

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département de Biologie



Mémoire de fin d'études

En vue d'obtention du diplôme de Master En Sciences Biologiques
Spécialité : Biologie de la conservation.

Thème

Impact de la pollution du sol aux hydrocarbures sur la pédofaune.
Cas de station-service de Boudjima de la Wilaya de Tizi-Ouzou

Présenté par :

M^{elle} HOSNI Sarah

M^{elle} MEDDOUS Linda

Devant le jury composé de :

Président : M^{me} DJIOUA

M.A.A. à l'U.M.M.T.O.

Promotrice : M^{me} SADOUDI-ALI AHMED D.

Professeur U.M. M. T. O.

Co-promotrice: M^{me} OULTAF L.

Docteur U.M. M. T. O.

Examinatrice : M^{me} KHAMMES N.

M.A.A. à l'U.M.M.T.O.

2022 / 2023

Remerciements

En tout premier lieu, nous remercions le bon Dieu, tout puissant, de nous avoir donné la force pour survivre, ainsi que l'audace pour dépasser toutes les difficultés.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre cher professeur et encadreur Madame SPOUDIS AKMED DJ., Professeur au département de biologie de l'UNMJO pour son suivi et pour son énorme soutien, qu'elle n'a cessé de nous prodiguer tout au long de la période du travail. Faire notre travail sous sa direction était un grand honneur et un immense bonheur. La liberté qu'elle nous a accordée et les responsabilités qu'elle nous a confiées ont beaucoup contribué à notre autonomie de travail.

Ainsi que Notre Co-promoteur Madame OUSIF L, pour le temps qu'elle nous a consacré et pour les précieuses informations qu'elle nous a prodiguées avec intérêt et compréhension. Ses conseils et ses encouragements ont permis à ce travail d'aboutir. Ses capacités scientifiques et ses compétences étaient notre grand-support.

Nous remercions également Monsieur DJB DJ, pour son aide dans l'identification et Madame ALS AKMED pour son aide dans l'analyse statistique. Ainsi que M^{lle} ABRUS K l'ingénieur de laboratoire.

Nos remerciements vont aussi aux membres du jury : Madame DJOUA et Madame KHAMMES. Pour l'intérêt qu'elles ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Nous tenons à remercier l'ensemble du personnel de la station-service du Boudjima pour leur accueil chaleureux, l'aide et l'assistance dont nous avons eu besoin. Nous voudrions aussi témoigner notre reconnaissance et exprimer toute notre gratitude à nos enseignants qui ont participé pour une grande part à notre formation.

À fin de n'oublier personne, nos vifs remerciements s'adressent à tous ceux qui nous ont aidés à la réalisation de ce modeste mémoire.

Dédicaces

Je dédie ce travail à

Mes très chères et formidables parents, qui m'en soutenu et encouragé durant toutes ces années d'étude et sacrifices, qui ont su être à l'écoute pendant mes moment difficiles

A ma chère sœur et mes deux frères

A ma chère et formidable grand-mère

A ma famille,

A toutes mes chères amies Lydia, Merieme, Yasmine ; qui m'ont encouragé, à qui je souhaite plus du succès

A ma binôme Linda et sa famille

A tout ceux que j'aime

SARAH

Dédicaces

Je dédie ce travail

A mes très chers parents qui ont éclairé mon chemin et que je remercie infiniment pour leur encouragement et soutien, que dieu tout puissant me les garde.

A mes chers sœurs et frères que j'aime beaucoup

A mon très cher mari

A ma famille et mes proche

A toute ma belle-famille.

A ma binôme Sarah et toute sa famille .

A tous ceux que j'aime et je respecte.

A toutes personnes qui mon aider de loin ou de près pour réaliser ce modeste travail.

LJNDA

Liste des figures

Figure 01 : Situation géographique de Boudjima dans la wilaya de Tizi-Ouzou.....	10
Figure 02 : Localisation de la station-service de Boudjima.....	11
Figure 03 : Matériel utilisé sur le terrain.....	12
Figure 04 : Matériel utilisé au laboratoire.....	13
Figure 05 : Tri et identification de la faune avec un microscope.....	14
Figure 06 : Nombre d'individus par groupe faunistique en fonction des stations.....	18
Figure 07 : Nombre d'individus par station en fonction de la profondeur.....	18
Figure 08 : Distribution des groupes faunistiques dans les différentes profondeurs de chaque zone.....	19
Figure 09 : Diplour.....	20
Figure 10 : Diplopoda.....	20
Figure 11 : Chilopoda.....	20
Figure 12 : Entomobryomorpe.....	20
Figure 13 : Diptera.....	21
Figure 14 : Cloporte.....	21
Figure 15 : Mesostigmata.....	21
Figure 16 : Prostigmata.....	21
Figure 17 : Coleoptera.....	21

Liste des tableaux

Tableau 01 : Principaux constituants du sol.....	4
Tableau 02 : Températures moyennes mensuelle de la wilaya de Tizi-Ouzou durant l'année 2023.....	11
Tableau 03 : Précipitations moyennes mensuelles de la wilaya de Tizi-Ouzou durant l'année 2023.....	11
Tableau 04 : Abondance des groupes de la pédofaune dans chaque station de chaque profondeur.....	17
Tableau 05 : Abondance des individus récoltés dans les différentes stations, l'indice de Shannon et Weaver, le nombre de groupes et l'équitabilité.....	19

Liste des abréviations

P1 : profondeur 1

P2 : profondeur 2

P3 : profondeur 3

S1: site 1

S2: site 2

S3: site 3

Sommaire

Introduction	1
---------------------------	----------

Chapitre I : Synthèse bibliographiques.

1. Généralités sur le sol.....	3
I.1. Définition du sol.....	3
I.2. Constituants du sol.....	3
I.2.1. Phase solide	3
I.2.2. Phase liquide.....	3
I.2.3. Phase gazeuse.....	3
I.3. Propriétés du sol.....	4
I.3.1. Propriétés physique.....	4
I.3.2. Propriétés chimique.....	5
2. Pédofaune.....	5
II.1. Définition	5
II.2. Classification du la pédofaune.....	5
II.2.1. Selon la taille.....	5
II.2.2. Classification taxonomique.....	5
II.2.3. Selon le régime alimentaire.....	6
II.3. Rôle fondamentale de la pédofaune du sol.....	7
3. Généralité sur la pollution du sol par les hydrocarbures.....	7
III.1. Définition de la pollution.....	7
III.2. Pollution des sols par les hydrocarbures.....	7
III.3. Définition des hydrocarbures.....	7
III.4. Principales sources et contamination par les hydrocarbures.....	7
III.5. Classement des hydrocarbures.....	8
III.5.1. Hydrocarbures aromatiques.....	8

III.5.2. Hydrocarbures paraffiniques.....	8
III.5.3. Hydrocarbures cycloalcanes.....	8
III.5.4. Hydrocarbures asphaltènes.....	8
III.6. Propriétés physico-chimiques des hydrocarbures.....	8
III.7. Impact de la pollution du sol par les hydrocarbures sur la pédofaune.....	9

Chapitre II : Matériel et méthode

II.1. Présentation de la région d'étude.....	10
II.1.1 Situation géographique de la commune de Boudjima.....	10
II.1.2. Description de site d'étude.....	10
II.2. Etude climatologique.....	11
II.2.1. Températures.....	11
II.2.2.Précipitations.....	11
II.3. Matériel d'échantillonnage	12
II.3.1. Matériels utilisé sur le terrain.....	12
II.3.2. Matériels utilisé au laboratoire.....	13
II.4.Méthodes.....	13
II.4.1. Méthode de prélèvement.....	13
II.4.2. Récupération de la macrofaune du sol.....	14
II.4.3. Méthode d'extraction.....	14
II.4.4.Tri et le dénombrement.....	14
II.4.5 Identification.....	15
II.5. Indices écologiques.....	15
II.5.1 Abondance relative.....	15
II.5.2. Indice de Shannon-Weaver	15
II.5.3. Equitabilité	15
II.6. Analyse des données.....	16

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1 Résultats de l'échantillonnage par la méthode d'extraction	17
III.1.1. Nombre d'individus par groupe faunistique en fonction des stations.....	17
III.1.2. Nombre d'individus par station en fonction de la profondeur.....	18
III.2.Indices écologique et résultats des analyses statistiques.....	18
III.2.1. Indices écologiques	18
III.2.2. Relation entre le site, la profondeur et la pédofaune.....	19
III.3. Quelques représentants des groupes faunistiques récoltés.....	20
Discussion des résultats.....	22
Conclusion et perspectives.....	23
Références bibliographiques	
Annexe	

Introduction

Le sol est une ressource limitée et considérée non renouvelable. Il n'est pas isolé, il fait partie de l'écosystème avec lequel il est en constante interaction contribuant à son bon fonctionnement (Bernard et *al.*, 1995).

Il est le support indispensable aux animaux, aux végétaux terrestres et à l'Homme. Toute pollution de celui-ci induit un déséquilibre sur la flore, la faune et sur l'Homme lui-même (Koller, 2004).

Les organismes vivants, nombreux et très divers, trouvent dans les sols une grande diversité de biotopes permettant leur développement. Ils constituent un vaste ensemble au sein duquel s'exercent de très nombreux et complexes mécanismes d'interaction (Michel et *al.*, 2011).

La pollution des sols par les activités industrielles est devenue une source d'enjeux sociaux, économiques, sanitaires et écologiques (Colin, 2000). Par rapport à la pollution de l'air ou de l'eau, la pollution des sols est peu visible et semble, de ce fait, attirer moins l'attention du public, via les médias et les associations en particulier. Certains cas, où des conséquences significatives en termes de vulnérabilité se sont faites sentir sur l'environnement et les populations avoisinantes ont cependant conduit, depuis quelques décennies, à porter à ce problème l'attention qu'il mérite (Pierre et Bernard, 2011).

La contamination par les hydrocarbures mérite une attention particulière, du fait de l'utilisation très fréquente de ces produits (carburants) (Colin, 2000).

Divers travaux ont permis de démontrer l'impact de la pollution par les hydrocarbures sur la pédofaune, nous pouvons citer ; celui de Nemer (2015) qui a réalisé une étude pédologique et floristique de différents sols selon un gradient de pollution de trois stations-services de Tizi-Ouzou : Fréha, Tawirt et Agouni Ocharki ; a signalé des effets négatifs sur le sol et la végétation. En Algérie, Djellouli et al (2009), ont réalisé une analyse préliminaires de la pollution de quelques sols par les HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques) pour une agriculture durable, a confirmé par la suite le rôle du secteur industriel dans ce type de pollution. En France, Grelle (1998) a travaillé à son tour sur l'impact des métaux lourds sur les peuplements de macro invertébrés de la faune du sol.

Plusieurs travaux ont été réalisés au niveau du laboratoire de Département des Sciences Biologiques ; on peut citer : Djemmam et L'hocine (2019) qui ont réalisés une étude sur les effets des hydrocarbures sur les invertébrés du sol d'une station-service à Fréha par deux méthodes d'échantillonnage « Pots Barber et Extraction », ont constatés que la pollution apportée par les rejets des hydrocarbures par la station-service a des effets négatifs sur la biodiversité du sol. Dib (2021) qui a réalisé une étude sur l'impact de la pollution du sol aux hydrocarbures sur la flore et la pédofaune de quelques stations-services de la wilaya de Tizi-Ouzou, a constaté une différenciation entre les communautés d'invertébrés vivants dans les zones les plus contaminées comparativement aux zones les moins polluées et les non contaminées, et des effets négatifs de la contamination sur beaucoup de groupes d'invertébrés.

Dans l'objectif d'évaluer l'impact de la pollution par les hydrocarbures sur la pédofaune, nous avons réalisé nos échantillons au niveau de la station-sevice de Boudjima par l'utilisation de la méthode d'extraction de Berlèze, suivie du tri et du dénombrement au niveau de laboratoire.

Introduction

Notre travail se présente comme suit :

- Le premier chapitre est une synthèse bibliographique sur le sol, la pédofaune et la pollution des sols par les hydrocarbures.
- Le deuxième chapitre comprend la présentation de la station d'étude et sa climatologie.
- Le troisième chapitre rapporte le matériel utilisé et les méthodes qui décrivent la technique d'échantillonnage et celles utilisées au laboratoire.
- Le quatrième chapitre présente les résultats obtenus et leur discussion.

Ce travail s'achève par une conclusion assortie de quelques perspectives.

Chapitre I
Synthèse
bibliographique

Synthèse bibliographique

1. Généralités sur le sol

Le sol est le produit de l'altération, du remaniement et de l'organisation des couches supérieures de la croûte terrestre sous l'action de la vie, de l'atmosphère et des échanges d'énergie qui s'y manifestent (Aubert et Boulaine, 1980, in Lozet et Mathieu, 2002).

I.1. Définition du sol

Le sol est un corps naturel de constitution minérale, différencié en horizons d'épaisseurs variables qui diffère des matériaux sous-jacents par sa morphologie, ses propriétés physiques et chimiques, sa composition et ses caractéristiques biologiques (Calvet, 2013).

Les horizons sont, selon Aubert et Boulaine (1972), des couches parallèles à la surface. Ils sont désignés par des lettres :

- L'horizon A : est un horizon majeur occupant la partie supérieure ou l'ensemble du profil du sol.
- L'horizon B : C'est un horizon qui est nettement différent des horizons A par sa structure, sa couleur et la nature de ses constituants.
- L'horizon C : il correspond à une roche en voie d'altération.
- L'horizon R : il correspond à la roche non altérée située sous le profil.

I.2. Constituants du sol

Le sol est un milieu poreux constitué de trois phases; solide, liquide et gazeuse, dont les proportions varient au cours du temps (METRAL, 2007).

I.2.1. Phase solide ; elle comprend :

I.2.1.1. Fraction minérale : elle est constituée de particules élémentaires dissociables selon leurs dimensions (Musy et Soutter, 1991).

I.2.1.2. Fraction organique : elle est constituée de substances, essentiellement caractérisées par leur nature chimique. Elle est constituée de diverses matières organiques : les résidus, l'humus et les produits transitoires (Musy et Soutter, 1991).

I.2.2. Phase liquide : elle est composée d'eau dans laquelle sont dissoutes des substances solubles provenant à la fois de l'altération des roches, de la décomposition des matières organiques et des apports par l'homme (Soltner, 2011).

I.2.3. Phase gazeuse: elle est composée des gaz que l'on trouve dans l'air (oxygène, azote et gaz carbonique) (Soltner, 2011).

Ses constituants essentiels sont résumés dans le tableau 1.

Synthèse bibliographique

Tableau 1 : Principaux constituants du sol (SOLTNER, 2005)

	Constituants solides		Constituants liquides (solution du sol)	Constituants gazeux (atmosphère du sol)
	Minéraux	Organique		
Origine	Désagrégation physique et altération biochimique des roches mères	Décomposition des êtres vivants	Précipitation, nappe, ruissellement	Air hors sol, matière en décomposition, respiration
Critère de classement	Taille (granulométrie) Qualité minéralogique	Etat (vivant, mort) Qualité chimique originelle transformée	Origine (météorique, phréatique) Etat physique (Potentiel hydrique) Qualité chimique	Origine (Air organisme) Qualité chimique
Catégorie	Selon granulométrie Squelette (>2mm) Squelette (<2mm) Selon minéralogie Quartz Minéraux silicatés Min. carbonatés	Organismes vivants Organismes morts Matières organiques héritées : cellulose, lignine, résines Matières organiques humifiées : acides fulviques et humiques, humines	Eau Substances dissoutes : glucides, alcools, acides organiques et minéraux, cations et anions	Gaz de l'air : N ₂ , O ₂ , CO ₂ Gaz issus de la respiration et de la décomposition des organismes : CO ₂ , H ₂ , CH ₄ , NH ₃

I.3. Propriétés du sol : Selon Koller (2004), nous distinguons :

I.3.1. Propriétés physiques

- La texture : elle précise la proportion des divers éléments physiques du sol. Le triangle des textures (argile-limon) indique à quel type appartient le sol considéré.
- La structure : le sol présentant une structure grumeleuse contient des cavités vides remplies d'air et d'eau.
- La porosité d'une couche de sol en place est la partie d'un volume apparent unitaire qui n'est pas occupé par la phase solide (Koller,2004). Il suffit d'une porosité moyenne pour que les sols soient suffisamment aérés et que le gaz carbonique ne s'y accumule pas (Bocard, 2006).
- L'aération : Le sol contient des espaces remplis d'air ; le volume d'air est d'autant plus important que le sol possède une bonne porosité donc une bonne structure.
- La température : elle influence la vitesse et l'intensité de nombreux processus biologiques et physiques : germination, croissance racinaire, activité de la microflore. En deçà et au-delà de certains seuils, elle peut même les interdire.

Synthèse bibliographique

- La perméabilité : C'est l'aptitude du sol à laisser passer l'eau vers les couches inférieures ; elle dépend de la structure et de la texture.

I.3.2. Propriétés chimiques

- Pouvoir adsorbant : Ce sont les colloïdes du sol (argile et humus) qui possèdent le pouvoir adsorbant le plus élevé (Koller, 2004).

- pH : Cet indice, traduisant le degré d'acidité du milieu, est exprimé par le logarithme de l'inverse de la concentration en ions H_3O^+ : $pH = \log(1/H^+)$ (Koller, 2004).

- Humidité du sol : L'eau demeure un facteur primordial pour la faune du sol ; son insuffisance, aussi bien que son excès peuvent être néfastes aux animaux (Bachelier, 1978).

2. Pédofaune

II.1. Définition

Selon Gobat et *al.* (2003), les animaux qui vivent de façon temporaire ou permanente dans le sol, à sa surface ou dans ses annexes constituent « la pédofaune ». Elle comprend un grand nombre d'organismes aux caractéristiques morphologiques et physiologiques très variées.

II.2. Classification de la pédofaune

II.2.1. Selon la taille : Gobat et *al.* (2010) distinguent :

- La microfaune : elle est constituée d'animaux d'une longueur < 0.2 mm, et regroupe tous les protozoaires, les organismes unicellulaires, les Rotifères et les Nématodes.
- La mésofaune : regroupe les animaux dont la longueur varie entre 0.2 et 4mm et comprend la majorité des Nématodes, les Acariens, les Protours et les Diplours;
- Le macrofaune : se rapporte à des animaux d'une longueur allant de 4 à 80 mm. Ses principaux représentants sont les insectes, les Annélides Oligochètes, les Mollusques Gastéropodes et les macro arthropodes ;
- La mégafaune : dépassant 80mm de la longueur, elle comprend les vertébrés qui agissent sur le sol par le creusement de leurs galeries : reptiles, chiens de prairie, etc.

II.2.2. Classification taxonomique : Selon Bonneau et Souchier (1979), nous distinguons :

II.2.2.1. Les protozoaires : les flagellés, les ciliés et amibes existent en grande quantité dans le sol. Leur rôle, encore mal connu, paraît très important.

II.2.2.2. Les métazoaires: ils comprennent :

II.2.2.2.1. Les Nématodes : Ils sont nombreux dans le sol et dans les litières et souvent de très petite taille.

II.2.2.2.2. Les annélides : Ce sont des animaux de petite taille. Ils ont une allure filiforme et une couleur généralement blanchâtre. Leur régime alimentaire est constitué de débris foliaires dont ils ingèrent les cellules parenchymateuses en ajourant les nervures.

II.2.2.2.3. Les mollusques : un certain nombre de gastéropodes pulmonés vivent dans les litières forestières ou dans les anfractuosités du sol, toujours en milieu humide. Leur action semble minime.

Synthèse bibliographique

II.2.2.2.3.1. Les crustacés (Arthropodes)

Les cloportes peuvent être très nombreux dans les sols. Ils vivent surtout dans les litières qu'ils fragmentent et ingèrent en même temps que le sol.

II.2.2.2.3.2. Les myriapodes (Arthropodes) : on les trouve au niveau des litières et des sols. Leur rôle semble assez limité.

II.2.2.2.3.3. Les arachnides (Arthropodes) : La classe des arachnides, comporte de nombreux organismes :

- Les pseudoscorpions : Ils ont une allure très caractéristique avec leurs grands pédipalpes transformés en pinces agressives. Ils se nourrissent d'acariens et de collemboles.

- Les opilions, les plus communs, ont 4 paires de pattes très longues.

- Les Acariens : On y distingue 3 groupes principaux : les Gamasides, les Uropodinés et les Oribates. Ce sont des phytophages dont la taille diminue avec la profondeur. Beaucoup d'Oribates se nourrissent de filaments mycéliens et de spores.

- Les Aranéides : Ils sont caractérisés par une constriction entre le prosoma et l'opisthosoma. Les araignées sont carnivores et se nourrissent surtout d'insectes.

II.2.2.2.3.4. Insectes(Arthropodes) : Les arthropodes ont une tête, un thorax portant 3 paires de pattes et un abdomen segmenté.

II.2.2.2.3.4.1. Les Aptérygotes (insectes sans ailes) : nous distinguons :

- Les collemboles : insectes primitifs à allure caractéristique qui ont, bien souvent, une furca qui leur permet de faire des bonds. Ils peuvent vivre en très grand nombre dans les litières ou dans le sol.

- Les Diploures, les Protures et les Thysaboures : ont une importance très relative.

II.2.2.2.3.4.2. Les Ptérygotes (insectes ailés)

- **Ordre des Isoptères :** Les termites jouent un rôle de tout premier ordre dans la transformation et l'humification des débris végétaux ainsi que dans la constitution morphologique, physique et chimique des sols.

- **Ordre des Coléoptères :** beaucoup vivent dans le sol ; leurs larves consomment des racines, des morceaux de feuilles, du bois ou des animaux vivants.

- **Ordre des Diptères :** Les larves de Diptères vivent en groupe dans les litières.

II.2.3. Selon le régime alimentaire : D'après Bachelier (1978), tous les animaux qui constituent la faune des sols possèdent des régimes alimentaires plus ou moins stricts :

- **Les animaux phytophages :** ils se nourrissent de tissus végétaux vivants et s'avèrent souvent « parasites des cultures ». Les animaux phytophages qui se nourrissent de champignons sont dits mycophages ; d'autres sont granivores.

- **Les animaux saprophages :** ils se nourrissent de tissus végétaux morts, mais aussi de la microflore qui leur est associée (bactéries, champignons, algues), de la microfaune qui s'y trouve (Protozoaires et Nématodes) et des divers produits de décomposition existants.

Synthèse bibliographique

- **Les animaux prédateurs** : ils se nourrissent aux dépens des animaux vivants et sont donc carnivores, insectivores ou simplement parasites ou encore nécrophages se nourrissant de cadavres, et coprophages se nourrissant des excréments d'autres animaux.

II.3. Rôle fondamental de la faune du sol

Le rôle fondamental de la pédofaune est la transformation des litières et la formation des humus. Parmi ces rôles, nous pouvons citer :

- La fragmentation du matériel foliaire (Bonneau et Souchier, 1979).
- La dissémination des bactéries et des champignons au niveau de la litière (Bonneau et Souchier, 1979).
- La migration du matériel foliaire (Bonneau et Souchier, 1979).
- La pédofaune renferme surtout des transformateurs des substances chimiques du sol : ils interviennent dans de nombreux cycles d'éléments importants : azote, carbone, fer, soufre, etc. (Aubert et Boulaine, 1972).

III Généralité sur la pollution du sol par les hydrocarbures

III.1. Définition de la pollution

La pollution est une dégradation de l'environnement qui résulte notamment de la dissémination de produits toxiques ou de matériaux non biodégradables dans la nature. La pollution peut avoir une cause extérieure à l'Homme ou être causée par lui-même (Stern, 2008).

III.2. Pollution du sol par les hydrocarbures

La pollution par les hydrocarbures est due à des rejets, volontaires ou non, de produits pétroliers. Elle relève à la fois de la pollution chimique et de la pollution organique (Koller, 2004).

III.3. Définition des hydrocarbures

Au sens chimique, les hydrocarbures sont des composés organiques ne contenant que du carbone et de l'hydrogène, associés en molécules d'une très grande diversité. La plus simple étant le méthane, constituant principal du gaz naturel, et la plus complexe et mal connue se trouve dans les fractions lourdes des pétroles bruts (BOCARD, 2006).

III.4. Principales sources et contamination par les hydrocarbures

L'origine des pollutions est liée aux activités industrielles, militaires et urbaines, contemporaines ou passées (BOCARD, 2006) ; nous distinguons :

- Déversements plus ou moins massifs lors d'accidents de transport d'hydrocarbures.
- Fuites d'oléoducs et de cuves enterrés, industrielles (tel que les stations service) ou domestiques.
- Infiltrations à partir de dépôts de déchets industriels et urbains contenant des hydrocarbures mal contrôlés et mal stockés.
- Déversements et enfouissement volontaires de déchets des hydrocarbures.

Synthèse bibliographique

- Retombées atmosphériques dans les zones urbaines et industrielles ou leurs périphéries.

III.5. Classement des hydrocarbures

Les hydrocarbures sont regroupés en différentes classes parmi lesquelles nous distinguons les alcanes, les cyclo alcanes et les aromatiques ou encore les composés saturés ou insaturés (Fattal, 2008).

III.5.1. Hydrocarbures aromatiques

Selon Fattal (2008), les hydrocarbures aromatiques comprennent des composés de benzène, toluène et xylène à bas point d'ébullition qui sont des poisons violents (Koller, 2004).

III.5.2. Hydrocarbures paraffiniques (les alcanes)

Les alcanes sont des hydrocarbures légers, aliphatiques, saturés, à chaîne droite ou ramifiée. Ils représentent environ 30% du poids des pétroles bruts (Fattal, 2008).

Les alcanes, à point d'ébullition plus élevé comme le kérosène et certains lubrifiants, sont moins toxiques mais perturbent divers mécanismes biologiques par blocage des organes sensoriels (Koller, 2004).

III.5.3. Cycloparaffines ou les cycloalcanes

Ce sont aussi des hydrocarbures saturés avec des cycles. Ils ont un cycle constitué de six atomes de carbone formant une chaîne carbonée fermée (Fattal, 2008). Cette famille peut représenter entre 30 et 50% des hydrocarbures totaux d'un pétrole brut (Soltani, 2004).

III.5.4. Asphaltènes

Ce sont des composés stables de très haut poids moléculaire, qui, en plus des atomes de carbone et d'hydrogène, contiennent des hétéro atomes d'azote, de soufre ou d'oxygène (Fattal, 2008).

III.6. Propriétés physico-chimiques des hydrocarbures

Selon Fattal (2008), nous distinguons les propriétés suivantes :

III.6.1. Densité

Elle détermine la flottabilité des hydrocarbures. Les paraffiniques, au poids moléculaire faible, ont tendance à rester en surface, alors que les naphthènes ou les asphaltènes, plus lourds, peuvent couler. Outre le poids moléculaire, plusieurs autres facteurs contribuent à modifier et augmenter la densité. Il s'agit de la température, de l'évaporation ou encore de l'association avec d'autres particules.

III.6.2. Viscosité

La viscosité d'un fluide est due aux forces de frottement des molécules les unes contre les autres et elle dépend du pourcentage d'hydrocarbures légers. Elle diminue lorsque la température augmente et elle s'accroît par évaporation des composés volatils, par l'oxydation photochimique.

III.6.3. Point d'écoulement

Synthèse bibliographique

Le point d'écoulement est la plus basse température à laquelle le pétrole continue de couler. La majorité des hydrocarbures a un point d'écoulement inférieur à 0°C. En dessous de ce seuil, l'hydrocarbure se fige.

III.6.4. Point éclair

Il correspond à la plus basse température à laquelle les fractions d'hydrocarbures s'enflamment lorsqu'elles sont soumises à une étincelle. Certaines essences ont des points d'éclair à -40°C alors que le mazout, que l'on trouve communément dans une chaudière, a un point d'éclair aux alentours de 55°C.

III.6.5. Point d'ébullition

Chaque fraction d'hydrocarbures a une température d'évaporation. Les fractions légères s'évaporent à des températures relativement basses et inférieures à 20°C

III.6.6. Tension superficielle

La tension superficielle dépend de la température et permet de mieux appréhender la vitesse d'étalement des nappes des hydrocarbures. Plus la température augmente, plus la tension superficielle diminue et plus la vitesse d'étalement est importante.

III.7. Impact de la pollution par les hydrocarbures sur la pédofaune

L'exposition des animaux du sol aux polluants varie selon la nature de ces derniers (polluants organiques, métaux lourds) et les voies d'exposition (via l'atmosphère du sol, les ressources trophiques, ou par contact direct). De manière générale, la première réaction d'un organisme mobile est de fuir le polluant dès lors qu'il a été détecté dans son environnement. La fuite peut se faire à courte distance (en s'enfonçant dans le sol, par exemple) ou bien en recherchant des zones non ou moins polluées (refuges) au hasard de ses déplacements.

D'une manière générale, les sols pollués se caractérisent par un appauvrissement de leurs réseaux trophiques, lié à la perte de biodiversité. Chaque fonction (par exemple la décomposition de la matière organique) étant assurée par un ensemble d'organismes cohabitant dans le même volume de sol, un seuil de tolérance peut être défini pour chacun de ces groupes d'organismes, qu'ils soient animaux ou microbiens. Lorsque l'espèce la moins sensible au polluant disparaît, c'est la fonction qui disparaît. Même lorsque le degré de pollution varie selon un gradient, on observe sur le terrain des limites bien tranchées en ce qui concerne la forme d'humus et, par contre coup, la disponibilité des nutriments et la végétation. Une accumulation de matière organique sur une zone bien localisée est un indice pratiquement certain d'un dépôt de polluant (de quelque nature qu'il soit) (Ponge, 2010).

Beaucoup de travaux ont démontré les effets négatifs des produits pétroliers sur les espèces végétales et animales. La contamination des sols par les hydrocarbures peut affecter la diversité et l'abondance de la macrofaune du sol (Dib, 2021). L'étude sur les communautés animales a montré une différenciation entre la communauté d'invertébrés vivants dans les zones polluées (près du point de rejet) par rapport aux zones éloignées de la source de pollution (Begaz et Harid, 2021).

Chapitre II
Matériel & méthode

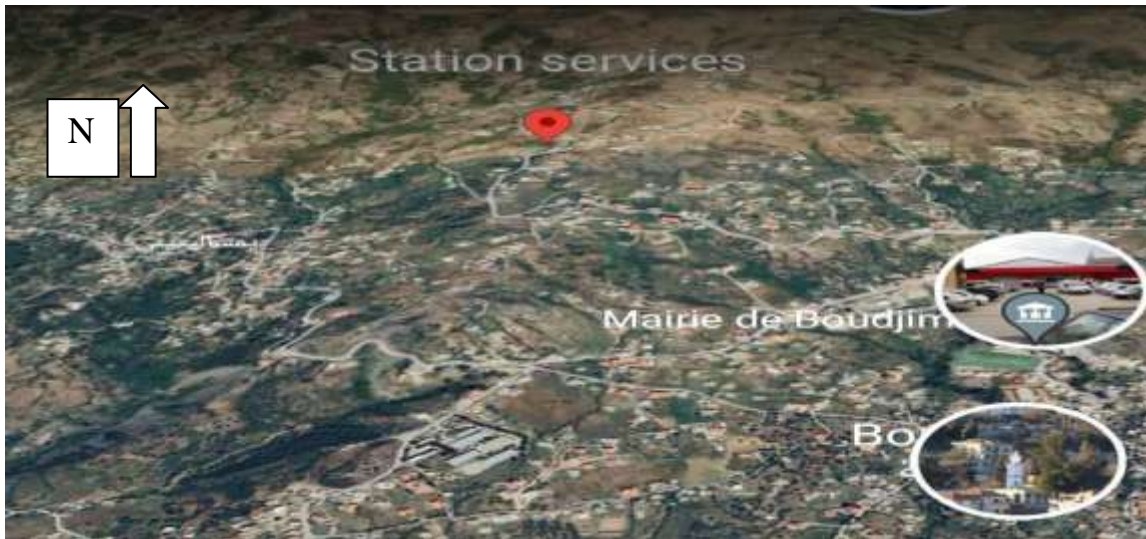


Figure 2 : Localisation de station-service de Boudjima (Google Earth, 2023)

II.2. Etude climatologique

II.2.1. Température

Les données des températures moyennes mensuelle de la wilaya de Tizi-Ouzou du l'année 2023, sont présentes dans le tableau 02.

Tableau 2 : Températures moyennes mensuelles (°C) de la wilaya de Tizi-Ouzou durant l'année 2023 (infoclimat, 2023)

	Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.
Tizi-Ouzou	Tmax(C°)	15,0	17,2	21,4	25,3
	Tmin(C°)	7,1	7,2	9,4	10,8

Les températures moyennes les plus élevées sont observées durant la période Mars à Avril d'une valeur allant de 21,4 à 25,3°C. Les températures moyennes les plus basses sont observées durant la période allant de Janvier à Février d'une valeur allant de 7,1 à 7,2°C.

II.2.2. Précipitations

Les données des précipitations moyennes mensuelles de la wilaya de Tizi-Ouzou du l'année 2023, sont présentées dans le tableau 3.

Tableau 3 : Précipitations moyennes mensuelles de la wilaya de Tizi Ouzou durant l'année 2023 (infoclimat, 2023)

	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.
Tizi-Ouzou	155,1	64,6	42,5	6

Matériel & méthode

Les précipitations moyennes les plus élevées sont observées durant le mois de Janvier d'une valeur 155,1 mm. Les précipitations moyennes les plus basses sont observées durant le mois d'Avril d'une valeur de 6mm.

II.3. Matériel d'échantillonnage :

Dans le but d'évaluer l'effet des hydrocarbures sur la faune du sol par l'utilisation de la méthode d'extraction, nous avons réalisé des prélèvements de sols au niveau de la station-service de Boudjima. Puis nous avons procédé à l'extraction de la faune et à l'identification des espèces au niveau du laboratoire production sauvegarde des espèces menacées et des récoltes, influence des variations climatiques de la faculté des sciences biologiques et sciences agronomiques de l'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.

II.3.1. Matériel utilisé sur le terrain :

La figure 3 représente le matériel utilisé pour réaliser les prélèvements de sols au niveau de la station-service.



Figure 3 : Matériel utilisé sur le terrain.

Nous avons utilisé le matériel suivant :

Cylindre de 10 cm de diamètre et de 10 cm de hauteur.

Une pioche.

Une truelle.

Un mètre ruban de poche.

Des bavettes.

Des sachets.

Un marqueur.

Des étiquettes.

Matériel & méthode

II.3.2. Matériels utilisés au laboratoire

La figure 4 représente le matériel utilisé au niveau du laboratoire



Figure 4 : matériel utilisé au laboratoire

Le matériel utilisé au laboratoire est le suivant :

Appareil de Berlèze.

Une loupe binoculaire 4.5 * 100.

Une loupe numérique.

Des pinces entomologiques.

Des boîtes de Pétri.

Les eppendorfs.

Une seringue.

De l'alcool à 75%.

Des blouses.

Des bavettes.

Des gants.

II.4. Méthodes

II.4.1. Méthode de prélèvement

Vu l'homogénéité du site par rapport au couvert végétale, nous avons mené un échantillonnage selon le degré de pollution.

Le site 1 (S1) : à 50 cm de source de la pollution (fuite des hydrocarbures déversés directement dans le sol).

Le site 2 (S2) : à 50 cm de site 1.

Le site 3 (S3) : à 15 m de site 2, pris comme un échantillon témoin.

Matériel & méthode

Les prélèvements de chaque échantillon sont réalisés selon trois niveaux de profondeur.

Le niveau 1 (P1) : de 0 à 10 cm de profondeur.

Le niveau 2 (P2) : de 10 à 20 cm de profondeur.

Le niveau 3 (P3) : de 20 à 30 cm de profondeur.

Après avoir dégagé la litière et délimité le sol avec le cylindre, le contenu est prélevé à 10 cm de profondeur, les deux autres prélèvements sont réalisés avec la même technique. Chaque échantillon est placé dans un sachet avec une étiquette. Les prélèvements sont réalisés en une seule journée.

II.4.2. Récupération de la macrofaune du sol

Toute la faune visible à l'œil nu est prélevée et mise dans des flacons contenant de l'alcool à 75%.

Les flacons sont étiquetés pour faciliter l'identification, en indiquant le numéro de la station et le niveau d'échantillonnage.

Nous avons utilisé l'appareil de berlèze pour la faune invisible à l'œil nu.

II.4.3. Méthode d'extraction

L'extraction de la pédofaune, au laboratoire est réalisée par l'appareil de Berlèze. Le principe de cette technique consiste à placer les échantillons sur un filet à maille de taille moyenne, posé sur un entonnoir. Au-dessus des entonnoirs, des lampes sont placées qui vont servir de source de lumière et de chaleur ; ce qui va inciter les êtres vivants à fuir le sol, qui subit une sécheresse, pour tomber dans les flacons contenant de l'éthanol à 70% et couvert par de l'aluminium. L'appareil est allumé après 24 heures de placement des échantillons et ce pendant une semaine. À la fin, la faune est récupérée et conservée.

II.4.4. Tri et dénombrement

Après une semaine, les échantillons ont été récupérés et placés dans une boîte de Pétri (Figure 5). Chaque échantillon a été trié, tout les individus récoltés ont été mis dans les eppins dorfs avec de l'alcool à fin de les identifier par la suite.



Figure 05 : Tri et identification de la faune avec un microscope de grossissement 4.5*100

II.4.5. Identification

L'identification des individus est faite à l'aide des clés d'identification basées sur des critères morphologiques, nous citons :

La clé de détermination des familles d'après le site SVT de Grenoble

La clé de détermination des animaux du sol les plus courants (Grousset, 2010).

La clé de détermination des Anilides : <https://svt.enseigne.ac-lyon.fr/spip/?Cle-de-determination-de-la-faune-du-sol>

La clé de détermination des ordres d'insectes : <https://microcox.pagesperso-orange.fr/clef1.htm>

La clé de détermination des acariens :

<https://shire.science.uq.edu.au/bb/parasitology/mites/mite.html>

La clé de détermination des myriapodes (Oultaf, 2017).

II.5. Indices écologiques

II.5.1. Abondance relative :

L'abondance relative correspond au nombre d'individus de l'espèce « i » par rapport au total des individus de toutes les espèces N (Dajoz, 1971)

L'abondance relative de chaque espèce, est calculée selon la formule suivante (Dajoz, 2003).

$$P_i = n_i / N$$

n_i : l'abondance de l'espèce de rang i.

N : le nombre total d'exemplaires récoltés.

II.5.2. Indice de Shannon-Weaver (H') :

L'indice de Shannon-Weaver permet d'évaluer la diversité faunistique et floristique d'un milieu donné et de comparer la faune de différents milieux, malgré la variation du nombre d'individus récoltés (Dajoz, 1985). Il est fondé sur la théorie de l'information et c'est le plus utilisé (Dajoz, 2003). Il est calculé comme suit :

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$$

P_i : l'abondance relative de chaque espèce

II.5.3. Equitabilité (E) :

Afin de pouvoir comparer la diversité de deux peuplements qui renferment des nombres d'espèces différents, on calcule l'équitabilité qui est égale au rapport entre la diversité réelle H' et la diversité théorique maximale $\log_2 S$ (Dajoz, 2003) selon la formule :

$$E = H' / \log_2 S$$

L'équitabilité tend vers zéro lorsqu'une espèce domine largement le peuplement et elle est égale à un lorsque toutes les espèces ont la même abondance.

II.6. Analyse des données

Pour la détermination de l'impact de la pollution des hydrocarbures sur la pédofaune, une analyse AFC (Analyse factorielle des correspondances) a été réalisée. C'est une analyse très répandue en Ecologie et utilisée pour traiter les données qualitatives nombreuses. Elle nous permet de distinguer la relation entre le site, la profondeur et la pédofaune.

Chapitre III
Résultats & discussion

Résultats & discussion

III.1. Résultats de l'échantillonnage par la méthode d'extraction

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 4. Nous avons identifiés 11 groupes faunistiques par la méthode d'extraction de Berlèze.

Tableau 4: Abondance des groupes de la pédofaune dans chaque site de chaque profondeur.

Ordres	S1P1	S1P2	S1P3	S2P1	S2P2	S2P3	S3P1	S3P2	S3P3
Diplour	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Diplopoda	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Chilopoda	0	0	0	0	0	0	0	4	2
Entomobryomorphe	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Diptera	0	1	1	2	0	1	0	0	0
Coleoptera	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Cloporte	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Larve d'insectes	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Prostigmata	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Mesostigmata	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Ver de terre	0	0	0	6	0	1	21	23	1

Plusieurs groupes faunistiques sont influencés par la pollution du sol par les hydrocarbures. Il existe une grande différence entre Le site 1 (Source de pollution), le site 2 (à 50cm de la source de la pollution) et le site 3 (Site le moins pollué) aussi bien pour les groupes faunistiques que pour le nombre d'individus de chaque groupe.

Il ressort ainsi du tableau 4, que les vers de terre ont atteint leurs effectifs les plus importantes au niveau de le site 3 et sont absents dans le site S1. Les Diplopoda, Coleoptera, Cloporte, Larve d'insecte, Mesostigmata, et Chilopoda sont totalement absents dans les sites S1 et S2.

III .1.1. Nombre d'individus par groupe faunistique en fonction des stations

La figure 6 ci-dessous représente le nombre d'individus par groupe faunistique en fonction des sites.

D'après la figure 6, le nombre d'individus le plus élevé est observé pour le groupe des vers de terre, avec 45 et 7 individus respectivement dans les sites S3 et S2. Suivi par les Chilopoda représentés par 6 individus dans le site S3.

Pour les Diplopoda, Coleoptera, Cloporte, Larve d'insecte et Mesostigmata, ils sont présents dans le site S3 avec un nombre inférieur à 5 et sont totalement absents dans les sites S1 et S2.

Résultats & discussion

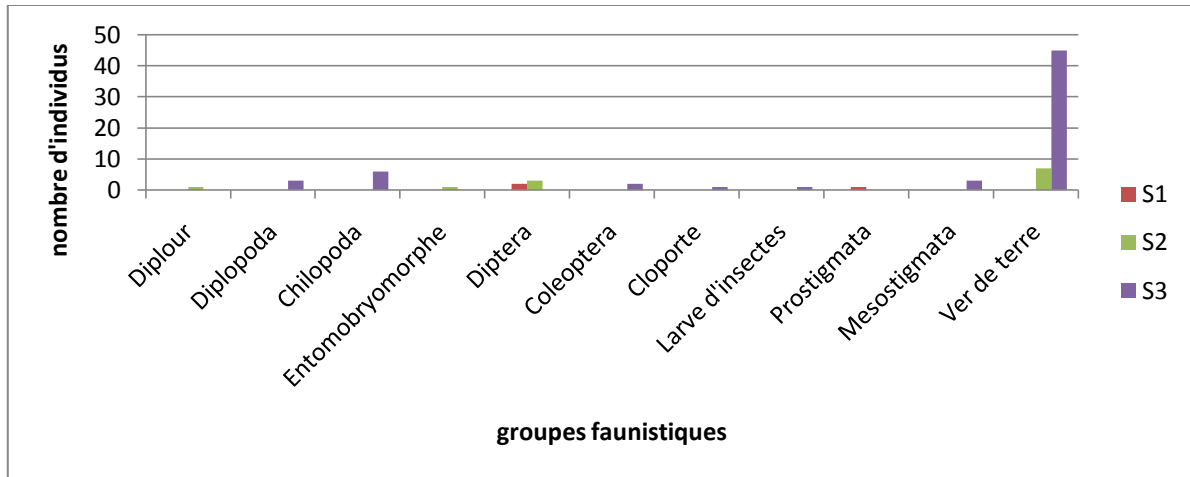


Figure 06 : Nombre d'individus par groupe faunistique en fonction des sites

III.1.2 Nombre d'individus par site en fonction de la profondeur

La figure 7 ci-dessus représente le nombre d'individus par site en fonction de la profondeur

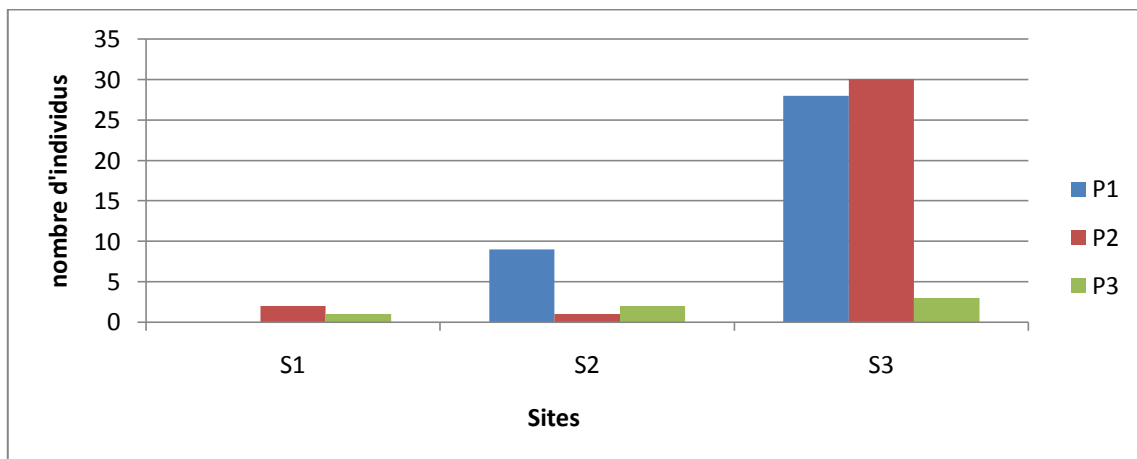


Figure 07 : Nombre d'individus par site en fonction de la profondeur

D'après la figure 7, nous remarquons que le nombre d'individus est plus élevé au niveau de site S1 dans les profondeurs P1 et P2.

Pour le site S2, à la profondeur P1, le nombre d'individus est le plus élevé contrairement aux profondeurs P2 et P3.

Pour le site S1, aucun individu n'est récolté au niveau de la profondeur P1, et un nombre d'individus inférieur à 5 est obtenu aux profondeurs P2 et P3.

III.2. Indice écologique et résultats des analyses statistiques :

III.2.1. Indices écologiques

Le comptage et l'identification des groupes de la pédofaune, nous ont permis de calculer l'abondance (P_i), l'indice de Shannon-Weaver (H'), le nombre d'ordre (NO), et l'équitabilité (E) (Tableau 5).

Résultats & discussion

Tableau 5 : Abondance des individus récoltés dans les différents sites, l'indice de Shannon-Weaver, le nombre de groupe et l'équitabilité.

	S1	S2	S3
Abondance	3	12	61
H'	0.926	1.542	1.593
Nombre de groupe	2	4	7
E= H'/log2S	0.926	0.771	0.56

Les valeurs de H' sont plus importantes au niveau de site S3 par rapport aux sites 1 et 2, ce qui est dû à la présence de plusieurs groupes faunistiques.

La valeur d'équitabilité de site S3 tend vers 0 du au fait qu'un ordre domine largement le peuplement (ver de terre) et elle tend vers 1 au niveau de site 1 en raison de l'égalité d'abondance pour tous les groupes faunistiques.

III.2 .2. Relation entre le site, la profondeur et la pédofaune

La figure 8 ci-dessous représente la distribution des groupes faunistiques des différentes profondeurs (P1, P2, P3) de chaque site (S1, S2, S3) au niveau de la station-service de Boudjima.

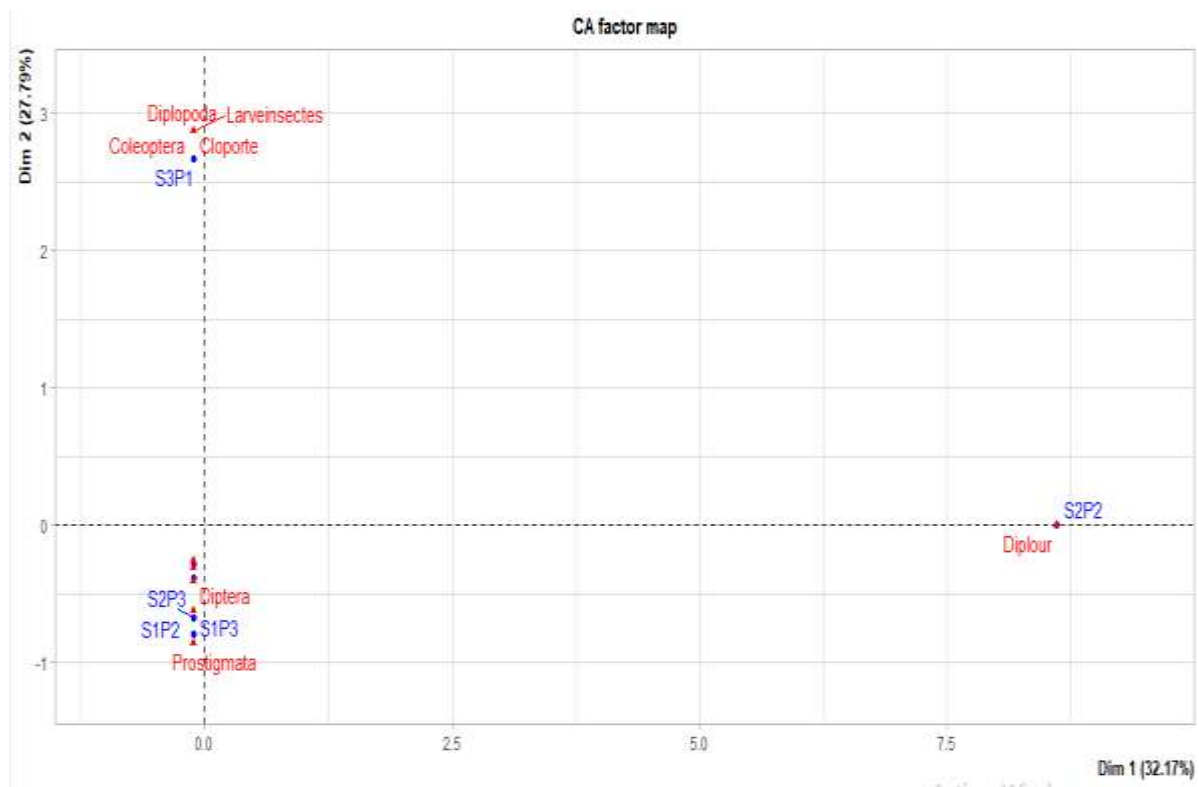


Figure 08 : Distribution des groupes faunistiques dans les différentes profondeurs (P1, P2, P3) de chaque zone (S1, S2, S3) au niveau de la station-service de Boudjima.

Résultats & discussion

Dans l'AFC de la figure 16, trois groupes homogènes s'imposent :

Groupe 1 : regroupe les Diplopoda, Larve insecte, Coleoptera et Cloporte, qui sont présents au niveau de la profondeur 1 de site 3 sachant que c'est le site le plus éloignée de la source de pollution.

Groupe 2 : les Diplour représentent le seul groupe faunistique présent au niveau de la profondeur 2 de site 2.

Groupe 3 : regroupe les Prostigmata et les Diptera, qui sont les seuls groupes faunistiques présents dans la pofondeur P2 de site S1. L'ordre des Diptera est le seul groupe faunistique observé dans la profondeur P3 de site S1.

III.3. Quelques représentants des groupes faunistiques récoltés

A l'aide d'une loupe numérique avec un grossissement 1000, nous avons pu prendre des photos pour tous les groupes faunistiques récoltés et identifiés (figure 9 à 17).

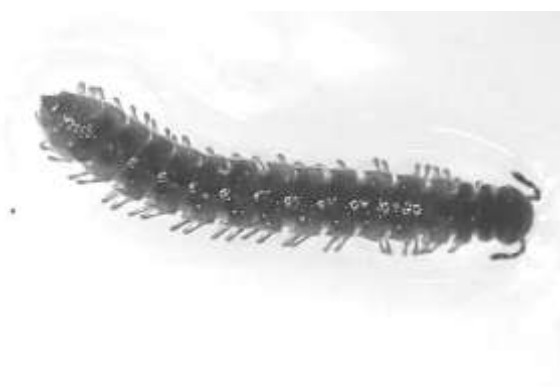


Figure 09 : Diploure

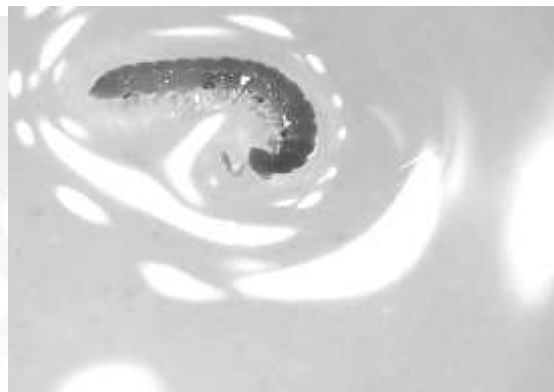


Figure 10 : Diplopoda



Figure 11 : Chilopoda

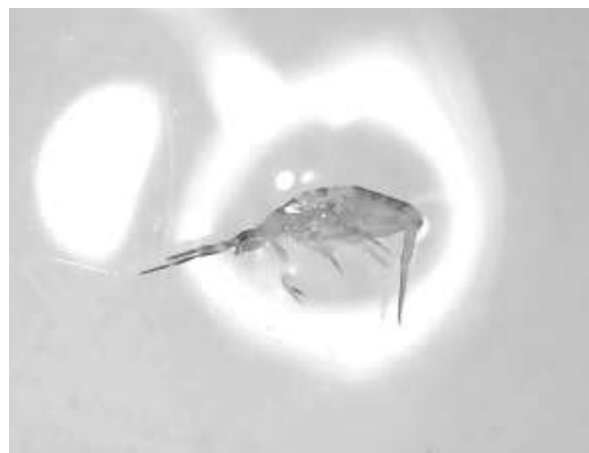


Figure 12 : Entomobryomorphe

Résultats & discussion

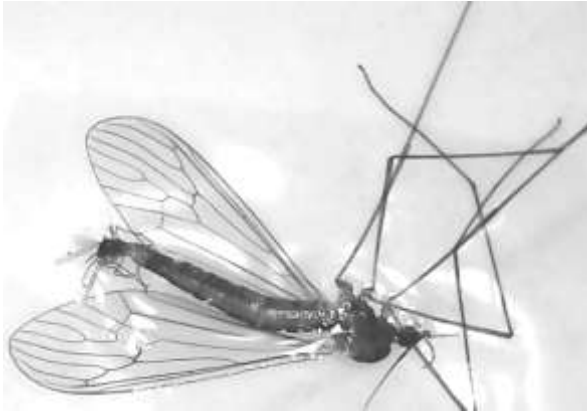


Figure 13 : Diptera



Figure 14 : Cloporte



Figure 15 : Mesostigmata



Figure 16 : Prostigmata



Figure 17 : Coleoptera

Discussion

La station d'étude a fait l'objet d'une investigation dans le but de déterminer l'impact de la pollution par les hydrocarbures sur la pédofaune par l'utilisation de la méthode d'extraction de Berlèze.

Tous les invertébrés récoltés et identifiés dans ce travail appartiennent à 11 groupes faunistiques qui sont les Diplour, Diplopoda, Chilopoda, Entomobryomorpha, Diptera, Coleoptera, Cloporte, Larve d'insecte, Prostigmata, Mesostigmata, Ver de terre.

Les Diplopoda et les Chilopoda sont absents dans les premiers sites, ce qui est conforme aux résultats obtenus par Djemam & Lhocine (2019) expliqué par leur sensibilité à la pollution.

Les Coleoptera, les Cloportes, les Mesostigmata et les larves d'insectes sont présents dans le troisième site en raison, probablement de la présence de la végétation.

Les Entomobryomorphes, est un ordre qui est influencé négativement dans le site le plus proche de la source de la pollution S1; mais qui est favorisé au niveau de site S2, ce qui est conforme aux résultats obtenus par Dib (2021).

Les vers de terre ont été négativement affectés dans les 2 premiers sites. Ce qui est conforme aux résultats obtenus par Dib (2021) expliqué par des effets sévères sur la survie et la reproduction. D'après Eom et al (2007) qui ont testés la toxicité de quelques échantillons de sol, provenant d'un ancien site de cokerie pollué par des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sur des vers de terre et des collemboles, les résultats ont indiqué de sévères effets sur la survie et la reproduction des deux espèces.

Notre étude a révélé que le nombre d'individus le plus élevé sont au niveau de site non polluée S3. Par contre, le site 1 présente nombre d'individus le plus faible.

L'indice de diversité de Shannon-Weaver fait ressortir une diversité plus importante dans la station non polluée.

Les valeurs de l'équitabilité obtenus dans les stations polluées sont proches de 1, démontrant un certain équilibre dans la répartition des effectifs. Dans la station non polluée, les valeurs de l'équitabilité sont proches de 0 vu que le groupe de Ver de terre domine largement le peuplement.

Conclusion

Conclusion

Ce travail a été réalisé pour déterminer l'impact de la pollution par les hydrocarbures sur la pédofaune, selon un gradient de pollution, par l'utilisation de la méthode d'extraction de Berlèze.

La récolte des échantillons a été effectuée au niveau de la station-service de Boudjima de la Wilaya de Tizi-Ouzou, en délimitant 3 sites à différentes distances de la source de la pollution selon 3 niveaux de profondeur.

Cela nous a permis de recenser 11 groupes faunistiques. La diversité de la pédofaune est quantitativement plus importante au niveau de site 3 (site le plus éloignée de la source de pollution) qu'au niveau des sites S1 et S2 (sites pollués).

Dans le site S3, nous avons obtenu une abondance très importante des vers de terre par rapport aux sites S1 et S2 où nous n'avons récolté aucun individu.

Dans les sites pollués S1 et S2, les groupes Diplopoda, Chilopoda, Coleoptera, Cloporte, Larve d'insecte et les Mesostigmata, sont totalement absents. Ils ne sont présents que dans le site non pollué S3.

Nous constatons, que suite aux rejets des hydrocarbures au niveau de la station-service, une différenciation des groupes faunistiques et de leur abondance entre les sites pollués et non pollués. La pollution par les hydrocarbures a donc un effet négatif sur la diversité de la faune.

Cette étude reste préliminaire, car les résultats obtenus peuvent être approfondis en élargissant la taille de l'échantillon, en faisant des prélèvements durant l'année et en introduisant d'autres méthodes d'extraction.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

1. **AUBERT G. et BOULAINÉ J. (1972).** La pédologie. Edition n^o 31 727. Presse universitaire de France, Boulevard Saint-Germain, Paris. 126p.
2. **BACHELIER G. (1978).** La faune des sols : son écologie et son action. Ed. ORESTOM. 391p.
3. **BEGAZ C. et HARID S. (2021).** Effets de la pollution sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol. Cas des deux stations-service de Draa El Mizan et Ouahias. Mémoire de Master. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. P58.
4. **BERTNARD J.C., CAUMETTE P. et LEBARON P. (1995).** Ecologie microbienne : Microbiologie des milieux naturels. Presse universitaire l'Adour. 1002p.
5. **BOCARD C. (2006).** Marées Noires et sols polluées par les hydrocarbures. Enjeux environnementaux et traitement des pollutions. Edition technique, Paris. 292p.
6. **BONNEAU M. et SOUCHIER B. (1979).** Pédologie 2 : constituants et propriétés du sol. MASSON, XXIII. 459p.
7. **CALVET R. (2013).** Le sol. Tome 2, Edition France Agricole. 878p.
8. **COLIN F. (2000).** Pollution localisée des sols et sous-sols par les hydrocarbures et par les solvants chlorés. Rapport n^o44. Edition. Tec & Doc. Paris. 417p.
9. **DAJOZ R. (1971).** Précis d'écologie, Edition Dunod, Paris. 434p.
10. **DAJOZ R. (1985).** Dynamique des populations. Edition Dunod, Paris. p
11. **DAJOZ R. (2003).** Précis d'écologie. 7^{ième} Edition, DUNOD. 631p.
12. **DJELLOULI M., ESPOSITO V., BENGHALEM A. et TUNDO P (2009).** Analyse préliminaire de la pollution de quelques sols par les HAPS (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) pour une agriculture durable.
13. **DJEMMAM K. et L'HOCINE L. (2019).** Etude des effets des hydrocarbures sur les invertébrés du sol d'une station-service à Fréha par deux méthodes d'échantillonnage « Pots Barber et Extraction ». Mémoire de Master. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 43p.
14. **DIB D. (2021).** Impact de la pollution du sol aux hydrocarbures sur la flore et la pédofaune dans quelques stations-services de la Wilaya de Tizi-Ouzou. Thèse de Doctorat. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 131p.
15. **EOM I., RAST C., VEBER A M et VASSEUR P. (2007).** Ecotoxicity of a polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH)-contaminated soil. Ecotoxicology and Environmental Safety, 67(2).
16. **FATTAL P. (2008).** Pollutions des cotes par les hydrocarbures. Presses Universitaires de Rennes. 395p.
17. **GOBAT J.M., ARAGONO M. et MATTHEY W. (2003).** Le sol vivant. Lausanne. 569p.
18. **GOBAT J.M. ARAGONO M. et MATTHYE W. (2010).** Le sol vivant. Bases de pédologie-Biologie des sols. 3^{ième} édition revue et augmentée. 818 p
19. **GRELLE C. (1998).** Impact des métaux lourds sur les peuplements de macroinvertébrés de la faune du sol : influence du cadmium et du plomb sur différents aspects de la physiologie de deux méthodes biologiques : Lithobius forficatus (myriapode chilopode) et Eisenia fetida (annelide oligovhete). Thèse de doctorat. Université de Lille. 181p.
20. **Info climat., (2023).** La climatologie de la Wilaya de Tizi-Ouzou. https://www.infoclimat.fr/climatologie/annee/2023/tizi-ouzou/valeurs/60395.html?fbclid=IwAR2jSuKXo4_SqCwNbfw3HeBWWjuVz1Z5O1g5S5iT-H7R_wn6-PW3eJWeRX8

Références bibliographiques

21. **KOLLER E. (2004)**. Traitement des pollutions industrielles : Eau. Air. Déchets. Sols. Boues. Dunod, Paris. 424p.
22. **LOZET J., et MATHIEU C. (2002)**. Dictionnaire de science du sol. Tec & Doc, Lavoisier, Paris. 824 p.
23. **METRAL R. (2007)**. Etude de la diversité de la pédofaune dans les systèmes agroforestiers, programme CAS DAR Agroforesterie. 65p.
24. **MICHEL C.G., CHRISTIAN S., et BERNARD J. (2011)**. Etude des sols, description, cartographie, utilisation. Edition DUNOD, Paris. 404p.
25. **MUSY A. et SOUTTER M. (1991)**. Physique du sol. 1^{ière} Edition, Presses polytechniques et universitaires Normandes, TEC & DOC. 335p.
26. **NEMER W. (2015)**. Etude pédologique et floristique de différents sols selon un gradient de pollution. Université Mouloud Mammeri.
27. **PIERRE D., et BERNARD S. (2011)**. Géomécanique environnementale. Sols pollués et déchets. Edition Lavoisier. 249p.
28. **PONGE J.F. (2010)**. Impact des polluants du sol sur la biodiversité animale du sol.
https://hal.science/hal00477469?fbclid=IwAR1_vwld5mrOC7hVqlOwaX_JlgCbv813_4R239ACIHzeZA0LElixbwr7fH0
29. **SOLTNER D. (2005)**. Les bases de la production végétale- le climat-la plante. 21^{ième} Edition sciences et techniques agricoles, 111p.
30. **SOLTNER D. (2011)**. Les bases de la production végétale. Tome 1 le sol et son amélioration. 25^{ième} Edition, sciences et techniques agricoles. 472p.
31. **SOLTANI M. (2004)**. Distribution lipidique et voies métaboliques chez quatre bactéries Gram-négatives hydrocarbonoclastes. Variation en fonction de carbone. Thèse de Doctorat d'Université Paris.284p.
32. **STERN C. (2008)**. Environnement et écologie. 1^{ière} Edition n^o647, ADEME. 302p.

Annexes

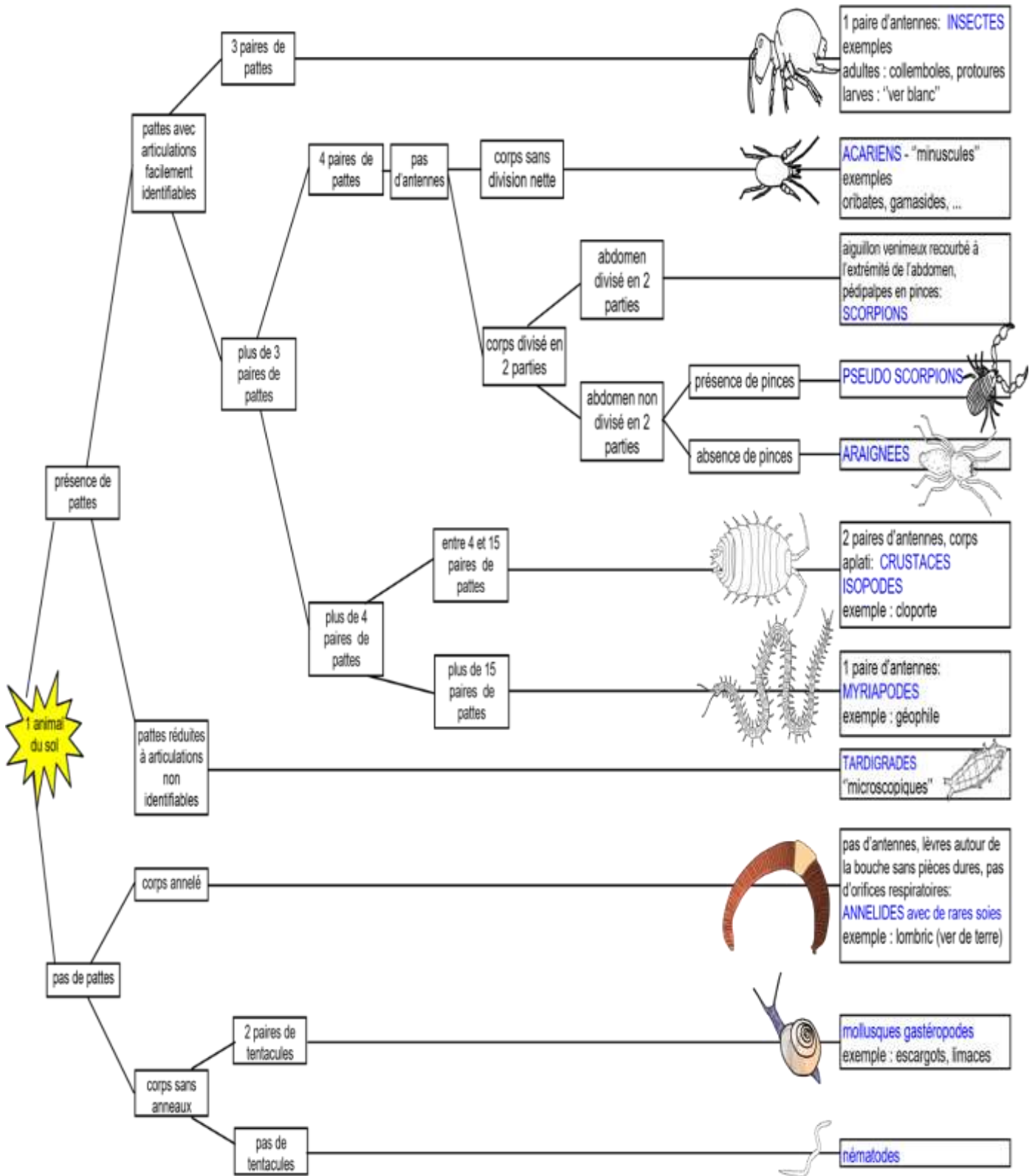
Annexe 01 : Le nombre d'individus par ordre en fonction des stations

Ordres	S1	S2	S3
Diplour	0	1	0
Diplopoda	0	0	3
Chilopoda	0	0	6
Entomobryomorpe	0	1	0
Diptera	2	3	0
Coleoptera	0	0	2
Cloporte	0	0	1
Larve d'insectes	0	0	1
Prostigmata	1	0	0
Mesostigmata	0	0	3
Ver de terre	0	7	45

Annexe 02 : Le Nombre d'individus par station en fonction de la profondeur

Stations	S1	S2	S3
P1	0	9	28
P2	2	1	30
P3	1	2	3

Annexe 03 : clé de détermination et de classification des animaux du sol



Résumé

Cette étude a pour objectif de déterminer l'impact des rejets des stations-services sur les invertébrés du sol. Pour cela, les échantillons ont été réalisés au niveau de la station-service de Boudjima. Puis, triés et identifiés au niveau de laboratoire.

L'extraction des invertébrés du sol a été réalisée par la méthode d'extraction de Berlèze a permis d'identifier 11 groupes faunistiques.

Globalement, l'abondance des invertébrés du sol augmente au fur et à mesure que le degré de pollution diminue ; le site le plus éloigné de la source de pollution est le plus riche en invertébrés.

Plusieurs groupes faunistiques sont influencés par la pollution du sol par les hydrocarbures.

Il existe une grande différence entre les sites aussi bien pour les groupes faunistiques que pour le nombre d'individus de chaque groupe.

Le groupe des vers de terre est le plus abondant.

Mots clés: Invertébrés, hydrocarbures, pollution.

Abstract

This study aims to determine the impact of the rejects of gas-stations on soil invertebrates. For this, the specimens were taken at the Boudjima service station. Then, selected and identified in the laboratory.

The extraction of invertebrates from the soil was realized by the use of extraction of Berlèze method, 11 faunal groups were identified.

Globally, invertebrate abundance increases as the level of pollution decreases, and the farthest site show more invertebrate richness.

Many faunal groups are influenced by soil pollution by hydrocarbons.

There is a large difference between the sites both for the faunal groups and for the number of individuals of each group.

The earthworm group is the most abundant.

Key words: Invertebrates, Hydrocarbons, Pollution.