les produits pétroliers, du fait de leur utilisation massive et leur transport constituent des polluants importants pour les sols. Le devenir de ces polluants dans l'environnement est gouverné par les processus de biodégradation. L'existence de ces phénomènes dépend de la biodégradabilité intrinsèque du polluant mais aussi de la présence d'une microflore dégradatrice compétentes dans les sols.

L'objectif de ce travail consiste à évaluer le potentiel biologique d'un sol anciennement pollué par le pétrole, dans le but d'étudier l'effet de la pollution sur les paramètres biologiques d'un sol agricole, ceci en comparant ces paramètres biologiques avec ceux d'un sol non pollué provenant de la même région.

L'étude effectuée s'est déroulée sous des conditions contrôlées pendant 21 jours, les paramètres mesurés sont : l'estimation de l'activité microbienne à travers la mesure du CO<sub>2</sub> dégagé par respirométrie, la microflore totale accompagnée d'une quantification du carbone et l'azote de la biomasse microbienne, ainsi que le pH.

Les résultats obtenus ont montré un dégagement considéré de CO<sub>2</sub> dans le sol pollué surtout au 5<sup>ème</sup> jours d'incubation, ceci traduit une intense activité biologique. Ainsi la présence d'hydrocarbures a provoqué une augmentation de l'activité biologique et donc du potentiel microbien, de ce fait, la dégradation de ces composés hydrocarbonés a provoqué la libération de métabolites qui a conduit une diminution du pH du sol.

Mots clé : pollution, hydrocarbures, potentiel microbien, matière organique, azote de la biomasse, carbone de la biomasse, échantillon fumigé.

## Abstract

Petroleum products, because of their massive use and transport, are important pollutants for soils in Algeria. The fate of these pollutants in the environment governed by biodegradation processes. The existence of these phenomena depends on the intrinsic biodegradability of the pollutant as well as the presence of competent degrading microflora in soils.

The objective of this work is to evaluate the biological potential of a soil, polluted by petroleum, by comparing its parameters with those of an unpolluted soil of the same region.

This work has been watched under controlled conditions for 21 days, the parameters measured are: the estimation of the microbial activity through the measurement of the CO<sub>2</sub> released by respirometry, the total microflora accompanied by a quantification of the carbon and the nitrogen of the Microbial biomass, as well as the pH.

The results obtained showed a considered release of CO<sub>2</sub> in the polluted soil especially on the 5th day of incubation, this means an intense biological activity. Thus the presence of hydrocarbons caused an increase in the biological activity and hence the microbial potential and then the degradation of the hydrocarbons caused the release of the metabolites which led to a decrease in the pH of the soil.

Key words: Pollution, hydrocarbons, microbial potential, biomass nitrogen, biological carbon, free organic matter, bound organic matter.

## ملخص

الاستخدام المكثف للمنتجات النفطية في الجزائر، و عملية نقلها تجعل منها ملوثات رئيسية للتربة. مصير هذه الملوثات في البيئة تحت سيطرة التحلل البيولوجي. وجود هذه الظواهر يعتمد على التحلل الداخلي للملوثات إضافة إلى وجود ميكروبات محللة في التربة.

الهدف من هذا العمل هو تقييم الإمكانيات الكامنة البيولوجية لتربة ملوثة سابقا بالنفط وذلك من خلال مقارنة هذه المعايير مع معايير تربة غير ملوثة مأخوذة من نفس المنطقة.

أجريت الدراسة تحت ظروف مراقبة لمدة 21 يوم، المعالم التي تمت دراستها هي : تقدير النشاط الميكروبي من خلال قياس كمية ثنائي أكسيد الكربون الصادرة عن قياس التنفس، الجزيئات الدقيقة الإجمالية مصطحبة بكميات الكربون والنيتروجين المتعلقة بالكتلة الحيوية الميكروبية، بالإضافة إلى درجة الحموضة.

أظهرت النتائج انبعاث معتبر لثنائي أكسيد الكربون في التربة الملوثة خاصة في اليوم الخامس ، وهذا يعكس نشاط بيولوجي شديد . وبالتالي فقد يسبب وجود النفط في زيادة النشاط البيولوجي و الإمكانية الميكروبية، إضافة إلى ذلك فإن تدهور هذه المركبات الهيدروكربونية تسبب في طرح جزيئات أدت بدورها إلى رفع مستوى حموضة التربة.

كلمات المفتاحية : التلوث، الهيدروكربونات، الإمكانيات الميكروبية الكامنة ، المادة العضوية ، نيتروجين الكتلة الحيوية ،كربون الكتلة الحيوية.