

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche

Scientifique

Université ECHAHID CHEIKH LARBI TEBESSI

- TEBESSA-

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la vie

Département : Des Etres Vivants

MEMOIRE DE MASTER

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

Filière :Sciences biologiques

Option:Ecophysiologie Animale



كلية العلوم الدقيقة والعلوم الطبيعية والبيئة
FACULTÉ DES SCIENCES EXACTES
ET DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Etude comparative de la faune de la pinède de Boukhadra et El-Meridj dans la région de Tebessa

Présenté par : BOUAKKAZ BASMA
DEBANE CHAIMA

Devant le jury :

Mr.HANNACHI M. S.	MCB	Université de Tébessa	President
Mme.HEMAIDIA H.	MCB	Université de Tébessa	Examinatrice
Mme.BOUGUessa- L. CHERIAK	MCA	Université de Tébessa	Encadreur

Date de soutenance : 11/06/2023

Année : 2022-2023

Résumé

Cette étude a été entreprise dans deux forêts de la région Tébessa, à savoir la forêt de Boukhadhra et la forêt d'El Meridj, afin de comparer la faune de la litière de l'essence forestière *Pinus halepensis* et de caractériser son micro habitat par l'étude de quelques paramètres du sol qui pourraient influencer la distribution des peuplements. L'inventaire a permis de constater la présence de 51 espèces appartenant à 2 embranchements, 7 classes, 13 ordres et 36 familles à El Meridj et 29 espèces appartenant à 2 embranchements, 5 classes, 14 ordres et 22 familles à Boukhadhra. La plus grande richesse spécifique est constatée dans une station à El Meridj (23 espèces), par contre la plus grande abondance est notée à Boukhadhra (287 individus). L'indice de diversité le plus élevé est constaté à Boukhadhra et les peuplements sont équilibrés dans les deux sites.

Les paramètres du sol choisis pour cette étude sont : la texture du sol, le PH, la conductivité électrique, l'humidité du sol, le calcaire totale et le calcaire actif ; le carbone et la matière organique. L'étude comparative de l'impact de quelques paramètres étudiés sur l'abondance de la faune de la litière a permis de constater que l'humidité du sol a un effet positif sur l'abondance de la faune à Boukhadhra et négatif sur celle d'El Meridj. La conductivité électrique et le pH agissent positivement sur la richesse à El Meridj mais n'ont aucun effet sur la richesse du peuplement à Boukhadhra.

Mots clés : la faune, la litière, Boukhadhra, El Meridj, la richesse, l'abondance, sol.

Abstract

This study was undertaken in two forests of the Tebessa region, namely the forest of Boukhadhra and the forest of El Meridj, in order to compare the fauna of the litter of the forest species *Pinus halepensis* and to characterize its micro habitat by the study of some soil parameters which could influence the distribution of stands. The inventory revealed the presence of 51 species belonging to 2 branches, 7 classes, 13 orders and 36 families in El Meridj and 29 species belonging to 2 branches, 5 classes, 14 orders and 22 families in Boukhadhra. The major specific richness is observed in a station in El Meridj (23 species), on the other hand the major abundance is noted in Boukhadhra (287 individuals). The highest diversity index is observed in Boukhadhra and the settlements are balanced in the two sites

The soil parameters chosen for this study are: soil texture, PH, electrical conductivity, soil moisture, total limestone and active limestone; carbon and organic matter. The comparative study of the impact of some parameters studied on the abundance of litter fauna has shown that soil humidity has a positive effect on the abundance of fauna in Boukhadhra and negative on that of 'El Meridj. The electrical conductivity and the pH act positively on the richness in El Meridj but have no effect on the richness of the settlement in Boukhadhra.

Keywords: wildlife, litter, Boukhadhra, El Meridj, wealth, abundance, soil.

ملخص

أجريت هذه الدراسة في غابتين من منطقة تبسة هما غابة بوخضرة وغابة المريج، وذلك بهدف مقارنة الحيوانات في نفايات الأنواع الحرجية *Pinus halepensis* وتصنيف موطنها الدقيق من خلال دراسة بعض معالم التربة التي يمكن أن تؤثر على توزيع الحوامل. وكشف الجرد عن وجود 51 نوعًا تنتمي إلى فرعين و 7 فئات و 13 رتبة و 36 عائلة في المريج و 29 نوعًا تنتمي إلى فرعين و 5 فئات و 14 رتبة و 22 عائلة في بوخضرة. لوحظ أكبر ثراء محدد في محطة في المريج (23 نوعًا) ، من ناحية أخرى ، لوحظ أكبر وفرة في بوخضرة (287 فردًا). لوحظ أعلى مؤشر للتنوع في بوخضرة وتوازن المستوطنات في الموقعين.

معايير التربة المختارة لهذه الدراسة هي: قوام التربة ، ودرجة الحموضة ، والتوصيل الكهربائي ، ورطوبة التربة ، والحجر الجيري الكلي والحجر الجيري النشط. الكربون والمواد العضوية. أظهرت الدراسة المقارنة لتأثير بعض المتغيرات المدروسة على وفرة الحيوانات المتناثرة أن رطوبة التربة لها تأثير إيجابي على وفرة الحيوانات في بوخضرة وسلبية على وفرة المريج. تؤثر الموصلية الكهربائية ودرجة الحموضة بشكل إيجابي على ثراء المريج ولكن ليس لهما أي تأثير على ثراء المستوطنة في بوخضرة.

كلمات مفتاحية: الحياة البرية ، القمامة ، بوخضرة ، المريج ، الثروة ، الوفرة ، التربة.

Remerciement

Avant tout, nous tenons à remercier Dieu le tout puissant qui nous a donné la Santé, la volonté, le courage et la patience pour réaliser ce travail.

Nous adressons aussi notre remerciement à Dr. Bouguessa Cheriak Linda pour ses encouragements et pour tous les efforts fournis pour nous aider à réaliser cette étude.

Nous tenons à remercier également les membres du jury, en la personne du Dr. Hannachi Mohamed Essalah et du Dr. Hemaidia Houda d'avoir accepté de juger notre travail.

Un grand merci à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire : Les techniciens des laboratoires, les forestiers de la circonscription de Tébessa et de la conservation de Tébessa

Qu'ils trouvent tous ici l'expression de notre profonde Gratitude.

Dédicace

Merci mon dieu de m'avoir donné la capacité d'écrire, de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout de mon rêve et de mon Bonheur.

Je dédie ce modeste mémoire:

A celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon Bonheur et ma réussite, ma mère

A mon père, école de mon enfance, qui a été mon ombre Durant toutes les années de mes études et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me soutenir et à me protéger

Que Allah les garde et les protège

A ma chère grande mère rabi yerhemha

A mes chères frères Djamel et son épouse son fils Ahmed Djawed, Chaker, et Ihab

A mes sœurs Rimal et son mari et Asma ma moitié.

A Touts mes belles amies surtout Hoda

A m'oncles et mes enfants

A tous ceux qui m'aiment

A tous ceux que j'aime

A tous ceux qui me sont chers

A tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Basma



Dédicace

Avant toute chose, je tiens à remercier Allah le tout puissant, pour m'avoir donné la force et la patience.

Particulièrement à mon père Debane Lazher et ma mère Abla , pour tous les efforts et les sacrifices pour moi et pour ses encouragements incessants et son soutien moral aux moments difficiles; que le dieu vous protège une bonne santé inshallah et j'espère que vous êtes fière de moi.

A mes frères Mahdi et Marouan mes sœurs Roumaïssa et Sara
Et bien sûr mes petites sont le secret de mon bonheur et de mes rires
Houbhoub ; Koubi Bechbech et Mechmech

À Tous mes amis proches et surtout mes sœurs Chaima Touati, Hana Fisseh , Douaa Goabi, Linda Baroutaa ; Merci les filles pour tous les moments passés ensemble les bons comme les mauvais votre amitié m'honore.

Et pour toute la famille DEBANE

Chaima

Sommaire

Resumé

Remerciement

Dédicace

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction1

1_Le Pin D’Alep :	4
1.1 Généralité sur le Pin D’Alep :	4
1.2 Classification :	4
1.3 Description de l’arbre :	5
1.4. Répartition et distribution de Pin d’Alep :	8
1.5 les principales caractéristiques de Le Pin d’Alep :	8
1.5.1 Les Exigences de pin d’Alep.....	8
1.5.1.1. Exigences climatiques	8
1.5.1.2. Exigences édaphiques	9
1.5.1.3. Exigences écologiques	9
1.5.2 La Croissance du pin d’Alep :	9
1.5.3 L’utilisateur de pin d’Alep :	9
1.5.4 Les facteurs de dégradation du Pin d’Alep :	10
2. La litière forestiere:	11
2.1. Définition de la litière :	11
2.2. Composition physique de la litière	11
2.3. Les retombées de la litière.....	12
2.4. Décomposition de la litière :	12
2.4.1. Facteurs affectant la vitesse de décomposition	12
2.5. Les différentes fonctions de la litière	14
2.5.1. La fertilité du sol	14
2.5.2. Confort des animaux	14
3. Le sol forestier :	14
3.1. Définition :	14
3.2. Fonction de sol :	15
3.3. Les horizons des sols.....	15

3.3.1. Les types de sol forestier :.....	15
3.4. La formation de sol	16
3.5. Les principales critères pour caractériser le sol :	16
3.5.2 la géologie :	16
3.5.3. le niveau trophique :	17
3.6. Propriétés physique du sol.....	18
3.6.1. Texture de sol	18
3.6.2. Structure du sol.....	20
3.6.3. La porosité.....	20
3.7. Propriétés chimiques	21
3.7.1. Le pH du sol	21
3.7.2. La matière organique.....	21
2. Présentation de la zone d'étude	21
2.1.2. Les sites d'étude :	21
2.1.2.1. Localisation géographique du site de Boukhadra :	21
3.1. Sur le terrain	25
3.1.1. Le choix des stations d'étude :	25
3.1.2. Le prélèvement de la litière	26
3.2. Au laboratoire.....	26
3.3. Etude des paramètres du sol	27
3.3.1. La granulométrie :	27
3.3.1.1. Le pH et la conductivité électrique (CE) :.....	28
3.3.3. Le calcaire total :	28
3.3.3. Le calcaire actif :	29
3.3.4 Le carbone organique (C) :.....	29
4.1. Biodiversité	33
4.1.3. Richesse spécifique des stations d'étude de « Djbel Boudjaber » El-Meridj :	37
1) Ecologie	41
4.1. Abondance et abondance relative de la faune	41
4.2. Indices écologiques (Shannon-Weaver et équitabilité).....	46
2) Caractérisation des milieux d'étude.....	47
4.1. La granulométrie	47
4.2. Caractérisation du sol dans les stations d'étude	49
Conclusion.....	61

Références Bibliographiques..... 64

Annexes

Liste de Tableaux

N	Tableaux	Page
01	les grands types de roche et les sols associés	17
02	Classification du PH de sol selon la référence pédologiques Afes .	27
03	Classification du sol selon le taux de calcaire totale	27
04	Classification du sol selon le taux de la MO	28
05	liste de la faune de la litière inventoriée dans la station de « Djebel Boudjaber » El-Meridj .	32
06	liste de la faune de la litière inventoriée dans la station de site de Boukhadhra.	35
07	Répartition de la faune inventoriée de la litière dans les stations du site « Djbel Boudjaber » El-Meridj	36
08	Répartition de la faune inventoriée de la litière dans les stations du site Boukhadhra .	39
09	Abondance et abondance relative de la faune recensées au cours des sorties à Boukhadhra .	41
10	Abondance et abondance relative de la faune recensées au cours des sorties à El- Meridj .	42
11	L'indice de diversité de Shannon Weaver et l'équitabilité du peuplement faunistique dans les stations d'étude	44
12	proportions des principaux constituants des sols dans les stations d'étude.	45
13	les paramètres du sol dans les stations d'étude à El-Meridj.	48
14	les paramètres du sol dans les stations d'étude à Boukhadhra.	49

Liste des figures

N	Figure	Page
01	arbre du pin d'Alep	4
02	Feuilles du Pin d'Alep	5
03	Les fleurs de pin d'Alep	6
04	Les fruits de pin d'Alep	6
05	Ecorce du pin d'Alep	7
06	bois du pin d'Alep	7
07	la litière du pin d'Alep	11
08	Les horizons des sols	18
09	Règles de dimensions des éléments de texture	19
10	La région de Tébessa en Algérie.	21
11	Le site Boukhadhra	22
12	Le site d' El-Meridj	22
13	Le prélèvement de la litière	25
14	la litière dans le système de Berlese (photo personnel février 2023)	26
15	Triangle de texture du sol	26
16	Le séchage à l'étuve	27
17	Triangle de texture du sol dans le site Boukhadhra au cours de la période d'étude	46
18	Triangle de texture du sol dans le site d'El Meridj au cours de la période d'étude	47
19	Relation pH / abondance et richesse de la faune étudiée dans le site d'El Meridj	50
20	Relation CE /abondance et richesse de la faune étudiée dans le site d'El Meridj	51
21	Relation H% / abondance et richesse de la faune étudiée dans le site d'El Meridj	51
22	Relation PH /abondance et richesse de la faune étudiée dans le site Boukhadhra	52
23	Relation CE /abondance et la richesse de la faune étudiée dans le site Boukhadhra	52
24	Relation H% /abondance richesse de la faune étudiée dans le site Boukhadhra	53
25	Analyse des principales composantes (ACP) pour l'abondance de la faune de la litière les stations et les paramètre du sol étudiée	54
26	Analyse des principales composantes (ACP) pour la richesse de la faune de la litière les stations et les paramètres du sol étudiées	55
27	Analyse des principales composantes (ACP) pour l'abondance de la faune de la litière les stations et les paramètres du sol étudiées	56
28	Analyse des principales composantes (ACP) pour la richesse de la faune de la litière les stations et les paramètres du sol étudiées	57



Introduction

Introduction

La forêt est un écosystème complexe et riche, offrant de nombreux habitats à diverses essences et population animales, végétales, fongiques et microbiennes entretenant entre elles, pour la plupart, des relations d'interdépendance. Elle joue un rôle majeur dans la régulation du climat à l'échelle mondiale par son action sur le cycle de l'eau, particulièrement sur la répartition géographique et l'intensité des précipitations, c'est un milieu de vie pour la flore et la faune (**BROSSE, 2001**). Elle joue aussi un rôle important dans l'augmentation de la productivité d'un site à travers les changements écologiques et physico-chimiques. Une action à double tranche se traduisant en premier lieu dans la dynamique et l'enrichissement de la litière, et en deuxième lieu, sur l'évolution de la fertilité du sol d'où sa conservation et sa protection (**SINGH et al., 2002 ; NIANG et al., 2014**).

Le pin d'Alep est l'un des arbres les plus communément plantés à cause de sa croissance rapide, de sa résistance aux conditions les plus (**ZAVALA & ZEA, 2004**). Il est l'essence la plus largement utilisée dans les reboisements pour la protection des sols. C'est une essence qui résiste à la sécheresse, aux sols peu fertiles, au climat aride... etc. Il colonise pratiquement la plupart des zones subhumides et semi-arides (**BONNIER, 1990**).

Le pin joue un rôle très important dans la production de la litière et l'apport au sol des éléments minéraux et l'humus. Les végétaux organismes majoritairement autotrophes, font la synthèse de la matière vivante. Cette dernière selon une échelle de temps variable, retourne au sol sous forme d'exsudats racinaires et foliaires ainsi que de débris (feuilles, rameaux, fruits...) l'ensemble constitue la litière (**MANGENOT, 1980**).

La litière est très importante pour les arbres puisqu'elle contient tous les éléments (Ca, K, Fe, N, C, Mg, etc.) nécessaire de croissance, et la matière organique fournit au sol permet d'entretenir une flore et faune microscopique très diversifiée dont l'action facilite aux arbres l'assimilation de ces minéraux (**MUDERHWA, 2009**). C'est le moyen majeur de recyclage de nutriments particuliers comme le carbone et l'azote et d'autres éléments de l'écosystème (**KRISHNA & MOHAN, 2017**) une couche protectrice du sol en tamponnant les variations d'humidité et de température et en limitant l'érosion (**VERSINI, 2012**).

L'objectif de ce travail est l'étude comparative de la faune de la litière de la pinède des deux Forêts Boukhadhra et El Meridj 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.

Ce mémoire est divisé en trois parties :

- Une première partie consacrée à un rappel bibliographique sur *Pinus halepensis*, la litière et ses différentes fonctions et le sol avec ses propriétés physiques et chimiques.
- La deuxième partie : traite la présentation de la région d'étude.
- La troisième partie : permet la méthodologie de travail utilisé de matériel et des méthodes suivie.
- Le quatrième et dernière partie où les résultats obtenus ont été exposés avec une interprétation suivie d'une discussion.

Données Bibliographiques

1. Le Pin D'Alep :

1.1 Généralité sur le Pin D'Alep :

Le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) Cette espèce est connue sous plusieurs appellations, le pin de Jérusalem, le pin blanc, al Sanouber al halabi.(Fig.1)

Pinus halepensis est une essence méditerranéenne à caractère continental de tempérament robuste et très plastique puisqu'elle s'adapte à des conditions écologiques difficiles c'est une essence aussi xérophile, thermophile et héliophile (**LETRUCH, 1991**).

Le pin d'Alep peu se rencontrer de la basse altitude jusqu'à 2200m. C'est une essence qui se rencontre dans la tranche altitudinale que va depuis le littoral jusqu'au l'Atlas saharien (**SOTLANI, 2016**)

C'est un arbre qui fructifie très tôt ; à partir de 10 à 12 ans, mais les graines ne sont fertiles qu'à partir de 18 à 20 ans. La fructification a lieu en été et en automne de l'année suivante après fécondation (**SEIGUE , 1985 ; RAMEAU et al., 2008**).



FIGURE1 : *Pinus halepensis* A BOUKHADHRA (PHOTO PERSONELLE , 2023)

1.2. Classification :

Le Pin d'Alep est une essence du genre *Pinus*, et du sous-groupe *halepensis* . Ce groupe est essentiellement représenté par deux espèces *Pinus halepensis* Mill et *Pinus brutiat* en appartenant exclusivement au circumméditerranéen (**NAHAL, 1986 ; OZENDA, 2006**).

_ Classification classique

La systématique du pin d'Alep établie par **FARJON (1996)** se résume comme suit :

Règne : Plantae

Classe : Pinopsida

Ordre : Pinales

Famille : Pinaceae

Sous famille : Pinoideae

Genre : Pinus

Sous-genre : Pinus/strobus/Duc

Espèce : halepensis (**MILLER, 1968**) Subsp. Halepensis(**QUEZEL & MEDAIL, 2003**)

1.3. Description de l'arbre :

1.3.1 La Feuille:(aiguilles) sont réduites en aiguilles fines de couleur vert par 2, vert 6-13 cm de long et moins d'1 mm de large, droite ou parfois tordues (**BLAMEY, 2000**) (Fig.2)



FIGURE 2 :LES FEUILLES DU PIN D'ALEP

Les aiguilles sont groupées par deux, de 5 à 10 cm de long et 1mm de diamètre de Couleur vert claire, persistant 2 ans, à marge finement denticulée (Fig.2). Le sommet est brusquement atténué en pointe rigide.(**BOUTCHICHE & BOUTRIGHE, 2016**)

1.3.2. La fleur

Les cônes mâles de cette espèce monoïque sont formés dès mai, les chatons mâles, ovoïde cylindriques et jaunâtres, sont groupés à la base des jeunes pousses. sont rassemblés à des jeunes pousses de l'année (Fig.3) (**BOGROW et al., 2008**).



FIGURE 3 : LES FLEURES DE PIN D'ALEP (PHOTO PERSONNELLE ,2023)

Les cônes femelles :sont des cônes, de 5 à 8 cm ovoïdes allongés, brun clair, qui arrivent à maturité au bout de deux ans, ils sont légèrement obliques, perpendiculaires aux rameaux et d'abord vert clair, l'écusson des écailles est renflé et ridé(Fig.4), (NAHAL, 1962).

1.3.3. Les fruits ovoïdes, 5-12 cm de long, brillante, bruns, sur des pétioles courbés (BLAMEY, 2000). Les cônes mûrissent au cours de la deuxième année et laissent souvent échapper leurs graines au cours de la troisième année(NAHAL, 1962). (Fig.4)



FIGURE 4 : LES FRUITS DE PIN D'ALEP (PHOTO PERSONNELLE ,2023)

1.3.4. l'écorce : Son écorce gris argenté devenant brun rougeâtre et fissurée (BLAMEY,2000). Elle est très inflammable et contient une grande quantité de tanin (NAHAL,1962). (Fig.5)



FIGURE 5 :ECORCE DU PIN D’ALEP (PHOTO PERSONNELLE, 2023)

1.3.5. le bois est souple et dur, avec de nombreux nœuds , riche en résine et lourd(Fig.7)(**BOGROW *et al.*, 2008**).



FIGURE 6 : BOIS DU PIN D’ALEP (PHOTO PERSONNELLE, 2023).

Il présente un cœur brun rougeâtre claire et un aubier jaunâtre. Le bois de pin d’Alep est léger et se dessèche rapidement. Sa densité varie de 0.352 à 0.866. Les canaux résinifères sont gros, bien apparents assez espacés et sécrétant une résine abondante (**CHERFAOUI ,2017**) (Fig 6).

1.3.6. les graines petites, de 6 à 8mm, sont prolongées par une aile beaucoup plus longue (**BOGROW *et al.*, 2008**).

1.3.7. Le système racinaire et sa nature dépend de la nature du sol et de sa fertilité Il est pivotant présentant de nombreuses radicelles, chevelues, à croissance rapide. Et chez les

adultes la racine pivot disparaît peu à peu (RAMEAU *et al.*, 2008). Les racines sont souvent mycorhizes (KADIK, 1987).

1.3.8. Les branches sont légèrement étalées. Les rameaux sont fins, de couleur vert clair puis gris clair (SEIGUE, 1985 ; RAMEAU *et al.*, 2008).

1.4. Répartition et distribution de Pin d'Alep :

Pinus halepensis, c'est une essence largement répandue sur le pourtour méditerranéen, où son aire de répartition a été précisée par de nombreux auteurs et en particulier par (NAHAL, 1962).

C'est une essence fréquente surtout en région méditerranéenne occidentale, mais qui se rencontre également en divers points du bassin méditerranéen. Ses forêts occupent sans doute au total plus de 3,5 millions d'hectares. (QUEZEL, 1980) .

En Algérie (KADIK, 1983), le pin d'Alep est très fréquent sur tous les massifs montagneux, du Tell littoral à l'Atlas Saharien, et s'il a souvent été fort maltraité par l'homme il en reste néanmoins de vastes peuplements en Oran (régions de Bel Abbès, Saida), dans Algérois (Medea Boghar, Monts de Bibans, Monts des Ouled Nail), et dans le Constantinois (Aurès, région de Tébessa surtout) .

1.5 les principales caractéristiques de Le Pin d'Alep :

1.5.1. Les Exigences de pin d'Alep

1.5.1.1. Exigences climatiques

Le pin d'Alep se rencontre dans les étages bioclimatiques méditerranéens : arides Supérieurs, semi-arides, subhumides et humides, il reste néanmoins une essence de l'étage semi-aride (NAHAL, 1986). C'est une espèce héliophile (supportant de forts éclaircissements) et Xérophile (supportant de longues périodes de sécheresse).

Les facteurs climatiques principaux, régissent l'extension du pin d'Alep, ce sont surtout, la répartition de la pluviométrie, la sécheresse estivale et la moyenne des minimas du mois le plus froid (m) qui exercent une action prépondérante sur l'évolution des peuplements naturels. L'aire optimale de l'espèce se situe entre 400 et 600 mm de précipitations, 13,5°C et 15°C pour les températures moyennes naturelles. Les meilleures pineraies à pin d'Alep se trouvent dans les zones où la moyenne des minima du mois le plus froid est comprise entre -1,8 et 5° C. Le bio-climat semi-aride et subhumide inférieur à variance froide et fraîche paraissent le mieux convenir à *Pinus halepensis* (KADIK, 1987).

1.5.1.2. Exigences édaphiques

Le pin d'Alep pousse sur des substrats tels que la marne, le calcaire, les schistes ou les micaschistes ; on ne le trouve par contre pas sur les granites ou les gneiss. En fait, le pin d'Alep semble indifférent à la nature de la roche-mère, mais semble s'installer préférentiellement sur les substrats meubles ou friables (LOISE,1976 ; QUEZEL, 1986).

1.5.1.3. Exigences écologiques

Le pin d'Alep se caractérise par une plasticité exceptionnelle (QUEZEL, 1986). Il est considéré comme l'un des pins les plus tolérants à la température et la sécheresse prononcées (SCARASCI & MUGNOZZA, 1986).

1.5.2. La Croissance du pin d'Alep :

Le pin d'Alep est un arbre polycyclique, susceptible d'effectuer plusieurs pousses par an et de produire des faux cernes (SERRE-BACHET, 1973).

Selon SERRE-BACHET (1976) ; NICAULT *et al.*, (2001), les mois de mai et juin correspondent à la période de croissance (radiale et apicale) maximale. La période de croissance est stoppée par la sécheresse vers le mois de juillet. En automne, les rameaux ne semblent s'allonger que très peu. La croissance radiale par contre reprend de façon significative (NICAULT *et al.*, 2001).

La croissance en hauteur se poursuit au-delà de 100 ans ; elle est en moyenne de 14 à 18 cm par an de 1 à 100 ans, mais elle est plus faible dans les 25 premières années (BOUDY,1952).

1.5.3. L'utilisateur de pin d'Alep :

Le pin d'Alep a une importance considérable en tant que ressource de bois et de résine.

Le bois de pins méditerranéens est utilisé à des fins multiples : construction, industrie, menuiserie, bois et pâte à papier, pour l'étayage des mines, la construction navale et la charpenterie. Les graines sont également utilisées pour la pâtisserie particulièrement en Tunisie (GHOUGALI, 2011).

Pinus halepensis est l'espèce forestière la plus importante dans de nombreux pays méditerranéens. Il est utilisé généralement dans des programmes de reboisement des sols dégradés (MAESTRE & CORTINA, 2004) cas de la « ceinture verte » dans le Sud de l'Algérie, où 1 million d'hectares ont été plantés de pins d'Alep il y a plus de 20 ans (LAHOUATI, 2000).

Le pin d'Alep donne environ 3 Kg de résine (la gomme) par arbre et par an (**KADIK, 1987**). La gemme pure contient 20 à 24% d'essence de térébenthine et 75 à 80% de cellophane, elle a aussi des usages médicaux. Ses bourgeons très résineux, sont utilisés comme balsamiques et diurétique (sirops et pastilles). Les graines de pin sont comestibles et utilisées en pâtisserie et confiserie ou peuvent être mangées crues en cassant leur coq.

1.5.4 .Les facteurs de dégradation du Pin d'Alep :

le pin d'Alep cause parfois des dégâts importants, il est menacé particulièrement par:

- L'incendie : les essences résineuses et notamment le pin d'Alep est plus exposé aux ravages du feu en raison de sa grande combustibilité, bien que les sous-bois soient relativement moins développés (**BOUDY, 1955**).

- Le pâturage est devenu l'un des facteurs les plus redoutables de la déforestation, ces inconvénients sont devenus classiques et il nous suffit de les énumérer sans autres commentaires (**SOTLANI, 2016**).

- Action de l'homme : c'est la plus intense, que ce soit de manière directe ou indirecte et le plus souvent, elle a des caractères destructifs du fait de délit, des défrichements et des incendies volontaires (**BOUDY, 1953**).

- Action des insectes : Ils ne représentent pas un facteur limitant de *Pinus halepensis*, mais peuvent périodiquement et localement affaiblir les peuplements (**BROCHIERO, 1997**). La processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*), lors de ses pullulations cycliques, elle peut provoquer des défoliations importantes sur le pin d'Alep. Toutefois, ces dégâts qui entraînent une perte de production menacent que très rarement la pérennité des peuplements.

Les cochenilles des aiguilles (*Leucaspis sp*), ces insectes piqueurs-suceurs s'observent sur les aiguilles. Leurs pullulations, généralement observées en période sèche, ne causent que rarement des dégâts spectaculaires. L'hylésine des pins (*Tomicus pinierda*) peut représenter une menace pour les peuplements de *Pinus halepensis* affaiblis par le gel, la sécheresse ou le passage du feu.

Généralement, ces insectes sous-corticaux se multiplient sur des arbres abattus ou blessés. Autres scolytes (*Tomicus minor*, *Orthotomicus erosus*) peuvent également s'attaquer au pin d'Alep. La tordeuse des pousses (*Rhyacionia buoliana*), dont ces attaques sont les plus

spectaculaires de ce lépidoptère, non spécifique du pin d'Alep, s'observent sur les peuplements affaiblis par des dessèchements de rameaux en cime des arbres.

2. La litière forestière:

2.1. Définition de la litière :

C'est l'ensemble de feuilles mortes et débris végétaux en décomposition qui recouvrent le sol (forêts, jardins, sols plantés d'haies, etc.). C'est la couche superficielle qui couvre le sol et fait partie des horizons. Elle est constituée de matière organique ; résidus végétaux (feuilles, rameaux, brindilles, pollens), fongiques (spores, mycéliums) et animaux (excréments et cadavres d'invertébrés essentiellement) qui se déposent au sol (BENSLAMA, 1993) (Fig.7).

La litière prend aussi l'appellation de matière organique fraîche (DUCHAUFOR, 1991).



FIGURE 7 : LA LITIÈRE DU PIN D'ALEP (PHOTO PERSONELLE ,2023)

2.2. Composition physique de la litière

La décomposition de la litière végétale – les feuilles, tiges et racines non récoltées – est importante dans les sols agricoles, car elle transmet l'énergie aux organismes du sol, recycle les nutriments des plantes et rétablit la santé du sol. Mais les changements du climat et des pratiques agricoles qui sont déjà en cours pourraient agir sur ce processus vital de façons impossibles à prévoir (GREGORICH, 2017) .

les diverses fractions des retombées de litière constituent la composition physique de la litière dont les feuilles représentent la plus grande partie de retombées de litière (70% en

moyenne) pour l'ensemble de toutes les valeurs citées par (**BEOY ETGOTHAM ,1964 ; PESSON ,1980**).

Le reste étant constitué des écailles des bourgeons des fleurs des portes fruits, des fruits des branches, des brindilles, des rameaux d'écorce et débris divers qui créent dans les litières une hétérogénéité dont les conséquences ne sont pas négligeables (**BOUDAUD, 2000**).

2.3.Les retombées de la litière

Dans un écosystème forestier, la chute de feuilles qu'elle soit caduque ou persistante se traduit chaque année a des périodes définies, par un apport massif de matière organique morte qui s'accumule sur le sol. (**TOUTAIN,1984**). Viennent s'y ajouter d'autres composants libérés périodiquement ou non, comme les écailles des bourgeons, les fruits et les branches mortes. (**BERNARD et al., 2010**).

D'après **TOUTAIN (1984)** Toute plante qui s'installe au sol va apporter une certaine quantité de matière organique lie soit aux parties aériennes soit aux parties souterraines. La chute des feuilles est un phénomène qui se reproduit chaque année à la même période Il s'agit d'un cycle normal qui s'explique de la façon suivante : Les feuilles commencent à produire un surplus d'éthylène qui stimule la production des particules de liège pareilles à de petits bouchons dont le rôle est d'empêcher la sève de continuer à alimenter les feuilles par l'intermédiaire de leurs pédoncules. Le mécanisme de la photosynthèse est bloqué puisque les feuilles ne reçoivent plus ni eau, ni sels minéraux. La chlorophylle ne peut plus être produite. Quelques jours suffisent pour que les feuilles meurent, se dessèchent puis tombent. (**BERG & MCCLAUGHERTY, 2008**).

2.4. Décomposition de la litière :

2.4.1.Facteurs affectant la vitesse de décomposition

La décomposition est contrôlée par trois principaux types de facteurs :

2.4.1.1. Climat

Le climat est souvent considéré comme le premier facteur intervenant dans la vitesse de décomposition des litières (**AERTS, 2006**) car la disponibilité de l'eau et la température affectent fortement les principales réactions (physiques, chimiques et microbiologiques) et contrôlent indirectement la vitesse de dégradation (**YAVITT et al., 2004**).

Les cycles de sécheresse et de ré-humidification, auxquels la matière organique des litières est soumise, contrôlent la disponibilité des ressources, leur assimilation, ainsi que la libération de déchets du métabolisme (**PINNA *et al.*, 2004**).

Malgré l'adaptation des communautés microbiennes du sol aux variations environnementales, leur activité peut être réduite par des conditions d'humidité et de température limitantes (**BERG & MCCLAUGHERTY, 2008**).

D'après (**BONTTI *et al.*, 2009**) les décomposeurs sont plus productifs en conditions chaudes et humides, dans la mesure où il y a suffisamment d'oxygène.

2.4.1.2. La qualité de la litière :

La qualité du matériel organique produit par les plantes, c'est-à-dire sa composition chimique et physique, intervient de façon très importante sur la vitesse de décomposition des feuilles et des racines (**SILVER & MIYA, 2001**).

Les principaux constituants chimiques des litières ne sont pas dégradés à la même vitesse (**CHAPIN *et al.*, 2000**). Pour ces composés, les facteurs les plus importants sont la taille des molécules, leur configuration, la force de leurs liaisons.

Selon labiles (**MURPHY *et al.*, 1998**). Une litière riche en lignines contient une quantité importante de carbone résistant à la dégradation et, relativement, une plus petite proportion de composés. Par contre, une litière présentant une forte teneur initiale en composés labiles aura un taux de décomposition plus élevé. (**CORNWELL *et al.*, 2008**)

2.4.1.3. Les Organismes du sol :

Les organismes jouent différents rôles dans les processus de décomposition. La macrofaune constitue les organismes ingénieurs du sol. Ils permettent l'aération du sol et l'exposition de nouvelles surfaces à l'action microbienne (action des bactéries et champignons).

La méso faune est la principale responsable de la fragmentation des litières. C'est aussi un important facteur de prolifération et de transport des micro-organismes. Enfin, et surtout, les bactéries et les champignons représentent la plus grande partie de la décomposition.

Ils constituent 80 à 90% de la biomasse des décomposeurs et de la respiration (**CHAPIN *et al.*, 2000, PERSSON *et al.*, 1980**) ont estimé qu'ils étaient responsables d'au moins 95% de l'énergie transférée.

La macro- et la microfaune augmentent la surface foliaire par fragmentation de la litière (**BROWN *et al.* 2000**). Bien que les bactéries et les champignons contribuent à la dégradation de la litière dans les premiers stades de décomposition.

. La décomposition est plus rapide dans les sols neutres qu'acides car les bactéries, qui sont plus rapides pour décomposer les litières que les champignons (**WARDLE *et al.*, 2002**), sont plus sensibles aux milieux acides . (**ROUSK *et al.*, 2010**).

2.5. Les différentes fonctions de la litière :

2.5.1. La fertilité du sol :

La litière souterraine (mortalité des racines, turn-over des radicelles) est souvent majoritaire dans les apports de matières organiques au sol par rapport à la litière aérienne (feuilles, fruits, brindilles et autres débris végétaux).

En effet, la production racinaire peut atteindre 10t/ha.an dans les forêts, soit 40-70% de la production primaire nette (**GOBAT *et al.*, 2003**).

2.5.2. Confort des animaux

La litière contribue au confort des animaux et limite l'apparition de lésions (ampoules) au niveau du bréchet. Ces lésions peuvent survenir lorsque les animaux restent au contact d'un sol trop dur, croûté et trop froid (**ITAVI, 1997**).

3. Le sol forestier :

3.1. Définition :

Le sol est un milieu fragile et très complexe, trop longtemps considéré comme un simple support de l'agriculture. C'est un milieu vivant, interface entre la biomasse, l'atmosphère et l'hydrosphère (**CALVET ,2000**).

Le sol se situe à l'interface entre la biosphère, la lithosphère, l'atmosphère et l'hydrosphère, La formation du sol ou pédogenèse est la résultante de plusieurs processus, qui interviennent sur des milliers d'années (**DELECOUR, 1981**).

Le sol est la couche supérieure vivante de la croûte terrestre ; son épaisseur est comprise entre la surface du sol et la roche mère.

Les sols forestiers naissent de l'altération chimique et physique de la roche-mère et de la transformation des composés organiques par les organismes vivants du sol.

Les feuilles, aiguilles et branches qui tombent des arbres et d'autres plantes s'accumuleraient pour former au fil du temps d'immenses montagnes, si d'infimes

organismes vivants du sol n'étaient pas là pour broyer et décomposer ce matériau en humus. Une partie de cet humus est complètement décomposée et convertie sous forme minérale. Des éléments nutritifs sont alors libérés, qui peuvent ensuite être réabsorbés par les racines des plantes.

L'activité biologique des organismes du sol participe à la formation de la structure et joue surtout un rôle majeur dans sa stabilisation, par contre La dégradation de la structure résulte quant à elle de l'action de l'homme ou du climat (**YOUNG *et al.*, 1998**).

3.2. Fonction de sol :

Le sol présente des utilités diverses pour tous les organismes vivants, ce qui le rend comme milieu d'épanouissement pour ces derniers . Il héberge une densité de microorganismes pouvant atteindre 10⁹ par gramme. Ils contribuent Aux cycles géochimiques, à la santé et à la croissance des plantes.

Ils constituent un fantastique réservoir de biodiversité qu'il est important de préserver. Ils transforment l'azote en nitrates assimilables par les végétaux(**SOLTNER, 2005**).

3.3. Les horizons des sols

De la surface vers la profondeur, le sol s'organise en couches appelées *horizons*, différenciées par la couleur, la structure, La teneur en matière organique, la texture, la quantité de cailloux, etc. (**CALVET, 2003**).

O: litière, MO

A: gradients décroissants de MO

B: zone d'accumulation. Les éléments lessivés de A(MO, Fe, Ca) se concentrent en B.

C: zone de transition vers la roche-mère. Pas de MO

3.3.1. Les types de sol forestier :

- des couches organiques en surface (horizons O), constituées d'une matière organique en décomposition provenant de la chute annuelle des feuilles ou aiguilles, des brindilles : ce sont les **litières** au sens large.
- une couche sombre colorée par une matière organique décomposée, plus fine, provenant de l'incorporation progressive des résidus des litières : horizon A dit organo-minéral. Les litières et l'horizon A constituent l'**humus**.

- un ou des horizons minéraux se différenciant par leur couleur, provenant de l'altération des minéraux qui libère du fer sous forme oxydée (couleur rouille) ou réduite (couleur bleu-vert) selon le degré d'engorgement. Ce sont les horizons de type S, qui dans les sols plus évolués s'appauvrissent en certains éléments (fer, argiles) à leur sommet.
- la **roche mère** qui a donné naissance aux horizons supérieurs par un ensemble de transformations physiques et chimiques. On la désigne par la lettre C.

3.4. La formation de sol

Les sols constituent l'élément essentiel des biotopes continentaux. Leur ensemble, dénommé pédosphère, résulte de l'interaction de deux compartiments biosphériques, l'atmosphère et les deux couches superficielles de la lithosphère. C'est l'altération des roches mères,. Les cinq principaux facteurs impliqués dans la formation du sol sont la roche mère, le climat, la topographie, l'activité biologique et le temps (**CALVET, 2003**).

3.5. Les principales critères pour caractériser le sol :

3.5.1. La faune du sol :

Les êtres vivants participent à la fragmentation et la décomposition de la matière organique. Ces organismes remplissent des fonctions écologiques essentielles telles que le décompactage, le recyclage ou la dégradation des polluants. (**SYLVAIN *et al.*, 2015**)

La faune du sol se subdivise en trois groupes différenciés selon leur taille :

- la macrofaune (4 à 80 mm): les annélides comme les vers de terre ; les insectes tels les fourmis, les termites, et certaines de leurs larves comme les larves de mouches, de cousins, de hannetons; les arachnides comme les araignées, les mollusques tels les escargots ou les limaces ; les myriapodes comme les mille-pattes ou les scolopendres ; les crustacés isopodes auxquels appartiennent les cloportes par exemple.
- la mésofaune (0,2 à 4 mm) : les arachnides tels que les acariens (oribates, gamases), les insectes aptérygotes comme les collemboles (insectes les plus nombreux du sol) et les diploures.
- la microfaune (moins de 0,02 mm) : les némathelminthes comme les nématodes, etc.
- la microflore : les bactéries et les champignons.

3.5.2. la géologie :

Une donnée essentielle pour prévoir et comprendre les caractères du sol (Tab1)

Tableau 1 : les grands types de roche et les sols associés (SYLVAIN *et al.*, 2015).

Les Grands Types De Roche Et Les Sols Associés	
Les granites et gneiss	Sont le domaine des sols sableux, superficiels, pauvres et acides, à productivité souvent faible
Les schistes	Donnent naissance à des sols argileux en profondeur, limoneux en surface, parfois à excès d'eau,
La craie	Détermine des sols avec des risques de chlorose, perméables et à faible réserve en eau
Les calcaires	Supportent des sols voisins de ceux des craies, mais plus contraignants pour l'enracinement, car la roche y est plus dure
Les marnes et argiles	Se signalent par leurs sols lourds.
Les limons	Sont fertiles (diversement selon le degré d'évolution du sol) mais sensibles au tassement.
Les grès et sables	Engendrent des sols sableux et perméables, acides dans l'ensemble, avec des nuances selon leur origine et leur nature minéralogique

3.5.3. le niveau trophique :

Pour son développement l'arbre a besoin d'éléments minéraux qui lui sont fournis par le sol. L'arbre les trouve dans l'eau du sol ou fixés sur le complexe argilo-humique. (SYLVAIN *et al.*, 2015).

Décomposition de la matière organique (Fractionnement, brassage mécanique et chimique par les décomposeurs du sol : champignons, insectes, vers de terre, bactéries).

Altération de la roche-mère libérant des éléments minéraux (calcium, phosphore, fer, potassium, azote), mais aussi des particules d'argile, limons, sables...

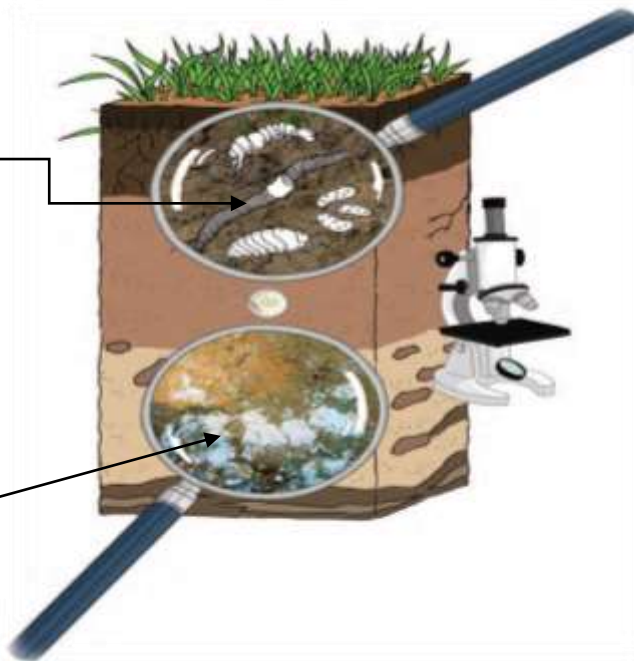


FIGURE 8 : le niveau trophique de sol (SOURCE CNPF)

3.6. Propriétés physique du sol

3.6.1. Texture de sol

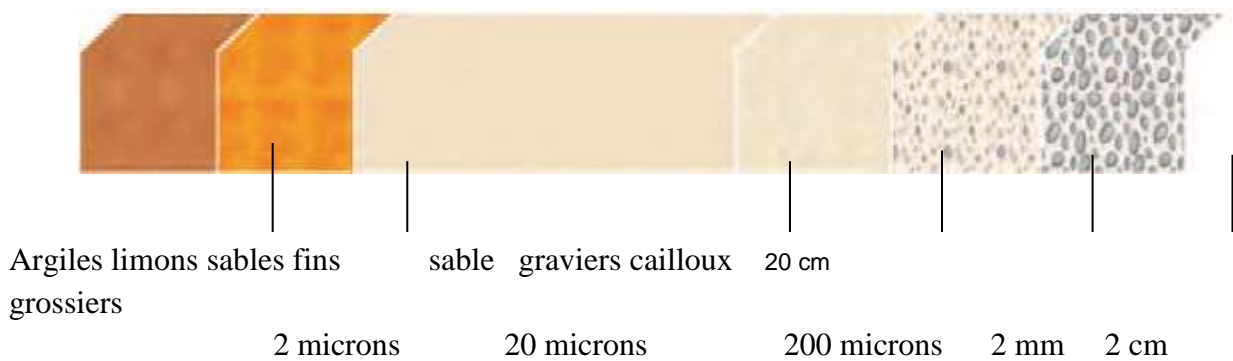
On appelle texture la résultante du mélange de terres fines et grossières dont les pourcentages varient d'un sol à l'autre. (Fig .11) (RAMADE , 2009).

La texture est la composition granulo métrique du sol Les constituants minéraux se trouvent dans les sols sous forme de particules de taille très variée, allant de la fraction du micromètre à plusieurs centimètres. (BAIZE & JABIOL , 1995).

La texture du sol est une propriété stable, influence l'enracinement des plantes et favorise ou limite le développement spatial de l'appareil racinaire (CALLOT *et al*, 1982 ; ARAGNO *et al* .,2003).

La croissance des racines est favorisée par une texture grossière (CALLOT *et al*,1981).

La texture ou la granulométrie fait référence à la répartition des sédiments en fonction de leur taille. C'est une propriété fixe du sol qui est de loin la propriété la plus importante (GOBAT *et al*., 2010).



**FIGURE 9 : REGLES DE DIMENSIONS DES ELEMENTS DE TEXTURE DU SOL
(SOURCE CNPF)**

Ces particules, constituant le sol, sont le plus souvent en mélange. Les sols sont néanmoins définis selon la texture dominante :

Les textures sableuses sont des matériaux meubles, aérés et filtrants. Elles présentent une faible capacité de rétention en eau.

Les textures limoneuses sont le plus souvent riches en éléments minéraux et possèdent un pouvoir de rétention en eau important. Toutefois, ces matériaux sont sensibles au tassement.

Les textures argileuses, par l'association des particules d'argile et de matière organique, favorisent la formation du complexe absorbant du sol, véritable fixateur d'éléments minéraux et d'eau.

Un **triangle des textures** permet de situer ces catégories par rapport aux proportions chiffrées (telles que peut les définir l'analyse granulométrique) des trois fractions fondamentales. Un des plus utilisés en France, du moins chez les forestiers, est le **triangle de Jamagne**.

3.6.2. Structure du sol

La structure du sol correspond à la façon dont les argiles et la Matière Organique et plus particulièrement l'humus sont imbriqués dans le sol (**DELECOUR, 1981**).

La structure d'un sol évolue continuellement,

alternant les phases de formation, de stabilisation et de dégradation. La formation de la structure du sol résulte principalement de perturbations physiques d'origine anthropique ou climatique (**OADES, 1993 ; EL TITI , 2003**).

La structure d'un sol non travaillé est plus homogène et présente souvent une structure plus massive composée de macro-pores d'origine biologique. Les fissures et les vides sont en général moins importants dans les sols non travaillés (**DELECOUR, 1981**).

Selon **RAMADE(2009)**, il existe 3 types de structure :

Structure fragmentaire

Les agrégats permettent à la fois une rétention de l'eau et des échanges chimiques avec la solution du sol et les racines. C'est la structure la plus intéressante pour l'agriculture.

Structure particulaire

Les particules de terre sont trop grandes et il n'y a pas d'agrégation entre elles (la plage de sable). Sa capacité d'infiltration est très élevée mais sa capacité de rétention très réduite, le sol est donc incultivable.

Structure compacte

À l'opposé de la structure particulaire, les particules sont très fines (grande proportion d'argiles) et s'agglomèrent, elle limite fortement l'infiltration de l'eau dans le sol qui s'engorge, on le dit saturé en eau. Ce sol s'appauvrit en oxygène et devient difficilement pénétrable par les racines.

3.6.3. La porosité

La porosité totale représente le volume des espaces lacunaires remplis d'air ou d'eau exprimé en pourcentage du volume de terre (**SOLTINER ,1996**). Elle assure à la plante son alimentation en eau et la respiration de ses racines (**DUCHAUFOR, 2001**). Selon **BAIZE (2000)**, il ya quatre (4) type de pores:

-

- Les pores grossiers: diamètre 2:50 um ; sont normalement occupés par l'air après
- Ressuage rapide des pluies.
- Les pores moyens: diamètre de 50 à 10 um ; se ressuient de façon très progressives et sont donc occupés l'air et l'eau suivant les conditions météorologiques.
- Les pores fins: diamètre de 15 à 0.2 um, retiennent l'eau capillaire absorbable par les racines.
- Les pores très fins: diamètre <0.2 um, sont normalement occupés par l'eau liée non absorbable par les racines.

3.7. Propriétés chimiques

3.7.1. Le pH du sol

Le PH des sols, qui traduit l'acidité des sols s'échelonne de 1 à 14, il nous renseigne sur la nature des roches sur lesquelles s'est formé le sol. Les micro-organismes affectionnent un sol dont le pH est neutre, c'est à dire proche de 7. Le PH (abréviation de "potentiel Hydrogène") indique un degré d'acidité (de 0 à 6,5) ou d'alcalinité (de 7,5 à 14) d'une solution, 7 indiquant la neutralité.

La grande majorité de plantes préfèrent des terres neutres, excepté les plantes acidophiles ou calcifuges (PH de 4 ou 5) ou au contraire les plantes calcicoles (PH de 8). **(MATHIEU & PIELTAIN,2003).**

3.7.2. La matière organique

Les débris végétaux de toute nature, feuilles, rameaux morts qui tombent sur le sol, constituent la source essentielle de la matière organique. Dès leur arrivée au sol, ils sont plus ou moins rapidement décomposés par l'activité biologique **(MATHIEU & PIELTAIN, 2003).**

Sa présence est importante dans la « fabrication » des agrégats, grâce, en particulier, à ses propriétés électrochimiques permettant la création de complexes argilo-humiques, rendant le sol plus stable **(BAIZE & JABIOL, 2011).**

La matière organique du sol (MOS) a une composition très complexe et hétérogène et elle est le plus souvent mélangée ou associée aux constituants minéraux du sol. **(BALESDENT,1996).** Elle est le principal déterminant de l'activité biologique. La quantité, la diversité et l'activité de la faune et des microorganismes sont en relation directe avec sa présence **(FAO,2002).** La fraction solide de terre fine comprend généralement 1 à 5% de matière organique et 95 à 99% de matière minérale.

Présentation de la région d'étude

2.1. Présentation de la zone d'étude

La région de Tébessa est située au Nord-est Algérien ($34^{\circ} 15'$ à $35^{\circ} 45'$ N. ; $7^{\circ} 30'$ à $8^{\circ} 30'$ E.) elle fait partie des hautes plaines constantinoises et est cernée par un ensemble de monts. Elle appartient aux Hauts-plateaux Algériens qui s'intercalent entre l'Atlas tellien au nord et l'Atlas saharien au sud et s'élève à environ 960 m d'altitude (BOUGUessa - CHERIAK, 2017) (Fig.10).

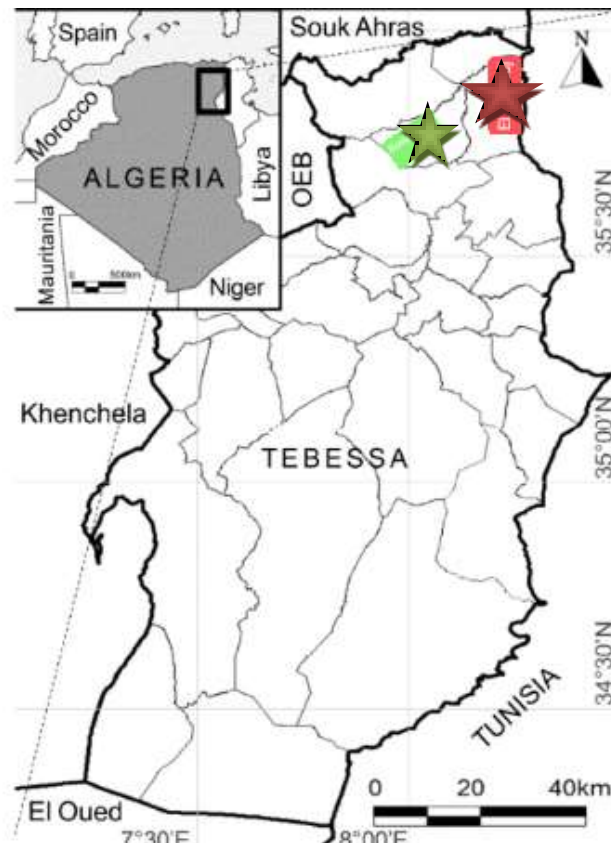


FIGURE 10 : LES SITES D'ETUDE DANS LA REGION DE TEBESSA EN ALGERIE

2.1.2. Les sites d'étude :

2.1.2.1. Localisation géographique du site de Boukhadra :

Boukhadhra est située dans la région de Ouled Sidi Yahia à l'Est des Aurès, à 43 km au nord de la wilaya de Tébessa, à 191 km au sud d'Annaba et à 24 km à l'Ouest de la frontière tunisienne. La superficie de la forêt est 19.173 Ha, sa pente globale est 20.25%. Ses coordonnées sont : $35^{\circ} 44' 41''$ Nord, $8^{\circ} 1' 57''$ Est ; Cette forêt est caractérisée par un couvert végétal constitué de 4.91% de reboisement à majorité *Pinus halepensis* (90%) et *Quercus ilex*

(chêne vert). (Fig. 11) L'âge de cette forêt est de 50 à 90 ans.(Source : La Conservation des forêts).



FIGURE 11 : LE SITE BOUKHADRA (PHOTO PERSONNELLE FEVRIER ,2003)

2.1.2.2 Localisation géographique du site El-Meridj:

El Meridj est situé la région de Ouled Sidi Yahia à l'Est de Aurès, à 51Km au nord de Tébessa. la forêt est située sur montagne de Boudjaber qui appartient à la commune d' El-Meridj. La superficie de la forêt est 200Ha. Globalement La pente est de 25% ; Ses coordonnées sont : 35° 47' 35"Nord, 8°13'46 "Est; Le reboisement de l'ordre de 5% caractérise cette forêt à dominance *Pinus halepensis* (70%) . La strate herbacée est formée essentiellement *Rosmarinus officinalis* (Fig.12). L'âge de cette forêt est de plus de 50 ans.(Source : La Conservation des forêts).



FIGURE 12 : LE SITE D' EL-MERIDJ (PHOTO PERSONNELLE MARS ,2023)

Méthodologie de Travail

Pour la réalisation de cette étude, nous avons effectué des sorties sur le terrain à la fois dans les sites d'El-Meridj (Djebel Boudjaber), et Boukhadra dans la région de Tébessa, durant la période allant du **04 Février 2023 au 11 mai 2023**, puis poursuivi le travail au laboratoire.

Notre travail est réparti en deux étapes:

3.1. Sur le terrain

3.1.1. Le choix des stations d'étude :

l'étude a été réalisée dans cinq stations choisies aléatoirement dans les deux forêts qui sont:

- Dans le site El-Meridj :

- La station (M1) située à 777m d'altitude, latitude de (35°73'77.43''N.) et longitude de (8°24'78.21''E). La pente est 78°.
- La station (M2) située à 797m d'altitude, latitude de (35°73'75'' 193)N et longitude de (8°24'73''238)E. la pente 84°.
- La station (M3) située à 801 d'altitude, latitude de (35°73'75'' 521)N et une longitude de (8°24'72''426)E. la pente 69°.
- La station (M4) située à 799m d'altitude, latitude de (35°73'74'' 312)N et une longitude de (8°24'78''439)E. la pente 84°.
- La station (M5) située à 816m d'altitude, latitude de (35°73'76'' 466)N et longitude de (8°24'75''442)E la pente 54.

- Dans le site Boukhadra :

- La station (B1) située à 873md' altitude, latitude de (35°44'34.90'')N et une longitude de (8°03'34.71'')E la Pente 44°.
- La station (B2) située à 877m m d' altitude, latitude de (35°44'35.89'')N et une longitude de (8°03'43.72'')E la Pente 31°.
- La station (B3) située à 868md' altitude, latitude de (35°44'38.33'')N et une longitude de (8°03'48.53'')E. la Pente 50°.
- La station (B4) située à 861m d' altitude, latitude de (35°44'39.97'')N et une longitude de (8°03'50.56'')E. la Pente 73°.
- La station (B5) située à 872md' altitude, latitude de (35°44'38.16'')N et une longitude de (8°03'53.34'')E. la Pente 84°.

3.1.2. Le prélèvement de la litière

Nous prélevons une quantité de litière de Pin d'Alep des stations d'étude, nous la transportons dans des sachets en plastique qui portent des références (Fig.13).



FIGURE 13 : LE PRELEVEMENT DE LA LITIERE

3.1.3. Le Prélèvement du sol

Nous prélevons des échantillons de sol dans les stations d'étude, entre 10 et 20 cm de profondeur. Les échantillons sont transportés dans des sacs en plastique portant des références pour être analysés ultérieurement au laboratoire.

2. Au laboratoire

Au laboratoire les échantillons de la litière (Fig.14) sont placés dans le dispositif de Berlèse au minimum 24h. La faune obtenue est séparée par groupes puis identifiée sous une loupe binoculaire et conservés dans des tubes eppendorfs contenant de l'Ethanol (70°).



FIGURE 14 : LA LITIERE DANS LE SYSTEME DE BERLESE

Le sol est soumis au tamisage à travers un tamis à 2 mm pour obtenir la terre fine qui sera utilisée dans les différentes analyses pédologiques (GUENON, 2010).

3. Etude des paramètres du sol

Les sols vont subir des analyses physico- chimiques appropriés, les paramètres étudiés sont:

3.1. La granulométrie :

Test de la bouteille pour connaître la texture des sols selon la méthode (BRUAND & HENU, 1994).

La classification de la texture des sols a été faite suivant le triangle de texture de l'USDA (MILLER & WHITE , 1998; BUOL & ALL., 2011)(fig.15).



FIGURE 15 : LE TRIANGLE DE TEXTURE DE L'USDA (SOURCE GOOGLE).

3.1.1. Le PH et la conductivité électrique (CE) :

Les deux sont mesurés dans une suspension de ratio 1/5 sol/eau (10g du sol /50 ml d'eau distillée) (DABIN, 1970).

Tableau 02: Classification de pH du sol selon le référentiel pédologique AFES (2008).

pH	Classification
<3,3	Hyper acide
3,5-4,2	Très acide
4,2-5	Acide
5 -6,5	Faiblement acide
6,5-7,5	Neutre
7,5-8,7	Basique
>8,7	Très basique

3.2. L'humidité du sol :

De chaque échantillon 3 répétitions de 10 g de sol sont prélevés (poids humide), ils sont incubés dans une étuve a une température de 105C°pendant 24 h(Fig16.) . Nous les laissons reposé après qu'ils soient séchés (poids sec) puis nous calculons l'humidité du sol par la différence entre les deux poids.



FIGURE 16 : LE SECHAGE A L'ETUVE.

3.3. Le calcaire total :

Nous avons estimé la quantité de calcaire total dans les différents types de sol des stations d'étude selon la méthode de **GEPPA & BAIZE (2000)**.

Tableau 3: Classification du sol selon le taux de calcaire total

CaCO ₃ %	Classification
< 1%	horizon non calcaire
1 à 5	horizon peu calcaire
5 à 25%	modérément calcaire
25-50%	fortement calcaire
50 à 80%	très fortement calcaire
> 80%	excessivement calcaire

3.3.3. Le calcaire actif :

Pour le calcaire actif nous avons adopté la méthode de **DROUNEAU(1942)**.

3.3.4. Le carbone organique (C) :

Le carbone organique de chaque échantillon est oxydé avec le bichromate de potassium (en milieu acide). L'excès de bichromate non réduit par le carbone organique est alors titré par une solution réductrice de sels de Mohr (le sulfate ferreux). Ce titrage se fait en présence d'un indicateur coloré, la diphenylamine qui vire au vert foncé; lorsque l'excès de bichromate est réduit. (**WALKLEY –BLACK,1934 IN PIELTAIN ET MATHIEU ,2003**).

Le taux de carbone est calculé selon la formule

$$C\% = (A-B) \times 10 \times 0,004 \times 100 / P \times A$$

A = Le volume de sel de mohr (Le témoin /ml)..

B = Le volume de sel de mohr (L'échantillon /ml). .

P = L'échantillon (Poids du sol). .

10 = Le volume du bichromate ajouté (ml).

0,004 = Le nombre de carbone g/ml bichromate.

C% : Le pourcentage du carbone oxydé.

3.3.5. La matière organique (MO)

Etudiée selon la méthode de **WALKLEY-BLACK (1934)** cité par **NELSON & SOMMERS (1982)** Pour passer du taux de carbone au taux de matière organique totale, nous avons utilisé le coefficient multiplicateur 1,72.

Tableau 04: Classification du sol selon le taux de la MO (ITA, 1975)

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

3.4. Analyse par les indices écologiques :

3.4.1. L'abondance relative

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

L'abondance relative : $AR = n / N \times 100$

N : nombre d'individus total.

n : nombre d'individus.

Richesse spécifique = nombre d'espèce.

3.4.2. L'indice de similarité de JACCARD

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**). Il 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).

3.4.3. L'Indice de diversité Shannon (H') et l'indice d'équitabilité

L'indice de Shannon-Weaver est le plus couramment utilisé et est recommandé par différents auteurs (**GRAY *et al.*, 1992**). Il a été calculé par le logiciel Past 4.03.

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 espèces, l'indice de Shannon est souvent accompagné par l'indice d'équitabilité de Pélouze : $J = H' / H'_{\max} = \log S$ (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, 2005**).

3.5. Analyse par les tests statistiques :

3.2.5.1. Le 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**).

3.2.5.2 L'analyse des composantes principales (ACP): réalisée par le logiciel de Past 4.03.

Résultats
&
Discussion

4.1. Biodiversité

Notre étude a lieu durant la période 04 Février 2023 au 11 Mai 2023 dans l'écosystème forestier à *Pinus halepensis* de la région de Tebessa. Les sites de cette étude sont : El-Meridj « Djebel Boudjaber » (Tebessa), Boukhadhra (Tebessa). Un inventaire de la faune de la litière a été dressé dans des stations appartenant à ces sites.

1) Inventaire à El-Meridj :

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

Tableau 5 : liste de la faune de la litière inventoriée dans la station de «Djbel Boudjaber» El-Meridj (Suite 1/3)

Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Genres Et Espèces
Arthropoda	Arachnida	Aranea	Zodariidae	<i>Zodarion sp.</i>
			Agelenidae	<i>Agelenopsis sp.</i>
			Ctenidae	<i>Ctenus sp.</i>
		Acariforma	Camisiidae	<i>Camisia sp.</i>
		Mesostigmata	Rhodacaridae	<i>Rhodacarus sp.</i>
			Dermanyssoidea	<i>Dermannyssina sp.</i>
		Oribatida	Carabodidae	<i>Corabodes sp.</i>
			Galumnidae	<i>Galumna sp.</i>
			Metriopiidae	<i>Ceratoppia sp.</i>
			Liacaridae	<i>Liacarus sp.</i>
		Sarcoptiforma	Acaridae	<i>Tyrophagus sp.</i>
				<i>Rhizoglyphus sp.</i>
				<i>Oribata sp.</i>
			Camisiidae	<i>Platynothrus sp.</i>
			Nothridae	<i>Nothrus sylvestris</i> Nicolet (1855)
		Oppioidae	<i>Oppia neerlandina</i>	
		Trombidiforma	Cunaxidae	<i>Cunaxa sp.</i>
			Cocceupodidae	<i>Linopodes sp.</i>
			Calyptostomatidae	<i>Calyptostomas sp.</i>
			Labidostomidae	<i>Labidostomma sp.</i>
<i>Esp inder.</i>				
Smarididae	<i>Fessonnia papillosa</i> (Heyden ,1826)			

Tableau 5 : liste de la faune de la litière inventoriée dans la station de «Djbel Boudjaber» El-Meridj (Suite 2/3)

Embrenchement	Classe	Ordre	Famille	Genre et espèce
	Arachnida	Trombidiforma	Bdellidae	<i>Neomolgus sp</i>
				<i>Esp indt.</i>
		Pseudoscorpiones	Chtoniidae	<i>Chthonius sp.</i>
	Chilopoda	Geophilomorpha	Geophilidae	<i>Tuoba sp.</i>
	Collembolla	Entomobryomorpha	Isotomidae	<i>Folsomia sp.</i>
			Entomobryidae	<i>Entomborya sp.</i>
				<i>Entomobrya multifasciata</i> (Tullberg, 1871)
				<i>Lepidocyrtus Cyaneuse</i> (Tullberg, 1871)
				<i>Lepidocyrtus sp.</i>
			Arthropoda	Entomobryomorpha
<i>Lepidocyrtus sp1.</i>				
Poduromorpha	Hypogastruridae	<i>Pseudochorutus sp.</i>		
		<i>Ceratophysella gibbosa</i> (Bagnall, 1940)		
		<i>Ceratophysella sp.</i>		
Diplopoda	Indeterminé	Indeterminé	<i>Esp ind.</i>	
	Podurphomorpha	Onychiuridae	<i>Protophorura sp.</i>	
Insecta	Diptera	Cecidomyiidae	<i>Cecidomyiidae Sp Indt.</i>	
		Fanniidae	<i>Fannia sp.</i>	
			<i>Fannia canicularis</i> (Linnaeus, 1761)	

Tableau 5 : liste de la faune de la litière inventoriée dans la station de «Djbel Boudjaber» El-Meridj durant la Période février –Mai 2023.(Suite 3/3).

Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Genre et espèce
Arthropoda	Insecta	Diptera	Mycetophilidae	<i>Mycetophila sp.</i>
				<i>Cecidomiidae larve</i> (Newman,1831)
			Phoridae	<i>Pseudacteon sp.</i>
		Hymenoptera	Formicidae	<i>Messor Barbarus</i> (Linnaeus,1767)
		Psocodea	Liposcelididae	<i>Liposcelis sp.</i>
				<i>Liposcelis sp3.</i>
			Trogidae	<i>Lepinotus Partruelis</i> (Perman,1931)
		Thysanoptera	Thripidae	<i>Frankliniella occidentalis sp.</i> (Pergand,1895)
				<i>Thrips minutissimis</i> (Linnaeus,1758)
		Mollusca	Gastropoda	Indet
2	6	16	38	52

Le résultat obtenu a montré la présence de 52 espèces appartenant à 06 classes, 16 ordres et 38 familles faisant parti de deux embranchements, Arthropoda, Mollusca.

la classe la plus diversifiée est : Arachnida, Elle comprend 07ordres, alors que l'ordre le plus diversifié est Trombidiforma qui comprend 06 familles et la famille la plus diversifiée est Hypogastruridae.

2) Inventaire à Boukhadra :

La liste des espèces obtenues est mentionnée sur le (Tab.6)

Tableau 6 : liste de la faune de la litière inventoriée dans la station de site Boukhadra

Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Genre et espèce	
Arthropoda	Entognatha	Poduromorpha	Hypogastruridae	<i>Ceratophysella sp.</i>	
				<i>Ceratophysella denticulata</i> (Bagnall ;1941)	
				<i>Ceratophysella armata sp</i> (Nicolet ,1841)	
		Collembola	Entomobryidae	<i>Lepidocyrtus cyaneus sp</i> Tullberg ;1871	
				<i>Entomborya multifasciata sp</i> (Tullberg,1871)	
		Arachnida	Sarcoptiforma	Acaridae	<i>Tyrophagus sp.</i>
				<i>Rhizoglyphus sp.</i>	
	Opipiidae			<i>Oppia sp.</i>	
	Thripidae			<i>Frankliniella occidentalis</i> (Pergande,1842)	
	Liacaridae			<i>Liacarus sp.</i>	
	Oribatida			<i>Oribata sp.</i>	
	Oribatulidae			<i>Dometorina sp.</i>	
	Oribatida			<i>Oribate ind.</i>	
	Acariformes			Nothridae	<i>Nothrus sp.</i>
				Camisiidae	<i>Camisia sp.</i>
	Trombidiforma			Rhagidiidae	<i>Rhagidia sp.</i>
		Calyptostomidae	<i>Calyptostomas sp.</i>		
	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	<i>Solenopsis sp.</i>	
				<i>Comptonotus sp.</i>	
			Fam. Indt.	<i>Especie indt</i>	
		Psocodea	Liposcelidae	<i>Liposcelis sp.</i>	
			Trogiidae	<i>Lepinotus sp.</i>	
		Lepidoptera	Papilioninae	<i>Tydeus sp.larve</i>	
Ordre Indt		Fam.indt	<i>Especie indt.</i>		
Hemiptera		Cicadellidae	<i>Cicadell asp.</i>		
Diptera		Cecidomyiidae	<i>Especie ind t(larve)</i>		
Thysanoptera		Thripidae	<i>Caliothrips sp.</i>		
Dipmopoda	Polyxenida	Polyxenidae	<i>Polyxenus sp.</i>		
Mollusca	Gastropoda	Caenogastropod	Planorbidae	<i>Gyraulus sp.</i>	
2	5	14	22	29	

Le résultat obtenu a montré la présence de 29 espèces repartis en 02 embranchements, 05 classes, 14 ordres et 22 familles.

L'embranchement le plus diversifié est : Arthropoda, il comprend 04 classes, la classe la plus diversifiée est : Arachnida, Elle comprend 03 ordres et l'ordre le plus diversifié est : Sarcoptiforma qui comprennent 07 familles, et la famille la plus diversifiée est Hypogastruridae

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 Boukhadhra et ceux de la forêt de El-Meridj : le site d'El Meridj est plus riche (52 espèces, 38 familles, 16 ordres et 06 classes) que le site de Boukhadhra (29 espèces, 22 familles, 14 ordres et 05 classes) avec la présence des deux embranchements (Arthropoda, Mollusca) dans les deux sites. En (2020) SAHARA & MERKHI ont constaté une faible richesse dans les sites de Bekkaria et El Anba (10 espèces et 09 espèces respectivement) durant la même période d'étude.

3.1.3. Richesse spécifique des stations d'étude de « Djbel Boudjaber » El-Meridj :

la faune de la litière de Pinus halepensis inventoriée est répartie sur les stations d'étude (Tab.7)

Tableau 7 : Répartition de la faune inventoriée de la litière dans les stations du site « Djbel Boudjaber » El-Meridj (suite 1/3).

Stations Genre et espèce	S1	S2	S3	S4	S5
<i>Zodarion sp.</i>	-	+	-	-	-
<i>Agelenopsis sp.</i>	-	-	-	-	+
<i>Rhodacarus sp.</i>	-	+	+	-	-
<i>Dermannyssina</i>	-	-	-	+	-
<i>Carabodes sp.</i>	+	-	-	-	-
<i>Galumna sp.</i>	+	-	-	-	-
<i>Ceratoppia Sp.</i>	-	-	-	+	+
<i>Liacarus sp.</i>	-	-	+	-	+
<i>Tyrophagus sp.</i>	-	-	+	-	+
<i>Rhizoglyphus sp.</i>	+	+	+	+	+
<i>Oribata sp.</i>	-	+	-	+	-
<i>Platynothrus sp.</i>	-	-	-	+	-
<i>Cunaxa sp.</i>	-	+	-	-	-
<i>Linopodes sp.</i>	-	-	+		-
<i>Calyptostoma sp.</i>	-	+	-	-	-
<i>Labidostomidae Esp Indet</i>	-	-	-	+	-

<i>Labidostomma sp.</i>	-	+	-	-	-
-------------------------	---	---	---	---	---

Tableau 7 : Répartition de la faune inventoriée de la litière dans les stations du site « Djbel Boudjaber » El-Meridj (suite 2/3).

Genre et espèce/ stations	S1	S2	S3	S4	S5
<i>Fessonia Papillos</i> (Heyden,1829)	-	+	-	-	-
<i>Neomologus sp.</i>	-	-	-	-	+
<i>Bdellidae esp indt.</i>	-	+	+	-	-
<i>Cthtonius sp.</i>	-	-	-	-	-
<i>Tuoba sp.</i>	-	+	-		
<i>Folsomia sp.</i>	+	-	-		
<i>Entomobrya sp.</i>	-	-	-	-	+
<i>Lepidocyrtus sp.</i>	-	+	-	+	+
<i>Entomobrya multifasciata sp.</i> (Tullberg,1871)	+	+	+	-	-
<i>Lepidocyrtus Cyaneus</i> (Tullberg,1871)	-	+	+	+	-
<i>Ceratophysella denticulata sp.</i> (Bagnall,1941)	-	-	-	+	-
<i>Ceratophysella armata sp.</i> (Nicolet,1842)	+	-	+	+	+
<i>Ceratophysella gibbosa sp.</i> (Bagnall,1940)	-	-	+	+	-
<i>Ceratophysella sp.</i>	-	+	-	+	-
<i>Ceratophysella sp1</i>	-	+	-	-	-
<i>Cecidimyidae Esp indt.</i>	-	+	-	-	+
<i>Fannia sp.</i>	-	+	+	-	+

Tableau 7 : Répartition de la faune inventoriée de la litière dans les stations du site « Djbel Boudjaber » El-Meridj durant la Période février –Mai 2023 (suite 3/3).

Genre et espece/ Stations	S1	S2	S3	S4	S5
<i>Fannia Canicularis</i> (Linnaeus,1767)	+	+	+	-	-
<i>Mycetophila sp.</i>	-	-	-	-	+
<i>Cecidomiidae Esp indet</i> (Newman ,1834)	-	+	-	-	-
<i>Messor Barbarus</i> (Linnaeus,1767)	+	-	-	-	-
<i>Liposcelis sp.</i>	-	-	+	-	-
<i>Liposcelis sp 3.</i>	-	+	-	-	-
<i>Lepinotus Partuelis</i> (Pearman,1931)	-	-	-	-	+
<i>Frankliniella occidentalis</i> (Pergand,1895)	+	-	-	-	-
<i>Thrips minutissimus</i> (Linnaeus,1758))	-	-	+	-	-
<i>Insecta indetermine</i>	-	+	+	-	-
<i>Pupidae esp indt</i> (Pergande,1842)	-	-	-	+	-
<i>Oppia neerlandina</i>	-	-	-	+	-
<i>Pseudachorutes sp.</i>	+	-	-	-	-
<i>Protophthora sp.</i>	-	-	+	-	-
<i>LarvFrankineilla occidentalis</i>	-	-	-	+	+
<i>Ctenes sp.</i>	-	+	-	-	-
<i>Lipiscelis sp3.</i>	-	-	-	-	+
<i>Camisia sp.</i>	-	+	-	-	-
<i>Trotomma sp.</i>	-	-	+	-	-
<i>Platynothrus sp.</i>	-	-	+	-	-
<i>Nothrus sylvertris.</i>	-	-	-	+	-

(Nicolet, 1855)					
Total	10	23	18	17	15

Les résultats du tableau montrent que la plus grande richesse spécifique est constatée dans la deuxième station (23 espèces) alors que la plus faible richesse est retrouvée dans la première station (10 espèces) (Tab.7). Ces résultats montrent qu'il existe une seule espèce commune entre toutes les stations : *Rhizoglyphus sp.* alors que d'autres sont spécifiques comme *Pseudachorutes* (station 1), *Ctenes sp.* (station 2) (Tab.7).

Tableau 8 : Répartition de la faune inventoriée de la litière dans les stations du site Boukhadra.

Genre et espèce	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5
<i>Ceratophysella sp.</i>	+	+	+	+	+
<i>Ceratophysella denticulata</i> (Bagnall, 1941)	-	-	+	+	-
<i>Ceratophysella armata</i> (Nicolet, 1841)	-	-	-	+	-
<i>Lepidocydtus cyaneus</i> (Tullberg, 1871)	-	-	-	+	+
<i>Entomborya multifasciata</i> (Tullberg, 1871)	-	-	-	+	+
<i>Tyrophagus sp.</i>	+	+	+	+	+
<i>Rhizoglyphus sp.</i>	+	+	+	+	+
<i>Oppia sp.</i>	-	-	-	+	-
<i>Frankliniella occidentalis</i> (Pergande, 1842)	-	+	+	+	-
<i>Liacarus sp.</i>	+	-	-	+	+
<i>Oribata sp.</i>	-	-	-	+	-
<i>Dometorina sp.</i>	-	+	+	+	+
<i>Oribate ind</i>	-	-	-	+	-
<i>Nothrus sp.</i>	+	+	-	-	-
<i>Camisia sp.</i>	-	+	-	-	+
<i>Rhagidia sp.</i>	-	+	-	+	-
<i>Calypstomas sp.</i>	-	-	-	+	-
<i>Solenopsis sp.</i>	+	+	-	-	-
<i>Insect hymenoptera ind</i>	-	-	-	-	+
<i>Compontus sp.</i>	-	+	-	+	-
<i>Liposcelis sp.</i>	-	+	-	-	+
<i>Lepinotus sp.</i>	-	+	-	+	+
<i>Tydeus parve</i>	-	-	-	+	-
<i>Espece ind.</i>	-	-	-	-	+
<i>Cicadella sp.</i>	+	-	-	-	-
<i>Espece ind. (larve)</i>	-	-	+	-	-

<i>Caliothrips sp.</i>	+	+		+	
<i>Graulus sp.</i>	-	-	-	+	-
<i>Polyxenus sp.</i>	-	-	-	+	-
Total	8	13	7	21	12

Les résultats obtenus montrent que la plus grande richesse spécifique est constatée dans la quatrième station (21 espèces) alors que la plus faible richesse est retrouvée dans la troisième station (7 espèces) (Tab.8). Quelques espèces sont communes entre les stations comme *Rhizoglyphus sp* et *Ceratophysella sp*, alors que d'autres espèces sont spécifiques aux stations comme *Ceratophysella armata* et *Entomborya multifasciata*.

L'étude comparative de la répartition de la faune de la litière dans les stations d'étude renseigne sur la richesse des stations du site d'El Meridj par rapport à celles de Boukhadhra, et sur le statut de certaines espèces dans les deux sites comme *Rhizoglyphus sp* qui est commune entre les deux sites, alors que d'autres espèces sont commune dans un site et spécifique dans un autre comme *Tyrophagus sp*.

Par contre durant la même période d'étude en (2020) Sahra & Merkhi ont constaté que la richesse est faible dans les sites Bekkaria et Nememcha (10 espèces et 09 espèces respectivement). Plusieurs espèces sont communes comme: *Oribatula sp.*, alors que d'autres sont spécifiques à Bekkaria comme *Trombidium holosericeum*, et à Nememcha comme *Tydeus sp.* plusieurs espèces sont communes comme: *Oribatula sp.*, *Pergamasus sp.*, et *Ceratophysella sp.*, alors que d'autres espèces sont retrouvées à Bekkaria mais pas à El Anba comme *Trombidium holosericeum*, *Crematogaster scutellaris* et d'autres espèces retrouvées à El Anba et pas à Bekkaria comme *Tydeus sp.* et *Zonites algerus* L'espèce *Pergamasus sp.* est commune entre toutes les essences forestières à El Anba.

L'indice de similarité calculé pour les populations des deux sites a montré la présence d'une similitude de 22,7% donc d'une différence de 77,3 % ce qui démontre que les espèces recensées dans les deux sites sont très différentes.

1) Ecologie

1. Abondance et abondance relative de la faune

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 9 : Abondance et abondance relative du faune recensé au cours des sorties à Boukhadhra .

Sorties Taxon	Sortie1		Sortie2		Sortie3		Sortie4		Total	
	N	n%	n	n%	N	n%	n	n%	N	N%
<i>Ceratophysella sp.</i>	24	24.74	31	46.96	40	70.17	7	10.44	102	35,54
<i>Ceratophysella denticulata</i> (Bagnall ,1941)	8	8.24	6	9.09	0	0	3	4.47	17	5,92
<i>Ceratophysella armata</i> Nicolet ,1841)	13	13.40	0	0	0	0	0	0	13	4,52
<i>Lepidocydtus cyaneus</i> (Tullberg ,1871)	1	1.03	0	0	1	1.75	0	0	2	0,69
<i>Entomborya multifasciata</i> sp. (Tullberg ,1871)	0	0	0	0	0	0	9	13.43	9	3,13
<i>Tyrophagus sp.</i>	11	11.34	3	4.54	2	3.50	0	0	16	5,57
<i>Rhizoglyphus sp.</i>	23	23.71	21	31.81	5	8.77	0	0	49	17,07
<i>Oppia sp.</i>	0	0	1	1.15	0	0	0	0	1	0,34
<i>Frankliniella occidentalis</i> (Pergande ,1842)	0	0	0	0	1	1.75	0	0	1	0,34
<i>Liacarus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	2	2.98	2	0,69
<i>Oribata sp.</i>	0	0	0	0	0	0	6	8.95	6	2,09
<i>Dometorina sp.</i>	5	5.15	1	1.15	2	3.50	0	0	8	2,78
<i>Oribateind</i>	0	0	0	0	2	3.50	0	0	2	0,69
<i>Nothrussp.</i>	3	3.09	0	0	0	0	7	10.44	10	3,48
<i>Camisia sp.</i>	0	0	1	1.15	0	0	1	1.49	2	0,69
<i>Rhagidia sp.</i>	1	1.03	2	3.03	0	0	0	0	3	1,04
<i>Calypstomas sp.</i>	0	0	0	0	0	0	17	25.37	17	5,92
<i>Solenopsis sp.</i>	0	0	0	0	1	1.75	2	2.98	3	1,04
<i>Insecte Hymenoptera ind</i>	0	0	0	0	1	1.75	0	0	1	0,34
<i>Compontus sp.</i>	1	1.03	0	0	0	0	0	0	1	0,34
<i>Liposcelis sp.</i>	2	2.06	0	0	0	0	9	13.43	11	3,83
<i>Lepinotus sp.</i>	1	1.03	0	0	0	0	0	0	1	0,34
<i>Tydeussp larve</i>	1	1.03	0	0	0	0	0	0	1	0,34
<i>Cicadella sp</i>	0	0	0	0	0	0	2	2.98	2	0,69
<i>Especeind (larve)</i>	1	1.03	0	0	0	0	0	0	1	0,34
<i>Caliothri sp.</i>	2	2.06	0	0	0	0	1	1.49	3	1,04
<i>Graulussp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	1.49	1	0,34
<i>Polyxenus sp.</i>	0	0	0	0	2	3.50	0	0	2	0,69

N (Total)	97	66	57	67	287
-----------	----	----	----	----	-----

Les résultats obtenus ont montré que la plus grande abondance est constatée au cours de la sortie 1 où 97 individus sont recensés. *Ceratophysella sp.* est l'espèce la plus abondante, elle représente 24,74% de l'ensemble de la faune, suivi par *Rhizoglyphus sp.* (23.71%).

Pour la deuxième sortie où 66 individus sont recensés *Ceratophysella sp.* est l'espèce la plus abondante, elle représente 46.96 % de l'ensemble de la faune, suivi par *Rhizoglyphus sp.* (31.81%). Au cours de la troisième sortie 57 individus sont recensés. *Ceratophysella sp.* est l'espèce la plus abondante, elle représente 70.17 % de l'ensemble de la faune, suivi par *Rhizoglyphus sp.* (8.77%). Pour la quatrième sortie, 67 individus sont recensés, *Calypstomas sp.* est l'espèce la plus abondante, elle représente 25.37 % de l'ensemble de la faune, suivi par *Entomborya multifasciata* et *Liposcelis sp.* (13.43%) (Tab.

Tableau 10: Abondance et abondance relative de la faune recensées au cours des sorties à El- Meridj (Suit 1/2).

Taxon	Sortie 1		Sortie 2		Sortie 3		Sortie 4		Total	
	N	n%	N	n%	N	n%	N	n%	N	n%
<i>Zodarion sp.</i>	1	1.14	0	0	0	0	0	0	1	0,52
<i>Agelenopsi sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	2.33	1	0,52
<i>Ctenus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	2.33	1	0,52
<i>Camissia sp</i>	0	0	0	0	1	3.03	0	0	1	0,52
<i>Rhodacarus sp.</i>	1	1.14	3	9.68	0	0	0	0	4	2,10
<i>Dermannyssina sp.</i>	1	1.14	0	0	0	0	0	0	1	0,52
<i>Carabodes sp.</i>	0	0	3	9.68	0	0	0	0	3	1,57
<i>Galumna sp.</i>	1	1.14	0	0	0	0	0	0	1	0,52
<i>Ceratoppia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	3	6.98	3	1,57
<i>Liacarus sp.</i>	1	1.14	2	6.45	0	0	0	0	3	1,57
<i>Tyrophaga sp.</i>	3	3.41	0	0	0	0	0	0	3	1,57
<i>Rhizoglyphus sp.</i>	24	27.27	11	35.48	0	0	0	0	35	18,42
<i>Oribata sp.</i>	1	1.14	0	0	0	0	7	16.28	8	4,21
<i>Platynocheilus sp.</i>	0	0	0	0	1	3.03	0	0	1	0,52
<i>Nothrus sylvestris</i> Nicolet(1855)	0	0	0	0	1	3.03	0	0	1	0,52
<i>Oppia neerlandina</i>	2	2.27	0	0	0	0	0	0	2	1,05
<i>Cunaxa sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	2.33	1	0,52
<i>Linopodes sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	2.33	1	0,52
<i>Calypstoma sp.</i>	0	0	0	0	2	6.06	3	6.98	5	2,63
<i>Labidostomma sp.</i>	1	1.14	0	0	0	0	0	0	1	0,52
<i>Fessonina papillosa</i> (Heyden.1826)	1	1.14	0	0	0	0	0	0	1	0,52
<i>Neomolgus sp.</i>	0	0	1	3.23	0	0	0	0	1	0,52
<i>Bdellidae Esp.indt</i>	0	0	1	3.23	0	0	0	0	1	0,52

<i>Chthonius sp.</i>	0	0	1	3.23	0	0	0	0	1	0,52
<i>Tuoba sp.</i>	1	1.14	0	0	0	0	0	0	1	0,52
<i>Folsomia sp.</i>	4	4.55	0	0	0	0	0	0	4	2,10
<i>Entomobrya sp.</i>	1	1.14	0	0	0	0	0	0	1	0,52

Tableau 10: Abondance et abondance relative de la faune recensées au cours des sorties à El- Meridj (Suit 2/2).

<i>Entomobrya multifasciata</i> (Tullberg,1871)	3	3.41	1	3.23	2	6.06	3	6.98	9	4,73
<i>Lepidocyrtus cyaneus</i> (Tullberg,1871)	3	3.41	0	0	0	0	0	0	3	1,57
<i>Lepidocyrtus sp.</i>	0	0	0	0	5	15.15	2	4.65	7	3,68
<i>Pseudochorutes sp.</i>	2	2.27	0	0	0	0	0	0	2	1,05
<i>Protophorura sp.</i>	0	0	1	3.23	0	0	0	0	1	0,52
<i>Polyxenus sp.</i>	0	0	0	0	1	3.03	0	0	1	0,52
<i>Ceratophysella denticulata</i> (Bagnall,1941)	1	1.14	0	0	0	0	0	0	1	0,52
<i>Ceratophysella armata</i> (Nicolet,1842)	3	3.41	2	6.45	11	33.3	11	23.26	27	14,21
<i>Ceratophysella gibbosa</i> (Bagnall,1940)	0	0	2	6.45	0	0	0	0	2	1,05
<i>Ceratophysella sp.</i>	22	25	1	3.23	0	0	0	0	23	12,10
<i>Cecidomyiidae Esp Indt</i>	0	0	0	0	1	3.03	5	11.36	6	3,15
<i>Fannia sp.</i>	0	0	0	0	3	9.09	0	0	3	1,57
<i>Fannia canicularis</i> (Linnaeus,1761)	0/	0	0	0	0	0	2	4.65	2	1,05
<i>Mycetophila sp.</i>	1	1.14	0	0	0	0	0	0	1	0,52
<i>Cecidomyiidae(Larve)</i> (Newman,1834)	1	1.14	0	0	0	0	0	0	1	0,52
<i>Pseudacteon sp.</i>	0	0	0	0	1	3.03	0	0	1	0,52
<i>Messor barbarus</i> (Linnaeus,1767)	2	2.27	0	0	0	0	0	0	2	1,05
<i>Liposcelis sp.</i>	0	0	0	0	1	3.03	0	0	1	0,52
<i>Leposcelis sp3.</i>	0	0	0	0	0	0	1	2.33	1	0,52
<i>Lepinotus patrueli</i> (Pearman,1931)	0	0	0	0	0	0	2	4.65	2	1,05
<i>Frankliniella occidentalis</i> (Pergande,1895)	1	1.14	1	3.23	0	0	0	0	2	1,05
<i>Trips minutissimus.</i> (Linnaeus,1758)	0	0	1	3.23	0	0	0	0	1	0,52
<i>Esp indt</i>	4	4.55	0	0	0	0	0	0	4	2,10
N(Total)		88		31		33		43		190

Les résultats obtenus ont montré que la plus grande abondance est constatée au cours de la sortie 1 où 88 individus sont recensés. *Rhizoglyphus sp.* est l'espèce la plus abondante, elle représente 27.27% de l'ensemble de la faune, suivi par *Ceratophysella sp.* (25%)

Pour la deuxième sortie, 31 individus sont recensés. *Rhizoglyphus sp* est l'espèce la plus abondante, elle représente 35.48 % de l'ensemble de la faune, suivi par *Rhodacarus sp.* et *Carabodes sp.* (9.68%). Au cours de la troisième sortie 33 individus sont recensés.

Ceratophysella armata est l'espèce la plus abondante, elle représente 33.3 % de l'ensemble de la faune, suivi par *Lepidocyrtus sp.* (15.15%).

Pour la quatrième sortie, 43 individus sont recensés. *Ceratophysella armata* est l'espèce la plus abondante, elle représente 23.26 % de l'ensemble de la faune, suivi par *Oribata sp.* (16.28%).

L'étude comparative de l'abondance et abondance relative de la faune recensées au cours des stations sur le site de Boukhadhra et El-Meridj montre que la plus grande abondance de la faune de la litière au cours de la période d'étude est notée à Boukhadhra (287 individus), à El Meridj nous avons recensé un total de 189 individus. SAHRA & MERKHI (2020) ont constaté que l'abondance est faible dans les sites Bekkaria et Nememcha avec respectivement 17 et 29 individus.

Ceratophysella sp. (102 individus) est l'espèce la plus abondante dans le site de Boukhadhra par contre *Rhizoglyphus sp* (35 individus) est l'espèce la plus abondante dans le site d' El-Meridj.

Le test statistique a montré que les variances sont intégrales ($P=0 \leq 0.05$). Le test T avec les Variances inégales a montré qu'il n'existe pas de différences significatives entre les abondance moyennes des deux sites ($P=0.11 \geq 0.05$).

2. Indices écologiques (Shannon-Weaver et équitabilité)

Tableau11: L'indice de diversité de Shannon Weaver et l'équitabilité du peuplement faunistique dans les stations d'étude

Indices	Boukhadhra				El Meridj					
	A	R	H'	H max	E	A	R	H'	H max	E
A	194	132	114	134	86	31	30	43		
R	30	16	20	26	25	14	12	14		
H'	2.80	2.06	1.90	2.91	2.44	2.23	2.05	2.31		
H max	3.41	2.78	3.01	3.26	3.25	2.65	2.5	2.65		
E	0.82	0.74	0.63	0.89	0.75	0.84	0.82	0.87		

A : abondance

H' : indice de Shannon -Weaver

E : équitabilité

La plus grande valeur de l'indice H' à Boukhadhra est constatée au cours de la quatrième sortie (2.91) avec l'intervalle de H' varie entre (1.90 ;2.91) , par contre elle est enregistrée en la premier sortie(2.44) à El Meridj avec l'intervalle de H' varie entre (2.05

;2.44) (Tab.11).Donc Boukhadra est plus riche et divers qu'El-Meridj pendant la période de notre étude .

La plus grande valeur de l'indice E à Boukhadra est constatée au cours de la quatrième sortie (0.89) avec l'intervalle de E varie entre (0.63 ;0.89) , par contre elle est enregistrée en la quatrième sortie(0.87) à El Meridj avec l'intervalle de E varie entre (0.75 ;0.87) (Tab.11).Après la comparaison ;nous remarquons les résultats sont proche ;Donc la distribution de peuplements est homogène dans les deux sites pendant la période de notre étude .

4.2 Caractérisation des milieux d'étude

Etude de quelques paramètres du sol

1. La granulométrie

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

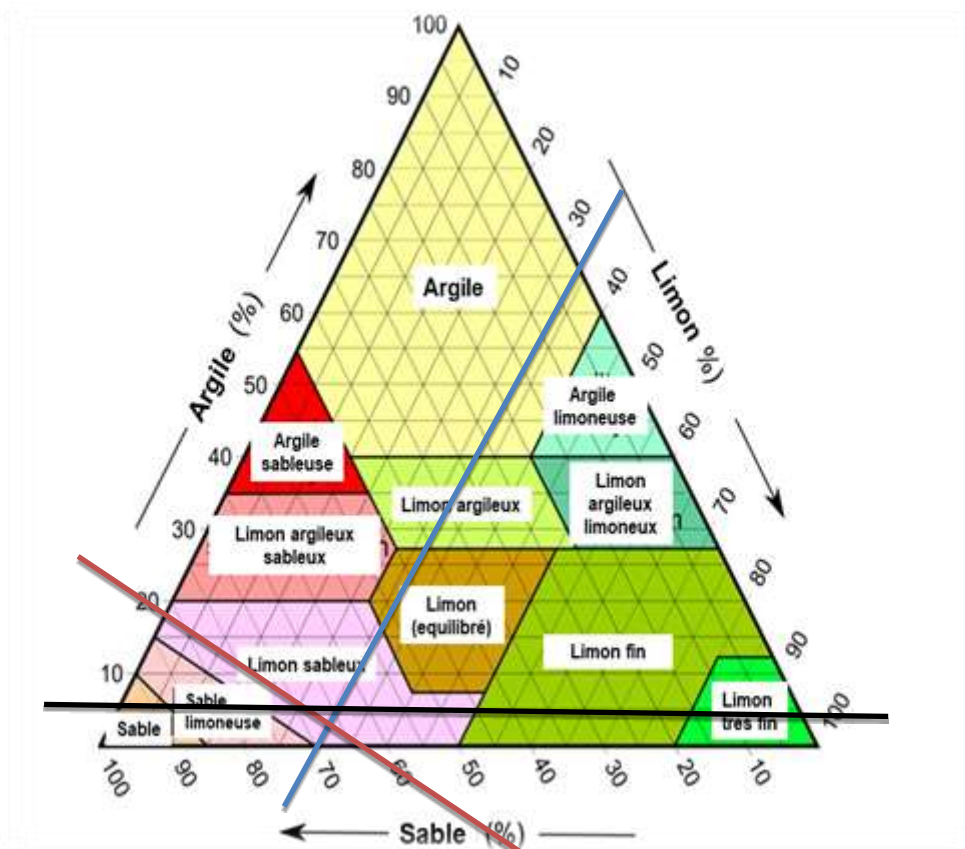
L'argile qui varie entre 4.34 % et 5.71%, le limon qui varie entre 26.08 % et 32.85 % et le sable entre 55.71 % et 69.56 %. L'étude de la texture des sols étudiés a montrés qu'ils sont principalement limon sableux, la proportion du sable atteint son maximum dans le sol de Pinus halepensis dans le foret d'EL-Meridj(69.56 %) (Tab.12).

Les valeurs du limon varient entre 26.08% et 32.85%, alors que l'argile est retrouvée avec de faibles proportions dans les deux forêts.(Tab12.) .

Tableau 12 : proportions des principaux constituants des sols dans les stations d'étude .

Sites Composition	Boukhadra	El Meridj
Argile%	5.71	4.34
Limon%	32.85	26.08
Sable%	55.71	69.56
Type de sol	Limon sableux	Limon sableux

La comparaison de la granulométrie des sols a permis de constater que les deux forets on a le même type de sol . (Fig.17) et (Fig.18).



**FIGURE 17 : TRIANGLE DE TEXTURE DU SOL DANS LE SITE D ELMRIDJ
 TRIANGLE DE TEXTURE DU SOL DANS LE SITE D'EI-MERIDJ.**

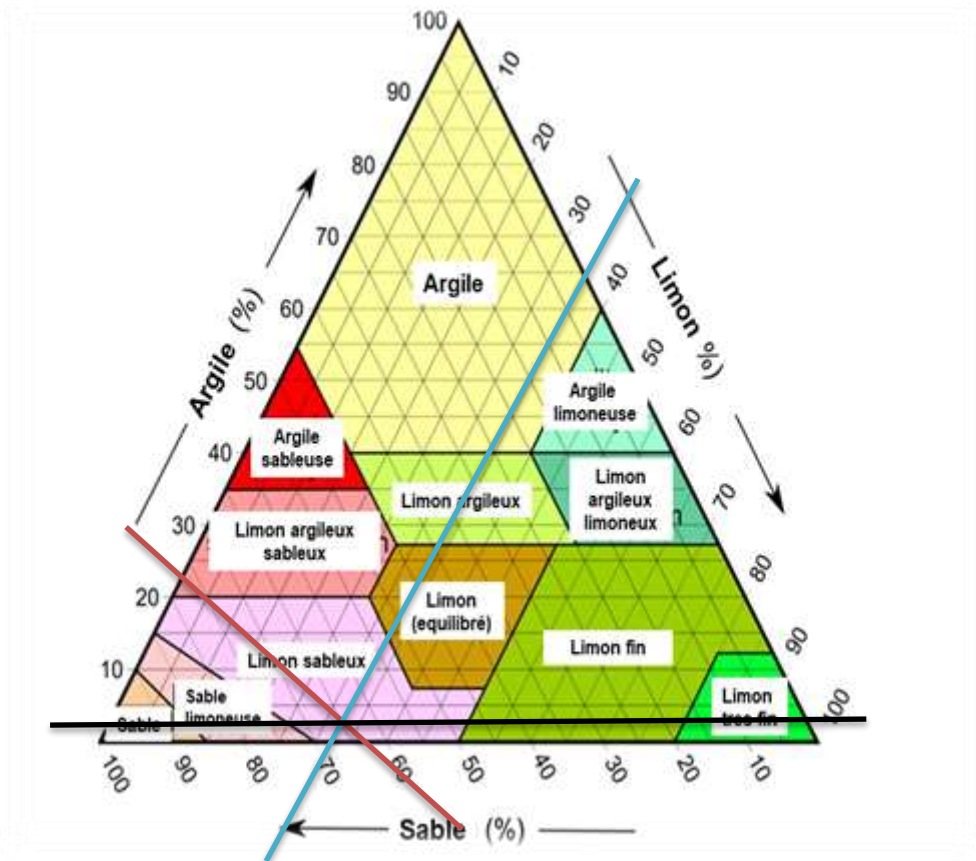


FIGURE 18 : TRIANGLE DE TEXTURE DU SOL DANS LE SITE BOUKHADRA

2. Caractérisation du sol dans les stations d'étude

Le sol dans les stations d'étude a été étudié à travers quelques paramètres dans le but de les caractériser (Tab.13).

Tableau 13: les paramètres du sol dans les stations d'étude à El-Meridj :

Paramètre	Station1	Station2	Station3	Station4	Station5
pH ± Ecart type	8.03 ±0.30	8.10 ±0.16	7.84 ±0.15	8.03 ±0.012	7.96 ±0.13
CE ± Ecart type (µS/cm)	323.375 ±0.12	509.625 ±0.56	870.00 ±0.70	936.25 ±0.75	908.75 ±0.74
H% ± Ecart type	10.01 ±3.40	9.17 ±4.22	7.52 ±3.63	9.07 ±4.23	8.9 ±3.45
Calcaire total ± Ecart type	19.71 ±5.91	21.83 ±4.93	16.30 ±3.03	23.12 ±1.07	19.32 ±8.42
Calcaire Actif ± Ecart type	0.017 ±0.001	0.031 ±0.0005	0.028 ±0.001	0.017 ±0	0.019 ±0.0002
Carbone %	4.92	5.1	4.68	5.28	5.52
Matière organique%	8.46	8.77	8.04	9.08	9.49

Les résultats du tableau 01 montrent que le pH du sol dans les stations est compris entre (7.84 ± 0.15) et (8.10 ± 0.50) . Selon la référentiel pédologique Baize et Jabiol (1995) toutes les stations ont basiques sauf la deuxième station qui est très basique.

La conductivité électrique dans les stations se situe dans l'intervalle suivant : (323.375 ± 0.12) et (936.25 ± 0.75) . Ces valeurs expriment que le sol non salé dans station 1 et dans les stations 2, 3, 4 et 5 le sol salé (MATHIEU & PIELTAIN, 2003).

BOUSMINA & LAMIA, (2019) ont constaté A Bakkeria que la teneur de la conductivité (CE) notée est de (338.8 ± 20.87) .

La valeur de l'humidité du sol dans les stations est proche, le maximum est constaté dans station 1 (10.01%) AZIZI & LABIDI (2021) ont constaté à El Anba que l'humidité dans les stations d'étude est faible 20.11 ± 0.83 .

BOUSMINA & LALMI, (2019) obtiennent dans leurs essais de Bakkeria une humidité de $(41.6 \pm 7.22 \%)$.

Les valeurs du calcaire total varient entre (16.30 ± 3.03) et (21.83 ± 4.93) . le sol dans Toutes les stations modérément calcaire, sauf la deuxième station qui un sol fortement

calcaire (**BAIZE, 2000**).D'un autre coté les valeurs du calcaire actif sont faibles et varient entre (0.017±0.001et 0.031±0.0005) .**AZIZI & LABIDI (2020)** ont constaté que le calcaire totale montre la valeur (17.16±5.12) à El Anba et le taux de calcaire actif représente 12.06% du calcaire total. **BOUSMINA & LALMI (2019)**trouves que le valeurs moyenne (57.29±9.15 %) qui confirme que le sol fortement calcaire.

La matière organique présente de fortes proportions, les valeurs varient entre (8.04% et 9.49%) dans les 5 stations en raison de l'abondance du carbone dans le sol (entre 4.68% et 5.52%) ce résultat rejoint celui de **BOUSMINA & LALMI (2019)** dans le site Bekkaria(9.75).

Tableau 14 : les paramètres du sol dans les stations d'étude à Boukhadhra

Paramètre	Station1	Station2	Station3	Station4	Station5
pH ± Ecart type	7.85 ±0.29	7.86 ±0.14	7.96 ±0.22	8.08 ±0.17	7.77 ±0.27
CE ± Ecart type (µS/cm)	321.66 ± 4.02	611.7 ± 0.24	400.4 ±5.99	363.0 ±0.25	545.8 ±0.003
H% ± Ecart type	13.25 ±6.75	11.08 ±2.05	3.87 ±1.98	12.02 ±2.86	7.25 ±1.67
Calcaire total ± Ecart type	20.33 ±9.01	20.84 ±7.21	21.23 ±2.98	25.38 ±5.28	23.05 ±5.49
Calcaire Actif ± Ecart type	0.04 ±0	0.013 ±0	0.033 ±0	0.032 ±0	0.035 ±0
Carbone	4.71	5.1	5.26	5.64	5.98
Matière organique	8.10	8.77	7.32	9.70	10.28

Selon la référentiel pédologique **BAIZE & JABIOL (1995)**, nous constatons que le sol des stations étudiées est basique (sols alcalins pH compris entre (7.77±0.27 et 8.08±0.17) (Tab14.)

les valeurs de la conductivité électrique varie entre (321.66±4.02 5.99et 611.7± 0.24) dans les stations d'études ;les stations 1 ;3et 4 sont sol non salé alors que les autres stations 2 et 5 exprime que le sol salé (**MATHIEU & PIELTAIN ,2003**)

CHEBAIKI (2022) constate que la conductivité électrique est limitée dans l'intervalle suivant :(243±4.24 et 1177±26.87).

Le sol dans station 1 est humide par rapport à celui des autres stations (13.25%) comme la station 3 (3.87%). **AZZIZI & LABIDI (2021)** ont constaté que l'humidité dans les stations d'étude atteint 20.11 ± 0.83 .

A l'exception de la station 4 où le sol est fortement calcaire (25.38%), les sols des autres stations sont modérément calcaires. **CHEBAIKI (2022)** remarque que les valeurs de calcaire totale sont confinées entre 5.31% et 12.71% qui exprime que le sol modérément calcaire. Les valeurs du calcaire actif sont très faibles (0.01 et 0.04)

Le carbone varie entre (4.71 et 5.98) expliquant la richesse des sols en matière organique dans le site (comprise entre 9.70 et 10.28). **BOUSMINA & LAIMI (2019)** ont trouvé des résultats similaires dans le site Bekkaria

L'étude comparative des caractéristiques des sols des deux sites a montré que les sols alcalins dans les deux sites. La conductivité électrique diffère entre les stations des deux sites. En général les sols sont secs dans les deux sites à l'exception de quelques stations dans le site Boukhadhra. Globalement les sols sont modérément calcaires à l'exception d'une station dans chaque site qui est fortement calcaire. Les valeurs de calcaire actif sont très proches dans les deux sites. Les stations des deux sites sont très riches en matière organique, qui provient d'une grande teneur en carbone.

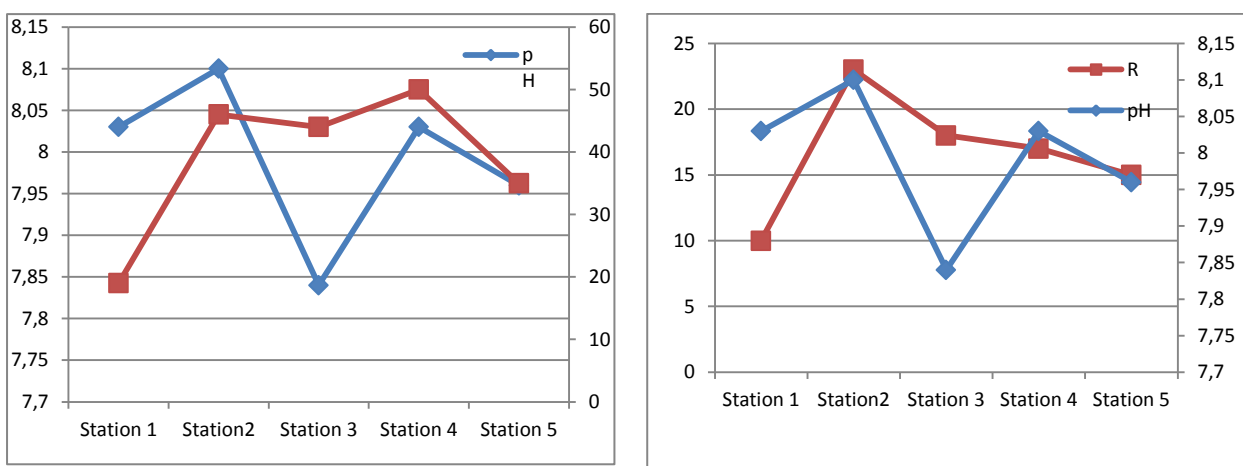


FIGURE 19 :RELATION PH/ABONDANCE ET RICHESSE DE LA FAUNE ETUDIUE DANS LE SITE D'ELMRIDJ.

Les résultats montrent qu'il y a une corrélation entre le P H et la richesse et l'abondance de la faune étudiée dans le site d'El Meridj ; comme dans la station 5 où on remarque que la richesse et l'abondance diminue lorsque le pH diminue (Fig.19).

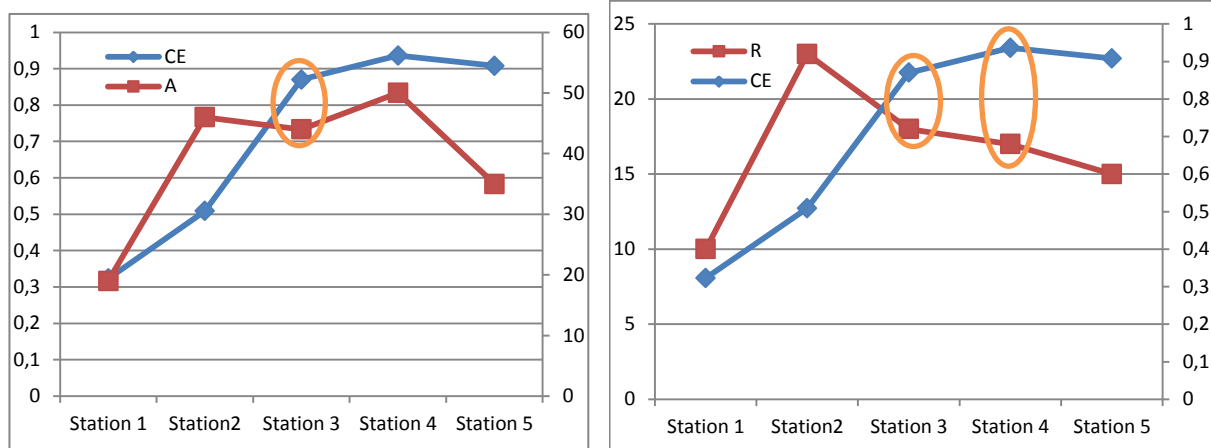


FIGURE 20 :RELATION CE/ABONDANCE ET RICHESSE DE LA FAUNE ETUDIEE DANS LE SITE D'EL MERIDJ

Les résultats obtenus montrent que il y a un corrélation entre la CE et la richesse et l'abondance de la faune étudiée dans le site d'El Meridj ; on a remarqué que l'abondance diminue dans la station 5 lorsque la CE augmente dans la station 2 la richesse augmente lorsque la CE diminue.

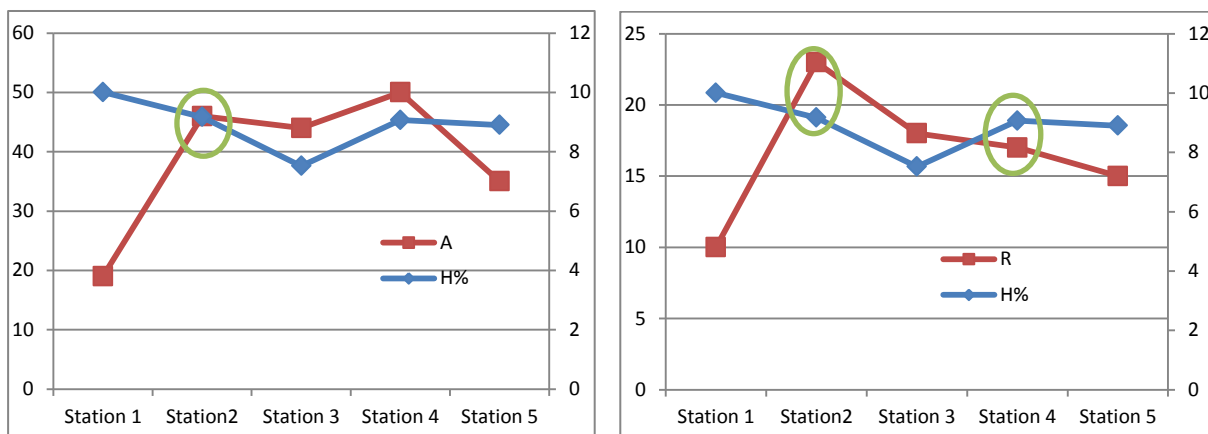


FIGURE 21 : RELATION H%/ABONDANCE ET RICHESSE DE LA FAUNE ETUDIEE DANS LE SITE D'ELMRIDJ.

Les résultats obtenus montrent que il y a un corrélation entre l'humidité du sol(H%) et la richesse et l'abondance de la faune étudiée dans quelques stations du site d'El Meridj ; par contre la corrélation est absente dans d'autres stations comme la station 2 (abondance) et les stations 2 et 4 (richesse) (Fig.21) .

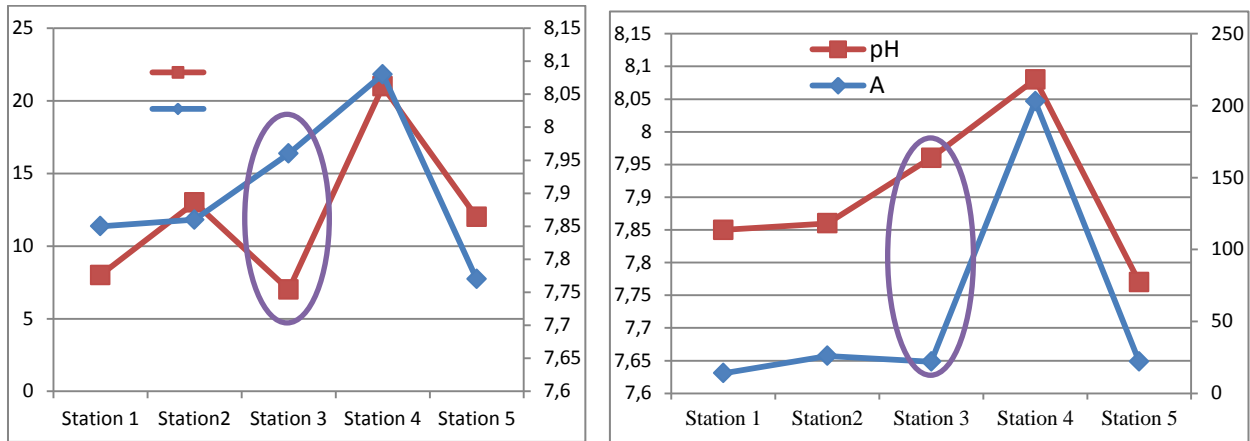


FIGURE 22: RELATION PH /ABONDANCE ET RICHESSE DE LA FAUNE ETUDIEE DANS LE SITE BOUKHADRA

Les résultats obtenus montrent qu'à l'exception de la station 3 où il n'y a aucune corrélation entre le pH et l'abondance et le pH et la richesse de la faune étudiée, les autres stations sont corrélées avec ce paramètre (Fig 22.).

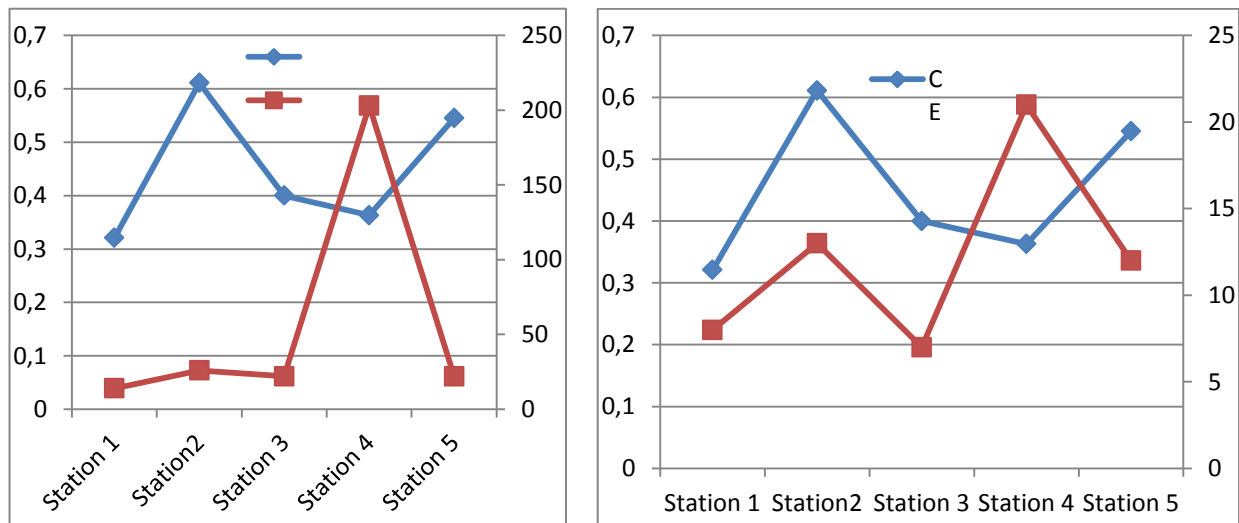


FIGURE 23 : RELATION CE/ ABONDANCE ET LA RICHESSE DE LA FAUNE ETUDIEE DANS LE SITE BOUKHADRA

Les résultats obtenus montrent qu'à l'exception de la station 4 où il n'y a aucune corrélation entre le CE et l'abondance et le CE et la richesse de la faune étudiée, les autres stations sont corrélées avec ce paramètre (Fig .23).

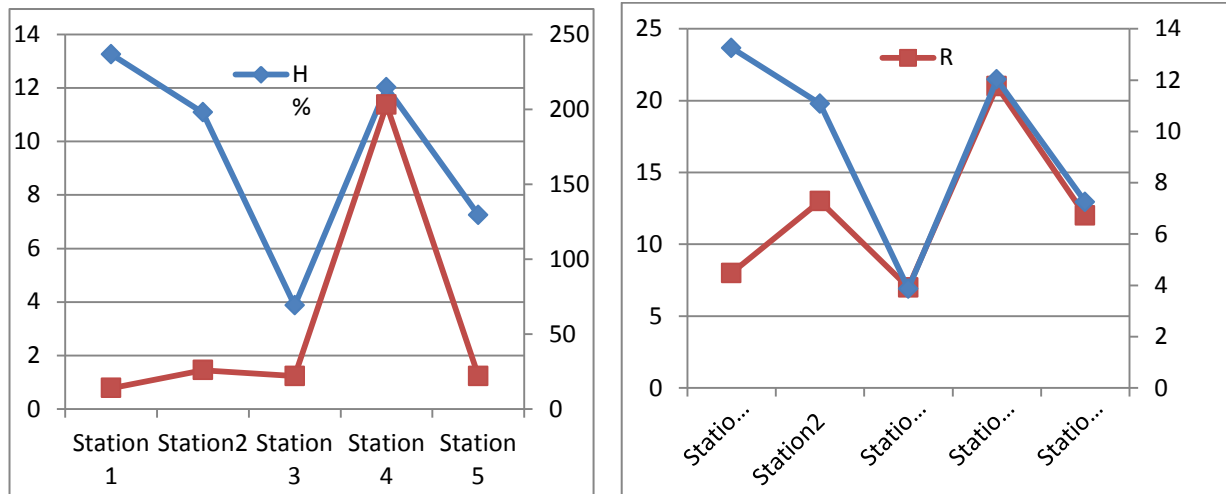


FIGURE 24 : RELATION H%/ ABONDANCE ET LA RICHESSE DE LA FAUNE ETUDIEE DANS LE SITE BOUKHADRA

Les résultats obtenus montrent que il y a un corrélation entre la H %et la richesse et l'abondance de la faune étudiée dans le site de Boukhedhra; on a remarqué que l'abondance diminue dans la station 1lorsque le H% augmente .dans la station 2la richesse augmente lorsque l'H % dans diminue.

L'étude de l'impact des facteurs du sol sur la richesse de la faune de la litière de *Pinus halepensis* dans le site El Meridj sera mise en évidence par l'analyse statistique multi variée (ACP) par l'utilisation du logiciel de statistique Past 4.03.

Les deux axes de données qui donnent plus d'informations sont l'axe1(Component1) qui contribue avec 99,89% et l'axe 2(Component 2) qui contribue avec 0,10%.

% variance = 99,89% (PC1) ; 0.10458 (CP2) ; 0,00025784 (PC3) ; 3,4889E -07 (PC4)

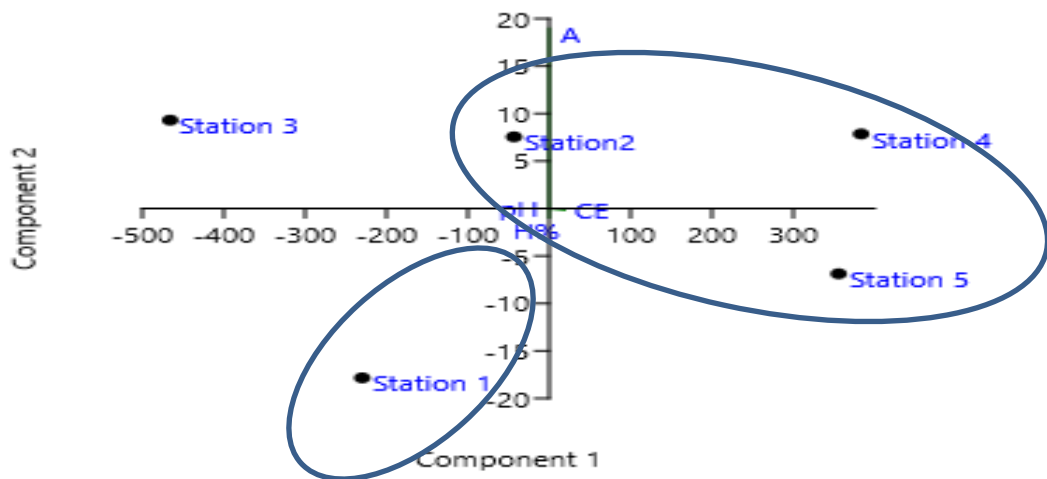


FIGURE 25 : ANALYSE DES PRINCIPALES COMPOSANTES (ACP) POUR L'ABONDANCE DE LA FAUNE DE LA LITIERE ,LES STATION ET LES PARAMETRE DU SOL ETUDIEE

Les résultats obtenus montrent la présence de deux principaux groupes, le groupe 1 qui est composé de La station 4, 5 et 2 qui sont positivement corrélées avec CE alors que le groupe 2 qui regroupe la station 1 qui est positivement corrélé avec H%. L'abondance est négativement corrélée avec H%, aucune corrélation avec CE et pH (Fig25).

% variance 99.983(PC1) ; 0.01647 (PC2) ; (PC2);0.00041105 (PC3) ; 5.2125E-08(PC4)

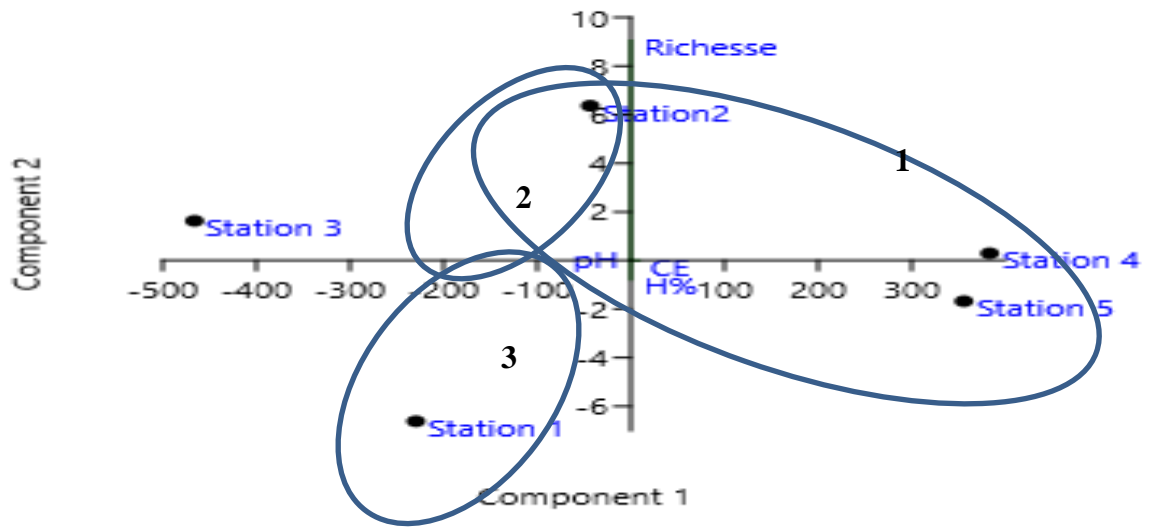


FIGURE 26 : ANALYSE DES PRINCIPALES COMPOSANTES (ACP) POUR LA RICHESSE DE LA FAUNE DE LA LITIÈRE ,LES STATION ET LES PARAMETRE DU SOL ETUDIEE

Les résultats de la figure renseignent sur la présence de corrélation négative entre la richesse et H%, et absence de corrélation entre la richesse et CE et pH. CE est positivement corrélé avec les stations 4,5 et 2 alors que le pH est positivement corrélé avec la station 2. H%, pH sont positivement corrélé avec station 1 (Fig.26).

Etude statistique

L'étude de l'impact des facteurs du sol sur la richesse de la faune de la litière de Pinus halepensis dans le site Boukhadhra sera mise en évidence par l'analyse statistique multivariée (ACP) par l'utilisation du logiciel de statistique Past 4.03.

Les deux axes de données qui donnent plus d'informations sont l'axe1(Component1) qui contribue avec 99,73% et l'axe 2(Component 2) qui contribue avec 0,20%.

% variance (PC1)99.738 ;(PC2)0.20123 ;0.060962(PC 3) ;(PC4)2.605E-05

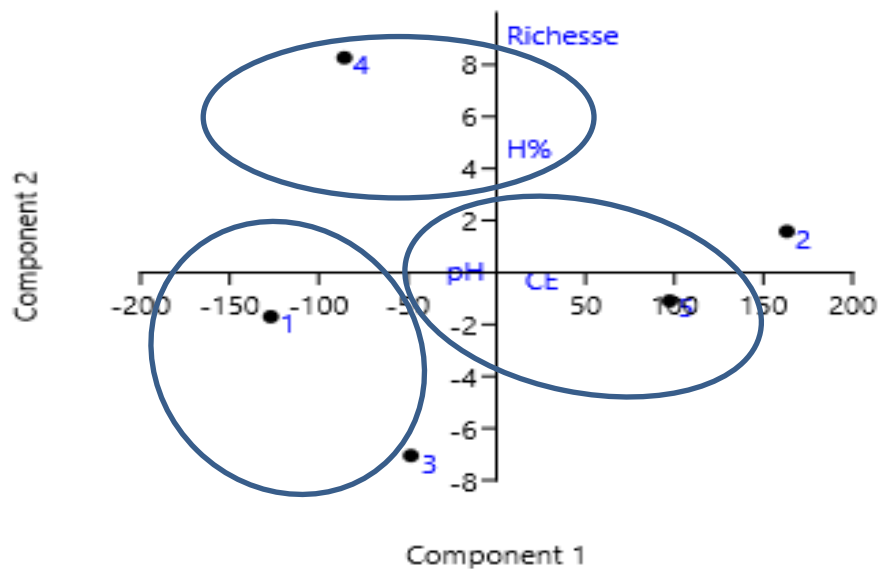


FIGURE 27 : ANALYSE DES PRINCIPALES COMPOSANTES (ACP) POUR L'ABONDANCE DE LA FAUNE DE LA LITIÈRE ,LES STATION ET LES PARAMETRE DU SOL ETUDIEE

Les résultats obtenus montrent la présence de deux principaux groupes, le groupe 1 renseigne sur la corrélation entre l'humidité du sol et la richesse faunistique constatée dans les stations 4. Le groupe 2 rassemble CE qui est sans corrélation avec la richesse et les stations 2 et 5. Le groupe 3 qui regroupe pH qui est aussi sans corrélation avec la richesse ainsi que les stations 1 et 3. (Fig.)

Concernant l'impact des facteurs du sol sur l'abondance de la faune de litière, Les deux axes de données qui donnent plus d'informations sont l'axe1(Component1) qui contribue avec 75,28% et l'axe 2(Component 2) qui contribue avec 24,66%.

% variance (PC1)75.281 ;24.66(PC2) ;0.058952 (PC3) ;1.2581E-05(PC4)

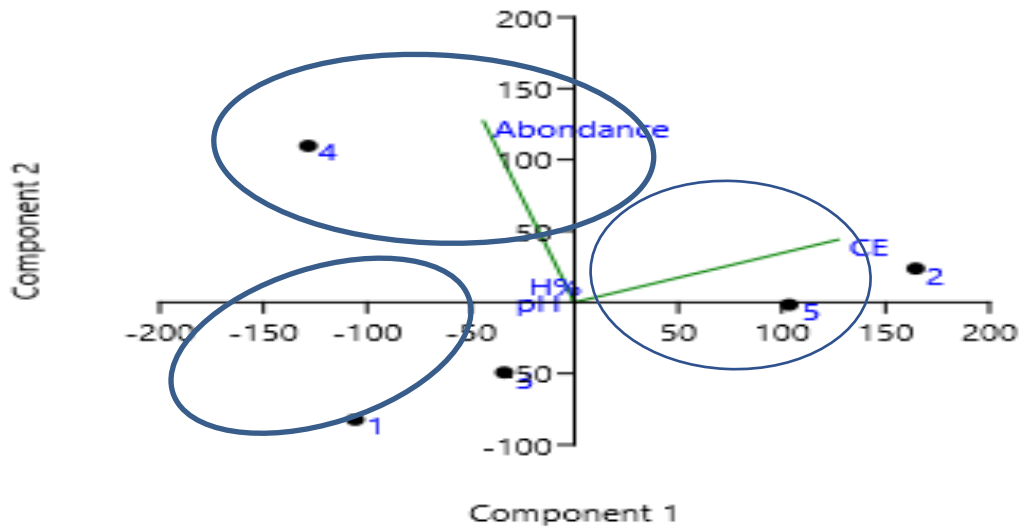


FIGURE 28 : ANALYSE DES PRINCIPALES COMPOSANTES (ACP) POUR L'ABONDANCE DE LA FAUNE DE LA LITIÈRE ,LES STATION ET LES PARAMETRE DU SOL ETUDIEE

Les groupes formés sont le 4 qui regroupe, CE qui n'a aucune corrélation avec l'abondance et les stations 2 et 5, le groupe 5 qui est composé du pH et les stations 1 et 3 qui sont positivement et négativement avec CE ; le groupe 6 qui regroupe l'abondance qui est positivement corrélée avec H% ainsi que la station 4. L'abondance est corrélée avec H% mais n'a aucune corrélation avec CE (Fig.28).

L'étude comparative de l'impact des paramètres étudiés sur l'abondance de la faune de la litière a permis de constater l'absence de corrélation entre l'abondance et CE et pH à Boukhadra et à Meridj , elle est positivement corrélée avec H% à Boukhadra et négativement corrélée à El Meridj .

Après la comparaison de les résultat de l'analyse des principales composantes (ACP) pour la richesse de la faune de la litière a permis de constater dans le site de El-Meridj on a une corrélation négative entre la richesse et h% ;dans le site de Boukhadra l'absence de

enter la richesse et le CE ; par conter elle est positivement corrélée avec elle et avec le PH dans le site El-Meridj mais dans le site de Boukhadra ; L'absence de corrélation avec la PH.

Conclusion

Notre étude a lieu durant la période du 04 Février au 11 mai 2023 dans l'écosystème forestier à *Pinus halepensis* dans les sites Boukhadhra et Djebel Boudjaber à El-Meridj dans région de Tébessa. Pour la réalisation de ce travail cinq stations ont été choisies aléatoirement, les échantillons de litière sont prélevés dans chaque station simultanément avec des échantillons de sol. Au laboratoire la faune est isolée par l'utilisation du système de Berlèse puis identifiée et comptabilisée et le sol est préparé pour l'analyse de quelques paramètres physico-chimiques pour caractériser le milieu de cette faune.

Le résultats obtenus ont montré la présence d'une grande différence de diversité dans la faune recensée entre les deux sites: le site d'El Meridj est plus riche (52 espèces, 38 familles, 16 ordres et 06 classes) que le site de Boukhadhra (29 espèces, 22 familles, 14 ordres et 05 classes).

L'indice de similarité de Jaccard calculé pour les populations des deux sites a montré la présence d'une similitude de 22,7% donc d'une différence de 77,3 % ce qui démontre que les espèces recensées dans les deux sites sont très différentes.

La richesse spécifique n'est pas très différente entre les deux sites : El-Meridj (23 espèces) et Boukhadhra (21 espèces). L'espèce *Rhizoglyphus sp.* est commune entre les deux sites alors que d'autres espèces sont commune dans un site et spécifique dans un autre comme *Tyrophagus sp* et *Messor Barbarus* et *Zodarion sp*

La valeur de l'indice de similarité de Jaccard $J=0.22\%$ a permis de constater que la similarité est faible entre les deux sites dont le degrés de différence est de 0.78%.

La plus grande abondance de la faune de la litière au cours de la période d'étude est notée à Boukhadhra 287 individus, seulement 189 individus sont comptabilisés à El Meridj. *Ceratophysella sp.* (102 individus) est l'espèce la plus abondante dans le site de Boukhadhra par contre *Rhizoglyphus sp* (35 individus) est l'espèce la plus abondante dans le site El-Meridj ; Le test student T appliqué aux moyennes des abondances a montré que la différence n'est pas significative.

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon et l'équitabilité sont proches entre les deux sites et la distribution de peuplements est équitablement répartis dans les deux sites pendant la période de notre étude.

L'étude comparative de la granulométrie des sols entre les deux sites a permis de constater que les deux forêts ont le même type de sol (limon -sableux).

L'analyse comparative des paramètres physico-chimiques des sols des stations incendiées et non incendiées tel que (PH, CE, H% , Ca CO₃ , MO...etc) a permis d'obtenir les résultats suivants :

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

La conductivité électrique diffère entre les stations des deux sites. (le sol salé et non salé)

En général les sols sont secs dans les deux sites à l'exception de quelques stations dans le site Boukhara.

Globalement les sols sont modérément calcaires à l'exception d'une station dans chaque site qui est fortement calcaire.

Les valeurs de calcaire actif sont très proches dans les deux sites.

Les stations des deux sites sont très riches en matière organique, qui provient d'une grande teneur en carbone organique dont les valeurs sont proches dans les deux sites.

L'impact des paramètres du sol étudiés sur l'abondance de la faune de la litière a permis de constater l'absence d'effet entre l'abondance et la conductivité électrique et le pH à Boukhadhra et à El Meridj. La teneur en eau (H%) a un effet positif sur l'abondance de la faune à Boukhadhra et négatif sur celle d'El Meridj.

Dans le site El-Meridj la corrélation est négative entre la richesse et H% . Aucune corrélation n'est constatée entre la richesse et la conductivité électrique à Boukhadhra par contre elle est positive à El Meridj. Le pH a un effet positif sur la richesse de la faune à El Meridj mais n'a aucun effet sur la faune à Boukhadhra.

Ces résultats restent insuffisants, il faudrait à l'avenir étaler la période d'échantillonnage sur toute l'année et multiplier le nombre d'échantillons analysés afin de récolter un maximum d'informations sur cette faune et ses interactions avec son micro habitat.

Références Bibliographiques

- ANTONI T. , MARGARIDA T. & JARI M.(2004).** Growth and yield model for *Pinus halepensis* Mill .in Catalonia , north-east Spain. *Forest Ecology and Management* 203.p.49-62.
- AZIZI K. & LABIIDI N(2021).** La faune de la litière de la foret d' EL Anba (tébessa) *Diversité et bio –écologie* p28-42.
- BAIZE D. & JABIOL B. (1995).** Guide pour la description des sols : techniques et pratiques. INRA.Paris, 375 p.
- BAIZE D.& JABIOL B. (2011).** Guide pour la description des soles. Ed : INRA, Paris 375 P..
- BAIZE D. (2000).** Guide des analyses en pédologie. 2éme édition. P 89-92.
- BENSELEMA M. (1993).** Couverture éco-pédologie et rôle de la matière organique dans la différenciation des sols en milieu humide sous couvert forestier. Mémoire Magistère en cdience agro .El-harrach ,112p.
- BENTOUATI A. (2006).** Croissance productivité et aménagement des forêts de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) dans le massif de Ouled-Yakoub (Khenchela-Aurès). Thèse de doctorat. Université El Hadj Lakhdar-Batna. Faculté des sciences. Département d'agronomie. Algérie. 116 p. <http://www.secheresse.info/spip.php?article12870>
- BERG B. & M CCLAUGHERTY C.A. (2008).** Plant litter: decomposition, humus formation, carbon sequestration. Berlin and Heidelberg: Springer. 2nd ed. 338 p.
- BLAMEY M, GREY W.(2000).** Toutes les fleurs de méditerranée.
- BOUDAUD S. (2000).** Contribution à l'étude de la variation saisonnière de la quantité de la litière des trios groupements forestiers dans la région d'el Kala (cas du chêne liège, pin maritime et l'aune glutineux). Mémoire de master, université D'el kala..
- BOUDY P. (1952) :**Guide de Forestier en Afrique du Nord,Paris, Maison Rustique. 509p.
- BOUDY P. (1955):** Guide du forestier en Afrique du nord. Edit Maison rustique, Paris, 505 p
- BOUDY P. (1950) :** Economie forestière Nord-Africaine, tome 2 (Monographie et traitement des essences forestières). Edit. Larose, Paris, France, 619p.
- BOUGUessa-CHERIAK L. (2017).** Contribution à l'identification des ectoparasites de la Cigogne blanche (*Ciconia ciconia* L., 1758) en milieu urbain à Tébessa (extrême EST del'Algérie.) Premier Congrès Nord-Africain d'Ornithologie. Quatrième Colloque Internationald'Ornithologie Algérienne.BEJAIA : 24 et 25 octobre 2017
- BOUNNIER G. (1990).** La flore en couleurs de Gaston Bonnier.4tomes. Paris. édition belin.1401 p.

- BOUSMINA C & LALMI A (2019).** Estimation du taux du carbone dans la litière et le sol de la forêts de Bakkeria (tebessa) .Mémoire de master Biotechnologie végétale université TEBESSA P11-15.
- BOUTCHICHE F & BOUTRIQUE S. (2012) .** Caractérisation morphométrique de la chenille processionnaire (*Thaumetopoea pityocampa*) et de son hôte au niveau de la wilaya de Tlemcen 79p .
- RRAY, J.R. & GORHAM. 1964.** Litter production in forests of the world. *Adv. Ecol. Res.*, 2, 101-157 p.
- BROCHIERO F., CHANDIOUX, O., RIPERT C., VENNETIER M. (1999) .** Autécologie et croissance du pin d'Alep en Provence calcaire. *Forêt méditerranéenne*, XX (2) : 215-224 p.
- BROSSE J.(2001).** Larousse des Arbres : préface de Jean-Marie Pelt .Paris . Larousse, 576p
- CALLOT G .;CHAMGOU H.;MAERTENS C. & SALSAC L.(1982).** Mieux comprendre les interactions sol-racine .ed. INRA 325p.
- CALVET R. (2003) .** Le sol, propriétés et fonctions. Ed : France Agricole, Dunod.P : 375.
- CHAKROUN M.L. (1986).** le pin d'Alep en Tunisie .options Méditerranéennes. Série Etude CIHEAM 86/1 , 25-27 p.
- CHEBAKI O.(2022).**Contribution à l'étude de l'effet des incendies sur la faune de la litière d'un écosystème forestiers de la région du tébessa .Master ecologie p 34-63
- CHERFAOUI T.A .(2017).** Etude de la croissance et de croisement du pin d'Alep dans la forêt sanalba pharbi (djelfa) cas de la série 13 p3,
- CRIGUET S., TAGGER S., VOGT G., LE PETIT J.(2002).** Endoglucanase et B glycosidase activités dans une litière a feuilles persistantes annuel variation et régulateur factor.*Soil Biology & Biochemistry*, (34), 1111-1120.
- DABIN B, (1970).** Pédologie et développement, les facteurs de la fertilité des sols. *Technique rurale en Afrique*. 165-237P.
- DAOUI A, DOUET J, MARCHEL R, ZERIZER A. (2007).** valorisation du bois de pin d'Alep pour déroulage : optimisation de son étuvage ; bois et forêts des tropiques. n0 294 (4) .p. 53.
- DELCOURF. (1981).** Initiation à la pédologie, service de la science du sol, faculté des sciences agronomiques de l'état ;Gembloux .Doc ; Paris , 387 p.
- D.G.F. (2008).** Direction Générale des Forêts, (2004), Rapport national de l'Algérie sur la mise en œuvre de la Convention de Lutte contre la Désertification. ; Alger.

DIALLO M. D., NDIAYE O., DIALLO A., MAHAMAT-SALEH M., BASSENE C., WOOS S., DIOP A., GUISSSE A. (2015). Influences de la litière foliaire de cinq espèces végétales tropicales sur la diversité floristique des herbacées dans la zone du Ferlo(Sénégal).

CNPF Centre National de la Propriété Forestière avec ses déclinaisons régionales.
<http://www.cnpf.fr/>.

DUCHAUFFOUR P. (2001). Pédologie. Pédogenèse et classification. Éd. Masson Paris.
Tome1. P:477.

F.A.O. (2002). La séquestration du carbone dans le sol pour une meilleure gestion des terres.
Rapport sur les ressources en sols du monde. 59 p.

FERJON A. (1996). A karyological study of *Asphodelus L.* (Asphodelaceae) from the Western Mediterranean. Botanical Journal of the Linnean Society, Volume 121, Issue 4, August 1996, 285–344. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1996.tb00760.x>

GOBAT J. &MGHOUGALI F. (2011).Contribution à l'évaluation de la diversité et du contrôle génétique de la croissance et de la fructification chez les pins de types halepensis (*Pinus brutia-Pinus halepensis*). Doctoral dissertation, UHP-Université Henri Poincaré.

GUIT B., NEDJIMI B., GUIBAL F., CHAKALI G. (2015). Dendroécologie du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en fonction des paramètres stationnels dans le massif forestier de Senalba (Djelfa – Algérie). Revue d'écologie. (Terre Vie), 70 : 32-43.
<http://hdl.handle.net/2042/56308>.

KADIK B.,(1987). Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halpensis*) en Algérie : Ecologie,dendromètre, Morphologie. Edit. Office des publications universitaires Algérie.,74-127 p .

KRISHNA M.P. & MOHAN M.(2017): Décomposition de la litière dans l'écosystème forestier: un bilan. Ecole des Sciences De L'environnement, Université Mahatma Gandhi, Kottayam, Kerale, India.236-249P.

LAHOUATI R. (2000) : Expérience des Plantations en Climat Aride,Cas de la Ceinture Verte en Algérie. Direction Générale des forêts, Ministère de l'Agriculture, Alger.

LOISEL R. (1976) . Place et rôle des espèces du genre *Pinus* dans la végétation du sud-est méditerranéen Français .*Ecologia Mediterrana* 2 : 131-152 p.

MAESTREF., CORTINO J., BAUTISTA S., BELLOT J. (2003). Does *Pinus halepensis* facilitate the establishment of shrubs in Mediterranean semi-arid afforestations, *Forest Ecology and Management*, 176: 147-160 p.

MANGENOT F. (1980). Les litières forestières, signification écologique et pédologique. *Rev.Forest Franç.*, Vol.32 n°4, PP 339-355.

MATHIEU, C. &PIELTAIN,F. (2003). Analyse chimique de sol : méthodes choisies. Tec & Doc,Paris,388 p.

- MATHIEU C.&PIOLTAIN F. (2009)** . Analyse chimique des sols. Lavoisier 2eme tirage. France 387p
- MUDERHWA M.P. (2009)** . Importance de la couverture au sol dans la restauration des écosystèmes forestiers : Cas de la Réserve de Biosphère de LUKI au Bas-Congo. Travail de fin de cycle, Département de gestion des ressources naturelles, Faculté des sciences agronomiques, Université de Kinshasa.35p.
- NAHAL I. (1962)** . Etude de pin d'Alep harmonique phyto-écologie et sylvicole, tom 1, fasci 4,208p.
- NAHAL I. (1986)** . Taxonomie et aire géographique des pins du groupe halepensis. Série EtudeCIHEAM86/1, pp. 1-9.
- NIANG K., NDIAYE O., DIALLO A.&GUISSE A. (2014)** . Flore et structure de la végétation ligneuse le long de la Grande Muraille Verte au Ferlo, nord Sénégal.Journal of Applied Biosciences, (79), 6938-6946.
- NICAULT A, RATHEGEBER C , TESSIER L, THOMAS A (2001)**. Croissance radiale et densité du bois du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en relation avec les facteurs climatiques. Analyse in situ de la mise en place du cerne,Annals of Forest Sciences, 58 : 769-784.
- OADES J.M. (1993)**. The role of biology in the formation, stabilization and degradation of soil structure .Geoderma ;56;377-400.
- OZENDA P. (2006)**. Les végétaux : organisation et diversité biologique. Ed. Dunod (2 eme éd) , Paris .516p.
- PESSON P. (1980)**. Atualités d'écologie forestière. Paris, Gauthier-Villars, 517 P.
- PINNA, M.; FONNESU, A.; SANGIORGIO, F. & Basset, A. (2004)**.Influence of Summer Drought on Spatial Patterns of Resource Availability and Detritus Processing in Mediterranean Stream Sub-Basins (Sardinia, Italy).International Review of Hydrobiology 89: 484-499.
- QUEZEL P. & MEDAIL F. (2003)**. Ecologie et biogéographie des forets du bassin méditerranéen. 571p.
- QUEZEL P. (1986)** . Les Pins du groupe «*halepensis*»: Écologie, Végétation, Écophysologie. Options Méditerranéennes
- RAMADE F. (2009)**. Eléments d'écologie : Ecologie Fondamentale. 4 ème édition. Dunod, Paris,689p.
- SAHRA.S & MERKHI. B.(2020)**. Contribution a l'identification du peuplement des arthropodes dans quelques forets de la région de Tebessa .Memoire Master Ecophysologie animale Université tebessa p 24-37.

- SCARASCIA-MUGNOZZA G. (1986)** . Recherches sur l'écophysiologie de *Pinus halepensis* Mill.
- SEIGUE A. (1985)** . La forêt circum méditerranéenne et ses problèmes. Ed. Maison neuve et Larousse. Paris. 502 p
- SERRE BACHET F. (1976)** . Les rapports de la croissance et du climat chez le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.). I - Méthodes utilisées. L'activité cambiale et le climat. Acta Oecologica ,Oecologica plantarum, 2 (2) : 143-171.
- SINGHG., SINGH B., KUPPUSAMY V., BALA N. (2002)** Variation de la composition du feuillage et du sol dans les forets d'Acacia Western Rajasthan, (128), 514-521
- SOLTANIA. (2016)**. Typologie et Fertilité des stations de pin d'Alep de la forêt de Benjloud, Saida, 1p.
- SOLTNERD.(2005)** . les bases de la production végétal. Le sol et son amélioration. Tome I, 24^{ème} édition ; collection Sciences et techniques agricoles.
- SYLVAIN PILLON ,CHARNET F, CANO B, JEAN F,(2015)**. Gestion forestier :élément clé pour le choix des essence et la gestion durable .Centre National de la Propriété Forestière 47,rue de chaillot *75000 PARIS.
- TOUTAIN F. (1984)** . Biologie du sol, livre jubilaire du cinquantenaire de l' A. F. E. S, pub C.N.R.S .INRA ;OROSTOM. DID ; 363p.
- VERSINI A.(2012)** . Effet de la manipulation de la litière aérienne sur les cycles du C et de N dans les sols en plantation d'Eucalyptus au Congo. Thèse Présentée pour l'obtention du titre de Docteur de l'université de lorraine En Géosciences. 222P.
- ZAVALA M.&ZEA E. (2004)**. Mechanisms maintaining biodiversity in Mediterranean pine-oak forests: insights from a spatial simulation model. Plant Ecol. 171: 197-207.
<https://doi.org/10.1023/B:VEGE.0000029387.15947.b7>

Annexes

Tableau : relation richesse et abondance du peuplement avec les paramètres du sol

	A	R	pH	CE	H%
Station 1	19	10	8.03 ±0.30	0.323375 ±0.12	10.01 ±3.40
Station2	46	23	8.10 ±0.16	0.509625 ±0.56	9.17 ±4.22
Station 3	44	18	7.84 ±0.15	0.87 ±0.70	7.52 ±3.63
Station 4	50	17	8.03 ±0.012	0.93625 ±0.75	9.07 ±4.23
Station 5	35	15	7.96 ±0.13	0.90875 ±0.74	8.9 ±3.45

étudiés à El Meridj

Tableau : relation richesse et abondance du peuplement avec les paramètres du sol étudiés à Boukhadhra

	A	R	pH	CE	H%
Station 1	14	8	7.85 ±0.29	0.32166 ±4.02	13.25 ±6.75
Station2	26	13	7.86 ±0.14	0.6117 ±0.24	11.08 ±2.05
Station 3	22	7	7.96 ±0.22	0.4004 ±5.99	3.87 ±1.98
Station 4	203	21	8.08 ±0.17	0.363 ±0.25	12.02 ±2.86
Station 5	22	12	7.77 ±0.27	0.5458 ±0.003	7.25 ±1.67

Tableau :Matrice de statistique à Boukhadhra

	PH	CE	H%	Calcaire T	Calcaire A	C%	MO%
Station 1-1	7.58	0.835	14	31.84	0.04	4.71	8.10
Station 1-2	8.29	0.213	8	19.32			
Station 1-3	7.58	1.6985	24	9.85			
Station 1-4	7.95	10.12	7	***			
Station 2-1	7.62	0.541	4.5	30.71	0.013	5.1	8.77
Station 2-2	7.91	0.239	1	18.19			
Station 2-3	7.90	0.792	6.5	13.64			
Station 2-4	8.01	0.875	3.5	****			
Station 3-1	7.74	0.524	12	23.85	0.033	5.26	7.32
Station 3-2	8.15	0.27	11	22.8			
Station 3-3	8.04	0.843	16.5	17.05			
Station 3-4	7.94	14.38	8.6	****			
Station 4-1	8.06	0.331	9	30.7	0.032	5.64	9.70
Station 4-2	8.29	0.132	5	27.28			
Station 4-3	7.81	0.7915	9.5	18.18			
Station 4-4	8.18	0.198	5.5	****			
Station 5-1	7.89	0.532	10.76	18.02	0.035	5.98	10.28
Station 5-2	8.01	0.1785	7.5	30.69			
Station 5-3	7.31	0.843	13.1	20.46			
Station 5-4	7.89	0.63	6.62	*****			

Tableau : Matrice de statistique à EL-Meridj

	PH	CE	H%	Calcaire T	Calcaire A	C%	MO%
Station 1-1	7.77	0.2135	12	23.88	0.017	4.92	8.46
Station 1-2	7.70	0.201	10.05	11.35			
Station1-3	8.31	0.482	13.5	23.9			
Station 1-4	8.37	0.397	4.5	****			
Station 2-1	7.93	0.1105	12	38.7	0.031	5.1	8.77
Station 2-2	8.13	0.104	7.7	15.9			
Station 2-3	7.99	1.483	14	37.52			
Station2-4	8.37	0.341	3	****			
Station 3-1	7.90	0.112	13	20.5	0.028	4.68	8.04
Station 3-2	7.88	0.183	8.6	13.64			
Station 3-3	7.99	1.570	4	14.77			
Station 3-4	7.59	1.615	4.5	****			
Station 4-1	8.02	0.173	16.3	23.88	0.017	5.28	9.08
Station 4-2	8.03	0.208	7.5	21.6			
Station 4-3	8.05	1.554	5.5	23.87			
Station 4-4	8.04	1.810	7	****			
Station 5-1	8.03	0.127	13	25.01	0.019	2.52	9.49
Station 5-2	7.73	0.201	11.6	7.95			
Station 5-3	8.07	1.613	5	25.01			
Station 5-4	8.02	1.694	6	****			



Nothrus sylvestres sp.



Frankliniella occidentalis sp.



Calyptostoma sp.



Entomborya multifasciata sp



Solenopsis sp.