



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Echahid Cheikh Larbi Tebessi - Tébessa

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la vie  
Département de biologie des êtres vivants

**MÉMOIRE DE MASTER**

**Domaine : Sciences de la nature et de la vie (SNV)**

**Filière : Sciences biologiques**

**Spécialité : Ecophysiologie Animale**

**Thème :**

**Biodiversité de la faune de la litière de l'essence forestière *Pinus halepensis***

**À Ouenza et Morsott dans la région de Tébessa**

**Présenté par :**

**Rezaiguia Rahma**

**Akriche Nourhane**

**Devant le jury :**

<b>Mme HEMAIDIA H.</b>	Université de Tébessa	<b>Présidente</b>
<b>Mme Macheroum A.</b>	Université de Tébessa	<b>Examinatrice</b>
<b>Mme Bouguessa Cheriak L.</b>	Université de Tébessa	<b>Promotrice</b>
<b>Mme Hioun S.</b>	Université de Tébessa	<b>Co-Promotrice</b>

Date de soutenance : 11/06/2024

Année Universitaire : 2023/2024

## **Remerciement**

*Avant tout, nous remercions DIEU le tout puissant, de nous avoir donné le courage,  
La force et la détermination pour accomplir ce travail.*

*Nous voudrions dans un premier temps remercier, notre promotrice de mémoire  
**Mme Bouguessa Cheriak Linda**, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux  
conseils, qui ont contribué à la réussite de notre travail. Sans son apport précieux,  
il n'a pas été possible de terminer ce mémoire.*

*Nous souhaitons aussi exprimer notre gratitude sincère envers les membres du jury,  
notre examinatrice **Mme MACHEROUM Amel** pour nous avoir fait l'honneur d'évaluer  
ce travail modeste, **Mme Hioun Soraya** pour la détermination des espèces végétale ,ainsi  
qu'envers notre présidente **Mme HEMAIDIA Houda** pour avoir accepté de présider notre  
jury de soutenance.*

*Nos remerciements vont également à la conservation des forêts de Ouenza et Morsott, plus  
particulièrement à Mr. Zoukari ainsi qu'au reste du personnel qui nous a accompagné  
et assisté sur le terrain, méritent également notre gratitude.*

*Un grand merci à tous nos amis qui ont toujours été là, pour leur aide, leur amitié, Leur  
soutien moral inconditionnel, et leur gentillesse.*

*Finalement, nous souhaitons exprimer notre gratitude envers tous ceux qui ont apporté  
leur contribution, que ce soit de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire.*

## Dédicace

« و آخر دعوانهم ان الحمد لله رب العالمين »

*Avec tous mes sentiments de respect, avec l'expérience de ma reconnaissance, je dédie ma remise de diplôme et ma joie*

*À mon paradis, à la prunelle de mes yeux, à la source de ma joie et bonheur, à lune qui allumer mon chemin, ma moitié, maman « **Malika** » que Dieu prolonge ta vie en bonne santé.*

*À celui dont je porte le nom, ma source de vie, à mon support qui était toujours à mes côtés pour me soutenir et m'encourager, mon père « Mansour » que Dieu te guérir et de prolonger ta vie.*

*À mon frère bien-aimé, à mon petit soutien, pour l'amour qu'il me réserve « **Akram** » je te souhaite réussite dans ta vie.*

*À tous les membres de grande famille, « **Rezaiguia & Hafsi & Bayaza** » mes tantes et mes oncles et mes cousines, merci pour votre soutien envers moi.*

*À mon très chère amie « **AYA** » mon âme sœur, à mes fidèles amis « **Hayette, Oumaima, Rawen, Ghofran, Amal, Nada, Chourouk, Amira, Youssra, Raja, Amna** » mes partenaires dans les moments de joie, merci pour votre amitié sincère.*

*À mes chères voisines **Farida et Haïfa** ; merci pour votre soutien et votre présence à mes coté.*

*À l'esprit de **ma grand-mère**, qui a toujours attendu la joie de ma remise de diplôme et qui est décédée une semaine après ma remise de diplôme, que Dieu ait pitié de vous.*

*À ma chère binôme « **Nourhane** »*

*Enfin, les choses n'ont pas été faciles, mais grâce à Dieu, nous avons pu les faire.*



**Rahma**

## **Dédicace**

*Au nom d'Allah, le Très miséricordieux, le Très miséricordieux*

*Dieu merci alors*

*Ce n'est pas parce que la tradition exige que cette page se trouve dans ce travail, mais par ce que les gens à qui s'adressent nos remerciements les méritent vraiment*

*A ma chère mère **AKRICHE RABIAA**, A mon cher père **ABD ELMOHCENE***

*Aucun mot, aussi signifiant soit-il, ne saurait exprimer le degré d'affection, de gratitude, de respect et de reconnaissance que j'éprouve pour vous. Votre présence à mes côtés m'a toujours apporté confiance et réconfort. Vous n'avez cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, toujours présents à mes côtés et vos conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite.*

*Que Dieu vous procure longue vie avec bonheur et santé chers parents, dont le mérite, les sacrifices et les qualités humaines m'ont permis de vivre ce jour*

*A ma sœur et ma petite princesse **NESRINE***

*Pour nos fous rires, pour les liens solides qui nous unissent, je ne saurais exprimer les sentiments d'attachement que j'ai pour toi. Je te souhaite beaucoup de bonheur et de courage dans ta vie*

*A mes chères grand-mères, **Mabrouka** et **Halima**, et mes tantes < **Soumia Rahma, Nawel Warda**>, et mes oncles.*

*Et mon oncle **tahare** et sa femme*

*A ma chère amie < **Hadil**> et à tous mes amis < **Rayen, Kawther, Faryel, Marwa, Sabrina, Elham, INESS, AMIRA**>, merci à tous*

*À ma chère binôme « **Rahma** »*

*Le succès ne vient pas de l'observation des personnes qui réussissent. Il s'agit plutôt d'un vœu pieux, vous devez planifier et mettre en œuvre et vous réaliserez alors votre rêve.*



*Nourhane*

## *Résumé*

Cette étude a été réalisée dans deux forêts de la région de Tébessa, la forêt de Ouenza et la forêt de Morsott. Pour réaliser cette étude, nous avons effectué quatre sorties sur le terrain du 11 février au 7 mai 2024.

L'échantillonnage a été systématique et le travail s'est poursuivi au laboratoire. L'inventaire a révélé la présence de 19 espèces appartenant à 2 embranchements, 05 classes, 10 ordres et 15 familles dans la Ouenza, et 36 espèces appartenant à un seul embranchement, 04 classes, 17 ordres et 29 familles dans la Morsott. La plus grande richesse spécifique a été notée dans une station (36 espèces), mais la plus grande abondance a été observée chez 58 espèces.

La diversité de Shannon est la plus élevée sur un site à Ouenza (0,05), et les populations sont très bien équilibrées sur les deux sites.

Le sol est basique, modérément calcaire et varie en matière organique et en humidité d'un site à l'autre.

Les paramètres du sol choisis pour cette étude sont : la texture du sol, le PH, la conductivité électrique, l'humidité du sol, le calcaire total et actif, le carbone et la matière organique.

Une étude comparative de l'impact de certains des paramètres étudiés sur l'abondance de la faune de la litière a révélé que le pH du sol a un effet positif sur l'abondance de la faune dans la Ouenza et un effet négatif sur l'abondance de la faune dans la Morsott. La conductivité électrique a un effet positif sur la richesse à Morsott, mais aucun effet sur la richesse à Ouenza. Tous les métaux sont positivement corrélés avec l'abondance et la richesse, à l'exception du Ni dans l'Ouenza, et du Ni, du Pb, du Hg et du Fe, qui sont corrélés avec la richesse en espèces dans l'Ouenza.

**Mots clés :** Forêt, faune de la litière, Ouenza, Morsott, Tébessa, richesse, abondance, sol, Biodiversité.

## *Abstract*

This study was undertaken in two forests in the Tébessa region, the Ouenza forest and the Morsott forest. In order to carry out this study, we made four field trips from February 11th to May 7th 2024.

Sampling was systematic, and work continued in the laboratory. The inventory revealed the presence of 19 species belonging to 2 phyla, 05 classes, 10 orders and 15 families in Ouenza, and 36 species belonging to a single phylum, 04 classes, 17 orders and 29 families in Morsott. The greatest specific richness was noted in one station (36 species), but the greatest abundance was observed in 58 species.

Shannon diversity was highest at one site in Ouenza (0.05), and populations were well balanced at both sites.

The soil is basic, moderately calcareous and varies in organic matter and humidity from one site to another.

The soil parameters chosen for this study are: soil texture, PH, electrical conductivity, soil moisture, total and active limestone; carbon and organic matter.

A comparative study of the impact of some of the parameters studied on the abundance of litter fauna revealed that soil ph had a positive effect on faunal abundance in Ouenza and a negative effect on faunal abundance in Morsott. Electrical conductivity had a positive effect on richness in Morsott, but no effect on richness in Ouenza. All metals were positively correlated with abundance and richness, except for Ni in Ouenza, and Ni, Pb, Hg and Fe, which were correlated with species richness in Ouenza.

**Keywords:** Forest, litter fauna, Ouenza, Morsott, Tébessa, richness, abundance, soil, Biodiversity.

## ملخص

أجريت هذه الدراسة في غابتين بمنطقة تبسة هما غابة الوزرة وغابة مرسط. لتنفيذ هذه الدراسة قمنا بأربع رحلات ميدانياً خلال الفترة من 11 فبراير إلى 7 مايو 2024. تم اختيار العينات بالنوع النظامي، ثم استمر العمل في المختبر. وذلك بهدف إجراء جرد لهذه الحيوانات ثم دراسة المكان وتوزيع هذه الحيوانات يلاحظ وجود 19 نوعاً تنتمي إلى شعبتين و05 أصناف و10 رتب و15 عائلة في ونزة و36 نوعاً تنتمي إلى شعبة واحدة، 04 أصناف، 17 رتب و29 عائلة في مرسط. ولوحظ أكبر ثراء نوعي في محطة واحدة (36 نوعاً)، ولكن أكبر وفرة لوحظت في 58 نوعاً. مؤشّر تنوع شانون اعلى في موقع ونزة ( 0.05 ) والمجموعات متوازنون للغاية في الموقعين .

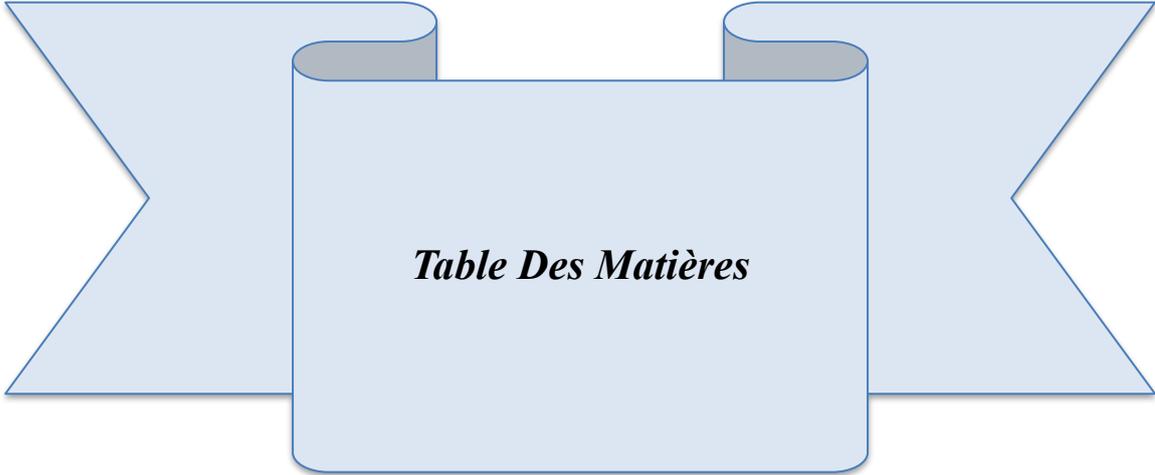
التربة قاعدية وكلسية معتدلة وتختلف المواد العضوية والرطوبة من موقع إلى آخر.

معايير التربة المختارة لهذه الدراسة هي: قوام التربة، درجة الحموضة، الناقلية الكهربائية، رطوبة التربة، الحجر الجيري الكلي والحجر الجيري النشط؛ الكربون والمادة العضوية .

أظهرت الدراسة المقارنة لتأثير بعض العوامل المدروسة على وفرة الحيوانات أن درجة حموضة التربة لها تأثير إيجابي على وفرة الحيوانات في الوزرة وتأثير سلبي على تلك الموجودة في مرسط. وتؤثر الناقلية الكهربائية بشكل إيجابي على الثروة في مرسط ولكن ليس لها أي تأثير على ثروة السكان في ونزة.

ترتبط جميع المعادن بشكل إيجابي مع وفرة الأفراد وثرورها باستثناء Ni في محطة ونزة والمعادن Fe ، Hg ، Pb ، Ni التي ترتبط بثناء الأنواع في محطة مرسط.

**الكلمات المفتاحية:** الغابة، حيوانات القملمة، ونزة، مرسط، تبسة، الثروة، الوفرة، التربة، التنوع البيولوجي.



***Table Des Matières***

# **SOMMAIRE**

**Remerciement**

**Dédicace**

**ملخص**

**Abstract**

**Résumé**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Liste des abréviations**

**Table des matières**

## ***INTRODUCTION***

### ***Chapitre I Présentation de la région d'étude***

1. Présentation de la région d'étude.....	10
1.2. Localisation géographique .....	10
1.1.2. Le Climat de la région de Tebessa.....	11
1.1.3. La Végétation .....	12
1.2. Choix des sites d'étude .....	13
1.2.1. Le site Ouenza .....	13
1.2.2. Le site Morsott .....	14
1.2.2.1. La station Zitouna .....	14
1.2.2.2. La station Magtouaa .....	14

### ***Chapitre II Matériels et Méthodes***

2.1. Sur le terrain.....	16
2.2. Au laboratoire .....	18
2.2.1. Etude de la faune de la litière : .....	18
2.2.2. Etude des paramètres du sol .....	18
2.3.1. L'Analyse du pH et la conductivité électrique (CE) .....	19
2.3.2. L'étude de l'humidité du sol.....	20
2.3.3. Etude de la Granulométrie.....	20
2.3.4. Le dosage du calcaire total et du calcaire actif.....	21
2.3.5. Le carbone organique (C).....	22
2.3.6. La matière organique (MO).....	22
2.4. Analyse par les indices écologiques .....	22

2.4.1. L'abondance relative .....	22
2.4.2. L'indice de similitude de Jaccard .....	23
2.4.3. L'indice de diversité Shannon (H') et l'indice d'équitabilité (J').....	23
2.5. Analyse par les tests statistiques .....	24
2.5.1. Test student .....	24
2.5.2. Analyse en Composantes Principales (ACP) .....	24

### *Chapitre III Résultats et Discussion*

3.1. La Biodiversité de la faune de la litière .....	25
1. Inventaire de Ouenza .....	25
2. Inventaire de Morsott .....	28
3.2. Ecologie de la faune de la litière inventoriée durant la période.....	33
3.2.1. Abondance et abondance relative de la faune .....	33
3.2.2. L'indice de diversité Shannon (H') et l'indice d'équitabilité (J') .....	37
3.3. Etude de paramètres du sol.....	38
3.3.1. La granulométrie .....	38
3.3.2 Caractérisation du sol dans les stations d'étude .....	41
3.3.3. Impact de pollution du sol par l'utilisation de quelques métaux lourds.....	43
3.4. Impact des facteurs du sol sur l'abondance et la richesse de la litière dans les stations d'études .....	44
3.4.1. Le site Ouenza .....	44
1. L'abondance (nombre d'individus) / Paramètres du sol .....	44
2. La richesse spécifique / Paramètres du sol .....	45
3. L'abondance (nombre d'individus) / Métaux lourds .....	46
4. la richesse spécifique / Métaux lourds .....	47
3.4.2. Le site Morsott .....	49
1. L'abondance (nombre d'individus) / Paramètres du sol .....	49
2. La richesse spécifique / Paramètres du sol .....	50
3. L'abondance (nombre d'individus) / Métaux lourds .....	51
4. la richesse spécifique / Métaux lourds .....	52

### *Conclusion*

### **Références Bibliographiques**

## ***LISTE DES TABLEAUX***

<b><i>N</i></b>	<b><i>Titre</i></b>	<b><i>P</i></b>
<b>1.</b>	Classification du sol selon le taux de calcaire totale	<b>21</b>
<b>2.</b>	Classification du sol selon le taux de la MO (ITA, 1975)	<b>22</b>
<b>3.</b>	Inventaire de la faune de la litière de <i>Pinus halepensis</i> dans la forêt De Ouenza durant la période (Février-Mai 2024)	<b>25</b>
<b>4.</b>	Richesse spécifique de la faune de la litière de <i>Pinus halepensis</i> dans la forêt de Ouenza durant la période (Février- Mai 2024)	<b>27</b>
<b>5.</b>	Inventaire de la faune de la litière de <i>Pinus halepensis</i> dans la forêt De Morsott durant la période (Février- Mai 2024)	<b>28</b>
<b>6.</b>	Richesse spécifique de la faune de la litière de <i>Pinus halepensis</i> dans la forêt de Morsott durant la période (Février- Mai 2024)	<b>31</b>
<b>7.</b>	Abondance (N) et abondance relative (n%) de la faune de la litière de <i>Pinus halepensis</i> de Ouenza durant la période d'étude (Févierr-Mai2024)	<b>33</b>
<b>8.</b>	Abondance (N) et abondance relative (n%) de la faune de la litière de <i>Pinus halepensis</i> de Morsott durant la période d'étude (Févierr-Mai2024)	<b>35</b>
<b>9.</b>	Indices de diversité et d'équitabilité de la faune de la litière de Pinus halepensis au cours de la période d'étude	<b>37</b>
<b>10.</b>	Proportions des principaux constituants des sols dans les stations De site Ouenza	<b>38</b>
<b>11.</b>	Proportions des principaux constituants des sols dans les stations De site Morsott	<b>40</b>
<b>12.</b>	Les paramètres du sol dans les stations d'étude à Ouenza	<b>41</b>
<b>13.</b>	Les paramètres du sol dans les stations d'étude à Morsott	<b>42</b>
<b>14.</b>	Concentration de quelques métaux lourds dans le sol	<b>43</b>

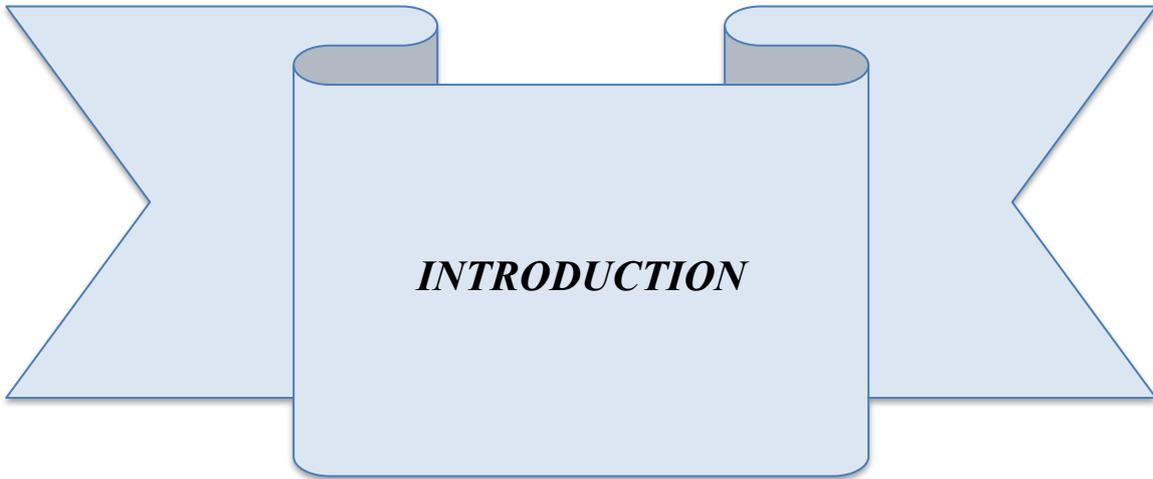
## ***LISTE DES FIGURES***

<b><i>N</i></b>	<b><i>Titre</i></b>	<b><i>P</i></b>
<b>1.</b>	Localisation géographique de la région d'étude	<b>10</b>
<b>2.</b>	Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls de la région d'étude durant la période (1972-2021).	<b>12</b>
<b>3.</b>	Carte de la principale végétation de la région d'étude	<b>12</b>
<b>4.</b>	Une partie du foret de Ouenza	<b>13</b>
<b>5.</b>	Une partie du station Zitouna	<b>14</b>
<b>6.</b>	Une partie du station Magtouaa	<b>15</b>
<b>7.</b>	Site Ouenza	<b>16</b>
<b>8.</b>	Site Morsott	<b>16</b>
<b>9.</b>	Le dispositif expérimental respecté dans le site Ouenza	<b>17</b>
<b>10.</b>	Le dispositif expérimental respecté dans le site Morsott	<b>17</b>
<b>11.</b>	Les prélèvements de la litière dans le dispositif de Berlèse	<b>18</b>
<b>12.</b>	Terre fine des échantillons de sol	<b>19</b>
<b>13.</b>	L'Analyse du pH et la conductivité électrique	<b>19</b>
<b>14.</b>	Le séchage du sol dans l'étuve	<b>20</b>
<b>15.</b>	La granulométrie par le test de la bouteille	<b>20</b>
<b>16.</b>	Le triangle de Texture	<b>21</b>
<b>17.</b>	<i>Lepinotus patruelis sp</i>	<b>26</b>
<b>18.</b>	<i>Entomobrya</i>	<b>26</b>
<b>19.</b>	<i>Bradysia sp</i>	<b>30</b>
<b>20.</b>	<i>Orchesella sp</i>	<b>30</b>
<b>21.</b>	Texture du sol de site Ouenza	<b>39</b>
<b>22.</b>	Texture du sol de site Morsott	<b>40</b>
<b>23.</b>	Analyse factorielle des correspondances pour l'abondance des individus et les paramètres du sol des milieux d'étude	<b>45</b>
<b>24.</b>	Analyse factorielle des correspondances pour la richesse spécifique et les paramètres du sol des milieux d'étude	<b>46</b>
<b>25.</b>	Analyse factorielle des correspondances pour l'abondance des individus et	<b>47</b>

	quelques métaux lourds dans les sols des milieux d'étude.	
<b>26.</b>	Analyse factorielle des correspondances pour l'abondance des individus et quelques métaux lourds dans les sols des milieux d'étude	<b>48</b>
<b>27.</b>	Analyse factorielle des correspondances pour l'abondance des individus et les paramètres du sol étudiés	<b>49</b>
<b>28.</b>	Analyse factorielle des correspondances pour richesse spécifique et les paramètres du sol étudiés	<b>50</b>
<b>29.</b>	Analyse factorielle des correspondances pour l'abondance des individus et les métaux lourds étudiés dans les sols	<b>51</b>
<b>30.</b>	Analyse factorielle des correspondances pour l'abondance des individus et les métaux	<b>52</b>

## *Liste des abréviations*

<i>Liste</i>	<i>Abréviations</i>
FAO	Food and Agriculture Organisation
mm/an	Millimètre par année
°C	Degré Celsius
%	Pourcent
pH	Le potentiel hydrogène
H%	Humidité
n%	Abondance Relative
(-)	Absence des individus
(+)	Présence des individus
CE	La conductivité électrique
MO	Matière Organique
C	Carbone
CaCo3	Carbonate de calcium
Sp	Espèce
Fig.	Figure
Tab.	Tableau



# INTRODUCTION

---

## I. INTRODUCTION

Les écosystèmes forestiers sont des entités dynamiques et complexes dominées par les peuplements d'arbres qui structurent et rythment leur évolution. Le fonctionnement des écosystèmes forestiers repose sur deux notions clés : les interactions entre organismes et les cycles biogéochimiques. Ils évoluent naturellement vers un stade d'équilibre optimal appelé climax, caractérisé par la mise en place de toutes les strates végétales. Ce processus de succession écologique peut être perturbé par des événements naturels (tempêtes, incendies...) ou anthropiques (exploitation, pollutions...), impactant plus ou moins gravement l'écosystème. La biodiversité des écosystèmes forestiers est étroitement liée à leur naturalité et maturité structurelle. Les forêts anciennes et peu perturbées abritent une riche biodiversité. **(Guillaume ;2020).**

La forêt est un écosystème relativement étendu, constitué principalement d'un peuplement d'arbres, arbustes et arbrisseaux, qui couvre une superficie d'au moins 50 ares atteignant une hauteur supérieure à 5 mètres et un couvert forestier de plus de 10% et une largeur moyenne d'au moins 20 mètres. Les forêts peuvent être naturelles ou artificielles, gérées par l'Homme en sylviculture. Elles fonctionnent comme des habitats pour les animaux, et conservent les sols. Les forêts couvrent environ 30% des terres émergées dans le monde. Elles rendent de nombreux services écologiques et sociaux. **(HAICHOIR, BENABDELI K ;2016)**

Les écosystèmes forestiers jouent un rôle crucial dans le maintien de l'équilibre délicat de la biodiversité et de la santé globale de notre planète. Qu'il s'agisse de fournir un habitat à d'innombrables espèces, de réguler les régimes climatiques ou de purifier l'air que nous respirons, l'importance de ces écosystèmes ne peut être surestimée. Lorsqu'il s'agit de gestion durable des forêts, il est primordial de comprendre et de valoriser l'importance des écosystèmes forestiers.

1) Les arbres agissent comme des filtres naturels à eau, absorbant les précipitations et réduisant le ruissellement, ce qui aide à prévenir l'érosion des sols et à maintenir la qualité des sources d'eau douce.

## INTRODUCTION

---

2) Ces écosystèmes diversifiés servent de refuge à d'innombrables organismes, favorisant la diversité génétique et assurant la survie à long terme des espèces.

3) Les écosystèmes forestiers sont des ressources inestimables qui procurent une multitude d'avantages tant aux humains qu'à l'environnement. De la conservation de la biodiversité à la régulation du climat, en passant par le maintien des cycles de l'eau et le soutien des économies locales.

4) la lutte contre l'érosion, la gestion des ressources hydriques, la biodiversité, la lutte contre la pollution, la préservation des sols. A cela s'ajoute le rôle récréatif de la forêt et son influence sur le réconfort moral qu'elle peut procurer à l'homme. **(HAICHOIR, BENABDELI K ;2016) (Anonyme ;2024)**

La biodiversité dans les écosystèmes forestiers est d'une importance cruciale pour la santé de la planète et pour le bien-être des espèces qui en dépendent, y compris les humains.

- La conservation de la biodiversité forestière au niveau de l'écosystème est essentielle pour maintenir des services écosystémiques clés comme l'équilibre des gaz atmosphériques, le recyclage des nutriments, la régulation du climat et le cycle de l'eau.
- La diversité des espèces, en particulier la diversité taxonomique, accroît la productivité et la capacité d'adaptation des écosystèmes forestiers face aux changements.
- Un haut degré de naturalité dans les forêts, avec une structure hétérogène, de nombreux arbres vétérans et une quantité importante de bois mort, est associé à une forte biodiversité, notamment d'espèces saproxyliques. **(FAO ;2002)**

La forêt algérienne n'a pas cessé ces dernières décennies de se dégrader, aussi bien quantitativement que qualitativement et font face à de nombreuses perturbations qui menacent leur équilibre et leur pérennité. Voici les principales perturbations :

## INTRODUCTION

---

### ➤ Facteurs naturels

Les changements climatiques, notamment le réchauffement et l'assèchement, qui fragilisent les forêts et favorisent Les incendies de forêt, qui détruisent la végétation et modifient la structure des sols.

### ➤ Facteurs anthropiques

-La surexploitation des ressources forestières (bois, pâturage, etc).

-La conversion des forêts en terres agricoles ou constructibles.

-Les feux de forêt d'origine humaine (malveillance, travaux forestiers, etc).

-La pollution et les invasions biologiques d'espèces exotiques.

Ces perturbations, combinées, fragilisent les écosystèmes forestiers et réduisent leur résilience. Elles peuvent mener à des changements irréversibles. La vulnérabilité des forêts algériennes est accentuée par leur faible étendue et leur morcellement algérien et perturbera l'équilibre écologique avec toutes les conséquences qui en découlent. L'avancée du désert sous l'effet de l'aridification et les incendies mettront à bout les écosystèmes forestiers. Par ailleurs, le réchauffement climatique est l'autre pression qui peut perturber définitivement tous les écosystèmes naturels que sont les formations forestières et steppiques Ces pertes sont le résultat des effets de plusieurs facteurs, par exemple : les pressions anthropiques et les effets à caractères climatiques manque de professionnalisme dans les interventions d'aménagement, au choix des techniques de reforestation et à la production de plants. En ce qui concerne la relation entre la population et les écosystèmes forestiers, elle reste ambiguë, au motif que les formations forestières sont utilisées comme terrain de parcours pastoraux. **(S, Bakouri ;2021)**

Seule érosion hydrique, une perte de l'ordre de 40 000 hectares en moyenne annuellement, soit le 1/10 des superficies agricoles utilisées actuellement. De cela, il s'en suit un envasement accéléré des barrages occasionnant une perte en eau de 20 millions de m<sup>3</sup>.

Les changements climatiques et réchauffement Le facteur climat qui peut être assez préjudiciable pour le végétal en général et les écosystèmes forestiers en particulier

## INTRODUCTION

---

constitue un facteur d'impact important à ne pas négliger. **(HAICHOOR, BENABDELI K ;2016)**

Le phénomène du changement climatique à l'échelle de la planète a intensifié la nuisance « une hausse de température favorisant l'apparition du stress hydrique ». L'état de dessiccation qui résulte de ces manifestations engendre un dessèchement fort prononcé au niveau de quelques espèces forestières, notamment dans les étages bioclimatiques semi-arides et subhumides. Ce phénomène est à l'origine de la multiplication des feux de forêts et constitue un facteur de départ et de propagation à l'échelle spatiale. **(BOUHABILA ;2019)**

La forêt méditerranéenne est l'une des plus importantes du monde, elle occupe environ 65 millions d'hectare des forêts arborées et 19 millions des sub-forêtiers sa délimitation repose sur des critères bioclimatiques et phytogéographiques. Elle est caractérisée par divers types bioclimatiques et par l'hétérogénéité des milieux (altitude et sol), favorisant ainsi la formation d'une grande variété de peuplements végétaux et animaux d'où résulte la biodiversité exceptionnelle pour chaque type de climat. Près de la moitié de la superficie occupée par la forêt méditerranéenne est dominée par la forêt à conifères et chênaies Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) est une essence du pourtour méditerranéen, qui s'adapte de par ses vastes étendus, à plusieurs types de sols et d'altitudes. En Afrique du Nord, il culmine jusqu'à 2600m d'altitude dans les reliquats des forêts de l'Atlas témoignant ainsi d'une grande plasticité climatique. Jusqu'aux limites du Sahara en Afrique du Nord avec un climat semi-aride. Entre ces larges étendues méditerranéennes, le pin d'Alep peut refléter une grande variation démographique et dendrométrique liée aux caractéristiques stationnelles de chaque région. **(MECHERI ;2018)**

Les forêts méditerranéennes sont un écosystème forestier caractéristique du pourtour méditerranéen, présent en Europe du Sud, en Afrique du Nord et au Moyen-Orient

On distingue deux types de formations végétales :

Les forêts de chênes verts, présentes dans les milieux secs et sur des reliefs modérés, avec des espèces comme le pistachier, le chêne Kermès, le caroubier, la lavande, le thym et le romarin Les forêts de chênes liège, qui se développent sur des sols riches en silice et plus humides, avec le pin maritime, le pin d'Alep, le pistachier, la lavande et des bruyères.

## **INTRODUCTION**

---

Ces forêts abritent une faune riche, notamment des insectes, reptiles, petits mammifères. Elles représentent un des centres de diversité végétale au monde, avec 25 000 espèces dont la moitié sont endémiques.

Les forêts méditerranéennes couvrent actuellement environ 81 millions d'hectares, soit 9,4 pour cent de la surface totale de la région, ce qui représente une portion fort réduite par rapport à leur ancienne extension. Le caractère particulier des forêts méditerranéennes est en rapport, d'une part avec leur grande hétérogénéité biogéographique, historique, climatique et physiologique et, d'autre part avec leur instabilité et leur vulnérabilité liées à la fois à l'environnement méditerranéen et à l'activité humaine. **(HAICHOIR, BENABDELI K ;2016)**

Le climat méditerranéen est défini comme un climat extratropical à photopériodisme saisonnier et quotidien, à pluviosité concentrée durant les saisons froides et relativement froides, l'été, saison plus chaude, étant sec. **(HAICHOIR, BENABDELI K ;2016)**

Les forêts du littoral algérien sont situées dans la partie nord du pays, le long de la côte méditerranéenne. Elles se caractérisent par un climat plus humide et des précipitations plus abondantes que dans l'intérieur du pays. Ces forêts littorales, en particulier dans l'est algérien, sont parmi les plus denses et les plus belles du pays. Elles abritent principalement deux essences forestières majeures **(KAZI AOUAL, RACHEDI ;2010)** Le chêne-liège, qui est l'essence dominante dans de nombreuses forêts littorales. Le chêne zen, une autre espèce de chêne présente dans ces forêts humides. **(KAZI AOUAL, RACHEDI ;2010)**

La zone du Sahel étant la transition entre les suberaies et les zones à pin d'Alep.

Les littoraux algérois et oranais renferment là une faible étendue de pin d'Alep. **(D. Loun ;2022)**

Les forêts algériennes sont d'une importance capitale pour le pays, couvrant environ 4,1 millions d'hectares. La diversité des essences forestières en Algérie est liée essentiellement au climat, avec des zones côtières plus arrosées abritant des forêts denses, tandis que les hautes plaines continentales présentent des massifs de pin d'Alep et de chêne vert. La forêt algérienne se localise sur la partie septentrionale du pays et est délimitée au sud par les monts de l'Atlas Saharien, front qui limite son extension au plan spatial, de par sa liaison avec la nature des milieux écologiques et climatiques et, avec pour preuve, la variation notable du paysage forestier en s'éloignant du littoral en direction du sud du pays.

## INTRODUCTION

---

Sur la parcours traversé deux zones bien distinctes apparaissent- le littoral, avec les chaînes côtières de l'Est du pays, espace doté d'une forte pluviométrie dépassant les 800. **(H, BOUKERKER ;2016)**

Dans le nord-est de l'Algérie, la région de Tébessa est couverte de forêts méditerranéennes.

Les forêts de Tébessa constituent des zones naturelles majeures qui sont soumises à différentes actions de préservation et de gestion. La protection des bassins versants, la gestion des espaces naturels et le développement des parcours sont assurés par la Conservation des forêts de la wilaya de Tébessa. La région est également l'objet de projets de développement et d'aménagement de pistes forestières. La superficie totale des forêts de la région de Tébessa est de 185004 hectares en 2011.

Une analyse de la flore de cette région révèle que 67,9 % des espèces sont de type méditerranéen, avec des espèces prédominantes telles que le pin d'Alep, le chêne vert, le romarin, etc.

Toutefois, ces bois ont été exploités de manière irrationnelle et soumis à des pressions humaines. **(FAO ;1993-1994)** On la répartit en 6 groupes. Les espèces principales des forêts de Tébessa sont :

- La superficie du Pin d'Alep est de 123 980 hectares (95 %).
- Une superficie de 85 101 hectares (4%) est occupée par des chênes verts, des genévriers et d'autres plantes. **(AZIZI et LABIDI ;2021)**

Le terme métal lourd n'a pas de définition scientifique **(Seigneur ;2018)**. Les métaux lourds sont généralement définis comme des éléments métalliques naturels dont la masse volumique est supérieure à 5000kg/m<sup>3</sup>. Ils sont présents naturellement dans notre environnement et utilisés massivement dans l'industrie. Généralement émis sous forme de très fines particules, ils sont transportés par le vent et se disséminent dans les sols et les milieux aquatiques, contaminant ainsi la flore et la faune, et se retrouvant dans la chaîne alimentaire. **(Anonyme ; Juin 2017)**

## INTRODUCTION

---

Les métaux lourds essentiels dans l'environnement sont le fer, le cuivre, le zinc, le manganèse, le cobalt, le sélénium et le molybdène. Les métaux lourds sont présents naturellement dans l'environnement, mais l'activité humaine a contribué à leur accumulation, notamment à travers des pratiques agricoles et industrielles. **(Christophe Magdeleine ; Décembre 2021)**

Les métaux lourds toxiques présents dans l'environnement sont le plomb, le mercure, le cadmium, le nickel, le cuivre, le zinc, le chrome hexavalent, l'arsenic, l'antimoine, le sélénium, le tellure, le thallium et l'étain. Ces métaux peuvent avoir des effets nocifs sur la santé humaine et les écosystèmes lorsqu'ils sont présents en concentrations élevées.

Ils sont souvent émis dans l'environnement par des activités industrielles, minières, agricoles et domestiques, contribuant ainsi à la contamination des sols, de l'eau et de l'air. **(M. Gérard MIQUEL et al ; Avril 2001)**

Les métaux lourds sont présents naturellement à l'état de traces dans l'environnement, mais l'activité humaine a fortement augmenté leur présence.

Ils proviennent de diverses sources anthropiques comme :

- Les sites d'enfouissement, les déchets domestiques et industriels
- Les sites d'extraction de minerais et de pétrole
- La pollution atmosphérique, notamment la combustion de matières fossiles solides ou liquides (charbon, pétrole)
- Les activités industrielles, domestiques, agricoles, médicales et technologiques utilisant ces métaux

Certains métaux lourds comme le plomb, le cuivre et le zinc sont largement utilisés dans de nombreux matériaux et produits courants, ce qui contribue à leur large dissémination dans l'environnement.

## **INTRODUCTION**

---

De plus, les métaux lourds peuvent être transportés par le vent et se disséminer dans les sols et les milieux aquatiques, contaminant ainsi la flore, la faune et la chaîne alimentaire. **(Anonyme ; 2021)**

L'omniprésence de certains métaux lourds est un problème majeur en raison de leurs effets néfastes sur l'environnement et la santé. Par exemple, le plomb, le zinc, le nickel et le mercure, présents dans divers produits comme les piles, peuvent être absorbés par les êtres vivants, entraînant des conséquences graves. Ces métaux, s'ils ne sont pas correctement traités, peuvent polluer l'environnement et avoir un impact dévastateur sur la faune marine et aviaire. De plus, la présence de métaux lourds dans les déchets plastiques contribue à la pollution chimique mondiale, posant des risques sanitaires et environnementaux considérables. **(RICHARD DAMANIAERNESTO et al ; 28 SEPTEMBRE 2023)**

Les métaux lourds ont un impact néfaste important sur l'environnement, notamment sur l'air, l'eau et les sols. Voici les principaux effets :

➤ **Impact sur l'air**

Les métaux lourds sont rejetés dans l'atmosphère par la combustion de produits fossiles, les activités industrielles, les incinérateurs de déchets, etc. Sous forme de fines particules, ils se disséminent et contaminent l'air.

➤ **Impact sur l'eau**

Les métaux lourds présents dans les sols contaminés peuvent percoler et polluer les nappes phréatiques et les cours d'eau à proximité. Même à faible concentration, ils inhibent la photosynthèse et la croissance du phytoplancton, et ont des effets néfastes sur le développement des poissons, mollusques et crustacés.

➤ **Impact sur les sols**

Les sols peuvent être contaminés par les métaux lourds provenant de sites d'enfouissement, de déchets industriels, de l'épandage de boues d'épuration, etc. Ils

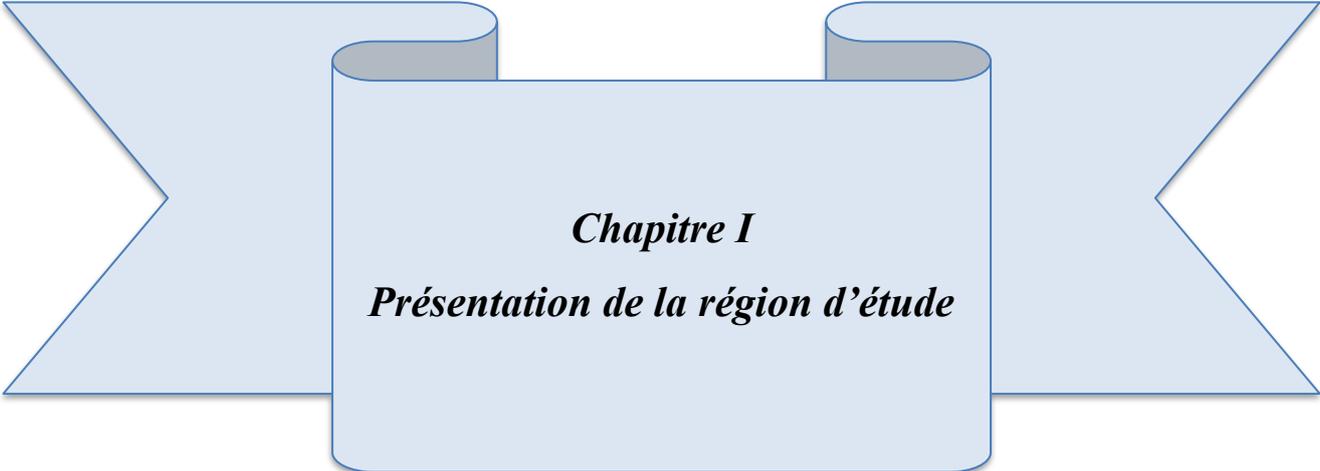
## INTRODUCTION

---

s'accumulent dans les sols et ne sont pas biodégradables. Les métaux lourds perturbent l'absorption des nutriments par les plantes, inhibent la photosynthèse et la germination. Bien que certaines plantes aient développé des mécanismes de résistance, on peut observer un ralentissement de la croissance et des dommages foliaires. **(Anonyme ;2014,2016)**

La faune du sol, qui représente une part importante de la diversité des organismes vivants, peut être affectée par l'absorption de métaux lourds. Ces éléments peuvent perturber les processus biologiques des organismes du sol, entraînant des effets néfastes sur leur santé et leur cycle de vie. Par exemple, l'exposition au cadmium, au plomb, au mercure, entre autres, peut être toxique pour la faune du sol, compromettant ainsi son rôle essentiel dans la décomposition de la matière organique, la régulation des communautés microbiennes, et la dispersion des micro-organismes dans le sol et la rhizosphère. **(KHERBANI Nawel ; Février 2011)**

L'objectif de ce travail est l'étude comparative de la faune de la litière de la pinède des deux Forêts Ouenza et Morsott dans région de Tébessa. Notre étude vise à contribuer à la connaissance et à l'identification de la faune de la litière, et d'étudier son écologie et à caractériser son micro habitat direct par l'étude de quelques paramètres physico chimiques du sol qui pourrait avoir un effet sur la distribution spatio- temporelle de cette faune.



***Chapitre I***  
***Présentation de la région d'étude***

1. Présentation de la région d'étude

1.2. Localisation géographique de Tébessa

La wilaya de Tébessa se situe à l'Est de l'Algérie, sa superficie est de l'ordre de 13878 km<sup>2</sup>, elle s'élève à environ 960 m d'altitude du niveau de la mer. Ses coordonnées GPS sont 35° 23' 60" N 8° 7' 0.001" E.

La wilaya est limitée au Nord par la wilaya de Souk Ahras, au Sud par la wilaya d'El Oued, à l'Ouest par la wilaya d'Oum El Bouaghi et de Khenchela, tandis qu'à l'Est par la frontière algéro -tunisienne (**Fig.1**)

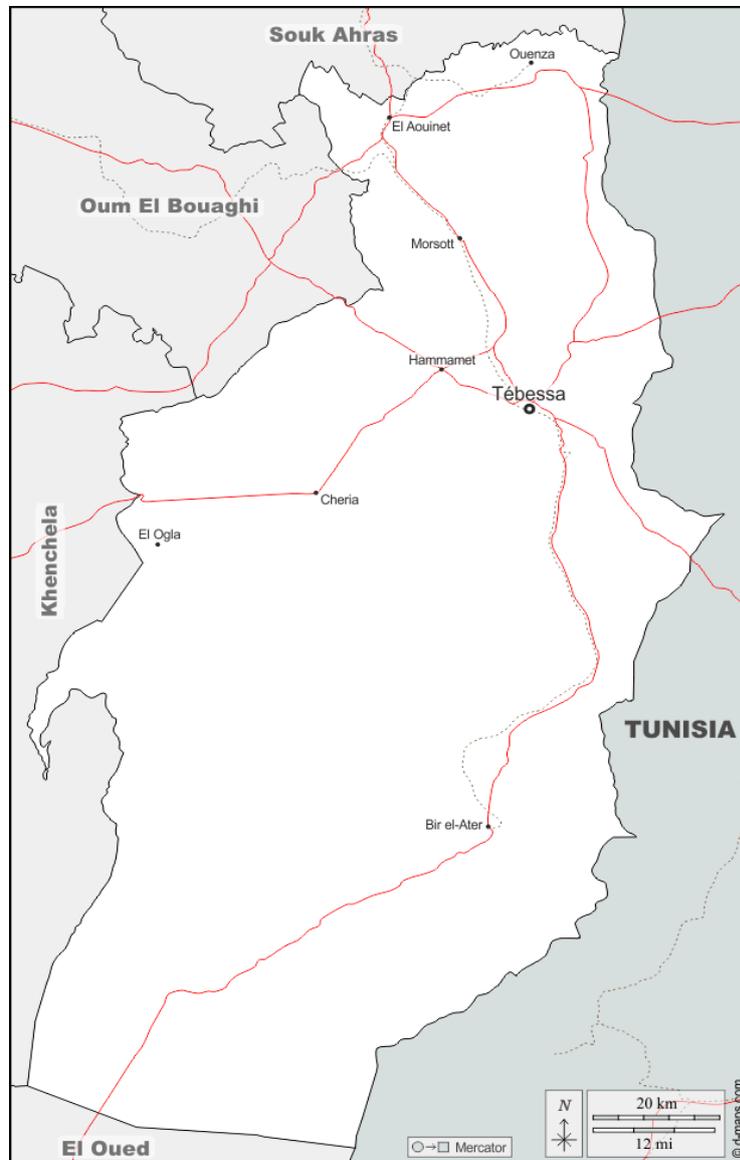


Figure 1 : Localisation géographique de la région d'étude (Source google).

### 1.1.2. Le Climat de la région de Tebessa

La wilaya de Tébessa est une zone de transition météorologique, elle se distingue par quatre étages bioclimatiques :

- **le subhumide** (400 à 500 mm/an), très peu étendu, il est limité aux sommets de quelques reliefs (Djebel Serdies et Djebel Bouroumane)

- **le semi-aride** (300 à 400 mm/an), couvre toute la partie Nord de la wilaya ; ce sont El Aouinet, Morssot, Boulhef Dyr, Tébessa ville.

- **le subaride** (200 à 300 mm/an), couvre les plateaux steppiques de Oum Ali et Elma Labiod.

- **L'aride ou saharien doux** (inférieur à 200 mm/an), s'étend au-delà de l'Atlas Saharien et couvre les plateaux de Negrine et Ferkane.

#### **Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls :**

Pour la période (1972-2021), le schéma de Gaussen montre que la saison sèche dure plus de cinq mois par an, de la fin mai à la mi-octobre, et que la saison humide dure du janvier à la fin mai.

Pour la précipitation, la période la plus pluvieuse dure 10 mois, du 18 août au 14 juin, et les précipitations quotidiennes peuvent atteindre plus de 14 % (Météo habituelle à Tébessa).

La saison la plus sèche dure 2 mois, du 14 juin au 18 août environ. La probabilité de pluie est de 7 % le 19 juillet (Météo habituelle à Tébessa).

Les journées pluvieuses sont celles où il pleut seulement, seulement de la neige ou les deux. Selon ce classement, la pluie est la pluie la plus courante tout au long de l'année (Météo habituelle à Tébessa). **(Fig.2)**

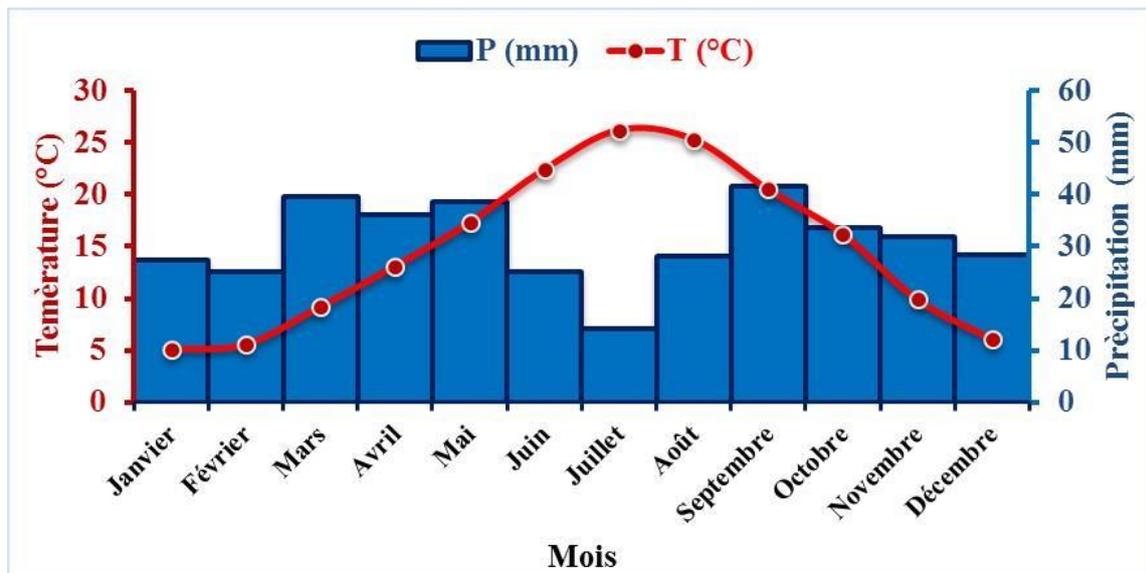


Figure 2 : Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls de la région d'étude durant la période (1972-2021).

### 1.1.3. La Végétation

La wilaya de Tébessa appartient à l'étage bioclimatique semi-aride qui se caractérise par une végétation steppique où quelques espèces comme *Rosmarinus sp.*, *Stipa tenassicima*, *Artemisia herba alba*, *Juniperus oxycedrus* et *Juniperus phoenicia* sont prédominants avec quelques forêts de *Pinus halepensis* essentiellement. (Fig.3)

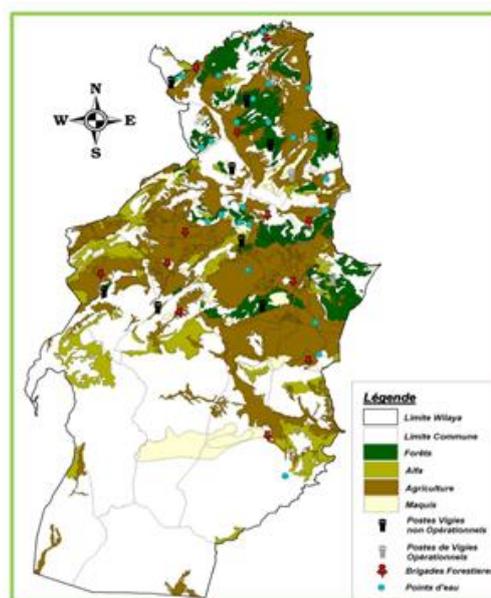


Figure 3 : Carte de la principale végétation de la région d'étude (Alloui, 2022)

## 1.2. Choix des sites d'étude

Notre étude a été réalisée dans deux sites de la région de Tébessa

### 1.2.1. Le site Ouenza

La ville de Ouenza est une commune de la wilaya de Tébessa ; située à l'extrême Nord de la wilaya (à 80 km). Nous avons choisi la Forêt de Oulad Sidi Yahia Ben Taleb pour la réalisation de notre étude.

Elle se trouve à l'Est de Ouenza (dans le canton de Djebel EL- Ouenza) la superficie totale de la forêt est 6559 hectares dont 4400 hectares d'espace boisée. Elle se situe à  $35^{\circ}56'56''38.7$  N  $8^{\circ}8'21''54.4$  E. La direction des vents dans cette forêt Sud - Nord en été et du Nord - l'Est en hiver. L'âge de cette forêt est de 20 à 50ans. (Source : service des Forêts)

La forêt est caractérisée par la présence d'espèces végétales variées comprenant des arbres *pin d'Alep* (dominants) (**Fig.4**), *Le Genévrier de Phénicie* ; *le Cyprès* ; *l'Eucalyptus* et *le Pistachier de l'atlas* ainsi qu'une strate herbacée *le romarin* et *l'alfa*.



**Figure.4** : Une partie du foret de Ouenza (**Photo. Personnelle. Avril 2024**)

### 1.2.2. Le site Morsott

Morsott est une commune de la wilaya Tébessa, située à l'ouest de la wilaya. Pour la réalisation de notre étude dans ce site nous avons choisi deux station / Zitouna et Mogtouaa dans la forêt domaniale Oulad Sidi Yahia Ben Taleb, elles se trouvent au Nord de Morsott.

#### 1.2.2.1. La station Zitouna

La superficie totale de cette forêt est 2593 hectares, ses coordonnées sont : 39°48'76" Nord ; 42°09'15" Est ; elle se situe à une altitude de 1083m (**Fig.5**). L'âge de cette forêt est plus de 55 ans. Les vents sont de direction Est- Nord. Cette forêt est caractérisée par un couvert végétal constitué essentiellement de *Pin d'Alep*, *Romarin*, *l'Alfa* la strate herbacée est constituée de *Fumana erucoides* (**Cav. Gand., 1883**), *Dianthus sylvestris* (**Wulfen, 1787**), *Reichardia picroides* (**L.Roth, 1787**) et de *Paronychia Argentea* (**Lam.**)



**Figure. 5** : Une partie du station Zitouna (**Photo Personnelle, Mars 2024**)

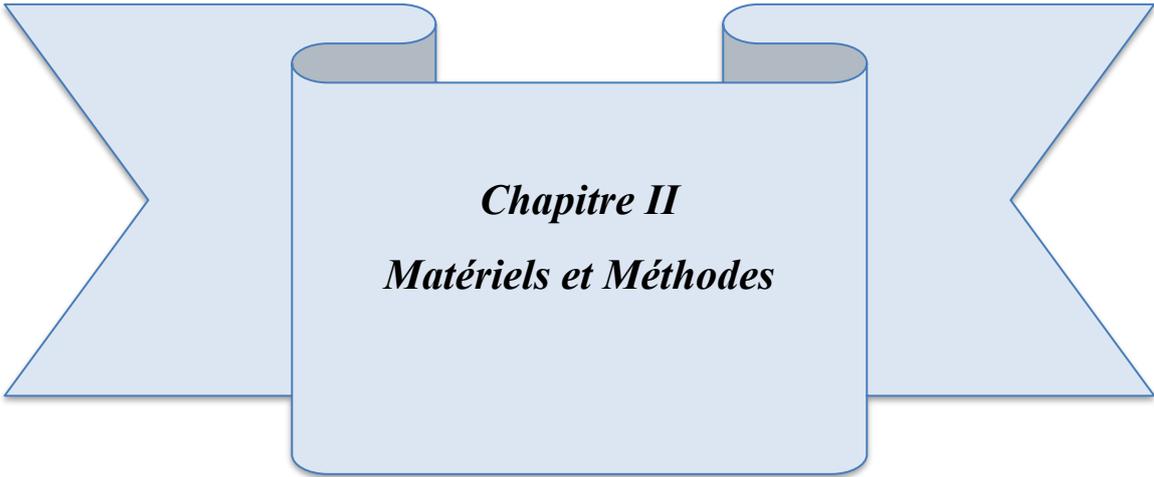
#### 1.2.2.2. La station Magtouaa

La station Magtouaa est située à Nord de Morsott. La superficie totale de cette forêt est 1789 hectares, ses coordonnées sont : 39°48'54" Nord ; 41°99'16" Est ; elle se situe à une altitude de 900m (**Fig. 6**). L'âge de cette forêt avoisine 80 ans. Les vents sont de direction Est - Nord. Cette forêt est caractérisée par un couvert végétal constitué essentiellement de

*Pin d'Alep*, *Romarin*, *de Diss* et la strate herbacée est composée de *Juncus maritimus* (Lam,1789), *Filago germanica* (Lam,1779), *Taraxacum officinale* (L.Weber ex F.H.Wigg).



**Figure.6** : Une partie du station Magtouaa (Photo Personnelle, Mars 2024)



*Chapitre II*  
*Matériels et Méthodes*

Pour la réalisation de cette étude ; nous avons effectué des sorties sur le terrain dans les deux sites Ouenza et Morsott dans la région de Tébessa ; et poursuivi le travail au laboratoire durant la période allant du 10 Février 2024 au 12 mai 2024.

### 2.1. Sur le terrain

La méthodologie consiste à relever de manière systématique des échantillons de la litière et du sol dans trois stations :

- Station à (*Pinus halepensis*) Pin d'Alep (Forêt de Ouenza)
- Station à (*Pinus halepensis*) Pin d'Alep (Zitouna)
- Station à (*Pinus halepensis*) pin d'Alep (Magtouaa)



**Figure 7 :** Site Ouenza



**Figure 8 :** Site Morsott

Au total 30 points de relevés repartis sur les stations d'échantillonnage de manière systématique (20 dans la Forêt de Ouenza et 5 dans la station Zitouna et 5 dans la station Magtouaa) ont été retenus pour cette étude comme indiqué dans le protocole expérimental suivant (**Figure 9, 10**) :

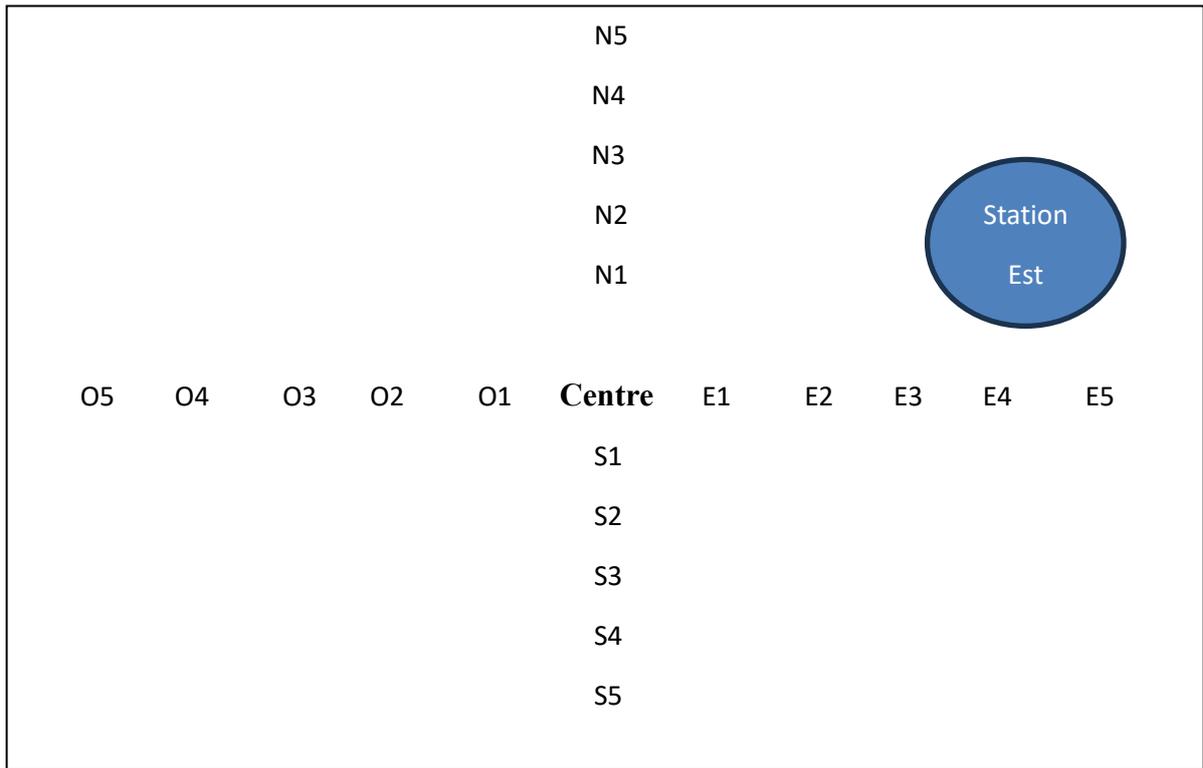


Figure 9 : Le dispositif expérimental respecté dans le site Ouenza

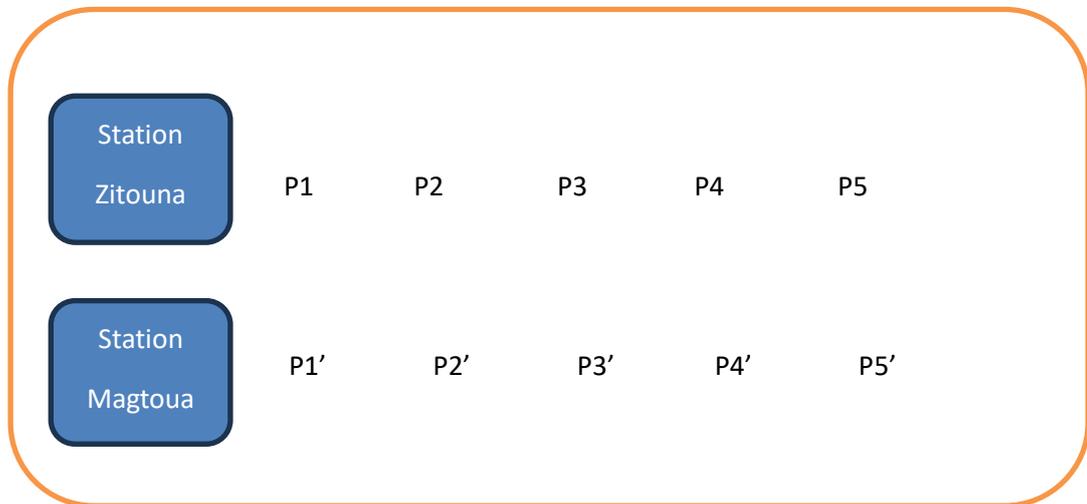


Figure 10 : La dispositif expérimental respecté dans le site Morsott

Nous avons prélevé cinq échantillons dans chaque direction. A chaque point, nous avons collecté une quantité de litière et de sol.

## 2.2. Au laboratoire

Au laboratoire notre travail est réparti en deux étapes :

### 2.2.1. Etude de la faune de la litière :

Pour cela nous avons placés les échantillons de la litière dans le dispositif Berlèse au minimum 24 heures. La faune obtenue est ensuite séparée dans des bouteilles contenant de l'éthanol absolu, étiquetées avec le site, la station et la date de sortie, puis identifiées à l'aide d'une loupe binoculaire (**Fig.11**).



**Figure 11** : les prélèvements de la litière dans le dispositif de Berlèse. (**Photo. Personnelle, Février 2024**).

### 2.2.2. Etude des paramètres du sol

Cette étude est réalisée par l'Analyses physico-chimiques de quelques paramètres du sol (pH, Conductivité électrique, L'humidité, Texture du sol, calcaire total, calcaire actif, carbone et Matière Organique)

Les échantillons de sol ont été passés au tamis d'un 2mm de diamètre afin d'obtenir la terre fine directement après le prélèvement, avant de procéder à nos analyses physico-chimiques du sol (**Fig. 12**).



**Figure 12 :** Terre fine des échantillons de sol (Photo. Personnelle, Mars 2023).

### 2.3.1. Mesure du pH et la conductivité électrique (CE)

5 répétitions sont prélevées de chaque échantillon, et pour chaque répétition, un extrait dilué, avec un rapport de sol/eau (5g de sol/25 ml d'eau distillée), a été préparé. Le mélange a été agité puis laissé reposer. Ensuite, la conductivité et le pH ont été mesurés à l'aide d'un conductivimètre et d'un pH-mètre portatifs (Fig. 13).



**Figure 13 :** l'Analyse du pH et la conductivité électrique (Photo. Personnelle, Mars 2023).

### 2.3.2. L'étude de l'humidité du sol

De chaque échantillon, 5 répétitions sont prélevées, avec un poids de 10g de sol pour chaque itération. Chaque assiette est pesée avant l'ajout de terre fine. Ensuite, les échantillons sont incubés dans une étuve à une température de 105°C pendant 24 heures. Après les avoir séchés, nous les pesons à nouveau, puis calculons l'humidité du sol en utilisant la différence entre les deux poids (**Fig.14**).



**Figure 14** : Le séchage du sol dans l'étuve

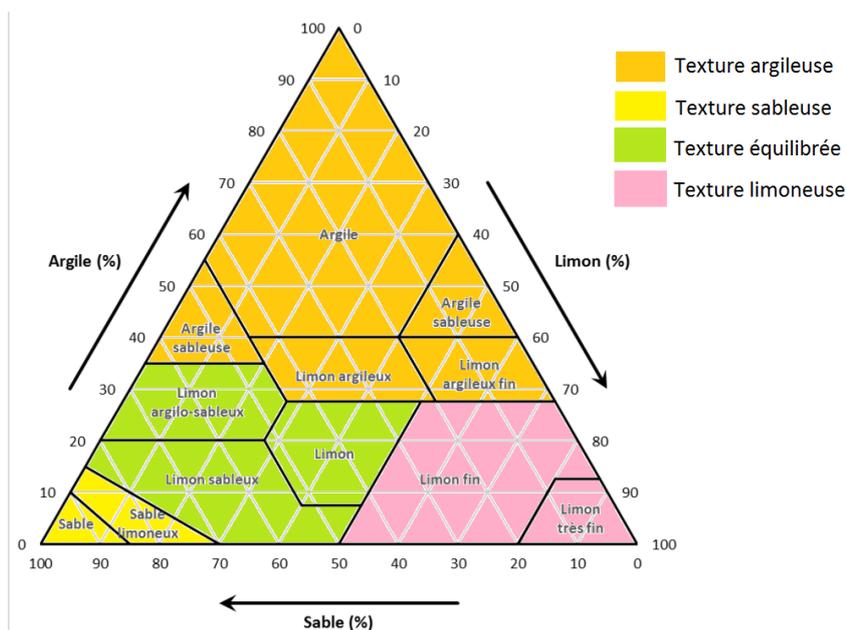
### 2.3.3. Etude de la Granulométrie

Cette étude porte sur l'analyse de 06 échantillons de sols différents (prélevés des six stations d'étude) afin de mesurer avec précision les pourcentages des différentes fractions (argile, sable, limons) par le biais du test de la bouteille, selon la méthode de (**BRUAND & CHENU, 1994**), afin de déterminer la texture des sols (**Fig.15**).



**Figure 15** : La granulométrie par le test de la bouteille

Le type du sol est définie par le triangle des textures, qui indique les pourcentages des différents constituants (**Fig.16**).



**Figure 16 : Le triangle de Texture (Source Google)**

**2.3.4. Le dosage du calcaire total et du calcaire actif**

Concernant le dosage du calcaire total, nous avons choisi la méthode indiquée par Mathieu & Pieltin (2009). Une fois les résultats de l'analyse connus, on pourra utiliser les appréciations ci-dessous, telles que proposées par les auteurs cités précédemment (**Tab.1**)

**Tableau 01 : Classification du sol selon le taux de calcaire totale**

CaCO3%	Classification
< 5 %	Sol légèrement calcaire
5 à 20 %	Sol peu calcaire
20 à 50 %	Sol moyennement calcaire
> 50 %	Sol fortement calcaire

### 2.3.5. Le carbone organique (C)

Le dosage du carbone organique a été réalisé par la méthode citée par Mathieu & Pieltin (2009)

### 2.3.6. La matière organique (MO)

L'étude de MO basée sur la méthode de Mathieu & Pieltin (2009). Le coefficient multiplicateur 1,72 a été utilisé pour passer du taux de carbone au taux de matière organique totale.

**Tableau 02** : Classification du sol selon le taux de la MO (ITA, 1975)

Taux de MO (%)	Interprétation
<1	Très pauvre
1<MO<2	Pauvre
2<MO<4	Moyennement pourvu
>4	Riche

## 2.4. Analyse par les indices écologiques

### 2.4.1. L'abondance relative

Après l'identification de la faune, les résultats sont soumis au calcul de l'abondance relative L'abondance relative :

$$AR = \frac{n}{N} \times 100$$

N : nombre d'individus total.

n : nombre d'individus.

Richesse spécifique (S) = nombre d'espèce

### 2.4.2. L'indice de similitude de Jaccard

Définit la similitude comme étant l'importance de remplacement des espèces ou les changements biotiques à travers les gradients environnementaux. Il permet une comparaison entre deux sites, car il évalue la ressemblance entre deux relevés en faisant le rapport entre les espèces communes aux deux relevés et celles propres à chaque relevé (Bello, 2008) a pour formule :

$$J = a / (a + b + c)$$

A : représente le nombre d'espèces communes entre deux habitats.

B : représente le nombre d'espèce uniques pour l'habitat 1 (total moins le nombre d'espèce commune a).

C : représente le nombre d'espèce uniques pour l'habitat 2 (moins le nombre d'espèce commune a).

### 2.4.3. L'indice de diversité Shannon (H') et l'indice d'équitabilité (J')

Cela a été calculé par le logiciel Past 4.17.

L'indice de Shannon permet d'exprimer la diversité en prenant en compte le nombre d'espèces et l'abondance des individus au sein de chacune de ces espèce, l'indice de Shannon est souvent accompagné par l'indice d'équitabilité de Pilo :  $J' = H' / H'_{\max} = \log S$  (S nombre total d'espèces).

L'indice d'équitabilité permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces indépendamment de la richesse spécifique. Ces deux indices restent dépendants de la taille des échantillons et dépendant du type d'habitat (Grall & Coic, 2006).

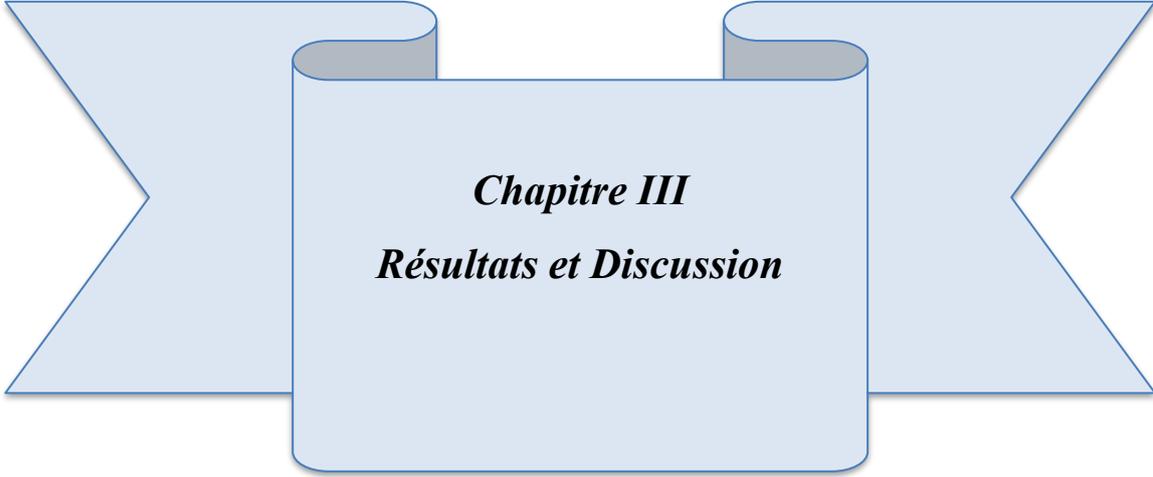
**2.5. Analyse par les tests statistiques****2.5.1. Test student**

Ce test permet de comparer Les moyennes de deux échantillons indépendants, tel est notre cas.

L'emploi de ce test reste subordonné en général à deux conditions d'application importantes qui sont la normalité et le caractère aléatoire et simple des échantillons **(Zarrouk, 2011)**

**2.5.2. Analyse en Composantes Principales (ACP)**

L'ACP est une analyse factorielle, en ce sens qu'elle produit des facteurs (ou axes principaux) qui sont des combinaisons linéaires des variables initiales, hiérarchisées et indépendantes les unes des autres. On appelle parfois ces facteurs des « dimensions latentes », du fait qu'ils sont « l'expression de processus généraux dirigeant la répartition de plusieurs phénomènes qui se retrouvent ainsi corrélés entre eux » **(Béguin & Pumain, 2000)**



***Chapitre III***  
***Résultats et Discussion***

**Résultats et discussion**

**3.1. La Biodiversité de la faune de la litière**

Notre étude se déroule du 11 février au 07 mai 2024 dans l'écosystème forestier à *Pinus halepensis*. Les lieux de cette recherche sont : Ouenza « Djebel el-Ouenza » et Morsott (Zitouna & Magtouaa). On a réalisé un recensement de la faune de la litière dans des stations appartenant à ces sites.

**1) Inventaire de Ouenza**

La liste des espèces obtenues est mentionnée sur le (Tab.3)

**Tableau 03 :** Inventaire de la faune de la litière de *Pinus halepensis* dans la forêt De Ouenza durant la période (Février-Mai 2024)

Embranchement	Classes	Ordres	Familles	Genres & Espèces
<b>Arthropoda</b>	<b>Insecta</b>	Psocodea	Trogiiidae	<i>Lepinotus sp.</i>
				<i>Lepinotus reticulatus</i> (Enderlein, 1904)
				<i>Lepinotus patruelis</i> (Pearman, 1931)
			Ectopsocidae	<i>Ectopsocus sp.</i>
			Liposcelididae	<i>Liposcelis sp.</i>
			Hemenoptera	Aphelinidae
	Formicidae	<i>Esp. indtr</i>		
	<b>Arachnida</b>	Sarcopitiforma	Oppliidae	<i>Oppia sp.</i>
			Acaridae	<i>Rhizoglyphus sp.</i>
				<i>Tyrophagus sp.</i>

		Prostigmata	Cunaxidae	<i>Armscirus sp.</i>
			Trombidiidae	<i>Trombidium sp.</i>
		Acarida	Oribtulidae	<i>Oribatula sp.</i>
		Trombidiformes	Bdellidae	<i>Esp. indtr</i>
	<b>Collembola</b>	Poduromorpha	Hypogastruridae	<i>Xenylla sp.</i>
		Entomobryomorpha	Entomobryidae	<i>Lepidocytrus cyaneus</i> (Tullberg, 1871)
	<i>Entomobrya multifaciata</i> (Tullberg, 1871)			
<b>Diplopoda</b>	Polyxenida	Polyxenidae	<i>Polyxenus sp.</i>	
<b>Mollusca</b>	<b>Gastropoda</b>	Stylommatophora	Chondrinidae	<i>Granaria sp.</i>
<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>19</b>

Le résultat obtenu dans le (Tab.3) a montré la présence de 19 espèces appartenant à 05 classes, 10 ordres et 15 familles faisant parti de deux embranchements, Arthropoda, Mollusca.

La classe la plus diversifiée est : Arachnida, Elle comprend 04 ordres, alors que l'ordre le plus diversifié est Sarcopitiforma qui comprend 02 familles et la famille la plus diversifiée est Acaridae avec 02 espèces. (Fig 17.18)



Figure 17 : *Lepinotus patruelis*

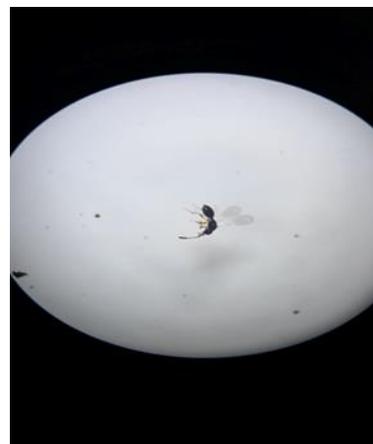


Figure 18 : *Entomobrya sp*

La faune de la litière de *Pinus halepensis* inventoriée est répartie sur les stations d'étude de Ouenza (**Tab.4**)

**Tableau 04** : Richesse spécifique de la faune de la litière de *Pinus halepensis* dans la forêt de Ouenza durant la période (Février- Mai 2024)

Taxon	Nord	Sud	Est	Ouest	Total
<i>Lepinotus sp.</i>	-	-	+	+	2
<i>Lepinotus reticulatus.</i> (Enderlein,1904)	-	+	+	+	3
<i>Lepinotus patruelis</i> (Pearman, 1931)	-	+	+	-	2
<i>Ectopsocus sp.</i>	-	-	+	-	1
<i>Liposcelis sp.</i>	+	+	-	-	2
<i>Aphytis sp.</i>	+	-	-	-	1
<i>Formicidae</i> (esp.indtr)	-	+	-	-	1
<i>Oppia sp.</i>	-	+	-	-	1
<i>Rhizoglyphus sp.</i>	-	+	+	+	3
<i>Tyrophagus sp.</i>	+	-	-	-	1
<i>Armascirus sp</i>	-	+	-	-	1
<i>Trombidium sp.</i>	-	-	-	+	1
<i>Oribatula sp.</i>	+	+	-	+	3
<i>Bdellidae</i> (esp.indtr)	+	-	-	-	1
<i>Xenylla sp.</i>	-	-	+	-	1

<i>Lepidocytrus cyaneus</i> (Tullberg, 1871)	-	+	+	+	3
<i>Entomobrya multifaciata</i> (Tullberg,1871)	-	-	+	+	2
<i>Polyxenus sp.</i>	-	-	-	+	1
<i>Granaria sp.</i>	-	-	+	-	1
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>31</b>

Les résultats du tableau montrent que la plus grande richesse spécifique est constatée dans la station Sud et Est (9- 9 espèces) alors que la plus faible richesse est retrouvée dans la station Nord (5 espèces) (Tab.4). Ces résultats montrent qu’il existe 4 espèces commune entre 3 stations, ex : *Lepinotus reticulatus*. Alors que d’autres sont spécifique comme *Aphytis sp* (station Nord), *Trombidium sp* (station Ouest) (Tab.4)

**2. Inventaire de Morsott**

La liste des espèces obtenue est mentionnée sur le (Tab.5)

**Tableau 05 :** Inventaire de la faune de la litière de *Pinus halepensis* dans la forêt De Morsott durant la période (Février- Mai 2024)

Embranchement	Classes	Ordres	Familles	Genres & Espèces
		Psocodea	Trogiidae	<i>Lepinotus sp.</i>
				<i>Lepinotus inquilinus</i> (Heyden,1850)
			Liposcelidinae	<i>Liposcelis sp.</i>
		Hemenoptera	Formicidae	<i>Componotus sp.</i>

Arthropoda	Insecta		Diapriidae	<i>Basalys sp.</i>	
		Hemiptera	Pseudococcidae	<i>Phenacoccus sp.</i>	
		Diptera	Sciaridae	<i>Badysia</i>	
		Coleoptera	Staphylinidae	<i>Thyrecephalus sp.</i>	
		Thysanoptera	Thripidae	<i>Thrips sp.</i>	
		Thysanoptera	Thripidae	<i>Frankliniella occidentalis</i> <b>(Pergande, 1895)</b>	
	Arachnida	Sarcopitiforma		Acaridae	<i>Tyrophagus sp.</i>
					<i>Acarus sp.</i>
			Hermanniellidae	<i>Hermanniella sp.</i>	
		Acarida	Oribitulidae	<i>Oribtula sp.</i>	
		Pseudoscorpiones	Chthomidae	<i>Tyrannochthonius sp.</i>	
		Trombidiformes		Bdellidae	<i>Neomolgus</i> <b>(Oudemans, 1938)</b>
					<i>Bdella sp.</i>
				Tetranychidae	<i>Tetranychus sp.</i>
				Erythraeidae	<i>Erythracarus epigeus</i> <b>(C.L. Koch, 1837)</b>
				Erythraeidae	<i>Erythraeus</i> <i>Phalangoides</i> <b>(De Geer, 1778)</b>
				Trombididae	<i>Dinothrombium sp.</i>
				Smarididae	<i>Fessonia sp.</i>
			Mesostigmata		Macrochelidae
				Rhodacaridae	<i>Rhodacarus sp.</i>
	Parasitidae	<i>Pergamasus sp.</i>			

		Araneae	Thomisidae	<i>Xysticus sp.</i>
Arthropoda	Collembola	Poduromorpha	Hypogastruridae	<i>Ceratophysella sp.</i>
				<i>Ceratophysella Armata (H.Nicolet, 1842)</i>
				<i>Pseudachorutes sp.</i>
				<i>Hypogastrura sp.</i>
		Entomobryomorpha	Entomobryidae	<i>Entomobrya sp.</i>
				<i>Entomobrya multifaciata(Tullberg,1871)</i>
				Isotomodae
	Orchesellidae	<i>Orchesella sp.</i>		
Symphyleona	Sminthuridae	<i>Sminthurides sp.</i>		
Arthropoda	Diplopoda	Polyxenida	Polyxenidae	<i>Polyxenus lagurus (Linnaeus, 1758)</i>
1	4	17	29	36

Le résultat obtenu dans le (Tab.5) a montré la présence de 36espèces appartenant à 04 classes,17 ordres et 29 familles appartenant au phylum des Arthropoda.

La classe la plus diversifiée est : Insecta, Elle comprend 07 ordres, alors que l'ordre le plus diversifié Psocodea qui comprend 02 familles et la famille la plus diversifiée Trogiidae avec 02 espèces. (Fig.19.20)



Figure 19 : *Bradysia sp*



Figure 20 : *Orchesella sp*

La faune de la litière de *Pinus halepensis* inventoriée est répartie sur les stations d'étude de Morsott (**Tab.6**)

**Tableau 06** : Richesse spécifique de la faune de la litière de *Pinus halepensis* dans la forêt de Morsott durant la période (Février- Mai 2024)

Taxon	Station 1 (Zitouna)	Station 2 (Magtouaa)	Total
<i>Lepinotus sp.</i>	-	+	1
<i>Lepinotus inquilinus</i> (Heyden,1850)	-	+	1
<i>Liposcelis sp.</i>	+	+	2
<i>Basalys sp.</i>	-	+	1
<i>Phenacoccus sp.</i>	-	+	1
<i>Bradysia sp.</i>	-	+	1
<i>Thrips sp.</i>	-	+	1
<i>Frankliniella occidentali</i> (Pergande, 1895)	-	+	1
<i>Tyrophagus sp.</i>	+	+	2
<i>Acarus sp.</i>	+	+	2
<i>Oribtula sp.</i>	-	+	1
<i>Tyrannochthonius sp.</i>	+	-	1
<i>Neomolgus</i> (Oudemans,1938)	+	-	1
<i>Bdella sp.</i>	-	+	1
<i>Tetranychus sp.</i>	+	-	1
<i>Erythracarus epigeus</i> (C.L. Koch,1837)	-	+	1
<i>Erythraeus phalangoides</i> (De Geer,1778)	-	+	1
<i>Dinothrombium sp.</i>	-	+	1

<i>Pergamasus sp</i>	+	-	1
<i>Ceratophysella sp.</i>	-	+	1
<i>Ceratophysella Armata</i> (H.Nicolet, 1842)	+	-	1
<i>Pseudachorutes sp.</i>	-	+	1
<i>Entomobrya sp.</i>	-	+	1
<i>Entomobrya multifaciata</i> (Tullberg,1871)	+	+	2
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>19</b>	<b>28</b>

Les résultats obtenus montrent que la plus grande richesse spécifique est constatée dans la deuxième station (19 espèces) alors que la plus faible richesse est retrouvée dans la première station (9 espèces) (**Tab.6**). Quelques espèces sont communes entre les 2 stations comme *Entomobrya multifaciata* et *Acarus sp*, alors que d'autres espèces sont spécifiques aux stations comme *Pergamasus sp* (Station 1) et *Ceratophysella sp* (Station 2).

L'étude comparative de la diversité de la faune de la litière dans les sites étudiés a montré la présence d'une grande différence entre les résultats obtenus dans la forêt de Ouenza et ceux de la forêt de Morsott : le site Morsott est plus riche (36 espèces, 29 familles, 17 ordres et 4 classes) que le site de Ouenza (19 espèces, 15 familles, 10 ordres et 05 classes).

Le calcul de l'indice de similarité de Jaccard entre les sites a montré une faible similarité 11% donc une différence de 89%. Donc il existe une grande différence dans la composition de la faune étudiée dans les deux sites.

En (2023) Bouakkaz & Debane ont constaté une grande richesse dans les sites de El-Meridj et El Boukhadra (dans la région de Tebessa) (52 espèces et 29 espèces

respectivement) durant la même période d'étude, ainsi que Hamdi Pacha & Khamri (2023) qui ont signalée la présence de 25 espèces dans le site Nememcha (à Tébessa).

Bouakkaz & Debane (2023) montré une faible similarité avec une différence de 77,3% ; ainsi que Hamdi pacha & Khamri (2023) montré aussi une grande différence de la faune dans les sites d'étude.

**3.2. Ecologie de la faune de la litière inventoriée durant la période**

**3.2.1. Abondance et abondance relative de la faune**

Le résultat de ce tableau permet de connaître l'abondance de la faune totale de chaque sortie et l'abondance relative des espèces recensées sont mentionnées sur le tableau ci-dessous.

**Tableau 7 :** Abondance (N) et abondance relative (n%) de la faune de la litière de *Pinus halepensis* de Ouenza durant la période d'étude (Février-Mai2024)

Sortie Taxon	Nord		Sud		Est		Ouest		Total	
	N	n%	N	n%	N	n%	N	n%	N	n%
<i>Lepinotus sp.</i>	0	0	0	0	1	5.88%	2	18.18%	3	6.12%
<i>Lepinotus reticulatus</i> (Ende rlein,1904)	0	0	1	7.14%	2	11.76%	1	9.09%	4	8.16%
<i>Lepinotuspatruelis</i> (Pearman, 1931)	0	0	5	35.71%	1	5.88%	0	0	6	12.24 %
<i>Ectopsocus sp.</i>	0	0	0	0	2	11.76%	0	0	2	4.08%
<i>Liposcelis sp.</i>	1	14.28%	1	7.14%	0	0	0	0	2	4.08%
<i>Aphytis sp.</i>	1	14.28%	0	0	0	0	0	0	1	2.04%
<i>Formicidae</i> (esp.indtr)	0	0	1	7.14%	0	0	0	0	1	2.04%

<i>Oppiasp.</i>	0	0	1	7.14%	0	0	0	0	1	2.04%
<i>Rhizoglyphus sp.</i>	0	0	2	14.28%	2	11.76%	1	9.09%	5	10.20 %
<i>Tyrophagus sp.</i>	1	14.28%	0	0	0	0	0	0	1	2.04%
<i>Armscirus sp</i>	0	0	1	7.14%	0	0	0	0	1	2.04%
<i>Trombidium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	9.09%	1	2.04%
<i>Oribatula sp.</i>	2	28.57%	0	0	0	0	3	27.27%	5	10.20 %
<i>Bdellidae(esp.in dtr)</i>	2	28.57%	0	0	0	0	0	0	2	4.08%
<i>Xenylla sp.</i>	0	0	0	0	2	11.76%	0	0	2	4.08%
<i>Lepidocytruscya neus (Tullberg, 1871)</i>	0	0	2	14.28%	4	23.52%	1	9.09%	7	14.28 %
<i>Entomobrya multifaciata (Tullberg,1871)</i>	0	0	0	0	2	11.76%	1	9.09%	3	6.12%
<i>Polyxenus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	9.09%	1	2.04%
<i>Granaria sp.</i>	0	0	0	0	1	5.88%	0	0	1	2.04%
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>99,98%</b>	<b>14</b>	<b>99,97%</b>	<b>17</b>	<b>99,96%</b>	<b>11</b>	<b>99,99 %</b>	<b>49</b>	<b>99,96 %</b>

Les résultats obtenus ont montré que la plus grande abondance est constatée au cours de la station Est où 17 individus sont recensés. *Lepidocytruscya neus*. Est l'espèce la plus abondante, elle représente (23.52%) de l'ensemble de la faune, suivi par *Xenyllasp.* *Rhizoglyphus sp* (11.76 %).

Pour la deuxième station Sud, 14 individus sont recensés. *Lepinotus patruelis*. Est l'espèce la plus abondante, elle représente (35.71%) de l'ensemble de la faune, suivi par *Rhizoglyphus sp*, et *Lepidocytruscya neus* (14.28%).

Au cours de la troisième station Ouest (11 individus) sont recensés. *Oribatula sp.*, est l'espèce la plus abondante, elle représente (27.27%) de l'ensemble de la faune, suivi par *Lepinotus sp.* (18.18%).

Pour la quatrième station Nord, (7 individus) sont recensés. *Oribatula sp.*, et *Bdellidae* (esp.indtr) est l'espèce la plus abondante, elle représente (28.57%) de l'ensemble de la faune, suivi par *Liposcelis sp.* et *Aphytis sp.* ( 14.28%).

**Tableau 8 :** Abondance (N) et abondance relative (n%) de la faune de la litière de *Pinus halepensis* de Morsott durant la période d'étude (Février-Mai2024)

Sortie Taxon	Station 1 (Zitouna)		Station 2 (Magtouaa)		Total	
	N	n%	N	n%	N	n%
<i>Lepinotus sp.</i>	0	0	4	9.75%	4	6.89%
<i>Lepinotus inquilinus</i> <i>(Heyden,1850)</i>	0	0	1	2.43%	1	1.72%
<i>Liposcelis sp.</i>	3	17.64%	6	14.63%	9	15.51%
<i>Basalys sp.</i>	0	0	1	2.43%	1	1.72%
<i>Phenacoccus sp.</i>	0	0	1	2.43%	1	1.72%
<i>Bradysia sp.</i>	0	0	1	2.43%	1	1.72%
<i>Thrips sp.</i>	0	0	1	2.43%	1	1.72%
<i>Frankliniella occidentalis</i> <i>(Pergande, 1895)</i>	0	0	5	12.19%	5	8.62%
<i>Tyrophagus sp.</i>	1	5.88%	4	9.75%	5	8.62%
<i>Acarus sp.</i>	7	41.17%	1	2.43%	8	13.79%
<i>Oribatula sp.</i>	0	0	2	4.87%	2	3.44%
<i>Tyrannochthonius sp.</i>	1	5.88%	0	0	1	1.72%
<i>Neomolgus</i> <i>(Oudemans,1938)</i>	1	5.88%	0	0	1	1.72%
<i>Bdella sp.</i>	0	0	1	2.43%	1	1.72%

<i>Tetranychus sp.</i>	1	5.88%	0	0	1	1.72%
<i>Erythracarus epigeus</i> (C.L. Koch,1837)	0	0	4	9.75%	4	6.89%
<i>Erythraeus phalangoides</i> (De Geer,1778)	0	0	2	4.87%	2	3.44%
<i>Dinothrombium sp.</i>	0	0	1	2.43%	1	1.72%
<i>Pergamasus (Berlese, 1904)</i>	1	5.88%	0	0	1	1.72%
<i>Ceratophysella sp.</i>	0	0	1	2.43%	1	1.72%
<i>Ceratophysella Armata</i> (H.Nicolet, 1842)	1	5.88%	0	0	1	1.72%
<i>Pseudachorutes sp.</i>	0	0	1	2.43%	1	1.72%
<i>Entomobrya sp.</i>	0	0	2	4.87%	2	3.44%
<i>Entomobrya multifaciata</i> (Tullberg,1871)	1	5.88%	2	4.87%	3	5.17%
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>99.97%</b>	<b>41</b>	<b>99.85%</b>	<b>58</b>	<b>99.89%</b>

Les résultats obtenus ont montré que la plus grande abondance est constatée au cours de la Station 2 là où (41 individus) sont recensés est *Liposcelis* sp. l'espèce la plus abondante, elle représente 14.63% de l'ensemble de la faune, suivi par *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) (12.19%).

Pour la deuxième station (1), 17 individus sont recensés. *Acarus* sp. Est l'espèce la plus abondante, elle représente (41.17%) de l'ensemble de la faune, suivi par *Liposcelis* sp (9.68%).

L'étude comparative de l'abondance et abondance relative de la faune recensées au cours des stations sur le site de Ouenza et Morsott montre que la plus grande abondance de la faune de la litière au cours de la période d'étude est notée à Morsott (58 individus), est à Ouenza nous avons recensé un total de (49 individus).

Bouakkaz & Debane (2023) ont constaté que l'abondance est grande dans les sites Boukhadra et El- Meridj avec respectivement 287 et 190 individus. Et aussi pour Hamdi pacha & Khamri (2023) montré que l'abondance est moins faible dans le site de Pin d'Alep dans la forêt Nememcha dans la région de Tebessa (78 individus).

### 3.2.2. L'indice de diversité Shannon (H') et l'indice d'équitabilité (J')

Les résultats de l'analyse des indices écologiques dans les sites d'étude sont obtenus par l'utilisation du logiciel Past 4.03 et présentés dans le (Tab.9)

**Tableau 09** : Indices de diversité et d'équitabilité de la faune de la litière de *Pinus halepensis* au cours de la période d'étude (**N** : Nombre total d'individus, **S** : nombre d'espèces, **D** : Dominance)

Indices	Ouenza <sup>1</sup>		Morsott <sup>2</sup>	
<b>N</b>	14	49	45	41
<b>S</b>	11	19	6	19
<b>D</b>	0,1122	0,08038	0,683	0,08031
<b>H (Shannon)</b>	2,304	2,705	0,7453	2,714
<b>E</b>	0,9611	0,9187	0,4159	0,9218

(P 1 Simpson=0,50>0,05, P1 Shannon = 0,09>0,05 ; P2 Simpson= 2,79E-08<0,001, P2 Shannon= 1,39E-13 <0,001)

Les résultats du tableau (Tab.9) montrent que la plus grande valeur de l'indice H à Morsott est constatée au cours de la deuxième sortie (2.71bit), elle est également enregistrée pendant la 2ème sortie (2.70bit) à Ouenza. Donc la diversité est très proche entre les deux sites.

La plus grande valeur de l'indice d'équitabilité à Ouenza est constatée au cours de la Première sortie (0.96), par contre elle est enregistrée en la Deuxième sortie (0.92) à Morsott, avec 96% et 92% les peuplement sont très équilibrés dans les deux sites.

L'application du Test student aux résultats obtenus a montré qu'à Ouenza la valeur de p des indices Shannon et Simpson est supérieur à 0,05 donc il n'y a pas de différences significatives entre la diversité au cours des deux sorties, par contre la valeur p des indices de Shannon et Simpson à Morsott est inférieur à 0,001 ce qui démontre que la différence est très largement significative entre la diversité pendant les deux sorties.

### 3.3. Etude de paramètres du sol

#### 3.3.1. La granulométrie

Après avoir extrait les pourcentages des principaux constituants des sols dans les sites étudié (**Tab.10,11**) et les projetant sur le triangle de texture de l'USDA, nous avons pu connaître le type du sol pour chaque site d'étude (**Tab.10,11**).

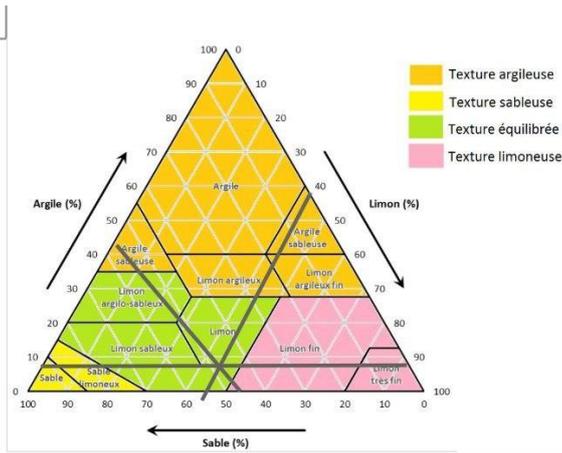
**Tableau 10** : proportions des principaux constituants des sols dans les stations De site Ouenza

<i>Station d'étude</i> <i>Composition</i>	<i>Nord</i>	<i>Sud</i>	<i>Est</i>	<i>Ouest</i>
<i>Argile%</i>	<i>8,78%</i>	<i>11,54%</i>	<i>10,25%</i>	<i>16,66%</i>
<i>Limon%</i>	<i>47,36%</i>	<i>25%</i>	<i>51,28%</i>	<i>33,34%</i>
<i>Sable%</i>	<i>43,85%</i>	<i>63,46%</i>	<i>38,47%</i>	<i>50%</i>
<i>Type de sol</i>	<i>Limon</i>	<i>Limon sableux</i>	<i>Limon Fin</i>	<i>Limon</i>

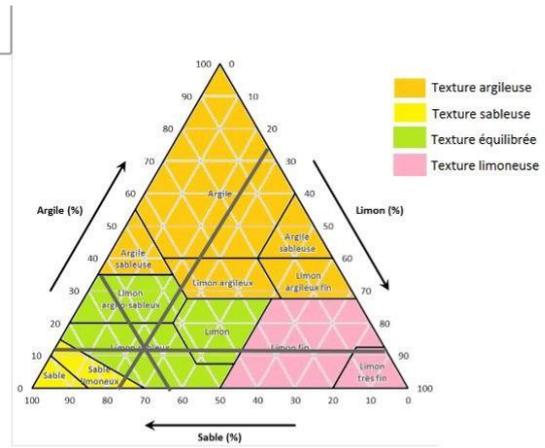
La proportion des composants du sol varie d'une station à l'autre, nous avons :

L'argile qui varie entre 8,78 % et 16,66%, le limon qui varie entre 25 % et 51,28%, et le sable entre 63,46% et 38,47% (**Tab.10**).

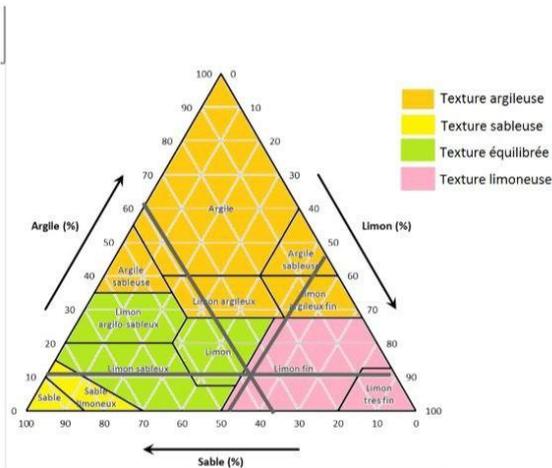
Le type du sol dans les stations de Ouenza sont différent de station a l'autre ; le Nord (Limon), Sud (Limon sableux), Est (Limon fin), Ouest (Limon). (**Fig21**)



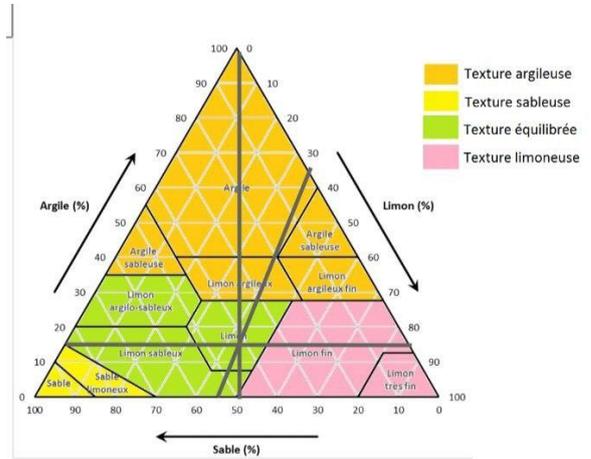
Station Nord (Limon)



Station Sud (Limon sableux)



Station Est (Limon Fin)



Station Ouest (Limon)

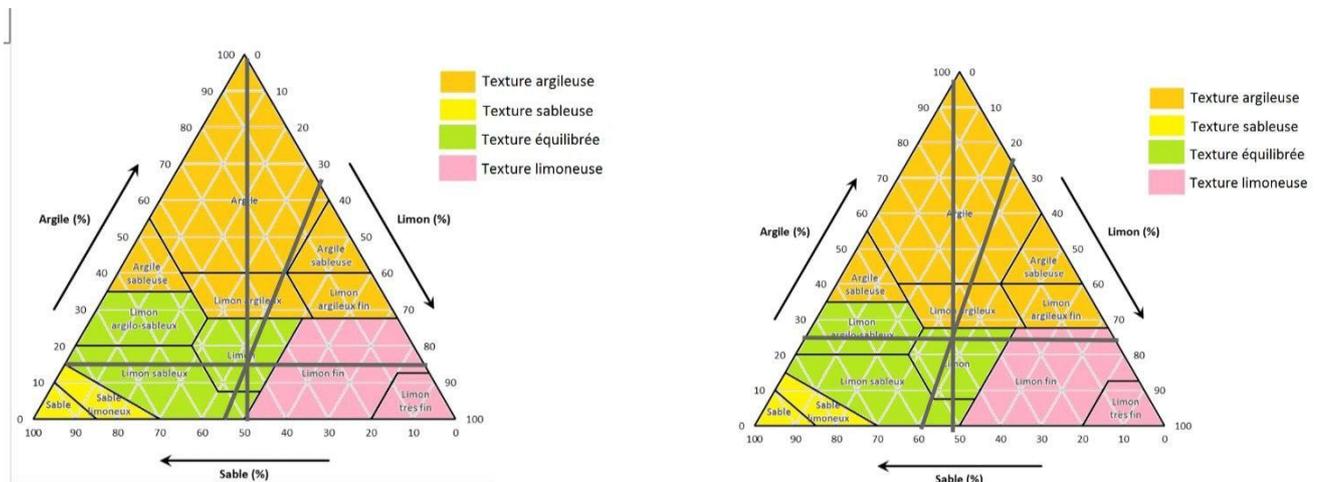
Figure 21 : Texture du sol de site Ouenza

**Tableau 11** : proportions des principaux constituants des sols dans les stations De site Morsott

<i>Station d'étude</i>	<i>Station 1 (Zitouna)</i>	<i>Station 2 (Magtouaa)</i>
<i>Composition</i>		
<i>Argile%</i>	<i>16,67%</i>	<i>25,80%</i>
<i>Limon%</i>	<i>33,33%</i>	<i>22,58%</i>
<i>Sable%</i>	<i>50%</i>	<i>51,62%</i>
<i>Type de sol</i>	<i>Limon</i>	<i>Limon</i>

L'argile qui varie entre 16,67 % et 25,80%, le limon qui varie entre 22,58 % et 33,33%, et le sable entre 50% et 51,62% (Tab.11).

On constate que la station 1 et la station 2 ont le même type du sol (Limon). (Fig.22)



**Station 1 (Zitouna)**

**Station 2 (Magtouaa)**

**Figure 22** : Texture du sol de site Morsott

L'étude comparative entre les sites d'étude a montré une différence de type du sol d'un site à l'autre.

En (2023) Bouakkaz & Debane ont constaté que le sol de Boukhadra et El-Meridj sont principalement Limon sableux, ainsi que Hamdi Pacha & Khamri (2023) montré que le

type du sol il est différente dans les trois sites d'étude (Limon sableux et limon très fin) dans la forêt de Nememcha (Région de Tebessa).

**3.3.2 Caractérisation du sol dans les stations d'étude**

L'objectif de l'étude était de caractériser le sol dans les stations d'étude (Ouenza & Morsott), en utilisant plusieurs paramètres. (Tab.12)

**Tableau 12 :** les paramètres du sol dans les stations d'étude à Ouenza

<b>Paramètre</b>	<b>Nord</b>	<b>Sud</b>	<b>Est</b>	<b>Ouest</b>
<b>pH ± Ecart type</b>	7,65±0,07	7,71±0,05	7,68±0,07	7,69±0,03
<b>CE±Ecart type (µS/cm)</b>	170±32,15	214,8±65,75	247,2±40,53	210±32,52
<b>H%±Ecart type</b>	5,8±4,14	7,8±2,38	10,4±3,13	5,6±1,94
<b>Calcaire total ± Ecart type</b>	30,96±8,54	29,4±6,57	31,56±6,37	29,16±6,25
<b>Calcaire Actif ± Ecart type</b>	1,49±0,37	1,33±0,06	1,03±0,38	2,04±0,06
<b>Carbone%</b>	1.27	1.27	2.19	0.94
<b>Matière organique%</b>	2.19	2.19	3.76	1.62

Les résultats du tableau 12 montrent que :

Le pH du sol dans les stations est compris entre (7,65±0,07et7,71±0,05). Selon la référentiel pédologique Baize et Jabiol (1995) toutes les stations sont basiques.

La conductivité électrique dans les stations se situe dans l'intervalle suivant : (170±32,15 et 247,2±40,53).

Le sol dans station est humide par rapport à celui des autres stations (10,4±3,13) comme la station ouest (5,6±1,94)

Les valeurs du calcaire total varient entre (29,16±6,25 et 31,56±6,37t). Le sol dans Toutes les stations est moyennement calcaire (Mathieu & Pieltin (2009). D'un autre coté les valeurs du calcaire actif est faible varient entre (1,03±0,38 et 2,04±0,06).

Le carbone varie entre (0.94 et 2.19) expliquant que les sols sont moyennement pourvus en matière organique dans le site (comprise entre 1.62 et 3.76).

**Tableau 13** : les paramètres du sol dans les stations d'étude à Morsott

Paramètre	Station 1(Zitouna)	Station2 (Magtouaa)
<b>pH ± Ecart type</b>	8,72±0,13	8,60±0,22
<b>CE±Ecart type (µS/cm)</b>	169,2±52,73	192±64,45
<b>H%±Ecart type</b>	26,6±3,57	21,8±3,27
<b>Calcaire total ± Ecart type</b>	31,8±6,62	26,4±9,86
<b>Calcaire Actif ± Ecart type</b>	1.20±0.31	1.58±0.14
<b>Carbone%</b>	0.66	0.48
<b>Matière organique%</b>	1.13	0.82

Les résultats du tableau 13 montrent que :

Le pH du sol dans les stations est compris entre (8,60±0,22 et 8,72±0,13). Selon la référentiel pédologique Baize et Jabiol (1995) toutes les stations sont basiques.

La conductivité électrique dans les stations se situe dans l'intervalle suivant : (169,2±52,73 et 192±64,45).

La valeur de l'humidité du sol dans les deux stations est proche, le maximum est constaté dans station 1 (26.6± 3.57%) ont constaté que l'humidité est moyennement humide.

Les valeurs du calcaire total varient entre (26,4±9,86 et 31,8±6,62). Le sol dans Toutes les stations c'est un sol moyennement calcaire (Mathieu & Pielin (2009). D'un autre coté les valeurs du calcaire actif est faible varient entre (1.20±0.31 et 1.58±0.14).

Le carbone varie entre (0.48 et 0.66) expliquant que le sol est très pauvre en matière organique dans le site (comprise entre 0.82 et 1.13).

L'étude comparative des caractéristiques des sols des deux sites a montré que les sols basiques dans les deux sites. Les sols sont secs dans le site Ouenza et moyennement humide dans le site Morsott.. Globalement les sols sont modérément calcaires. Les valeurs de calcaire actif sont proches dans les deux sites. Les stations de site Ouenza sont moyennement pourvu en matière organique, et les stations de Morsott sont très pauvre en matière organique, qui provient d'une faible teneur en carbone.

En (2023) Bouakkaz & Debane et Hamdi Pacha & Khamri montré les mêmes résultats du pH ç-à-dire un sol basique, pour la conductivité électrique Bouakkaz & Debane notée que les valeurs entrent (323.375 ±0.12 et 936.25 ±0.75) et pour Hamdi Pacha & Khamri varie entre (1330±0.14). Concernant l'humidité (7.52 ±3.63 et 10.01±3.40) (3.87±1.98 et 13.25 ±6.75) pou Bouakkaz & Debane et entre (4.37±1.78) pour Hamdi Pacha & Khamri. Toute les stations sont modérément calcaire dans Boukhadra et El – Meridj et un très faible calcaire actif ; ainsi que Hamdi Pacha & Khamri (2023) le grand pourcentage est constaté dans Pinus halepensis 2.6%. Par contre dans les résultats matière organique le sol est riche en matière organique.

**3.3.3. Impact de pollution du sol par l'utilisation de quelques métaux lourds**

**Tableau 14 :** Concentration de quelques métaux lourds dans le sol

Echantillons	Fer (Fe) mg/Kg	Nickel (Ni) mg/kg	Plomb (Pb) mg/kg	Mercuré (Hg) mg/kg
Echantillon Nord	71,5	30.7	21.4	2.5
Echantillon Sud	84	23.6	35.9	4,945
Echantillon Est	117.5	40.3	47.6	7,365

Echantillon Ouet	96.5	23.4	21.3	5,25
Echantillon Station 01	63	11.4	16	5,70
Echantillon Station 02	105.5	24.8	18.5	7,45
Méthodes	Méthode Triazine	Méthode Diméthylglyoxime	Méthode Dithizone	Méthode Cold Vapeur

L'analyse des résultats obtenus et représentés dans le tableau (14) nous permet de distinguer que les concentrations des métaux lourds cela varie d'un site à l'autre : dans le site Ouenza les concentrations du Fer varient entre (71,5 et 117,5 mg/Kg) ; le Ni entre (23,6 et 40,3 mg/Kg) ; le Pb varie entre (21,3 et 47,6 mg/Kg) et le Hg entre (2,5 et 7,36 mg/Kg). Les valeurs maximales dans le site Ouenza c'est dans la station Est.

Et pour le site Morsott le Fe varie entre (63 et 105,5 mg/Kg) ; le Ni entre (11,4 et 24,8 mg/Kg) ; le Pb entre (16 et 18,5 mg/Kg) et le Hg varie entre (5,70 et 7,45 mg/Kg). Les valeurs maximales sont dans la station 2.

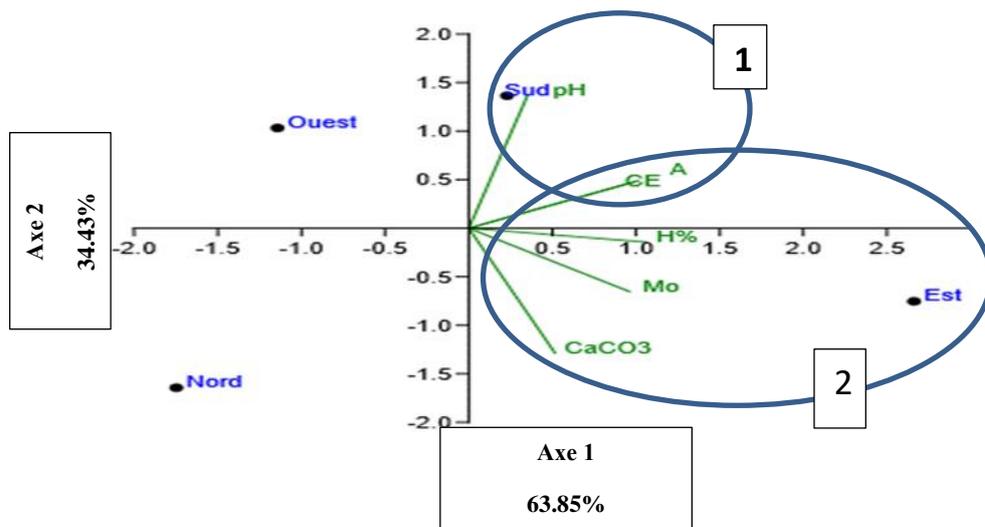
### 3.4. Impact des facteurs du sol sur l'abondance et la richesse de la litière dans les stations d'études

#### 3.4.1. Le site Ouenza

##### 1. L'abondance (nombre d'individus) / Paramètres du sol

Les résultats obtenus ont montré que 98,28 % des données ont participé à la formation des deux axes, repartis en 63,85% pour l'axe 1 et 34,43% pour l'axe 2 (**Fig.23**)

La carte factorielle des stations d'étude a montré que ce sont surtout les stations Est et Sud qui ont participé à la formation des axes 1 et 2 respectivement.



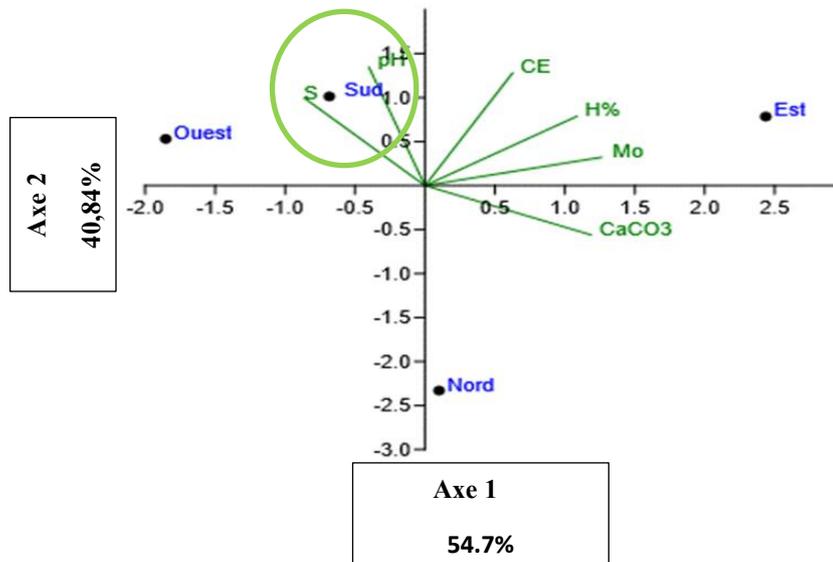
**Figure 23** : Analyse factorielle des correspondances pour l'abondance des individus et les paramètres du sol des milieux d'étude.

La figure montre que seules les station Sud et Est sont concernées par les corrélations ; Ainsi dans la station Sud l'abondance est fortement corrélée avec le pH et la conductivité électrique CE (1) alors que dans la station Est la corrélation concerne L'abondance avec les autres paramètres excepté le pH (2) (**Fig.23**)

## 2. La richesse spécifique / Paramètres du sol

Les résultats obtenus ont montré que 95,54 % des données ont participé à la formation des deux axes, repartis en 54,7% pour l'axe 1 et 40,84% pour l'axe 2 (**Fig.24**)

La carte factorielle des stations d'étude montre que les stations Est et Ouest participent à la formation de l'axe 1 et les stations Nord et Sud participent à la formation de l'axe 2 (**Fig.24**)



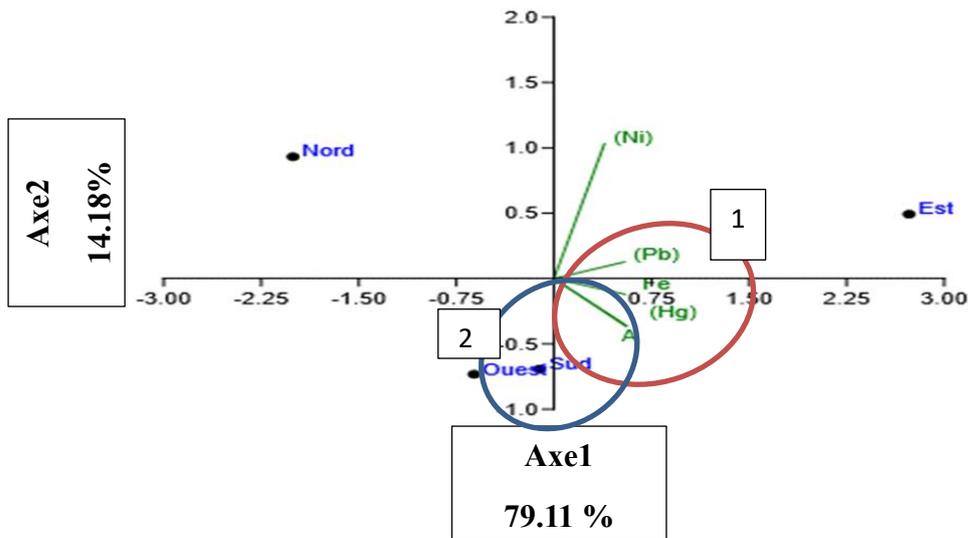
**Figure 24** : Analyse factorielle des correspondances pour la richesse spécifique et les paramètres du sol des milieux d'étude

La figure (24) montre que la corrélation est positive entre la richesse spécifique et le pH du sol au niveau de la station Sud, par contre la corrélation est absente avec la conductivité électrique (CE) et négative avec les autres paramètres (**Fig.24**).

### 3. L'abondance (nombre d'individus) / Métaux lourds

Les résultats obtenus ont montré que 93,29 % des données ont participé à la formation des deux axes, repartis en 79,11% pour l'axe 1 et 14,18% pour l'axe 2 (**Fig.25**)

La carte factorielle des stations d'étude a montré que ce sont surtout les stations Ouest et Sud qui ont participé à la formation de l'axe 2 et la station Est pour l'axe 1 (**Fig.25**)



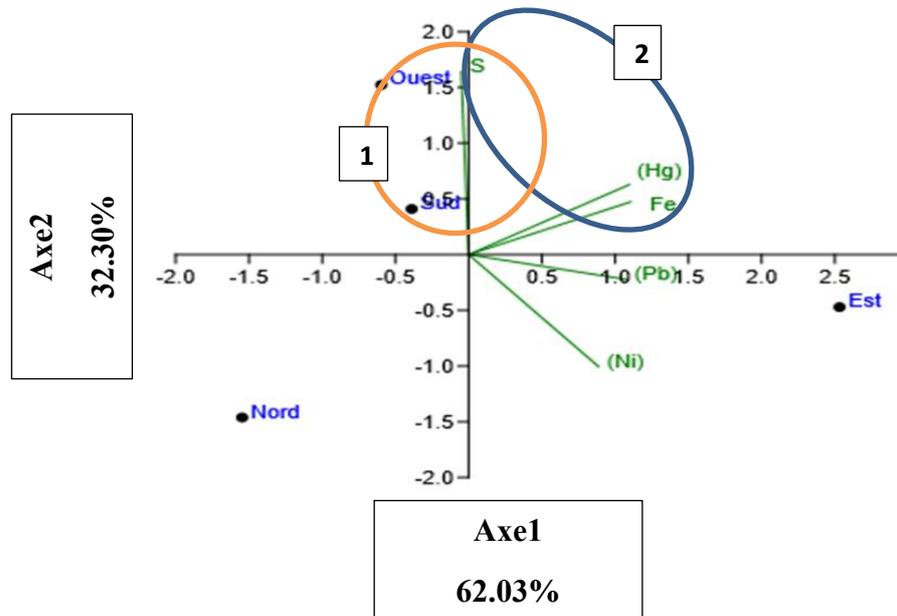
**Figure 25 :** Analyse factorielle des correspondances pour l'abondance des individus et quelques métaux lourds dans les sols des milieux d'étude.

La figure (25) montre que tous les métaux sont positivement corrélés avec l'abondance d'individus à l'exception du Ni (1) où la corrélation est négative. Cette corrélation a lieu surtout dans les stations Oues et Sud (2) (**Fig.25**)

#### 4. la richesse spécifique / Métaux lourds

Les résultats obtenus ont montré que 94,33 % des données ont participé à la formation des deux axes, repartis en 62,03% pour l'axe 1 et 32,30% pour l'axe 2 (**Fig.26**)

La carte factorielle des stations d'étude a montré que ce sont surtout les stations Oues et Sud qui ont participé à la formation de l'axe 2 et la station Est pour l'axe 1 (**Fig.26**)



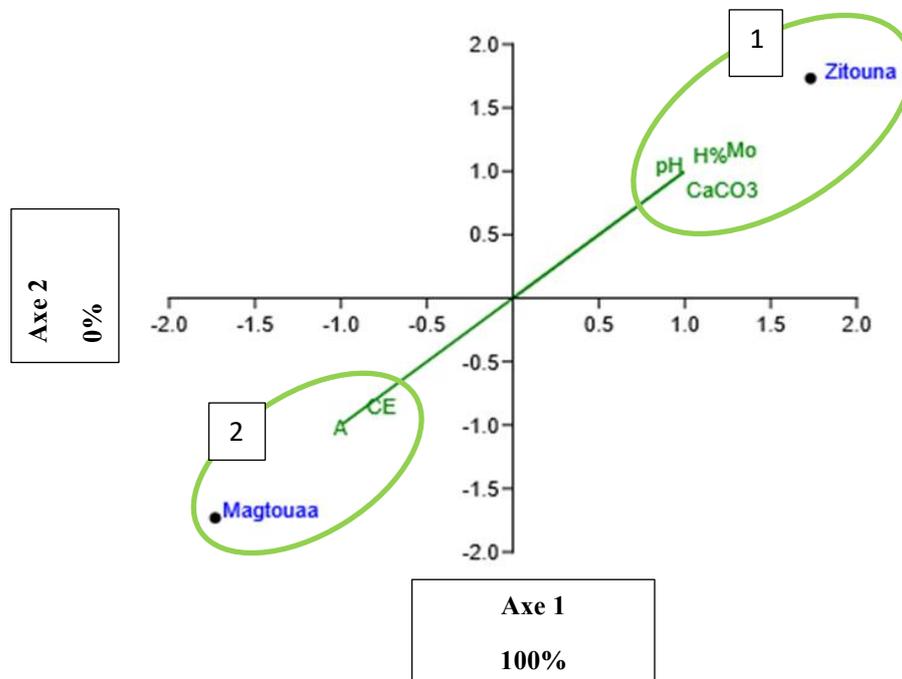
**Figure 26** : Analyse factorielle des correspondances pour l'abondance des individus et quelques métaux lourds dans les sols des milieux d'étude.

La figure (26) montre que la richesse est plus importante dans les stations Ouest et Sud (1), elle est positivement corrélée avec les métaux Hg et Fe (2), négativement corrélée avec Ni avec absence de corrélation avec Pb.

Tous les métaux sont positivement corrélés avec l'abondance d'individus dans la station Est (1), par contre à l'exception du Ni tous les autres métaux sont corrélés avec la station sud et la station Ouest (2) (**Fig.26**)

## 3.4.2. Le site Morsott

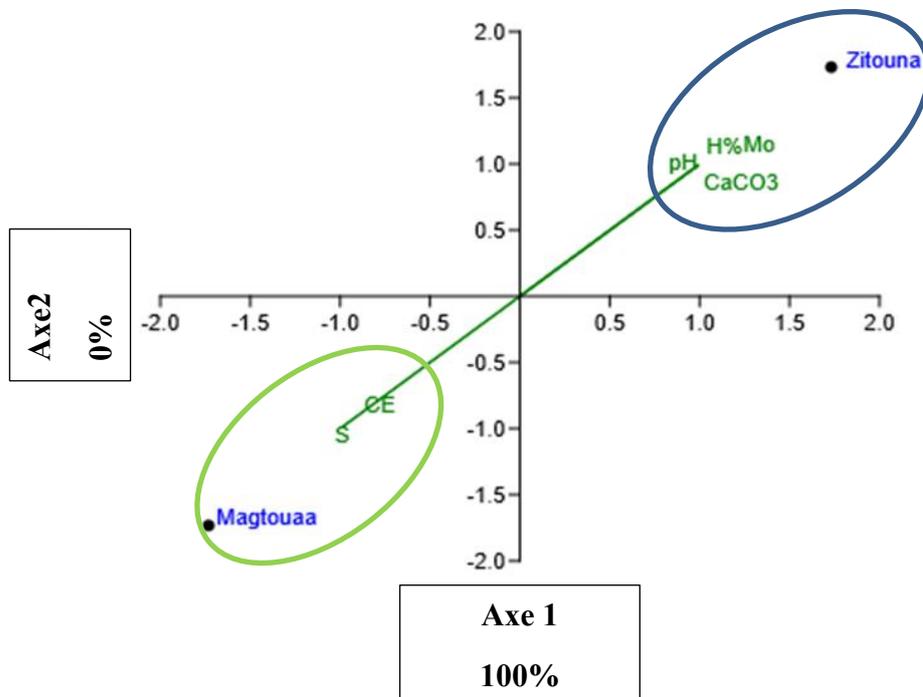
## 1.L'abondance (nombre d'individus) / Paramètres du sol



**Figure 27 :** Analyse factorielle des correspondances pour l'abondance des individus et les paramètres du sol étudiés

Les résultats obtenus ont montré que 100% des données ont formées l'axe 1 (Fig.27). La figure montre que les deux stations sont opposées l'une à l'autre ; Ainsi la station Zitouna regroupe les paramètres pH, H%, Mo et CaCO<sub>3</sub>' (1) qui sont négativement corrélés avec l'abondance A par contre cette dernière est positivement corrélée avec la Conductivité électrique CE dans la station Magtouaa (2) (Fig.27)

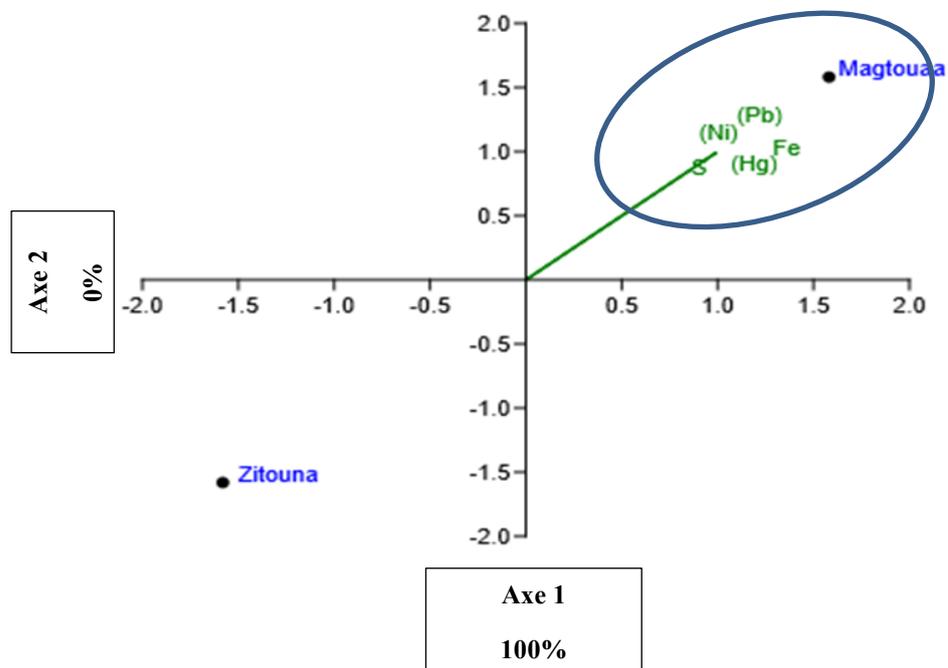
## 2. La richesse spécifique / Paramètres du sol



**Figure 28** : Analyse factorielle des correspondances pour richesse spécifique et les paramètres du sol étudiés

Les résultats obtenus ont montré que 100% des données ont formées l'axe 1 (**Fig.28**). La figure montre que les deux stations sont opposées l'une à l'autre ; Ainsi la station Zitouna regroupe les paramètres pH, H%, Mo et CaCO<sub>3</sub> qui sont négativement corrélés avec la richesse S par contre cette dernière est positivement corrélée avec la Conductivité électrique CE dans la station Magtouaa (**Fig.28**)

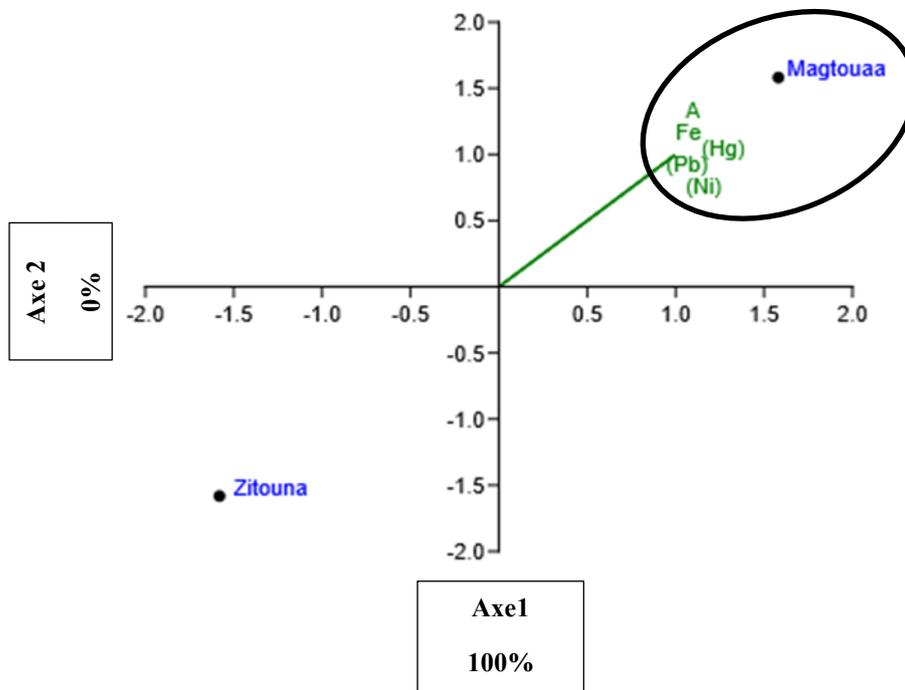
## 3. L'abondance (nombre d'individus) / Métaux lourds



**Figure 29 :** Analyse factorielle des correspondances pour l'abondance des individus et les métaux lourds étudiés dans les sols

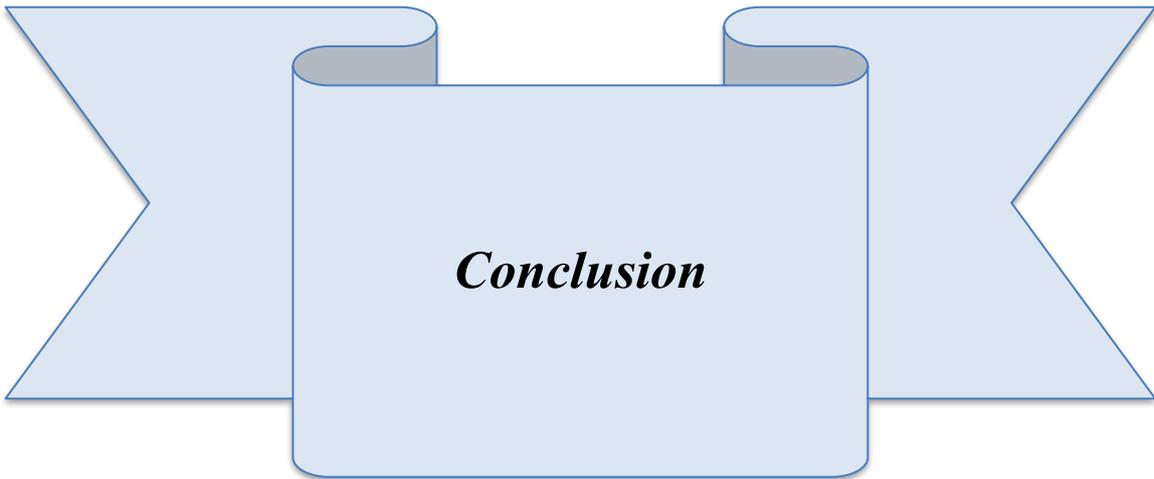
Les résultats obtenus ont montré que 100% des données ont formées l'axe 1 (**Fig.29**). La figure montre que les deux stations sont opposées l'une à l'autre ; Ainsi la station Magtouaa regroupe les métaux Ni, Pb, Hg, Fe qui sont corrélés avec la richesse spécifique dans cette station contrairement à la station Zitouna où il n'y a aucune corrélation (**Fig.29**)

## 4. la richesse spécifique / Métaux lourds



**Figure 30 :** Analyse factorielle des correspondances pour l'abondance des individus et les métaux

Les résultats obtenus ont montré que 100% des données ont formées l'axe 1 (Fig.30). La figure montre que les deux stations sont opposées l'une à l'autre ; Ainsi la station Magtouaa regroupe les métaux Ni, Pb, Hg, Fe qui sont corrélés avec l'abondance (nombre des individus) dans cette station contrairement à la station Zitouna où il n'y a aucune corrélation (Fig.30)



***Conclusion***

## CONCLUSION

---

Notre étude a lieu durant la période du 10 Février au 7 mai 2023 dans l'écosystème forestier à *Pinus halepensis* dans les sites Ouenza et Zitouna, Magtouaa à Morsott dans région de Tébessa. Pour mener à bien ce travail, cinq stations ont été sélectionnées au hasard, des échantillons de litière ont été échantillonnés dans chaque station en même temps que des échantillons de sol. L'échantillon de sol a été préparé au laboratoire pour l'analyse de quelques paramètres physicochimiques afin de décrire ce milieu. La faune a été isolée en utilisant le système de Berlèse et ensuite identifiée et dénombrée

Les résultats obtenus ont montré la présence d'une grande différence de diversité dans la faune recensée entre les deux sites : le site Morsott est plus riche (36 espèces, 29 familles, 17 ordres et 04 classes) que le site de Ouenza (19 espèces, 15 familles, 10 ordres et 05 classes)

La richesse spécifique entre les deux sites : Ouenza (31 espèces) et Morsott (28 espèces). L'espèce *Lepinotus sp.* Est communes entre les deux sites alors que d'autres espèces sont commune dans un site et spécifique dans un autre comme *Ectopsocus sp.* Et *Bradysia sp.* et *Aphytis sp.*

L'indice de similarité de Jaccard calculé pour les populations des deux sites a montré la présence d'une similitude de 11% donc d'une différence de 89 % ce qui démontre que les espèces recensées dans les deux sites sont très différentes

La plus grande abondance de la faune de la litière au cours de la période d'étude est notée à Morsott individus, seulement 49 individus sont comptabilisés à Ouenza 58 *Liposcelis sp* (9 individus) est l'espèce la plus abondante dans le site de Morsott par contre *Lepidocytrus cyaneus* (7 individus) est l'espèce la plus abondante dans le site Ouenza.

L'étude comparative de l'indice de diversité de Shannon entre les deux sites montre que la plus grande valeur est enregistrée dans Ouenza (0.05) à Morsott est inférieur à (0,001)

L'étude comparative de la granulométrie des sols entre les deux sites a permis de constater que les deux forêts diffèrent type de sol.

Le type du sol dans les stations de Ouenza sont différent de station à l'autre ; (Limon, Limon sableux, Limon fin) par contre la station Morsott ont le même type du sol (Limon).

## CONCLUSION

---

L'analyse comparative des paramètres physico-chimique des sols des stations incendiées et non incendiées tel que (PH, CE, H%, CaCO<sub>3</sub>, MO...etc) a permis d'obtenir les résultats suivants :

Les sols des deux sites ont montré que les sols basiques dans les deux sites.

La conductivité électrique dans les stations se situe dans l'intervalle suivant : (170±32,15 et 247,2±40,53), et station Morsott entre (169,2±52,73 et 192±64,45).

L'humidité du sol dans station Ouenza varie d'un site à une autre. À Morsott, il y a de l'humidité est moyennement humide.

Les bicarbonates de calcium CaCO<sub>3</sub> sont présents dans les sols d'étude par des pourcentages différents, ce qui permet de les classer dans la catégorie des sols moyennement calcaire.

Le pourcentage du calcaire actif du sol dans les stations d'études est faible, le grand pourcentage est constaté dans Morsott (31,8±6,62), le plus faible pourcentage est constaté dans Ouenza (1,03±0,38).

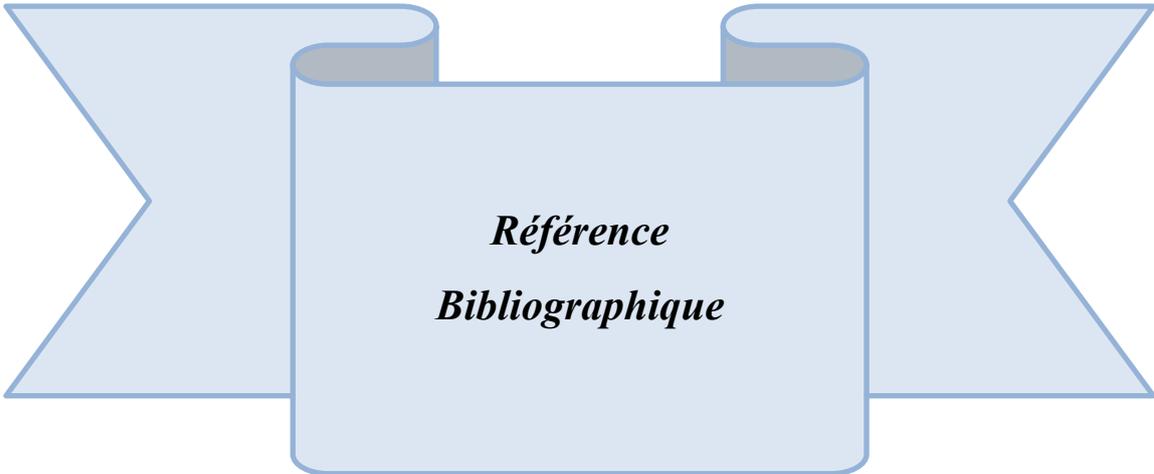
Le carbone organique est différent dans les deux sites généralement moyennement en matière organique dans le site Ouenza, et très pauvre dans le site Morsott.

L'impact des paramètres du sol étudiés sur l'abondance de la faune de la litière a permis de constater d'effet entre l'abondance et la conductivité électrique et le pH à Ouenza.

Dans le site Morsott la corrélation est négative entre la richesse et ph. La corrélation entre la richesse et la conductivité électrique à Morsott.

Les métaux sont positivement corrélés avec l'abondance d'individus à l'exception du Ni où la corrélation est négative à station Ouenza.

Les métaux Ni, Pb, Hg, Fe qui sont corrélés avec la richesse spécifique dans station Magtouaa contrairement à la station Zitouna où il n'y a aucune corrélation montre que la richesse elle est positivement corrélée avec les métaux Hg et Fe , négativement corrélée avec Ni avec absence de corrélation avec Pb dans station Ouenza .par contre station Morsott les métaux Ni, Pb, Hg, Fe qui sont corrélés avec la richesse spécifique dans station Magtouaa contrairement à la station Zitouna où il n'y a aucune corrélation.



*Référence  
Bibliographique*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

### Références Bibliographiques

**Alloui M. (2022)** : Analyse de quelques paramètres morfo-dendrométriques du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans la région de Tébessa. Mémoire Master, Université de Tébessa, 61p.

**AMIR BOUHABILA (2018,2019)** La forêt Algérienne face au changement global

**ASEF. (Juin 2017)**. Association santé environnement France, les métaux lourds.

<https://www.asef-asso.fr/production/les-metaux-lourds-la-synthese-de-lasef/>

**AZIZI & LABIDI. (2021)** La faune de la litière de la forêt d'EL Anba(Tébessa) Diversité et bio écologie , thèse de MASTER. Ecologie et Environnement Université de Tébessa. P17.

**Bello, F. (2008)**. Comparaison de la diversité spécifique intra et inter habitat et observation de la distribution des taxons le long de gradient environnementaux significatifs. Université Joseph Fourier

**Bruand, A. & Chenu, C. (1994)**. Constitution physique du sol. 12p

**Camara. A, Dugué, de foresta (2012)** european journal of geography : Transformation des mosaïques de forêt-savane par des pratiques agroforestières en afrique subsaharienne (guinée et cameroun) vol 627.

**Christophe Magdeleine. (28/12/2021)** Métaux lourds ou éléments traces métalliques.

[https://www.notre-planete.info/environnement/metaux\\_lourds.php](https://www.notre-planete.info/environnement/metaux_lourds.php)

**Cl. Moreaux. (1973)** Cours de microbiologie du sol : Micro-organismes et matière organique du sol. P 116.

<https://youmatter.world/fr>

**Dispositif Réponses (2014-2016)** Réduire les pollutions en santé environnement.

**D. Loun (2022)**. Les forêts algériennes. <https://hal.science/hal-03557266>

**Dommergues.y & Mangenot.f (1970)** Écologie microbienne du sol : les algues. P55

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

---

**Enviro urgence** ; quel est l'impact des métaux lourds sur la contamination des sols ? [En ligne] 03-05-2021.

<https://www.envirourgence.com/fr/blogue/impact-sols-contamines-metaux-lourd/>

**FAO. & UNEP (2020)**. La Situation des forêts du monde : Forêts, biodiversité et activité humaine.

<https://doi.org/10.4060/ca8642fr>

**GFD**, l'approche de l'usufruit (26/05/2024). Gestion forestière durable.

<https://fastercapital.com/fr/contenu/Gestion-forestiere---Gestion-forestiere-durable---L-approche-de-l-usufruit.html#L-importance-des--cosyst-mes-forestiers>.

**Guillaume (10/12/2020)**. Observateur de la Nature Introduction à la dynamique des écosystèmes forestiers. <https://louernos-nature.fr/introduction-dynamique-ecosystemes-forestiers/>

**HAICHOOR, BENABDELI K.** L'écosystème forestier algérien face aux pressions anthropiques et climatiques, vol 461 : P109.

**Hamaidia Zineb et Bekkai Ala Eddine, (2019)** : Comparaison des inventaires de la faune orthoptérique de la région de Tébessa réalisés par différentes techniques d'échantillonnage. Mémoire de Master en Ecologie et Environnement.

**H, BOUKERKER (2016)**. Journal Algérien des Régions Arides (JARA) La forêt algérienne face aux feux : proposition d'un dispositif de prévention et de lutte.

**ITA. (1975)**. Méthodes d'analyses chimiques et physiques du sol. Laboratoire du sol. ITA, Mostaganem

**KAZI AOUAL, RACHEDI (2010)**. La Régénération des Forêts par l'utilisation des eaux usées traitées Expérience Algérienne.

**KHERBANI Nawel (2011)**. Influence des métaux lourds sur la croissance des plantes ; Mémoire de magister : Biotechnologie et Environnement. École National Polytechnique (École Doctorale Ingénierie & Environnement)

**Kimmins J. P (2003)**. La gestion de l'écosystème forestier. P11\_175

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

---

**MECHERI (2018)**. Etat sanitaire des forêts de la région semi-aride de Djelfa : Biodiversité de l'entomofaune, caractérisation des principaux ravageurs et essais de lutte thèse Doctorat. Université Badji Mokhtar – ANNABA.P19

**M, Hirit**. La forêt méditerranéenne : espace écologique, richesse économique et bien social.

<https://www.fao.org/4/x1880f/x1880f03.html>

**Les écosystèmes forestiers et leurs fonctions (2016)**. Vol 201.

**M. Gérard MIQUEL et al**. Rapport d'information n° 261 (2000-2001) déposé le 5 avril 2001.

**Richard Damaniaersto , Sanchez-Triana & Johannes Hister (28 SEPTEMBRE 2023) ;**  
La pollution chimique, prochaine crise mondiale.

**S, Bakouri (2021)**. Feux de forêts en Algérie : causes, conséquences et solutions  
<https://algeria.fes.de/e/feux-de-forets-en-algerie-causes-consequences-et-solutions.html>

