



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



Université de Larbi Tébessi -Tébessa-

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

Filière : Ecologie et Environnement

Option : Ecologie

Thème

Contribution à l'étude de l'effet des incendies
sur la faune de la litière d'un écosystème
forestier de la région de Tébessa

Présenté par

Chebaiki Ouafa

Devant le jury

Mme Sbiki M.	Présidente	MCB Univ. De Tébessa
Mme Hioun S.	Examinatrice	MAA Univ. De Tébessa
Mme Bouguessa Cheriak L.	Promotrice	MCA Univ. De Tébessa

Date de soutenance : 15/06/2022

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciement

Nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

*Je tiens à remercier la promotrice « **Dr. Bouguessa - Cheriak Linda** » pour son aide sincère, ses précieuses observations scientifiques, ses discussions sérieuses et ses grands encouragements à mon égard, sans oublier les enseignants de la faculté des sciences exactes, et des sciences de la nature et de la vie,*

Et tous ceux qui m'ont aidé à accomplir ce travail de près ou de loin

*Nos remerciements s'adressent aussi à **Mr Bouguessa Slim** pour ces remarques et qui nous a aidé dans les analyses statistiques.*

*Je remercie chaleureusement les membres du Jury composé de **Mme Sbihi M et Mme Hioun S**. En plus de **Mme Linda** et monsieur **Hacene** qui m'ont aidé dans mon travail de laboratoire, ainsi que tous les employés de la circonscription des forêts de Tébessa et du district forestier de Chéria en particulier le directeur monsieur **Bouaroudj, Soltan, El Sebt, El Hadhba, Ibtissam...** qui m'ont accompagné lors des sorties sur le terrain et m'ont apporté leur vaste expérience dans le domaine.*

Veillez accepter ma plus haute considération et mon respect

Chebaiki Ouafa

Dédicace

Tout d'abord, je remercie Dieu Tout-Puissant de m'avoir accordé toute la patience et le succès pour terminer le travail, que je consacre à mon tour à :

Ceux qui sont satisfaits de Dieu sont ceux qui sont satisfaits d'eux :

** À la dame des femmes, à la grande dans sa tendresse et sa tendresse, à la lumière et à la joie de vivre , a celle qui nous a donné de son âme pour garder nos âmes : ma mère **Souad**.*

** Au meilleur des parents, mon soutien et le bien-aimé de mon cœur, qui a été grand dans son don, à la lumière et à la joie de vivre.*

** A celui qui a sacrifié le plus précieux et le plus précieux pour nous : mon père **Mounir**.*

** A toute ma famille, ma soeur unique **Sihem** et mes frères **Salem** et **Raouf**.*

** À tous les amis sur tous : **Chames, Kfiouloud, Samra, Ibtissam** et **Asma**.*

Et à tous ceux qui nous ont aidé à accomplir ce travail de près ou de loin..

Résumé

Notre étude a lieu durant la période du 15 Décembre 2021 au 29 mars 2022 dans L'écosystème forestier à *Pinus halepensis* incendié et non incendié de la région de Tebessa. Les sites de cette étude sont : Djebel Anouel (Tebessa), Djebel Thala (Tebessa), Djebel El Radama-sud (Cheria) et Djebel El Moured (Ogla) représentés par des stations. Le but est de connaître l'effet de feu sur la faune de la litière et sur son micro habitat.

Pour cela nous avons inventorié la faune des stations non incendiées puis des stations incendiées puis la comparaison va nous permettre de connaître l'effet du feu. Les résultats obtenus ont permis de constater la présence de 138 individus, répartis en 15 genres & espèces, 12 familles, 08 ordres, 03 classes et un seul embranchement (Arthropoda) dans les sites non incendiés, alors que dans les sites incendiés 115 individus sont recensés appartenant à 13 genres & espèces, 10 familles, 06 ordres 03 classes et un seul embranchement (Arthropoda). Les stations non incendiées sont celles qui ont connu la plus grande richesse spécifique et la plus grande abondance. La comparaison de la granulométrie des sols témoins et des sols incendiés a permis de constater que le feu a eu un effet seulement 3 stations puisqu'elles ont changé de texture après le passage du feu, aucun changement pour le reste. L'analyse comparative des paramètres physico-chimiques des sols des stations incendiées et non incendiées tel que (H%, pH, CE, CaCO₃, MO...etc) a permis d'obtenir les résultats suivants : le feu n'a pas eu d'effet significatif sur le pH, la matière organique l'humidité et le carbone alors que son effet est significativement négatif sur la conductivité électrique et le calcaire actif (sauf à DA2), et le Rapport C/N a faiblement augmenté après l'incendie.

La corrélation entre les facteurs de l'habitat et la richesse et l'abondance de la faune de la litière est constatée dans certaines stations incendiées, d'où la dominance de certaines espèces et la disparition d'autres. Le feu agit donc sur la redistribution des populations pré existante dans l'écosystème forestier étudié.

Mots clés: Tebessa, incendiée, non incendiées, l'écosystème forestier, *Pinus halepensis*.

Abstract

Our study takes place during the period from December 15, 2021 to March 29, 2022 in the burned and unburned *Pinus halepensis* forest ecosystem of the Tebessa region. The sites of this study are: Djebel Anouel (Tebessa), Djebel Thala (Tebessa), Djebel El Radama-south (Cheria) and Djebel El Moured (Ogla) represented by stations. The goal is to know the effect of fire on the fauna of the litter and on its micro habitat.

For this we have inventoried the fauna of the non-burnt stations then the burnt stations then the comparison will allow us to know the effect of the fire.

The results obtained revealed the presence of 138 individuals, divided into 15 genera & species, 12 families, 08 orders, 03 classes and a single phylum (Arthropoda) in the non-burnt sites, while in the burnt sites 115 individuals are listed belonging to 13 genera & species, 10 families, 06 orders 03 classes and also a single phylum (Arthropoda). The stations that were not burned are those that experienced the greatest specific richness and the greatest abundance. The comparison of the granulometry of the control soils and the burnt soils made it possible to note that the fire had an effect only on 3 stations since they changed texture after the passage of the fire, no change for the rest. The comparative analysis of the physico-chemical parameters of the soils of the burned and unburned stations such as (H%, pH, EC, CaCO₃, MO...etc) made it possible to obtain the following results: the fire did not have significant effect on pH, organic matter, humidity and carbon while its effect is significantly negative on electrical conductivity and active limestone (except at DA2), and the C/N ratio has slightly increased after the fire.

The correlation between habitat factors and the richness and abundance of litter fauna is observed in certain burnt stations, hence the dominance of certain species and the disappearance of others. Fire therefore acts on the redistribution of pre-existing populations in the forest ecosystem studied.

Keywords: Tebessa, burned, unburned, forest ecosystem, *Pinus halepensis*.

المخلص

تجري دراستنا خلال الفترة من 15 ديسمبر 2021 إلى 29 مارس 2022 في النظام البيئي لغابات الصنوبر الحلبي المحترقة وغير المحترقة في منطقة تبسة. مواقع هذه الدراسة هي: جبل أنوال (تبسة) ، جبل التلة (تبسة) ، جبل الردامة الجنوبية (الشريعة) و جبل المورد (العقلة) ممثلة بمحطات.. الهدف هو معرفة تأثير النار على حيوانات القمامة وعلى بيئتها الدقيقة.

لهذا قمنا بجرد حيوانات المحطات غير المحترقة ثم المحطات المحترقة ثم المقارنة ستسمح لنا بمعرفة تأثير الحريق كشفت النتائج عن وجود 138 فردًا ، مقسمة إلى 15 جنسًا ونوعًا ، و 12 عائلة ، و 08 رتبة ، و 03 فئة ، وفرعًا واحدًا (مفصليات الأرجل) في المواقع غير المحترقة ، بينما تم إدراج 115 فردًا في المواقع المحترقة. 13 جنسًا ونوعًا ، 10 عائلة ، 06 رتبة ، 03 فئة ، وفرعًا واحدًا (مفصليات الأرجل). المحطات التي لم تُحرق هي تلك التي شهدت ثراءً خاصًا أعظم وأكبر وفرة. مكنت المقارنة بين قياس الحبيبات للتربة الضابطة والتربة المحترقة من ملاحظة أن الحريق كان له تأثير 3 محطات فقط نظرًا لأنها غيرت نسيجها بعد مرور الحريق ، ولم يطرأ أي تغيير على البقية. أتاح التحليل المقارن للمعلمات الفيزيائية والكيميائية لتربة المحطات المحترقة وغير المحترقة مثل: (H%,Ph,CE,CaCO₃,MO...الخ).

الحصول على النتائج التالية: لم يكن للحريق أهمية كبيرة تأثيره على الأس الهيدروجيني والمواد العضوية والرطوبة بشكل والكاربون بينما يكون تأثيره سلبيًا بشكل كبير على التوصيل الكهربائي والحجر الجيري النشط (باستثناء DA2) وزادت نسبة C/N طفيف جدا.

لوحظ الارتباط بين عوامل الموطن و ثراء ووفرة الحيوانات القمامة في بعض المحطات المحترقة ، ومن ثم هيمنة بعض الأنواع واختفاء أنواع أخرى. لذلك تعمل النار على إعادة توزيع المجموعات الموجودة مسبقًا في النظام البيئي للغابات المدروسة.

الكلمات المفتاحية: تبسة ، محترقة ، غير محترقة ، بيئة غابية ، الصنوبر الحلبي .

Table des matières

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction

1. Présentation de la région d'étude09

1.1. Localisation et présentation des sites d'étude.....09

1.2. Raison du choix des sites d'étude.....14

1.3.1. Tebessa.....15

1.3.2. Cheria.....16

1.3.3. El Ogla.....17

2. Matériels et méthodes

2.1. Sur le terrain.....19

2.1.1. Le choix des stations d'étude.....19

2.1.2. Le prélèvement de la litière.....22

2.1.3. Prélèvement du sol.....23

2.2. Au laboratoire.....24

2.3. Etude des paramètres du sol.....25

2.3.1. La granulométrie.....25

2.3.2. L'humidité du sol.....26

2.3.3. Le potentiel hydrogène (pH).....27

2.3.4. La conductivité électrique (CE).....27

2.3.5. Le taux de carbone organique (C).....27

Table des matières

2.3.6. L'azote Total (N).....	27
2.3.7. Le calcaire total (CT) et le calcaire actif (CA).....	27
2.3.8. La Matière organique (MO).....	28
2.4. Analyse des résultats.....	28
2.4.1. Analyse par les indices écologiques.....	28
2.4.1.1. Richesse spécifique (S).....	28
2.4.1.2. L'abondance relative (AR).....	28
2.4.1.3. L'indice de similitude de Jaccard (J).....	29
2.4.1.4. L'indice de diversité Shannon-Weaver (H') et l'indice d'équitabilité (J').....	29
2.4.1.5. Indice de diversité de Simpson.....	30
2.4.2. Analyse statistique.....	31
2.4.2.1. Le test Anova 1 et 2.....	31
2.4.2.2. Le test student.....	31
2.4.2.3. Analyse en Composantes Principales (ACP).....	31
3.Résultats	
3.1. Etude de la faune recensée.....	33
3.1.1. Inventaire de la faune de la litière recensée durant la période de : 15 Décembre 2021 au 29 mars 2022.....	33
3.1.2. La diversité relative des ordres faunistiques capturée dans les sites incendiés durant la période d'étude (15 Décembre 2021 au 29 mars 2022).....	34
3.1.3. Richesse spécifique des stations d'étude incendiées.....	34
3.1.4. La diversité relative des ordres faunistiques capturée dans les sites non incendiées durant la période d'étude (15 Décembre 2021 au 29 mars 2022).....	37
3.1.5. Richesse spécifique des stations d'étude non incendiées.....	37

Table des matières

3.1.2. Écologie de la faune de la litière inventoriée durant la période (15/12/2021-29/03/2022).....	39
3.3. Etude des paramètres du sol.....	47
3.4. Impact des facteurs du sol sur l'abondance et la diversité de la litière dans les stations d'étude.....	58
4. Discussion.....	61
Conclusion.....	66
Références Bibliographiques.....	69

Annexe

Liste des tableaux

Liste des Tableaux

Tableaux	Titre	Page
01	Classification de ph du sol selon le référentiel pédologique.	27
02	Classification du sol selon le taux de calcaire totale.	27
03	Classification du sol selon le taux de la MO.	28
04	Inventaire de la faune recensée dans les sites incendiés durant la période (15 Décembre 2021 au 29 mars 2022).	33
05	Richesse spécifique des stations d'étude incendiées.	35
06	Répartition de la faune la litière de <i>Pinus halepensis</i> sur les stations d'étude incendiées au cours de la période d'étude (15 Décembre 2021 au 29 mars 2022).	35
07	Inventaire de la faune de la litière recensée dans les stations témoins (non incendiées) durant la période d'étude (15 Décembre 2021 au 29 mars 2022).	36
08	Richesse spécifique des stations d'étude témoins (non incendiées).	38
09	Répartition de la faune la litière de <i>Pinus halepensis</i> sur les stations d'étude non incendiées au cours de la période d'étude) 15 Décembre 2021 au 29 mars 2022.	38
10	L'abondance de la faune recensée dans les sites d'étude incendiés.	39
11	Répartition de l'abondance spécifique de la faune la litière de <i>Pinus halepensis</i> dans les stations d'étude incendiées au cours de la période d'étude (15 Décembre 2021 au 29 mars 2022).	40
12	L'abondance de la faune recensée dans les sites d'étude non incendiés.	42
13	Répartition de l'abondance spécifique de la faune la litière de <i>Pinus halepensis</i> dans les stations d'étude non incendiées au cours de la période d'étude (15 Décembre 2021 au 29 mars 2022).	42
14	L'indice de diversité de Shannon Weaver, l'indice de Simpson, la dominance et l'équitabilité du peuplement faunistique dans les stations d'étude incendiées.	44
15	L'indice de diversité de Shannon Weaver, l'indice de simpson, la dominance et l'équitabilité du peuplement faunistique dans les stations d'étude non incendiées.	45
16	La composition de la litière dans les sites d'étude.	46
17	Pourcentages des principaux constituants et types des sols dans les stations d'étude incendiées.	47
18	Pourcentages des principaux constituants des sols dans les stations non incendiées.	48
19	L'humidité du sol dans les stations incendiées.	50
20	L'humidité du sol dans les sites non incendiées.	50
21	Le pH du sol des stations incendiées.	51

Liste des tableaux

22	Le pH du sol dans les stations non incendiées.	51
23	La conductivité du sol dans les sites incendiés.	52
24	La conductivité du sol dans les sites non incendiés.	52
25	Calcaire total du sol dans les sites incendiés.	53
26	Calcaire total du sol dans les sites non incendiés.	54
27	Valeurs du calcaire actif dans les sols incendiés des stations d'étude.	54
28	Valeurs du calcaire actif dans les sols non incendiés des stations d'étude.	55
29	Taux de carbone organique (C) ,l'azote totale (N) et le rapport C/N dans les sols incendiés des station d'ètude .	56
30	Taux de carbone organique (C) ,l'azote totale (N) et le rapport C/N dans les sols non incendiés des stations d'ètude .	57

Liste des figures

Liste des Figures

Figure	Titre	Page
01	La région de Tébessa en Algérie.	9
02	Sols de la région de la wilaya de Tébessa (Source : extrait de la carte des sols d'Algérie. 1/500.000.	11
03	Climagramme d'Emberger de la région d'étude.	12
04	Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Tébessa pour la période 1972-2018.	13
05	La situation géographique des lieux d'étude dans la wilaya de Tébessa.	14
06	Localisation de Djebel Anouel.	15
07	Localisation de Djebel Thala.	16
08	Localisation de Djebel El Radama sud.	17
09	Localisation de Djebel El Moured.	17
10	La station de DA1 incendiée.	20
11	La station de DA I non incendiée.	20
12	La station de DT1 incendiée.	21
13	La station de DT1non incendiée.	21
14	La station de DRI incendiée.	21
15	La station de DR1 non incendiée.	21
16	La station de DM incendiée.	22
17	La station DM non incendiée .	22
18	La litière de DA1 incendiée.	22
19	La litière de DA1 non incendiée.	22
20	Le sol de la station de DRI incendiée.	23
21	Le sol de la station de DR1non incendiée.	23
22	Le sol de DA1 non incendiée.	23
23	La litière dans le dispositif Berlese.	24
24	Clés de détermination des espèces.	24
25	Les bouteilles utilisées dans l'étude de la texture du sol.	25
26	Le triangle de texture de l'USDA.	26
27	Échantillons du sol après le séchage à l'étuve.	26
28	La diversité relative des ordres de la faune des stations incendiées.	34

Liste des figures

29	La diversité relative des ordres de la faune des stations non incendiées.	37
30	L'abondance relative de la faune de la litière du <i>Pinus halepensis</i> en fonction des espèces forestières dans les sites incendiés.	41
31	L'abondance relative de la faune de la litière du <i>Pinus halepensis</i> en fonction des espèces forestières dans les sites non incendiés.	43
32	Texture des sols dans les stations incendiées.	48
33	Texture des sols dans les stations non incendiées.	49
34	Représentation des paramètres du sol en relation avec l'abondance et la richesse spécifique dans les sites incendiés.	58
35	Représentation des paramètres du sol en relation avec l'abondance et la richesse spécifique dans les stations non incendiées (témoins).	59

Liste des abréviations

Liste des abréviations

(-): Absence des individus.

(+): Présence des individus.

<: inférieur.

>: supérieur.

° C: Degré Celsius.

1: station 1 .

2 : station 2.

ACP: Analyse en Composantes Principales.

an: année.

ANOVA: analysis de la variance.

AR%: Abondance relative.

C: Carbone.

CA: Calcaire actif.

Ca²⁺: ion calcium.

CaCO₃: Carbonate de calcium.

CE: La conductivité électrique.

cm: centimeter.

CPCS : Commission de Pédologie et de Cartographie des sols.

CT: Calcaire total.

D: Dominance.

DA1: Djebel Anouel.

DA2: Djebel Anouel.

Liste des abréviations

DGF: Direction générale des forêts.

Dj: Djebel.

DM: Djebel El Moured.

DR1: Djebel El Radama-sud.

DR2: Djebel El Radama-sud.

DT1: Djebel Thala.

DT2: Djebel Thala.

E:Est.

FAO: Food and Agricultural Organization.

Fig:Figure.

GEPPA: Groupement d'étude de pédologie pure et appliquée.

H (%) : Humidité.

H:heure.

ha: hectare.

J': L'indice d'équitabilité.

J:Indice de jaccard.

K⁺: ion potassium.

Km: kilometer.

H':L'Indice de diversité Shannon-Weaver.

m:mètre.

m²:mètre carré.

Mg²⁺: ion magnésium.

mm: millième de mètre.

Liste des abréviations

MO: Matière organique.

N: Azote.

N: Abondance.

N: Nord.

Na⁺: ion sodium.

Ph: Le potentiel hydrogène.

%: pour cent.

S: Richesse spécifique.

Sp: espece.

Tab: Tableau.

USDA : United States Department of Agriculture.

Introduction

INTRODUCTION

Le feu représente le premier péril naturel pour les forêts et les zones boisées du bassin méditerranéen. Il détruit plus d'arbres que toutes les autres calamités naturelles - attaques de parasites, insectes, tornades, gelées, etc... (**Alexandrian *et al.*, 1998**).

Le feu est un élément fondamental et naturel du fonctionnement de nombreux écosystèmes forestiers. Pendant des millénaires les être humains ont utilisé le feu comme outil de gestion des terres. C'est l'une des forces naturelles qui a influencé les communautés végétales au fil des siècles et, comme processus naturel, il exerce une importante fonction dans le maintien de la santé de certains écosystèmes. Cependant, depuis la deuxième moitié du XXe siècle, en raison de changements survenus dans le rapport homme-feu et de la fréquence accrue du phénomène El Niño, les incendies constituent une grave menace pour de nombreuses forêts et pour la biodiversité qu'elles renferment. Les forêts tropicales ombrophiles et les forêts de brouillard, où les incendies prennent rarement de grandes proportions, ont été dévastées par le feu au cours des années 80 et 90 (**FAO, 2001**).

L'incendie est une combustion qui se développe sans contrôle dans le temps ni dans l'espace. La combustion est une réaction chimique d'oxydation d'un combustible par un comburant, nécessitant une source d'énergie pour être initiée. Pour que « ça brûle », il faut donc du combustible, du comburant et une source d'énergie. C'est ce que l'on appelle le « triangle du feu ». Il s'agit d'un symbole souvent utilisé pour afficher les liens, nécessaires au feu, entre combustible, oxydant, et chaleur (**Sauce, 2009**).

Les incendies de forêt influencent de nombreuses façons la diversité biologique. A l'échelle mondiale, ils sont une importante source d'émissions de carbone et contribuent au réchauffement de la planète, ce qui pourrait entraîner des changements dans la biodiversité. Aux niveaux régional et local, ils modifient le volume de la biomasse, altèrent le cycle hydrologique avec des retombées sur les systèmes marins comme les récifs coralliens, et influencent le cycle de vie des végétaux et des animaux. La fumée dégagée par les forêts en flammes peut réduire de façon notable l'activité photosynthétique (**Davies & Unam, 1999**) et compromet souvent la santé des êtres humains et des animaux.

Dans le bassin méditerranéen les incendies, qui sont considérés comme étant les facteurs principaux de perturbation des écosystèmes forestiers (**Trabaud, 1984; Naveh, 1990, Meddour *et al.*, 2009**), sont généralement liés aux facteurs du climat et de la végétation. En effet, le climat

INTRODUCTION

méditerranéen, sauf aux dernières semaines d'automne, en hiver et aux premières semaines de printemps, est généralement chaud et sec, ce qui rend le sol et la végétation secs (Naveh, 1990). Lorsque ceci est couplé avec la végétation présentant des caractéristiques d'adaptation à la sécheresse telles que sclérophyllielles (chêne vert), la production des résines (pins), les conditions de déclenchement des feux sont favorisées.

Sur l'ensemble des facteurs d'agressions de la forêt en Algérie, les feux de forêt sont le facteur de dégradation le plus dévastateur par ses pertes dues à son intensité et à sa brutalité qui touchent des grandes superficies forestières et pré forestières dans des courtes périodes. Ses conséquences s'observent sur le niveau environnemental ou écologique, social et économique. Les statistiques montrent qu'entre 1962 et 2012, environ 1.7 million ha de forêts, maquis et broussailles ont été incendiés, soit une moyenne de 30 000 ha chaque année (DGF, 2012).

Les feux de forêt sont un phénomène naturel et récurrent en Algérie, particulièrement durant les deux dernières décennies. Si le feu est certes un agent de destruction, il est également un agent de renouvellement naturel des forêts (Benhanifia *et al.*, 2004). De nombreuses espèces présentes avant le feu réapparaissent après la perturbation, pour autant qu'il y ait présence de graines, d'un lit de germination favorable et de bonnes conditions climatiques (Soshany *et al.*, 1995).

En Algérie, la pinède à *Pinus halepensis* est la communauté végétale la plus touchée par l'incendie avec 48,36 % de la superficie forestière brûlée entre 1985 et 2010 et un maximum de 9 104 ha en 1994 (Meddour-Sahar & Derridj, 2010).

Le pin d'Alep a une mauvaise réputation parce qu'il est supposé « faciliter » les incendies. Effectivement, cette espèce est plus inflammable que les autres pins (Ganteaume *et al.*, 2013) et comme l'écorce est fine, l'arbre est souvent tué par le passage d'un feu même de faible intensité.

Le pin d'Alep se régénère facilement en absence du feu (Boudy, 1952; Trabaud, 1995). Les plantules, sans forte concurrence, peuvent se développer en sous-bois si le recouvrement de la végétation est inférieure à 75% et donner un taux assez élevé de germination (Acherar *et al.*, 1984 ; Trabaud *et al.* 1985 et Thanos *et al.* ;1989). Cependant tous les auteurs s'accordent sur le fait qu'après incendie, le pin d'Alep envahit rapidement les terrains laissés libres par le passage du feu sur de grandes surfaces (Trabaud *et al.*, 1985; Barbero *et al.*, 1987).

INTRODUCTION

Les incendies de forêts représentent des facteurs de perturbation majeurs pour les différentes composantes des écosystèmes terrestres y compris le sol. Les diverses évolutions survenant sur les propriétés du sol après le passage des incendies peuvent avoir des implications importantes sur plusieurs processus critiques tels que les cycles hydrologiques et biogéochimiques, et par conséquent la dynamique à long terme des écosystèmes forestiers (**DeBano *et al.*, 1998 ; Neary *et al.*, 1999 ; Certini, 2005**). L'on distingue deux catégories de base pour les feux de forêts : les feux contrôlés et les incendies proprement dits. Les feux contrôlés constituent des pratiques courantes d'aménagement effectuées souvent pour réduire les niveaux de combustibles afin d'éviter le déclenchement des incendies de forêts. Quant aux incendies, ils sont des feux non maîtrisés en forêts qui sont dus à l'origine soit naturelle soit anthropique, et qui se distinguent généralement des feux contrôlés par leurs températures très élevées de combustion (**DeBano *et al.*, 1998**).

Le rôle des feux de forêts dans la dégradation des écosystèmes forestiers est bien attesté et se caractérise par la destruction de la végétation conduisant de plus en plus aux pertes des sols et d'éléments nutritifs par lessivage et érosion (**Chandler *et al.*, 1983**). Les effets des feux sur les propriétés (chimiques, physiques, biologiques) des sols forestiers varient selon de nombreux facteurs tels que l'intensité et la durée de l'incendie, le type de sol, l'humidité du sol au moment de l'incendie, et la durée et l'intensité des événements après le feu comme les précipitations.

Le sol forestier proprement dit est un mélange de terre nivéale et d'humus reposant sur la roche mère (**Boudy, 1952**).

Ecologiquement, le terme litière a deux significations : la couche de matière végétale morte présente à la surface du sol ou la matière végétale morte détachée d'une plante vivante (**Anderson & Ingram, 1983**). Les additions annuelles de feuillage et des branches sont incorporées à l'humus forestier et éventuellement une portion s'incorpore à la matière organique du sol (**Muderhwa, 2009**).

La litière provenant d'espèces typiques des écosystèmes productifs (herbes, espèces à feuilles caduques) se décompose généralement plus rapidement que celle provenant des écosystèmes à base des conifères qui sont généralement moins productifs (**Cornelissen, 1996; Perez-Harguindeguy *et al.*, 2000**).

INTRODUCTION

Le feu détruit aussi la litière de feuilles et la communauté d'arthropodes qui lui est associée, réduisant ultérieurement l'approvisionnement en aliments pour les omnivores et les carnivores (**Kinnaird & O'Brien, 1998**).

Dans les forêts où le feu ne constitue pas une perturbation naturelle, il peut avoir des effets dévastateurs sur les vertébrés et invertébrés vivant dans la forêt - non seulement en provoquant directement leur mort, mais aussi par des effets indirects à plus long terme comme le stress et la perte d'habitat, de territoire, d'abri et d'aliments. La perte d'organismes clés dans les écosystèmes forestiers, comme les invertébrés, les pollinisateurs et les décomposeurs, peut ralentir considérablement la régénération de la forêt (**Boer, 1989**).

Les incendies forestiers détruisent la végétation, initient le processus de régénération après feu, changent les propriétés chimiques du sol et affectent les populations animales (**Rowe & Scotter, 1973; Danks & Footitt, 1989; Bergeron, 1991**). L'impact des feux de forêt n'est pas uniforme et les communautés animales et végétales recolonisent la mosaïque forestière en se répartissant selon leur niveau de tolérance et leurs exigences spécifiques.

Les feux de forêts touchent les organismes vivants du sol de façon, soit directe soit indirecte. Le chauffage du sol affecte directement les microorganismes, soit en les tuant soit en altérant leurs fonctions reproductives. Quant aux effets indirects, ils provoquent habituellement des changements à long terme pour l'environnement du sol ce qui a une incidence sur le bien-être des organismes biologiques du sol. Il y a une modification de la MO (source d'énergie) ce qui peut augmenter (ou diminuer) la disponibilité des nutriments et donc affecter la croissance microbienne. La concurrence pour l'habitat, l'approvisionnement en nutriments et d'autres changements plus subtils affectent également le rétablissement et la succession des plantes et des animaux (**Verma, et al., 2012**). Bien que la relation entre le chauffage du sol et les populations microbiennes du sol soit complexe, il apparaît que la durée du chauffage, les températures maximales atteintes, et la teneur en eau du sol affectent les réponses microbiennes (**Dunn, et al., 1985**). Les groupes microbiens diffèrent sensiblement par leur sensibilité à la température et les bactéries nitrifiantes sont particulièrement sensibles à la chaleur du sol. Les populations de microorganismes physiologiquement actives dans les sols humides sont plus sensibles que les populations dormantes dans les sols secs (**DeBano, 1991**). Les endomycorhizes et ectomycorhizes sont aussi touchées par l'échauffement du sol lors des incendies.

INTRODUCTION

La faune du sol est très riche, et de nombreux travaux lui ont été consacrés (**Coineau, 1974; Bachelier, 1978 ; Toutain, 1981 ; Soddy *et al.*, 1984 ; Flogatis & Blandin, 1985 ; Bayartogtokh, 2001 ; Satanuszek, 2001**). Les représentants de cette faune ont un rôle dans la genèse et la dynamique des sols dans les cycles biogéochimiques et par la suite dans le développement des plantes indispensables au maintien de la vie sur terre.

Globalement la faune du sol peut être classée en quatre catégories, selon la taille des organismes qui la composent :

- La microfaune (Protozoaires et Rotateurs)
- La méso faune (Nématodes, Tardigrades, Acariens, Protours Collembolés)
- La macrofaune (Enchytréides, Gastéropodes, Diplopodes, Chilopodes, Isopodes, Larve de Diptères, Autre insecte et Aranéides)
- La mégafaune (Lumbricidés et Vertébrés) (**Gobat *et al.*, 2003**)

La microfaune qui a une longueur entre (<0,2 mm), regroupe principalement des microorganismes ayant besoin d'eau liquide pour vivre. On y trouve des protozoaires, grands consommateurs de bactéries, ils induisent le maintien de la jeunesse des populations de bactéries, celle-ci devant se reproduire pour pallier à cette prédation.

La méso faune, dont la longueur varie entre 0,2 et 4 mm avec un diamètre de 0,1 à 2 mm. Dont essentiellement les Nématodes (Vers ne présentant pas de segmentation) interviennent dans la première phase de décomposition des végétaux en les brisant, ce qui facilite ensuite l'action des bactéries et des champignons. Ils participent aussi au brassage des horizons, activant la remontée des éléments minéraux vers la surface (**Martins *et al.*, 2015**).

Les jeunes larves de macro arthropodes entrent généralement dans la catégorie de la macrofaune qui joue un rôle majeure dans la fertilité du sol (le bioturbation) en transportant les éléments nutritifs au sein d'un compartiment d'un écosystème ou entre les différents compartiments d'un écosystème (**Nadama, 2006**).

Cette étude a pour buts:

1. Connaître la richesse et l'écologie de la faune de la litière des stations incendiées et des stations non incendiées, puis étudier l'impact du feu sur la distribution du peuplement par comparaison entre les résultats obtenus dans les deux cas.
2. Étudier quelques paramètres pédologiques dans les stations incendiées et non incendiées puis pas comparaison connaître l'effet du feu sur les différents sols étudiés.

INTRODUCTION

3. Par des méthodes statistiques en rassemblant la faune et les paramètres du sol étudiés dans les stations incendiées et dans les stations non incendiées nous étudierons l'impact du feu sur ces milieux.

Notre travail est divisé en quatre chapitres. Le premier représente la région d'étude sur les plans géographique et climatologique, le second est consacré à la méthodologie de travail utilisées sur le terrain et au laboratoire, le troisième comprends les résultats obtenus et dans le quatrième nous discuterons nos résultats par des comparaisons avec d'autres travaux et nous terminerons par une conclusion générale qui sera suivie par la présentation des les références bibliographiques.

Chapitre I
Présentation de la région
D'étude

Chapitre I :Presentation de la region d'étude.

1.1. Localisation et présentation des sites d'étude

1.1.1. Situation géographique

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 (**Fig.01**).

La wilaya de Tébessa est limitée :

- *Au Nord par la wilaya de Souk-Ahras.
- *Au Nord-Ouest par la wilaya de Oum-El Bouaghi et de Khenchela.
- *A l'Est par la Tunisie (sur 300 kms de frontières).
- *Au Sud par la wilaya d'El- Oued.



Figure 01 : La région de Tébessa en Algérie (Source Google, 2015).

1.1.2. Le relief

Par sa situation géographique, la wilaya de Tébessa chevauche sur des domaines physiques différents:

- Au Nord, le domaine Atlasique à structure plissée constituée par les Monts de Tébessa dont les sommets culminent au-dessus de 1500m (Djebel Azmor), 1472m (Djebel Dyr), 1277m (Djebel Kmakem) et 1358m (Djebel Onk).

- Les Hauts plateaux qui offrent des paysages couverts d'une végétation steppique à base d'Alfa et l'Armoise (Plateau de Dermoun, Saf-Saf El Ouessra et Berzeguen).
- les Hautes plaines encaissées et encadrées par les reliefs décrits précédemment, sont les plaines de Tébessa, Morst, Mchental et Bhiretlarneb.
- Au Sud, le domaine saharien à structure tabulaire constitué par le plateau saharien qui prend naissance au-delà de la flexure méridionale de l'Atlas saharien (Sud du Debalj Onk) **(Bouguessa-cheriak, 2017)**.

1.1.3. Le sol

Les sols steppiques sont peu profonds et pauvres en matière organique, caractérisés par une forte sensibilité à l'érosion et à la dégradation. Les bons sols sont destinés à une céréaliculture aléatoire et se localisent dans les dépressions, les lits d'oued, les dayas et les piémonts de montagne du fait que leur endroit permet une accumulation d'éléments fins et d'eau.

Selon **Halitim (1988)** les principaux types de sols selon la CPCS (1967) sont les suivants:

1. Les sols minéraux bruts d'érosion
2. Les sols peu évolués d'apport éolien et d'apport alluvial
3. Les sols calcimagnésiques
4. Les sols halomorphes
5. Les sols isohumiques

Selon **Benmahmoud-Khattabi (2012)** Les principaux types de sol de la wilaya de Tébessa sont : sols calcaires, sols alluviaux limoneux, sols d'apports éoliens érodés, sols minéraux brut (roche mère) **(Fig.02)**.

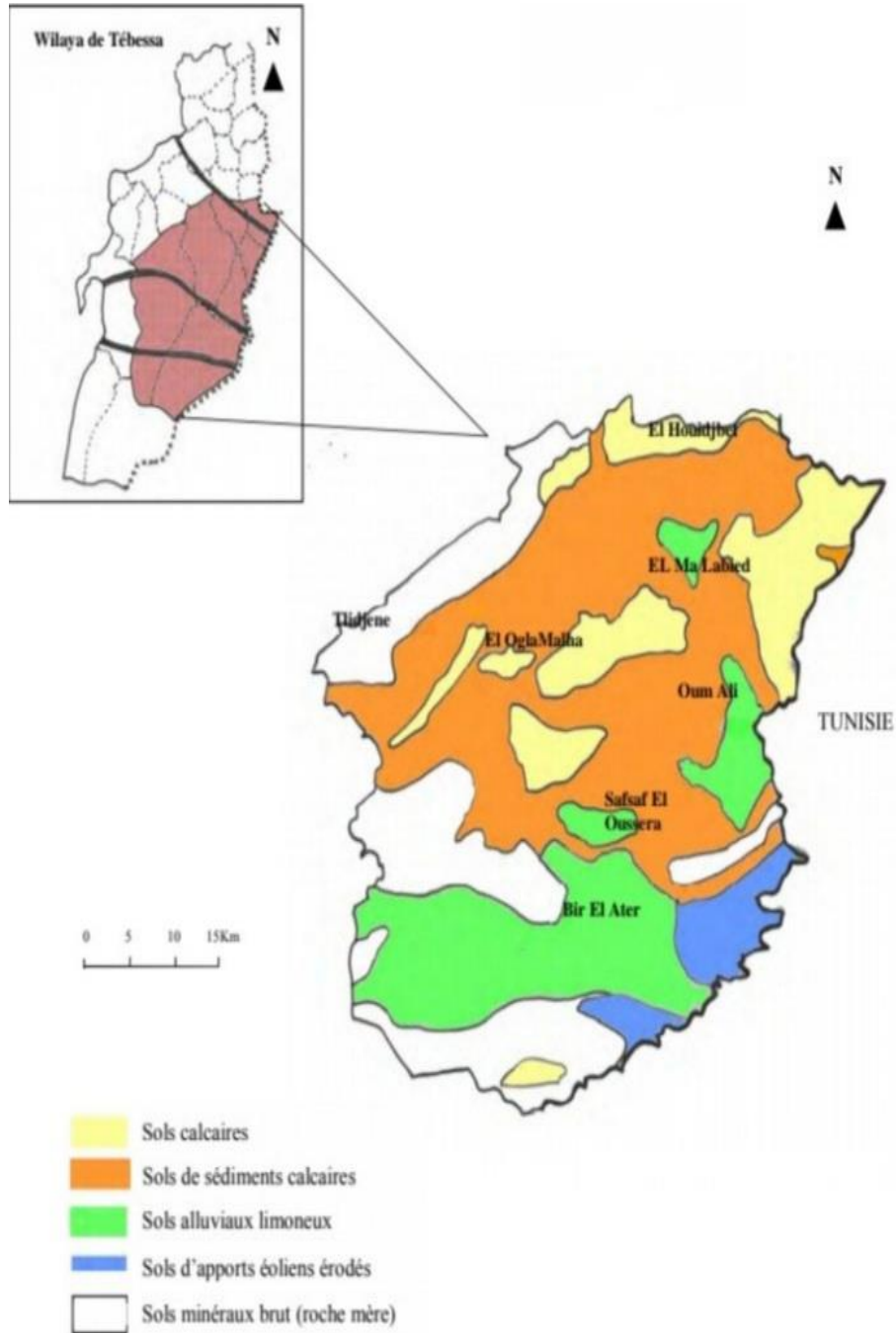


Figure 02 : Sols de la région de la wilaya de Tébessa Source : extrait de la carte des sols d'Algérie. 1/500.000. (Benmahmoud- Khattabi, 2012).

1.1.4. Hydrologie

Tébessa chevauche deux grands systèmes hydrographiques :

- 1) Le Bassin versant de Oued Medjerda , lui-même subdivisé en 04 sous bassins couvrant la partie Nord de la Wilaya où l'écoulement y est exoréique, il est assuré par une multitude de cours d'eau dont les plus importants sont : Oued Mellague, Oued chabro, Oued Serdies, Oued Kebir.

2) Le bassin versant d'Oued Melghir, qui couvre la partie Sud de la Wilaya, l'écoulement y est endoréique, il est drainé par Oued cheria, Oued Helail, Oued Mechra, Oued Saf-Saf, Oued Gheznet, Oued Djarech, Oued Sendess, qui aboutissent et alimentent les zones d'épandage situées au Sud (Benarfa, 2005).

1.1.5. Les Facteurs climatiques

Avec un quotient pluviométrique d'Emberger de 39, 26, la wilaya de Tébessa appartient au climat semi-aride sec à hiver frais (Fig.03).

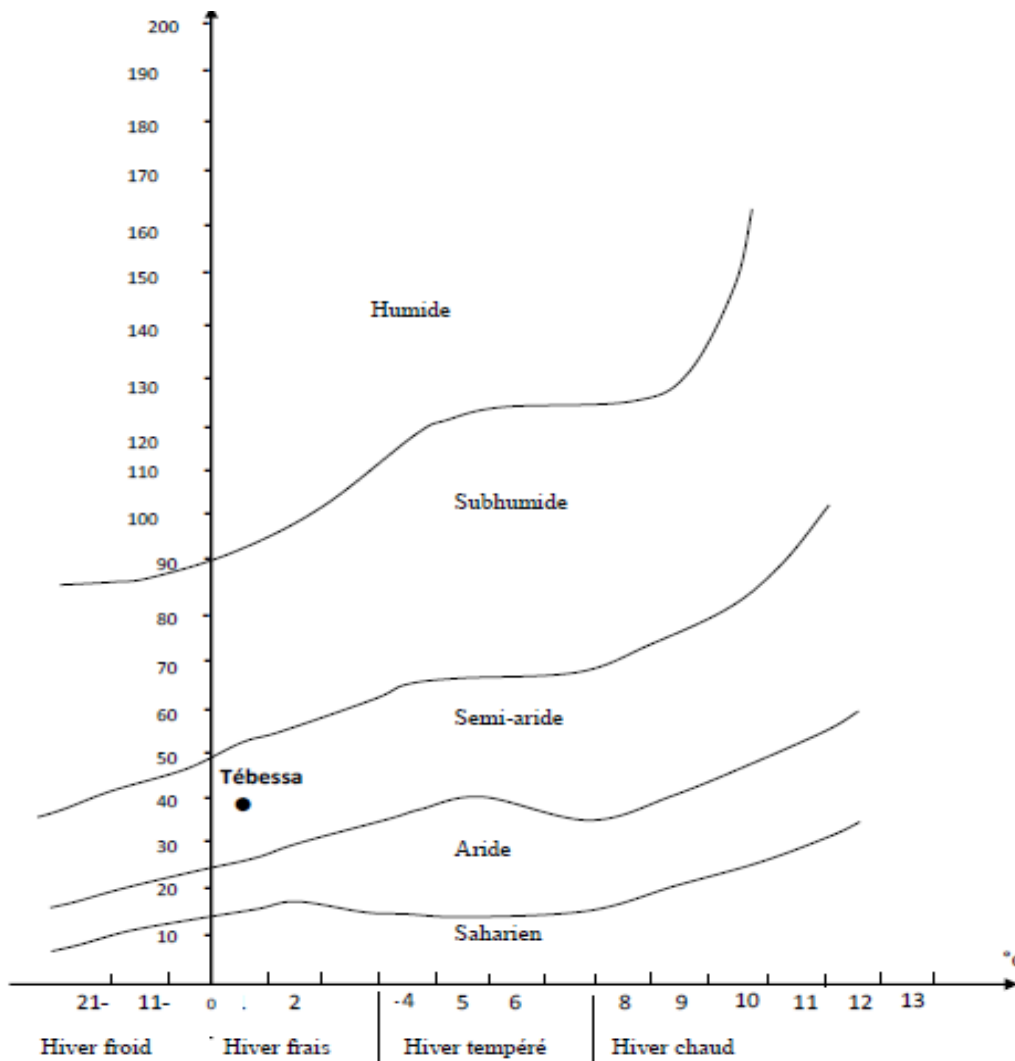


Figure 03: Climagramme d'Emberger de la région d'étude.

Étant une zone de transition météorologique, avec présence d'un nombre important de phénomènes (gelée, grêle, crue, vent violent, la wilaya de Tébessa se distingue par quatre (04) étages bioclimatiques (sous étages):

- Le semi-aride supérieur (400 à 500 mm/an) : très peu étendu il ne couvre que quelques îlots limités aux sommets de quelques reliefs (Djebel serdies et Djebel Bouroumane)
- Le semi-aride (300 à 400 mm/an) : représenté par les sous étages frais et froid, il couvre toute la partie Nord de la Wilaya.
- Le sub-aride (200 à 300 mm/an) : il couvre les plateaux steppiques de Oum Ali, Saf Saf El Ouessera, Tlidge et Bir El Ater.
- L'aride ou le Saharien doux (>200mm/ an) : il commence et s'étend au-delà de l'Atlas saharien et couvre les plateaux de Negrine et Ferkane (**Benmahmoud-Khattabi, 2012**).

1.1.6. La Synthèse climatique

Dajoz (1985), montre que les différents facteurs climatiques n'agissent pas indépendamment les uns des autres. Il est donc nécessaire d'étudier l'impact de la combinaison de ces facteurs sur le milieu. De ce fait, il est très important de caractériser le climat de la région d'étude par une synthèse climatique. Pour cela, le diagramme ombrothermique de **Bagnouls & Gaussen (1953)**.

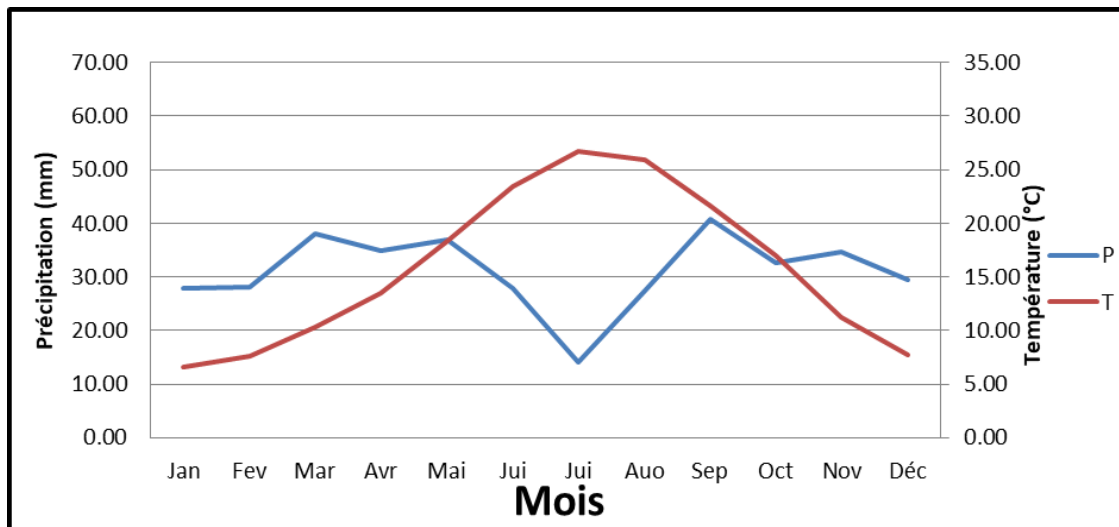


Figure 04: Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Tébessa pour la période 1972-2018 (**Smati & Bakhouche, 2018**).

Sur le plan climatique, d'après les données climatologiques de Tébessa sur une période de 46 ans (1972- 2018), analysées par **Smati & Bakhouche (2018)**, la zone d'étude est soumise à un climat semi-aride avec des températures moyennes annuelles de 15,84°C et des précipitations moyennes annuelles de 371 mm. L'indice de De Martonne est de 14,43

traduisant la présence d'un climat semi-aride. Le diagramme ombrothermique révèle une période humide qui s'étend du mois de Novembre jusqu'au mois d'Avril et une autre sèche, se situant entre les mois de Mai et Octobre .

1.2. Raison du choix des sites d'étude

Dans cette étude, nous avons choisi Tebessa, Cheria et l'Ogla ,en raison de la présence de forêts incendiés et la prospection a lieu dans les sites de Djebel Anouel et Djebel Thala à Tebessa, à Djebel El Radama sud à Cheria et à Djebel El Moured à El Ogla.

Tebessa ,Cheria el El Ogla appartiennent géographiquement à la wilaya de Tebessa comme représenté sur la carte ci-dessous (**Fig.05**).



Figure 05:La situation géographique des lieux d'étude dans la wilaya de Tebessa
(Source Google).

1.3.1. Tebessa :

Entourée par les monts de Tébessa, Tébessa se trouve au nord du djebel Doukane et domine le bassin de l'oued Mellègue. La ville est bâtie sur un site de contact montagne - plaine, elle s'étend sur le versant rocheux et dans la plaine. Deux sites sont choisis pour cette etude.

1.3.1.1. Site 1: Djebel Anouel:

Est situé à Tébessa, (Latitude: 35°20'4.16" et longitude : 8°4'44.64") (<https://dz.geoview.info/>). D'une Superficie de 1682 ha, et d'un pic altitudinal de 1513 mètres il est recouvert par une végétation composée de Pin d'Alep , Chêne vert,Genévrier oxycédre et de Romarin. La faune existante dans ce site est: la perdrix , le chacal ,le sanglier et le renard (Anonyme,2022).

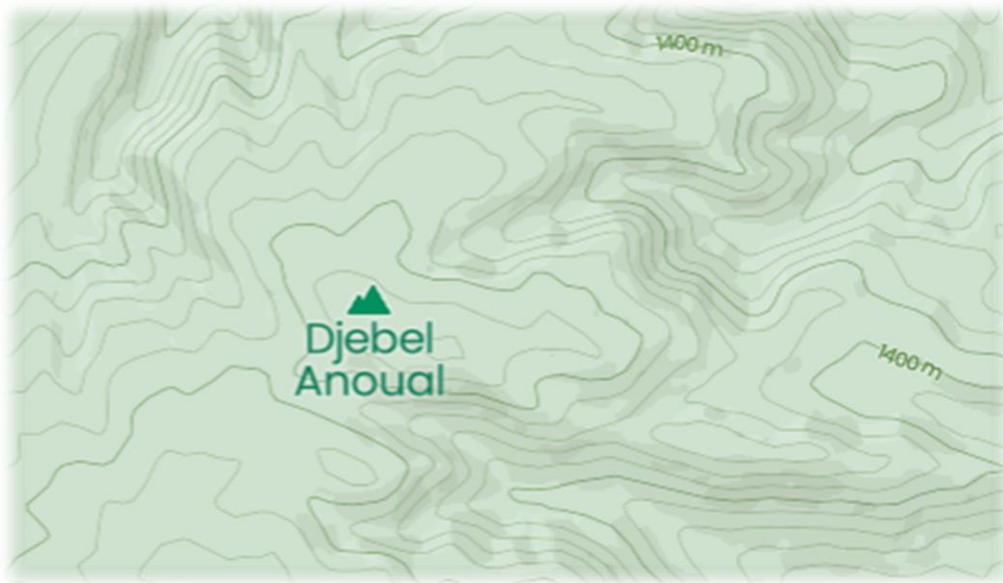


Figure 06 : Localisation de Djebel Anouel (Google earth) .

1.3.1.2. Djebel Thala

Djebel Thala est une montagne et se situe à Tébessa, en Algérie .Latitude : 35°20'27.2" et longitude : 8°8'11.76" (<https://dz.geoview.info/>). D'une superficie de 2228 ha couverte de vegetation composée essentiellemnt de Pin d'Alep , de Genévrier de phénicie de Romarin et d'Alfa. La faune existante comprend la perdrix, le chacal, le sanglier et le renard (Anonyme, 2022).



Figure 07 : Localisation de Djebel Thala (Google earth) .

1.3.2. Cheria:

Il est situé au sud de la ville de Tébessa, à environ 45 km. Latitude: 35.2704, Longitude: 7.75197 35° 16' 13" Nord, 7° 45' 7" Est. D' une superficie pouvant atteindre 850 mètres , son altitude maximale est 1094 mètres. La région est caractérisée par l'absence de végétation arbustive (presque nulle) mis à part dans les mont Est qui sont recouverts d'une forêt de pins , et une dominance de l'Alfa qui se répartit dans les touffes d'une steppe basse

(<https://www.marefa.org/>). L' etude a ete réalisée dans Djebel El Radama sud.

1.3.2.1. Djebel El Radama sud

C'est est une crête(s) qui se situe à Tébessa, dont l'altitude est 1221 mètres. Latitude : 35°10'59.37" et longitude: 7°46'32.12"(<https://dz.geoview.info/>). D'une Superficiede 1812.5 ha, d'une activité agricole à dominance céréaliculture (90%) et d'un cadre biotique constitué de végétation dominée par le *Pinus halepensis* et d'*Artemisia herba alba*. La faune inventoriée comprend la perdrix, la caille, le lièvre, le chacal, le sanglier et le renard. (Anonyme,2022).

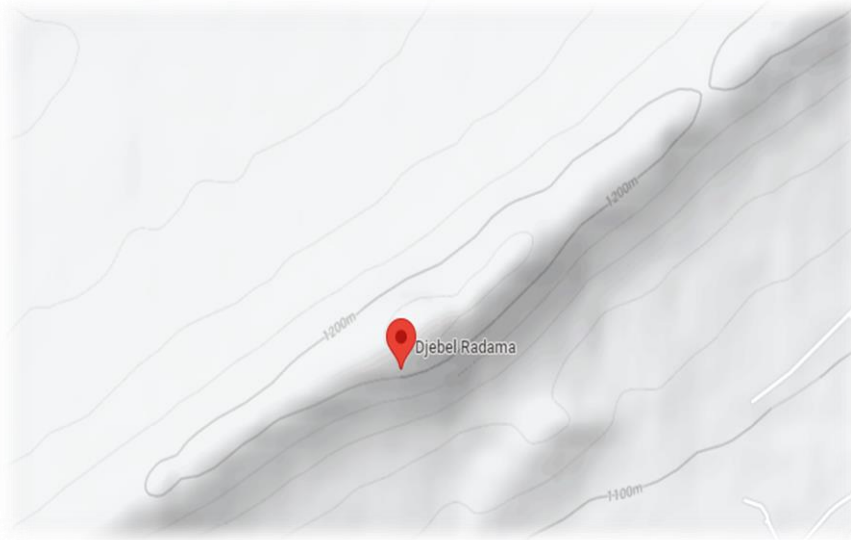


Figure 08: Localisation de Djebel El Radama sud (Google earth).

1.3.3. El Ogla:

Située au sud-ouest de la wilaya de Tébessa, à environ 86 km. La commune est essentiellement pastorale avec la culture de céréales (blé et orge) (<https://www.marefa.org/>). Djebel El Moured appartient à cette région. C'est une colline avec une élévation estimée à 1149 mètres d'altitude. Latitude : 35°10'33.42"et longitude : 7°29'24.83" (<https://dz.geoview.info/>). D' une superficie de 65 ha, l'activité agricole est à dominance céréaliculture et le cadre biotique comprend une végétation dominée par *Pinus halepensis* et par *Stipa tenassissima*. La faune existante comprend la perdrix, la caille, le lièvre, le chacal, le sanglier et renard. (Anonyme, 2022).



Figure 09: Localisation de Djebel El Moured (Google earth).

Chapitre II
Matériels et
Méthodes

Chapitre II: Matériels et méthodes

Pour la réalisation de cette étude, nous avons effectué des sorties sur terrain à la fois dans les sites Djebel El Radama-sud à Chéria, Djebel Anouel, Djebel Thala à Tebessa et Djebel El Moured à El Ogla dans la région de Tebessa, durant la période allant du **15 Décembre 2021 au 29 mars 2022**, puis poursuivi le travail au laboratoire.

2.1. Sur le terrain

2.1.1. Le choix des stations d'étude: l'étude a été réalisée dans plusieurs stations des sites incendiés suivants:

- **Le site Djebel Anouel :** ce site a été incendié le 20/06/2021, le feu a couvert une superficie de 30 he, la durée du feu est de près de 18h .Quatre stations d'étude ont été choisies dans ce site:
 - Station (DA1) incendiée, située à 1026 m d'altitude, latitude de 35°22'34.14''N et longitude de 08°04'52.17''E (**Fig.10**).
 - Station(DA1) non incendiée, située à 1020 m d'altitude, latitude de 35°22'36.83''N et longitude de 08°04'49.20''E (**Fig.11**).
 - Station (DA2) incendiée, située à 1084 m d'altitude, latitude de 35°22'32.52''N et une longitude de 8°04'30.83''E.
 - Station (DA2) non incendiée, située à 1044 m d'altitude, latitude de 35°22'34.52''N et une longitude de 8°04'46.57''E.
- **Le site Thala:** ce site a été incendié le 11/07/2021 la superficie brûlée est égale à 200 he, la durée du feu est plus de 72h .Quatre stations d'étude ont été choisies dans ce site:
 - Station (DT1) incendiée, située à 1109 m d'altitude, latitude de 35°22'05.67''N et une longitude de 8°09'46.90''E (**Fig.12**).
 - Station (DT1) non incendiée, située à 1141m d'altitude, latitude de 35°22'08.07''N et une longitude de 8°09'38.56''E (**Fig.13**).
 - Station Thala (DT2) incendiée, située à 1037m d'altitude, latitude de 35°21'47.39''N et une longitude de 8°09'59.61''E.
 - Station Thala (DT2) non incendiée, située à 964.7m d'altitude, latitude de 35°21'46.00''N et une longitude de 8°10'22.20''E.

Chapitre II: Matériels et méthodes

- **Le site El Radama sud** : ce site a été incendié le 02/07/2021, la superficie brûlée est égale à 2000 m², le feu a duré près de 3h . Quatre stations d'étude ont été choisies dans ce site:
- Station El Radama sud (DR1) incendiée, située à 1079.9m d'altitude, latitude de 35°09'57,971 "N et une longitude de 7°45'53,442"E (**Fig.14**).
 - Station El Radama sud (DR1) non incendiée, située à 1081m d'altitude, latitude de 35°9'57,3 " N et une longitude de 7°45'52,452"E (**Fig.15**).
 - Station El Radama sud (DR2) incendiée, située à 1086.7m d'altitude, latitude de 35°9'57,336 "N et une longitude de 7°45'52,434"E.
 - Station El Radama sud (DR2) non incendiée, située à 1084m d'altitude, latitude de 35°9'55,71 "N et une longitude de 7°45'51,84"E.
- **Le site El Moured** : ce site a été incendié le 03/02/2022 la superficie brûlée est égale à 100 m², le feu a duré 1h L'étude a été menée à :
- Station El Moured (DM) incendiée, située à 1133.97m d' altitude , latitude de 35°10'1,808 "N et une longitude de 7°28'12,043"E (**Fig.16**).
 - Station El Moured (DM) non incendiée , située à 1077m d' altitude , latitude de 35°10'1,77684 "N et une longitude de 7°28'11,97001"E (**Fig.17**).



Figure 10:La station de DA1 incendiée
(photo personnelle, 15 Décembre 2022).



Figure 11:La station de DA 1 non incendiée
(source Google).



Figure 12: La station de DT1 incendiée
(source Google).



Figure 13: La station de DT1 non
incendiée (source Google).



Figure 14 : La station de DR1 incendiée
(Photo. personnelle, 09 Janvier 2022).

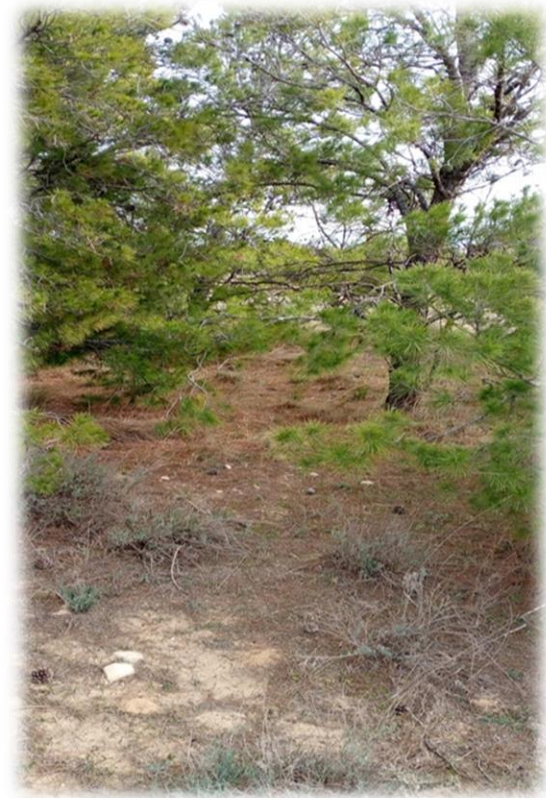


Figure 15: La station de DR1 non incendiée
(Photo. personnelle, 09 Janvier 2022).



Figure 16 :La station de DM incendiée

(Photo. personnelle, 22 Février 2022).



Figure 17:La station DM non incendiée

(Photo. personnelle, 22 Février 2022).

2.1.2. Le prélèvement de la litière

Nous prélevons une quantité de litière de pin d'Alep entourant directement l'arbre brûlé (**Fig.18**) puis ramassons une autre quantité de litière du pin d'Alep non brûlée (**Fig.19**), les échantillons sont séparés en 05 répétitions dans des sachets en plastiques qui portent des références.



Figure 18:La litière de DA1 incendiée

(Photo. personnelle, 19 Décembre 2022).



Figure 19:La litière de DA1 non incendiée

(Photo. Personnelle, 19 Décembre 2022).

Chapitre II: Matériels et méthodes

2.1.3. Prélèvement du sol

Nous prélevons des échantillons de sol dans les stations d'étude brûlées (**Fig.20**) puis dans les stations non brûlées (**Fig.21et 22**), à une profondeur de 10 à 20 cm en tenant compte de la distance entre les deux stations. Les échantillons sont séparés en 05 répétitions (chaque itération contient un poids de 120g du sol) dans des sacs en plastique portant des références pour être analysé ultérieurement au laboratoire.



Figure 20:Le sol de la station de DR1 incendiée (Photo. Personnelle, 09 janvier 2022).



Figure 21 :Le sol de la station de DR1 non incendiée (Photo. personnelle, 19 Décembre 2022).



Figure 22 :Le sol de la station de DA1 non incendiée (Photo. Personnelle, 09 janvier 2022).

Chapitre II: Matériels et méthodes

2.2. Au laboratoire:

Les échantillons de la litière sont placés dans le dispositif Berlese (Fig.23) pendant 24h . La détermination des espèces est effectuée sous une loupe binoculaire grossissement x 0.8 fois au maximum, en se basant sur diverses clés de détermination (Fig.24).



Figure 23: La litière dans le dispositif Berlese (photo.Personnelle,13 Janvier 2022).

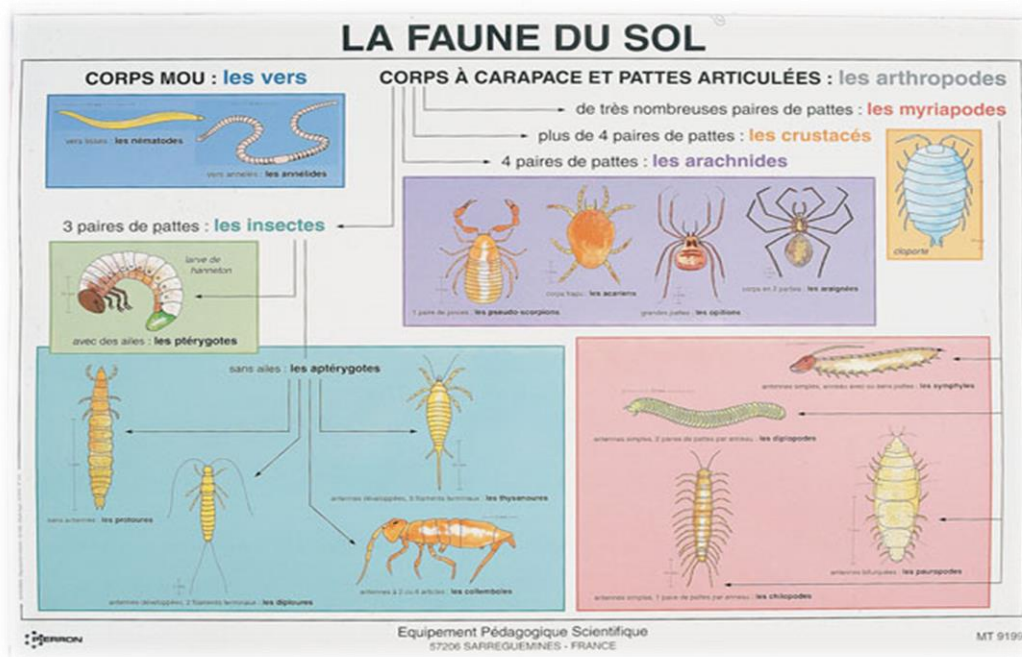


Figure 24: Clés de détermination des espèces (photo.Personnelle,13 Janvier 2022).

Chapitre II: Matériels et méthodes

La faune obtenue est placée dans des flacons contenant de l'éthanol absolue , accompagné d'étiquettes mentionnant : type de litière (incendié/non incendié), le site ,et la date de la sortie.

La litière restante va subir une étude de la composition (Egouilles, brindilles,écorces et autres).

Après avoir prélevé des échantillons de sol sur le terrain, nous allons directement au laboratoire. Le sol est soumis au tamisage à travers un tamis de 2 mm de maille. On obtient un sol mou c'est la terre fine,ce dernier est conservé afin de servir de base pour les diverses analyses physico-chimiques du sol.

2.3. Etude des paramètres du sol

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

2.3.1. La granulométrie

Nous avons choisi le test de la bouteille (**Fig.25**) pour connaître la texture des sols selon la méthode (**Bruand & Chenu, 1994**).

La classification de la texture des sols a été faite suivant le triangle de texture de l'USDA (**Miller & White, 1998; Buol et al., 2011a; Buol et al., 2011b**) (**Fig.26**).



Figure 25:Les bouteilles utilisées dans l'étude de la texture du sol

(photo. Personnelle,11février 2022).

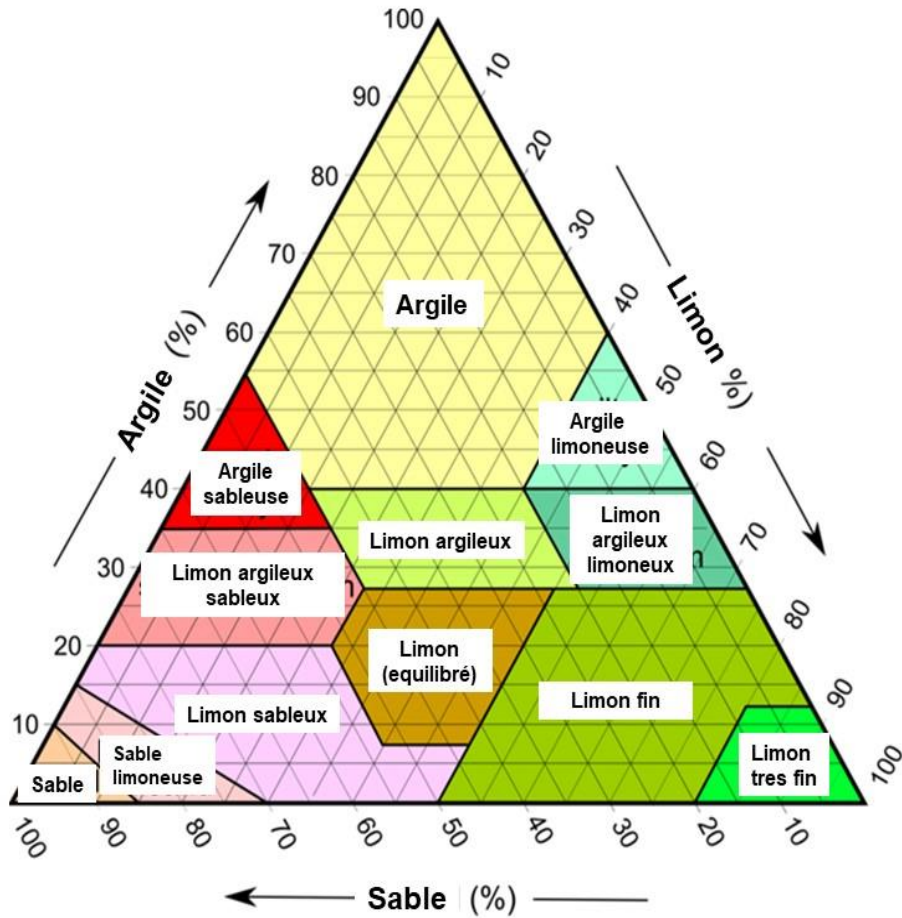


Figure 26: Le triangle de texture de l'USDA (Source Google).

2.3.2. L'humidité du sol

L'humidité a été réalisée par la méthode de (Mathieu C & Pioltain F, 2009) (Fig.27).



Figure 27: Échantillons du sol après le séchage à l'étuve (photo. Personnelle, 13 Janvier 2022).

Chapitre II: Matériels et méthodes

2.3.3. Le potentiel hydrogène (pH)

Concernant les horizons des sols, le référentiel pédologique **Afes (2008)** propose 07 «domaines » de pH dans l'eau et les qualificatifs correspondants :

Tableau 01: Classification de ph du sol selon le référentiel pédologique **Afes (2008)**.

ph	Classification Afes (2008)
<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

2.3.4. La conductivité électrique (CE)

Mesuré au Conductimètre à partir de l'extrait aqueux de sols dont le rapport (terre/eau) est de 1/5 (**Aubert, 1978**).

2.3.5. Le taux de carbone organique (C)

Le dosage du carbone organique a été réalisé par la méthode de **Walkley-Black (1934)**.

2.3.6. L'azote Total (N)

L'azote total a été déterminé par la méthode de Kjeldahl (**Black et al., 1965**) tel que décrite en 1992 par **Pauwels et al., 1992**.

2.3.7. Le calcaire total (CT) et le calcaire actif (CA)

Une fois les résultats de l'analyse connus, on pourra utiliser les appréciations ci-dessous, proposées par le **GEPPA (in Baize, 2000)**:

Tableau 02: Classification du sol selon le taux de calcaire totale **GEPPA (in Baize, 2000)**.

CaCO ₃ %	Classification (GEPPA in Baize,2000)
< 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

Chapitre II: Matériels et méthodes

Et pour le calcaire actif nous avons adopté la méthode de (Drouinéau,1942).

2.3.8. 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 03: Classification du sol selon le taux de la MO (ITA, 1975)

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

2.4. Analyse des résultats

Les résultats obtenus sont soumis à une analyse écologique par l'utilisation d'indices écologique et statistique par l'utilisation de quelques test statistiques

2.4.1. Analyse par les indices écologiques

2.4.1.1. Richesse spécifique (S)

La richesse spécifique S est représentée par le nombre total ou moyen d'espèces recensées par unité de surface (Grall & Coic, 2006).

$$S = \text{nombre d'espèces de la zone}$$

Cet indice S peut être utilisé pour analyser la structure taxonomique du peuplement. Il présente cependant l'inconvénient d'être fortement dépendant de la taille des échantillons

2.4.1.2. L'abondance relative (AR%)

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

$$AR = n / N \times 100$$

Chapitre II: Matériels et méthodes

N : nombre d'individus total

n : nombre d'individus

2.4.1.3. L'indice de similitude de Jaccard (J)

Il permet une comparaison entre deux sites, car il évalue la ressemblance entre deux relevés en faisant le rapport entre les espèces communes aux deux relevés et celles propres à chaque relevé (**de Bello, 2008**) a pour formule :

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

a : représente le nombre d'espèces communes entre deux habitats,

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

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

2.4.1.4. L'indice de diversité Shannon-Weaver (H') et l'indice d'équitabilité (J')

L'indice de Shannon-Weaver est le plus couramment utilisé et est recommandé par différents auteurs (**Gray et al., 1992**).

il est donné par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \cdot \log_2(p_i)$$

Pi : abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce : $p_i = n_i / N$

S : nombre d'individus d'une espèce dans l'échantillon

Ni ; nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon

N : nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon

La valeur de l'indice varie de 0 (une seule espèce, ou bien une espèce dominant très largement toutes les autres) à $\log S$ (lorsque toutes les espèces ont même abondance) .

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

Chapitre II: Matériels et méthodes

souvent accompagné par l'indice d'équitabilité de Pielou : $J' = H'/H'_{\max} = \log S$ (S nombre total d'espèces).

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

L'indice d'équitabilité permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. Sa valeur varie de 0 (dominance d'une des espèces) à 1 (équirépartition des individus dans les espèces).

2.4.1.5. Indice de diversité de Simpson

Cet indice a été proposé par Simpson en 1965. Il mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce (Grall & Coic, 2006).

Pour un échantillon infini, l'indice est donné par :

$$\lambda = \sum_{i=1}^s p_i^2$$

Pour un échantillon fini :

$$L = \sum [n_i(n_i - 1)] / [N(N - 1)]$$

Où :

p_i = proportion des individus dans l'espèce i

n_i = nombre d'individus dans l'espèce i

N = nombre total d'individus.

L'indice est inversement proportionnel à la diversité. De ce fait, une autre formulation a été proposée afin d'établir un indice directement représentatif de l'hétérogénéité en retranchant l'indice de Simpson à sa valeur maximale : 1 (Pielou, 1969 ; Pearson & Rosenberg, 1978).

Cette nouvelle formulation constitue l'indice de diversité de Simpson :

$$\tilde{D} = 1 - \sum \{ [n_i(n_i - 1)] / [N(N - 1)] \}$$

Cet indice varie donc de 0 (diversité minimum) à 1 (diversité maximum).

2.4.2. Analyse statistique

Pour l'étude statistiques nous avons utilisé les logiciels Minitab 19.11 et Past 4.1

2.4.2.1. Le test Anova

L'analyse de la variance permet d'étudier le comportement d'une variable qualitative à expliquer en fonction d'une ou de plusieurs variables nominales catégorielles (Ngoy, 2015).

Si les ANOVAs sont significatives on va faire une comparaison multiple des moyennes à l'aide du test HSD de Tukey.

2.4.2.2. Le test student

Ce test permet de comparer :

- Une moyenne d'un échantillon à une valeur donnée.
- Les moyennes de deux échantillons indépendants.
- Les moyennes de deux échantillons appariés.

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

2.4.2.3. Analyse en Composantes Principales (ACP)

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

Chapitre III

Résultats

Chapitre III : Résultats

3.1. Etude de la faune recensée

Notre étude a lieu durant la période 15 Décembre 2021 au 29 mars 2022 dans l'écosystème forestier à *Pinus halepensis* incendié et non incendié de la région de Tebessa. Les sites de cette étude sont : Djebel Anouel (Tebessa), Djebel Thala (Tebessa), Djebel El Radama-sud (Cheria) et Djebel El Moured (Ogla). Un inventaire de la faune de la litière a été dressé dans des stations appartenant à ces sites.

3.1.1. Inventaire de la faune de la litière recensée durant la période de : 15 Décembre 2021 au 29 mars 2022.

La liste des espèces obtenues est mentionnée sur le **Tab.04**

Tableau 04 : Inventaire de la faune recensée dans les sites incendiés durant la période d'étude (15 Décembre 2021 au 29 mars 2022).

Embranchement	Classes	Ordres	Familles	Genres et espèces
Arthropoda	Arachnida	Sarcoptiforma	Opipiidae	<i>Oppia sp.</i>
			Acaronychidae	<i>Stomacarus sp.</i>
			Nothridae	<i>Nothrus palustris</i> (C.L.koch,1839).
		Opiliones	Famille indet.	<i>Esp. Indet.</i>
		Mesostigmata	Parasitidae	<i>Pergamasus sp.</i>
			Laelapidae	<i>Laelaps sp.</i>
			Macrochelidae	<i>Macrocheles robustulatus</i> (Berlese,1904). <i>Macrocheles sp.</i>
	Insecta	Psocodea	Trogidae	<i>Lepinostus sp.</i>
				<i>Lepinotus inquilinus</i> (Heyden, 1850).
				<i>Lepinotus patruelis</i> (Pearman, 1931).
	Collembola	Poduromorpha	Hypogastruridea	<i>Ceratophysella sp.</i>
		Entomobryomorpha	Entomobryidae	<i>Entomobrya multifaciata</i> (Tullberg,1871).
	Total	3	6	10

Chapitre III : Résultats

D'après les résultats du tableau précédent (**Tab. 04**), nous avons obtenu un seul embranchement Arthropoda ,03 classes ,06 ordres, 10 familles et 13 genres et espèces.

Arachnida est la classe le plus diversifiée, elle comprend 03 ordres alors que l'ordre le plus diversifié est Mesostigmata qui comprend 03 familles et la famille la plus diversifiée est Macrochelidae qui inclut 02 espèces.

3.1.2. La diversité relative des ordres faunistiques capturée dans les sites incendiés durant la période d'étude (15 Décembre 2021 au 29 mars 2022)

La diversité relative des ordres faunistiques capturée a montré que Mesostigmata (Acarien) est le plus diversifié (30%) de la diversité totale, suivi par Psocodea (Insecta) et Sarcoptiforma (Acariens) (23,08%) (**Fig.28**).

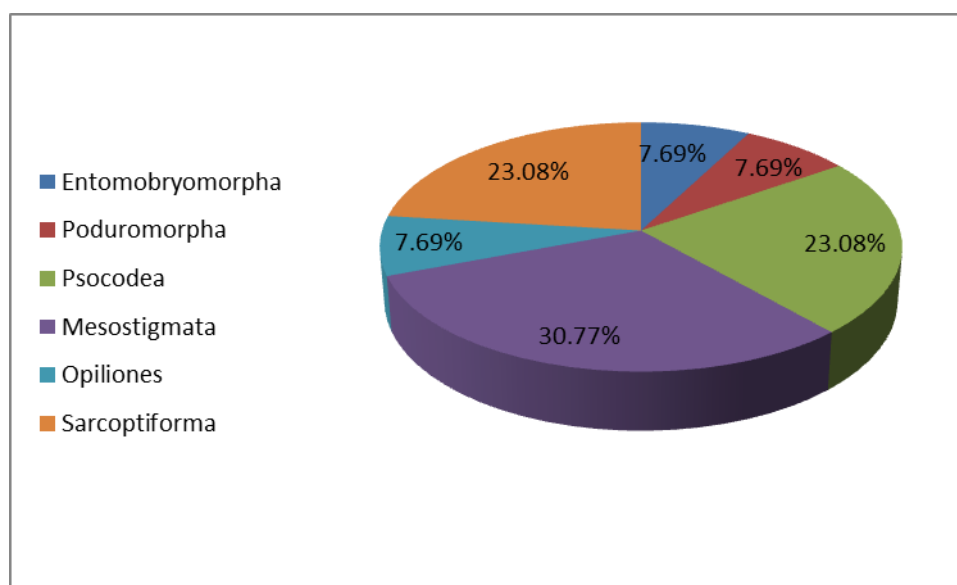


Figure 28 : La diversité relative des ordres de la faune des stations incendiées.

3.1.3. Richesse spécifique des stations d'étude incendiées

Les résultats de la répartition de la richesse spécifique sur les stations d'étude sont portés sur le (**Tab. 05**).

Chapitre III : Résultats

Tableau 05 : Richesse spécifique des stations d'étude incendiées (DA1 : Djebel Anouel , DA2 : Djebel Anouel , DR1 : Djebel El Radama-sud, DR2 : Djebel El Radama-sud, DM: Djebel El Moured,DT1 : Djebel Thala,DT2: Djebel Thala, 1 : station, 2 : station).

Stations paramètre	DA1	DA2	DR1	DR2	DM	DT1	DT2
Richesse (S)	2	4	2	7	1	0	4

Les résultats du (**Tab.05**), montrent que la richesse spécifique (S) est comprise entre 0 et 7 espèces, que le site le plus diversifié est DR2 contrairement à DT1, où nous n'avons obtenus aucune espèce.

Tableau 06 : Répartition de la faune la litière de *Pinus halepensis* sur les stations d'étude incendiées (+ présence de l'espèce, - absence de l'espèce) au cours de la période d'étude (15 Décembre 2021 au 29 mars 2022).

Espèces Stations	DA1	DA2	DR1	DR2	DM	DT1	DT2
Arachnida							
<i>Oppia sp.</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Stomacarus sp.</i>	-	+	-	-	+	-	-
<i>Nothrus palustris</i> (C.L.koch,1839).	-	-	-	+	-	-	-
<i>Esp. Indet.</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Pergamasus sp.</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Laelaps sp.</i>	-	+	-	+	-	-	+
<i>Macrocheles robustulatus</i> (Berlese,1904).	+	+	+	+	-	-	-
<i>Macrocheles sp.</i>	-	-	-	+	-	-	-
Insecta							
<i>Lepinostus sp.</i>	-	-	+	-	-	-	-
<i>Lepinotus inquilinus</i> (Heyden,1850).	-	-	-	-	-	-	+
<i>Lepinotus patruelis</i> (Pearman,1931).	-	-	-	-	-	-	+
Collembola							
<i>Ceratophysella sp.</i>	+	-	-	+	-	-	-
<i>Entomobrya multifaciata</i> (Tullberg,1871).	-	-	-	-	-	-	+
Total	2	4	2	7	1	0	4

Chapitre III : Résultats

D'après le (Tab.06) nous notons que la station la plus riche en espèces est DR2 et la station la moins riche est DT1 (absence totale des espèces).

Il existe des espèces communes entre les stations qui sont: *Stomacarus sp* (DA2 et DM)., *Laelaps sp.*(DA2 et DR2)., *Macrocheles robustulatus* (Berlese,1904).(DA1, DA2,DR1,et DR2), et *Ceratophysella sp.*(DA1et DR2).

Il existe des espèces spécifiques à certaines stations tel que: *Lepinostus sp.* (DR1),*Oppia sp.*, *Nothrus palustris* (C.L.koch,1839)., *Pergamasus sp.*,et *Macrocheles sp.*, (DR2),et *Lepinotus inquilinus* (Heyden,1850)., *Lepinotus patruelis* (Pearman,1931)., *Entomobrya multifaciata*. (Tullberg,1871) (DT2) .

Dans les stations témoins (non incendiées) nous avons recensé la faune suivante (Tab.07).

Tableau 07 : Inventaire de la faune de la litière recensée dans les stations témoins (non incendiées) (DA1 : Djebel Anouel , DA2 : Djebel Anouel , DR1 : Djebel El Radama-sud, DR2 : Djebel El Radama-sud, DM: Djebel El Moured,DT1 : Djebel Thala,DT2: Djebel Thala, 1: station, 2: station) durant la période d'étude (15 Décembre 2021 au 29 mars 2022).

Embrenchement	Classes	Ordres	Familles	Genres et espèces
Arthropoda	Arachnida	Sarcoptiforma	Acaridae	<i>Tyrophagus sp.</i>
				<i>Acarus sp.</i>
			Brachychthoniidae	<i>Liochthonius sp.</i>
			Nothridae	<i>Nothrus sp.</i>
		Mesostigmata	Laelapidae	<i>Laelaps sp.</i>
			Macrochelidae	<i>Macrocheles robustulatus</i> (Berlese,1904).
				<i>Macrocheles sp.</i>
			Parasitidae	<i>Pergamasus sp.</i>
		Trombidiforma	Trombidiidae	<i>Allothrombium sp.</i>
				<i>Trombidiidae sp.Indet.</i>
	Insecta	Thysanoptera	Thripidae	<i>Frankienella occidentalis</i> (Pergande,1895).
		Psocodea	trogiiidae	<i>Lepinotus patruelis</i> (Pearman,1931).
		Hemiptera	Cicadellidae	<i>Cicadella sp.</i>
		Hymenoptera	Ichneumonidae	<i>Ichneumone sp.</i>
Collembola	Entomobryomorpha	Lepidocyrtidae	<i>Lepidocyrtus sp.</i>	

Chapitre III : Résultats

Total	3	8	12	15
--------------	----------	----------	-----------	-----------

A travers les résultats du (Tab.07) nous remarquons la présence d'un seul embranchement: Arthropoda ,03 classes ,08 ordres, 12 familles et 15 genres et espèces.

Insecta est la classe le plus diversifiée , elle comprend 04 ordres, les ordres les plus diversifiés sont Sarcoptiforma et Mesostigmata, chacun ayant 03 familles, les familles les plus diversifiés sont Acaridae ,Macrochelidae et Trombidiidae avec 02 espèces chacune.

3.1.4. La diversité relative des ordres faunistiques capturée dans les sites non incendiés durant la période d'étude (15 Décembre 2021 au 29 mars 2022)

La diversité relative des ordres faunistiques capturée a montré que Sarcoptiforma (Acarien) et Mesostigmata (Acarien) sont les plus diversifiés (26%) de la diversité totale chacun ,suivi par Trombidiforma (Acarien) (13.37%) (Fig.29).

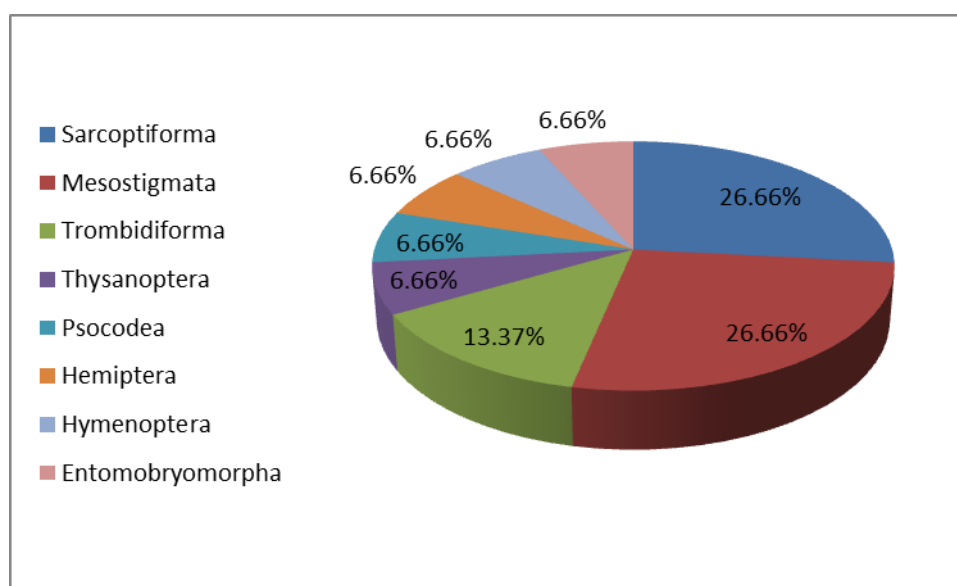


Figure 29 : La diversité relative des ordres de la faune des stations non incendiées.

3.1.5. Richesse spécifique des stations d'étude non incendiées

Les résultats de la répartition de la richesse spécifique sur les stations d'étude sont portés sur le (Tab.08).

Chapitre III : Résultats

Tableau 08 : Richesse spécifique des stations d'étude témoins (non incendiées) (DA1 : Djebel Anouel , DA2 : Djebel Anouel , DR1 : Djebel El Radama-sud, DR2 : Djebel El Radama-sud, DM: Djebel El Moured,DT1 : Djebel Thala,DT2: Djebel Thala,1 : station, 2 : station).

Stations paramètre	DA1	DA2	DR1	DR2	DM	DT1	DT2
Richesse (S)	0	6	2	7	0	2	5

Les résultats du tableau (08) montrent que la richesse spécifique (S) est comprise entre 0 et 7 espèces, que le site le plus diversifié est DR2 contrairement à DA1 et DM, où nous n'avons obtenu aucune espèce.

Le résultat de la répartition des espèces recensées sur les stations d'étude est porté sur le (Tab.09).

Tableau 09 : Répartition de la faune la litière de *Pinus halepensis* sur les stations d'étude non incendiées (+ présence de l'espèce, - absence de l'espèce) au cours de la période d'étude) 15 Décembre 2021 au 29 mars 2022.

Stations Espèces	DA1	DA2	DR1	DR2	DM	DT1	DT2
Arachnida							
<i>Tyrophagus sp.</i>	-	+	-	+	-	-	-
<i>Acarus sp.</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Liochthonius sp.</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>Nothrus sp.</i>	-	-	-	+	-	-	-
<i>Laelaps sp.</i>	-	+	-	+	-	-	-
<i>Macrocheles robustulatus</i> (Berlese,1904).	-	+	+	+	-	-	-
<i>Macrocheles sp.</i>	-	-	+	+	-	-	-
<i>Pergamasus sp.</i>	-	-	-	-	-	+	+
<i>Allothrombium sp.</i>	-	-	-	-	-	-	+
<i>Trombidiidae sp.Indet.</i>	-	+	-	-	-	-	-
Insecta							
<i>Frankienella occidentalis</i> (Pergande, 1895).	-	-	-	-	-	-	+
<i>Lepinotus patruelis</i> (Pearman,1931).	-	-	-	-	-	-	+
<i>Cicadella sp.</i>	-	+	-	+	-	-	-
<i>Ichneumone sp.</i>	-	+	-	-	-	-	-

Chapitre III : Résultats

Collembola							
<i>Lepidocyrtus sp.</i>	-	-	-	-	-	+	-
Total	0	6	2	7	0	2	5

Le tableau ci-dessus représente l'absence et la présence des espèces dans chaque station. La richesse spécifique varie d'une station à l'autre avec l'absence totale des espèces dans les stations DA1 et DM.

D'après le (Tab.09), nous notons que la station la plus riche en espèces est DR2 et les stations les moins riches sont DA1 et DM (absence totale des espèces).

Il existe des espèces communes entre les stations, qui sont: *Tyrophagus sp.*, *Laelaps sp.*, et *Cicadella sp.*, (DA2 et DR2), *Macrocheles robustulatus* (Berlese, 1904), (DA2, DR1, et DR2), *Macrocheles sp.* (DR1 et DR2) et *Pergamasus sp.* (DT1 et DT2).

D'autres espèces sont spécifiques à certaines stations tel que: *Trombidiidae sp. Indet.* et *Ichneumon sp.* (DA2), *Acarus sp.*, *Nothrus sp.* (DR2), *Lepidocyrtus sp.* (DT1), et *Liochthonius sp.* *Allothrombium sp.*, *Frankienella occidentalis* (Pergande, 1895), et *Lepinotus patruelis* (Pearman, 1931), (DT2).

La valeur de l'indice de similarité de Jaccard est 12.50%, la similarité est très faible entre les deux sites, donc le degré de différence est de 87.50%.

3.1.2. Écologie de la faune de la litière inventoriée durant la période (15/12/2021-29/03/2022):

3.1.2.1. L'abondance globale:

Tableau 10 : L'abondance de la faune recensée dans les sites d'étude incendiées (DA1 : Djebel Anouel, DA2 : Djebel Anouel, DR1 : Djebel El Radama-sud, DR2 : Djebel El Radama-sud, DM: Djebel El Moured, DT1 : Djebel Thala, DT2: Djebel Thala, 1: station, 2: station)

stations Abondance	DA1	DA2	DR1	DR2	DM	DT1	DT2
(N)	28	13	09	20	01	00	44

L'abondance (N) varie entre 00 et 44 individus, le nombre maximal est noté dans la station DT2 par contre la station DT1 est dépourvue d'individus (Tab.10).

Chapitre III : Résultats

Sur le (Tab.10), nous remarquons que l'abondance spécifique varie entre 00 à 44 individus.

La plus grande abondance est notée dans la station DT2 (44 individus), suivie de DA1, puis DR2, alors que la faune est moins abondante dans les stations DA2, DR1 et très faible dans DM.

La répartition de l'abondance des espèces sur les stations d'étude est portée sur le (Tab.11).

Tableau11 : Répartition de l'abondance spécifique de la faune la litière de *Pinus halepensis* dans les stations d'étude incendiées (DA1 : Djebel Anouel , DA2 : Djebel Anouel , DR1 : Djebel El Radama-sud, DR2 : Djebel El Radama-sud, DM: Djebel El Moured, DT1 : Djebel Thala, DT2: Djebel Thala, 1: station, 2: station) au cours de la période d'étude (15 Décembre 2021 au 29 mars 2022).

Stations	DA1	DA2	DR1	DR2	DM	DT1	DT2
Espèces							
Arachnida							
<i>Oppia sp.</i>	00	00	00	02	00	00	00
<i>Stomacarus sp.</i>	00	02	00	00	01	00	00
<i>Nothrus palustris</i> (C.L.koch,1839).	00	00	00	02	00	00	00
<i>Esp. Indet.</i>	00	01	00	00	00	00	00
<i>Pergamasus sp.</i>	00	00	00	01	00	00	00
<i>Laelaps sp.</i>	00	04	00	01	00	00	10
<i>Macrocheles robustulatus</i> (Berlese,1904).	01	06	08	07	00	00	00
<i>Macrocheles sp.</i>	00	00	00	06	00	00	00
Insecta							
<i>Lepinostus sp.</i>	00	00	01	00	00	00	00
<i>Lepinotus inquilinus</i> (Heyden,1850).	00	00	00	00	00	00	12
<i>Lepinotus patruelis</i> (Pearman,1931).	00	00	00	00	00	00	09
Collembola							
<i>Ceratophysella sp.</i>	27	00	00	01	00	00	00
<i>Entomobrya multifaciata</i> (Tullberg,1871).	00	00	00	00	00	00	13
Total	28	13	09	20	01	00	44

Chapitre III : Résultats

Dans le tableau ci-dessus , (Tab.11) :

Il est indiqué que l'espèce la plus abondante est *Ceratophysella sp.*(27 individus) dans DA1, suivi par *Entomobrya multifaciata* (Tullberg,1871) (13 individus) dans DT2, alors que les espèces les moins abondantes sont: *Pergamasus sp.* dans DR2 et *Lepinostus sp.* dans DR1 avec un individu chacune.

3.1.2.2. L'abondance relative

L'abondance relative des espèces de la litière de *Pinus halepensis* dans les sites incendiés indique que l'espèce *Ceratophysella sp.* est dominante et représente 24.35% de l'abondance totale, suivie par *Macrocheles robustulatus* avec 19.13% puis *Laelaps sp.* avec 13.04%, *Entomobrya multifaciata* avec 11.50% et *Lepinotus inquilinus* avec 10.43%, les autres espèces sont très faiblement représentées (Fig.30).

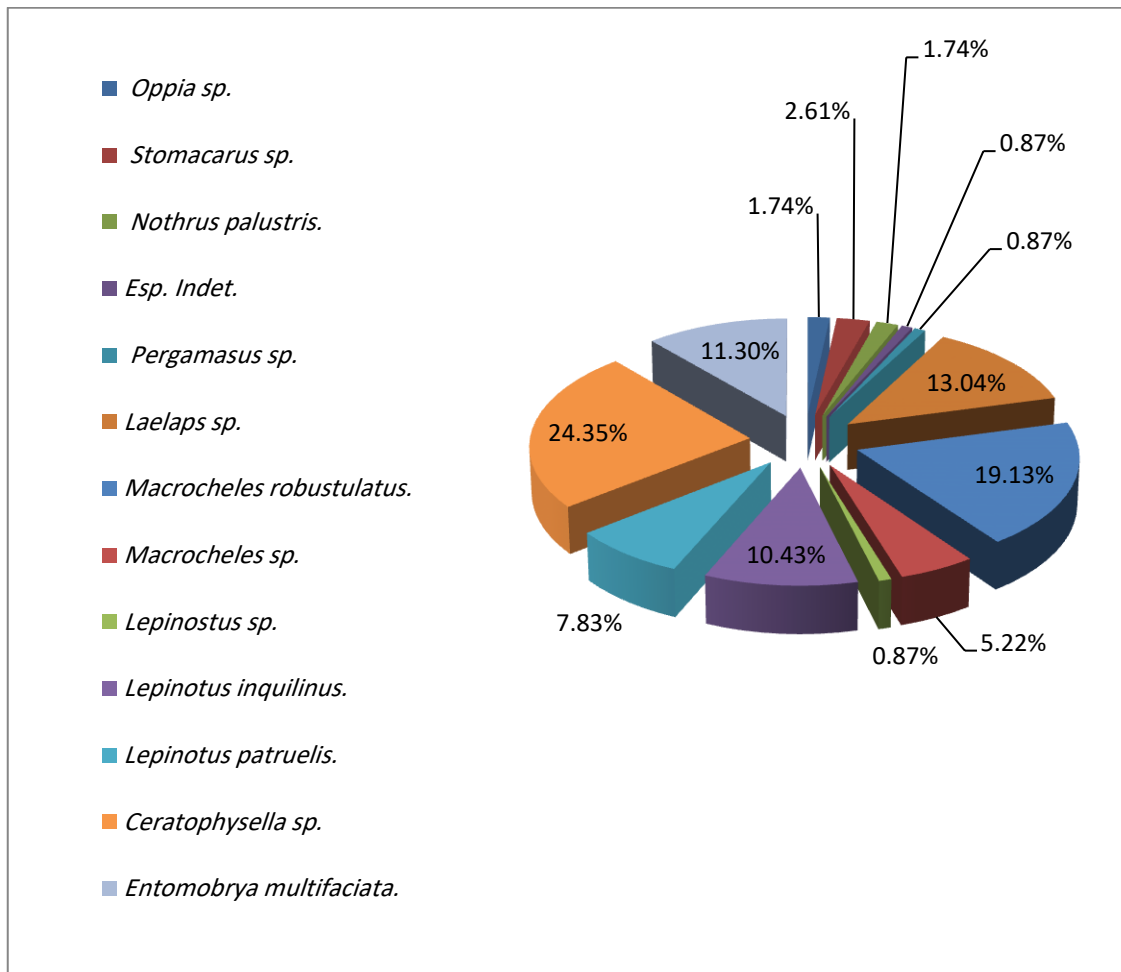


Figure 30: L'abondance relative de la faune de la litière du *Pinus halepensis* en fonction des espèces forestières dans les sites incendiés.

Chapitre III : Résultats

Tableau 12 : L'abondance de la faune recensée dans les sites d'étude non incendiés (DA1 : Djebel Anouel , DA2 : Djebel Anouel , DR1 : Djebel El Radama-sud, DR2 : Djebel El Radama-sud, DM: Djebel El Moured,DT1 : Djebel Thala,DT2: Djebel Thala, 1: station, 2: station).

stations Abondance	DA1	DA2	DR1	DR2	DM	DT1	DT2
(N)	00	52	17	15	00	06	48

L'abondance (N) varient entre 00 et 52 individus, la faune est plus abondante dans DA2 alors que les stations DA1 et DM ne contiennent aucun d'individus (**Tab.12**).

L'abondance faunistique est comprise entre 00 et 52 individus et le maximum est noté dans la station DA2, suivie de DT2 puis DR1 et DR2. La plus faible abondance est constatée dans la station DT1 (**Tab.14**).

La répartition de l'abondance spécifique dans les stations d'étude est portée sur le (**Tab.13**)

Tableau13 : Répartition de l'abondance spécifique de la faune la litière de *Pinus halepensis* dans les stations d'étude non incendiées (DA1 : Djebel Anouel , DA2 : Djebel Anouel , DR1 : Djebel El Radama-sud, DR2 : Djebel El Radama-sud, DM: Djebel El Moured,DT1 : Djebel Thala,DT2: Djebel Thala, 1: station, 2: station) au cours de la période d'étude (15 Décembre 2021 au 29 mars 2022).

Espèces Stations	DA1	DA2	DR1	DR2	DM	DT1	DT2
Arachnida							
<i>Tyrophagus sp</i>	00	02	00	01	00	00	00
<i>Acarus sp.</i>	00	00	00	03	00	00	00
<i>Liochthonius sp.</i>	00	00	00	00	00	00	03
<i>Nothrus sp.</i>	00	00	00	06	00	00	00
<i>Laelaps sp.</i>	00	22	00	02	00	00	00
<i>Macrocheles robustulatus</i> (Berlese,1904).	00	25	08	01	00	00	00
<i>Macrocheles sp.</i>	00	00	09	01	00	00	00
<i>Pergamasus sp.</i>	00	00	00	00	00	03	06
<i>Allothrombium sp.</i>	00	00	00	00	00	00	06
<i>Trombidiidae sp.Indet.</i>	00	01	00	00	00	00	00
Insecta							
<i>Frankienella occidentalis</i> (Pergande, 1895).	00	00	00	00	00	00	01
<i>Lepinotus patruelis</i> (Pearman,1931).	00	00	00	00	00	00	32
<i>Cicadella sp.</i>	00	01	00	01	00	00	00
<i>Ichneumone sp.</i>	00	01	00	00	00	00	00
Collembola							
<i>Lepidocyrtus sp.</i>	00	00	00	00	00	03	00
Total	00	52	17	15	00	06	48

Chapitre III : Résultats

Dans le tableau ci-dessus, il est indiqué que l'espèce la plus abondante est *Lepinotus patruelis* (Pearman,1931) avec **32** individus dans la station DT2. Les espèces les moins abondantes sont: *Trombidiidae sp.Indet.* , *Ichneumone sp* avec **01** individu chacune dans la station DA2) et *Frankienella occidentalis* (Pergande, 1895). (**01** individu dans DT2).

L'abondance relative des espèces de la litière de *Pinus halepensis* dans les sites non incendiés indique que l'espèce la plus abondante est *Macrocheles robustulatus* (Berlese,1904).(24.64%) , suivie par *Lepinotus patruelis* (Pearman,1931).(23.19%), puis *Laelaps sp.*(17.39%). Les autres espèces sont très faiblement représentées (**Fig.31**).

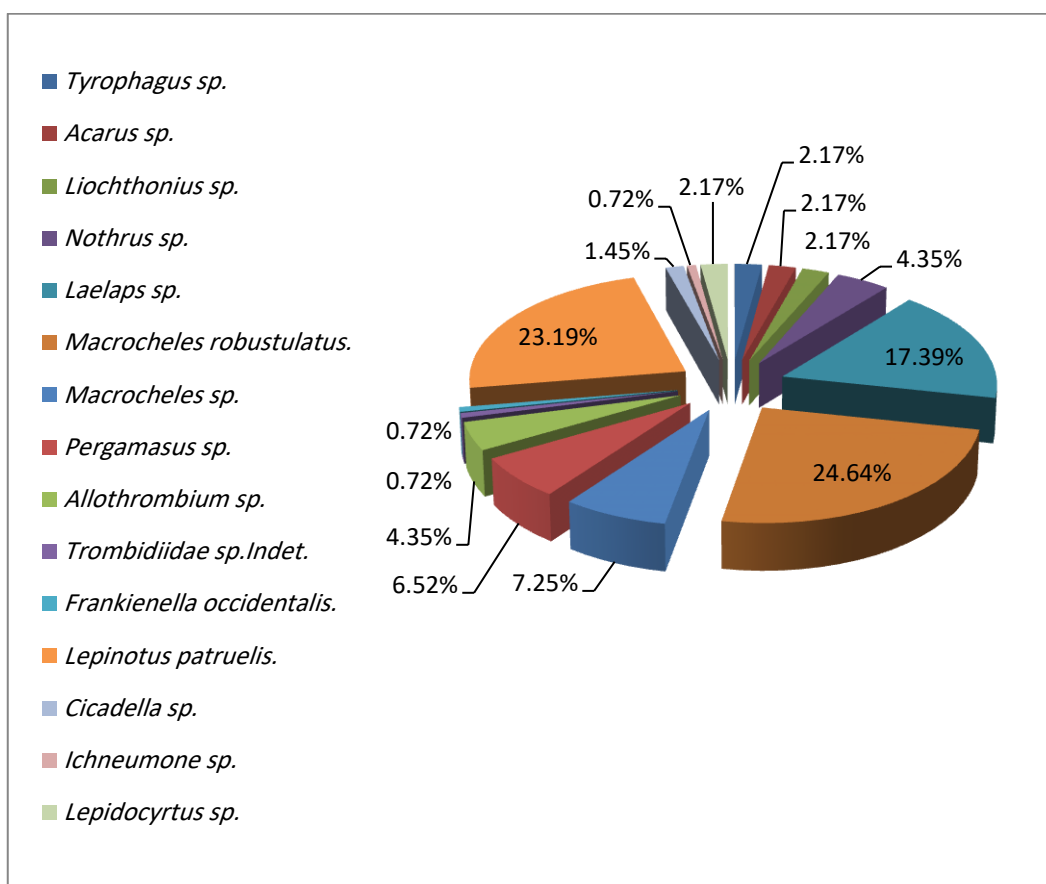


Figure 31: L'abondance relative de la faune de la litière du *Pinus halepensis* en fonction des espèces forestières dans les sites non incendiés.

Chapitre III : Résultats

3.1.2.3. L'indice de diversité Shannon-Weaver (H') et l'indice d'équitabilité (J')

Les résultats de l'analyse des indices écologiques des stations d'étude sont présentés dans le (Tab. 14).

Tableau 14: L'indice de diversité de Shannon Weaver, l'indice de Simpson, la dominance et l'équitabilité du peuplement faunistique dans les stations d'étude incendiés (DA1 : Djebel Anouel , DA2 : Djebel Anouel , DR1 : Djebel El Radama-sud, DR2 : Djebel El Radama-sud, DM: Djebel El Moured ,DT2: Djebel Thala, 2: station /S : Richesse spécifique, N : Abondance, D: Dominance , H' : indice de Shannon -Wheaver et (J') : équitabilité).

Stations Indices écologiques	DA1	DA2	DR1	DR2	DM	DT2
S	2	4	2	6	1	4
N	28	13	9	18	1	44
Dominance (D)	0.93	0.33	0.80	0.28	1	0.25
Simpson (1-D)	0.06	0.66	0.19	0.71	0	0.74
Shannon (H')	0.15	1.20	0.34	1.45	0	1.37
Équitabilité (J')	0.22	0.86	0.50	0.81	-	0.99

Dans le tableau ci-dessus (Tab. 14) , nous notons que:

La plus grande valeur de la dominance est constatée au DA1(01) , par contre dans la station DT2 elle atteint sa plus faible valeur (0.25).

L'indice de Simpson varié de 0 à 0.74, DT2,DR2 et DA2 sont les stations les plus diversifiées parce que ses valeurs sont proche de 01.

L'indice de diversité de Shannon-Wheaver varie d'une station à une autre ,la valeur minimale est notée au DM (0 bits) il n'y a pas de diversité puisqu'il y a une seule espèce et la valeur maximale au DR2 (1.45 bits) parce que la station est la plus riche en especes (06 especes) (Tab.14) .

L'équitabilité (J') varie de 0.22 (DA1) à 0.99 (DT2) , le peuplement est faiblement équilibré dans la première station parcequ'il existe une espèce dominante alors que dans la seconde station il y a une équi –répartition.

Les résultats de l'analyse des indices écologiques des stations d'étude sont présentés dans le (Tab.15).

Chapitre III : Résultats

Tableau 15: L'indice de diversité de Shannon Weaver, l'indice de simpson, la dominance et l'équitabilité du peuplement faunistique dans les stations d'étude non incendiés (DA1 : Djebel Anouel , DA2 : Djebel Anouel , DR1 : Djebel El Radama-sud, DR2 : Djebel El Radama-sud,DT1: Djebel Thala, 1: station, DT2: Djebel Thala, 2: station /S : Richesse spécifique, N : Aabondance, D: Dominance , H' : indice de Shannon -Wheaver , et (J') : équitabilité).

Stations Indices écologiques	DA2	DR1	DR2	DT1	DT2
S	6	2	7	2	5
N	52	17	15	6	48
Dominance (D)	0.41	0.50	0.23	0.5	0.48
Simpson (1-D)	0.58	0.49	0.76	0.5	0.52
Shannon (H')	1.54	0.99	2.42	1	1.50
Équitabilité (J')	0.59	0.99	0.86	1	0.64

Dans le tableau ci-dessus (**Tab. 15**) , nous notons que :

La plus grande valeur de la dominance est constatée dans DR2 (0.23) ,par contre DR1 et DT1 sont enregistrées la plus faible valeur (0.5).

L'indice de Simpson varie de 0.49 à 0.76, DR1 est la station la plus diversifié parce que sa valeur est proche de 01.

L'indice de diversité de Shannon-Wheaver varie d'une station à une autre ,la valeur minimale est notée au DR1 (0.99 bit) et la maximale au DR2 (2.42 bit).

L'équitabilité (J') varié de 0.59 à 1, DT1 est la station la plus equilibre ,suivie par DR1 ,puis DR2, ce qui demontre que le peuplement est equilibre dans toutes les stations non incendiés.

Nous avons appliqué le test Anova1 dans le but de comparer l'abondance et la richesse entre les sites incendiés et non incendiés (témoins). Les résultats obtenus ont montré qu'il n'y a pas de différence significatives entre les sites incendiés ($p > 0,05$; $p_A = 0,606$, $p_S = 0,740$), ni entre les sites non incendiés ($p > 0,05$; $p_A = 0,606$, $p_S = 0,938$). (**Voir Annexe 01**).

Nous avons appliqué le test Anova 2 dans le but de comparer l'abondance et la richesse entre les sites et les stations incendiés et non incendiés. Les résultats obtenus ont montré qu'il n'y a pas de différence significatives entre les sites ($p > 0,05$; $p_A = 0,823$, $p_S = 0,756$), ni entre les stations ($p > 0,05$; $p_A = 0,762$, $p_S = 0,711$), il n'y a pas d'effet de l'interaction entre les deux facteurs sur l'abondance et sur la richesse de la faune. (**Voir Annexe 02**).

Chapitre III : Résultats

3.2. Etude des composantes de la litière

Le résultat de l'étude de la composition des litières dans les stations d'étude sont mentionnés sur le **(Tab.16)**.

Tableau 16: La composition de la litière dans les sites d'étude (DA1 : Djebel Anouel , DA2 : Djebel Anouel , DR1 : Djebel El Radama-sud, DR2 : Djebel El Radama-sud, DM: Djebel El Moured,DT1 : Djebel Thala,DT2: Djebel Thala (1 : station, 2 : station, I : incendié, T : témoin,/pas d'étude).

Composition		Égilles %	Écorces%	Brindilles%	Autres%
DA1	I1	/	/	/	/
	T1	/	/	/	/
DA2	I1	/	/	/	/
	T1	/	/	/	/
DR1	I1	/	/	/	/
	T1	/	/	/	/
DR2	I1	77,16	3,13	10,59	9,10
	T1	80,95	3,80	8,95	6,28
DM	I1	84,62	1,83	12,59	0,94
	T1	93,59	0,43	5,59	0,37
DT1	I1	95,38	1,81	2,12	0,68
	T1	96,15	1,33	2,19	0,32
DT2	I1	96,87	0,91	1,83	0,37
	T1	92,80	3,51	2,73	0,95

Le composant le plus dominant dans la litière sont les aiguilles, suivi par les brindilles, puis les écorces et autres dans toutes les stations étudiées **(Tab.16)**.

Dans la station DR2 le % d'importance des aiguilles et des écorces a diminué après l'incendie contrairement au % des brindilles et autres, alors que dans la station DM seules les aiguilles ont diminué après l'incendie le reste des composants a augmenté. Dans la station DT1

Chapitre III : Résultats

une légère baisse est constatée dans le % des aiguilles et des brindilles et une augmentation dans le % des écorces et autres, enfin dans la station DT2 le passage du feu a augmenté le % des aiguilles et diminué le reste des composant (**Tab.16**).

3.3. Etude des paramètres du sol

3.3.1. La granulométrie

Après avoir extrait les pourcentages des principaux constituants des sols dans les stations incendiées (**Tab.17**) et non incendiées (**Tab.18**) et les projetant sur le triangle de texture de l'USDA, nous avons pu connaître le type du sol pour chaque station d'étude (**Tab.17 et 18**).

Tableau 17 : Pourcentages des principaux constituants et types des sols dans les stations d'étude incendiées (DA1 : Djebel Anouel , DA2 : Djebel Anouel , DR1 : Djebel El Radama-sud, DR2 : Djebel El Radama-sud, DM: Djebel El Moured,DT1 : Djebel Thala,DT2: Djebel Thala, 1 : station, 2 : station).

stations / compositions	DA1	DA2	DR1	DR2	DM	DT1	DT2
Argile %	27.77	20	8.33	8.33	14.28	17.65	11.76
Limon %	22.22	33.33	25	8.33	14.28	23.53	17.65
Sable %	50	46.66	66.66	83.33	71.42	58.82	70.59
Type du sol	Limon argileux sableux	Limon (équilibré)	Limon sableux	Sable limoneuse	Limon sableux	Limon sableux	Limon sableux

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

L'argile qui varie entre 08.33 % et 27.77%, le limon qui varie entre 08.33 % et 33.33 %.

Et le sable entre 46.66 % et 83.33 % (**Tab.17**).

On constate que les sites : DR1, DM,DT1 et DT2 ont le même type du sol (Limon sableux),DA1 (Limon argileux sableux), DA2 (Limon (équilibré) et DR2 (Sable limoneuse) (**Fig.32**)

Chapitre III : Résultats

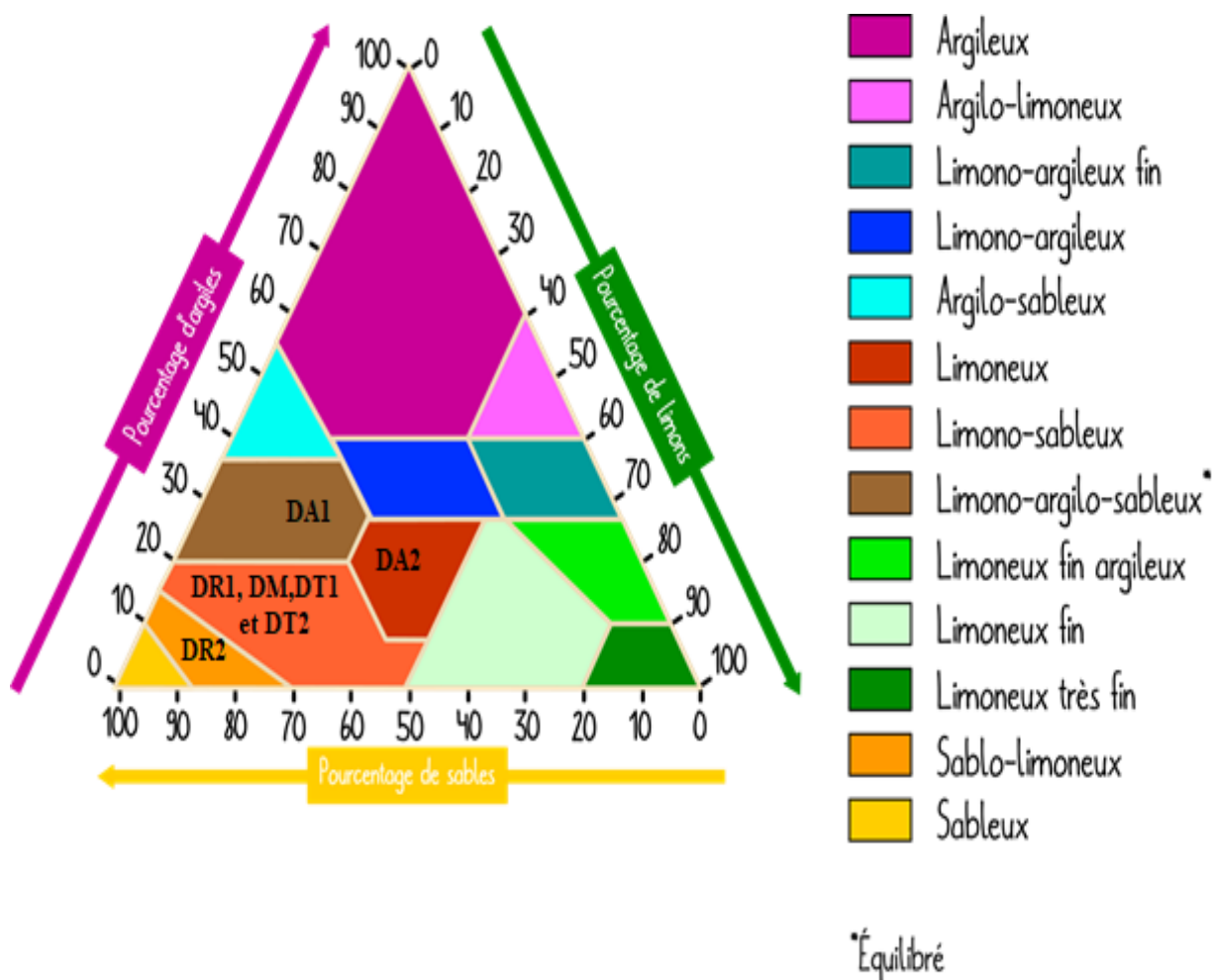


Figure 32: Texture des sols dans les stations incendiées.

Tableau 18 : Pourcentages des principaux constituants des sols dans les stations non incendiées (DA1 : Djebel Anouel , DA2 : Djebel Anouel , DR1 : Djebel El Radama-sud, DR2 : Djebel El Radama-sud, DM: Djebel El Moured,DT1 : Djebel Thala,DT2: Djebel Thala, 1 : station, 2 : station).

stations	DA1	DA2	DR1	DR2	DM	DT1	DT2
compositions							
Argile %	18.18	10	16.66	4.54	7.69	5	7.14
Limon %	27.27	30	16.66	4.54	15.38	60	28.57
Sable %	54.54	60	66.66	90.90	76.92	35	64.29
Type du sol	Limon sableux	Limon sableux	Limon sableux	sable	Limon sableux	Limon fin	Limon sableux

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

Chapitre III : Résultats

L'argile qui varie entre 04.54 % et 18.18 %, le limon qui varie entre 04.54% et 60 %. Et le sable entre 35 % et 90.90 % (Tab.18).

On constate que les sites : DA1, DA2, DR1, DM et DT2 ont le même type du sol (Limon sableux), DR2 (Sable), et DT1 (Limon) (Fig.33).

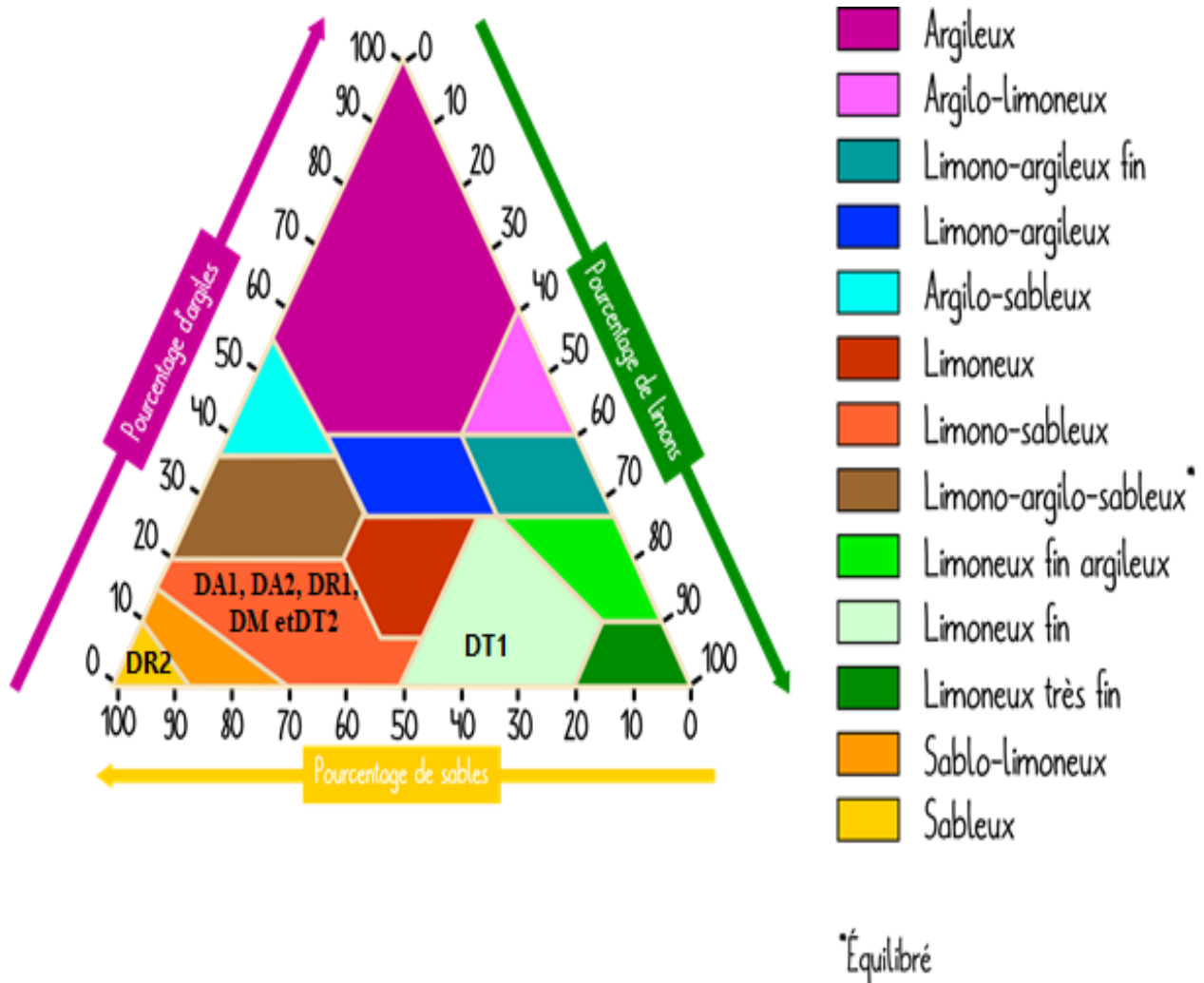


Figure 33: Texture des sols dans les stations non incendiées.

La comparaison de la granulométrie des sols témoins et des sol incendiés a permis de constater que seulement 3 stations ont changé de texture après le passage du feu DA1, DA2 et DR2.

Chapitre III : Résultats

3.3.2. L'humidité (H %)

L'analyse des échantillons du sol a été étudiée au niveau de laboratoire de l'université, et les tableaux suivants présentent les résultats les plus importants obtenus:

Tableau 19 : L'humidité du sol dans les stations incendiées (DA1 : Djebel Anouel , DA2 : Djebel Anouel , DR1 : Djebel El Radama-sud, DR2 : Djebel El Radama-sud, DM: Djebel El Moured,DT1 : Djebel Thala,DT2: Djebel Thala, 1 : station, 2 : station).

Stations Paramètre	DA1	DA2	DR1	DR2	DM	DT1	DT2
Humidité %	25.02	9.81	2.79	3.85	3.39	7.38	1.31
Ecarte-type	0.13	0.34	0.02	0.33	0.45	1.10	0.25

Nous constatons que l'humidité dans les sites incendiés varie entre (1.31 % \pm 0.02 et 25.02 % \pm 0.45) .

DA1 est la station qui a enregistré le plus grand pourcentage d'humidité du sol par rapport aux autres stations qui ont enregistré des pourcentages moyens à faibles.

Tableau 20: L'humidité du sol dans les sites non incendiées (DA1 : Djebel Anouel , DA2 : Djebel Anouel , DR1 : Djebel El Radama-sud, DR2 : Djebel El Radama-sud, DM: Djebel El Moured,DT1 : Djebel Thala,DT2: Djebel Thala, 1 : station, 2 : station).

Stations Paramètre	DA1	DA2	DR1	DR2	DM	DT1	DT2
Humidité %	10.75	12.24	9.40	6.44	1.30	13.13	3.01
Ecarte-type	0.09	0.82	0.37	0.19	0.17	1.50	0.32

Nous constatons que l'humidité dans les sites non incendiés varie entre (1.30 % \pm 0.09 et 13.13 % \pm 1.50) .

Les stations DT1, DA2,DA1 et DR1 ont enregistré les plus grands pourcentages d'humidité du sol par rapport aux autres stations DR2, DM et DT2.

3.3.2.1. Tests statistiques

Dans la comparaison de l'humidité (%) entre les sites témoins, le test Anova1 a montré que les différences sont hautement significatives ($P_1=0,040<0,05$), et l'absence de différence dans les sites incendiés où ($p_T=0,293>0,05$). Le test Tukey a permis de séparer trois groupe: le premier

Chapitre III : Résultats

(1) représente Dj. Anouel, le second (4) représente Dj. El Moured, alors que le troisième groupe comprend les sites 2 et 3 représentant respectivement les sites Dj.El Radama et Dj. Thala (**Voir Annexe 03**).

Le test student permettant de comparer les stations incendiées au stations témoins du même site a montré l'absence de différence dans toutes les sites ,alors que Dj.El Moured indique que (Pas assez d'échantillons pour ce test).(**Voir Annexe 03**).

3.3.3. Le potentiel hydrogène (pH)

Grâce à la lecture directe sur Le multiparamètre, nous avons pu obtenir les résultats indiqués dans le tableau ci-dessous:

Tableau 21 : Le pH du sol des stations incendiées (DA1 : Djebel Anouel , DA2 : Djebel Anouel, DR1 : Djebel El Radama-sud, DR2 : Djebel El Radama-sud, DM: Djebel El Moured,DT1 : Djebel Thala,DT2: Djebel Thala, 1 : station, 2 : station).

Stations Paramètre	DA1	DA2	DR1	DR2	DM	DT1	DT2
pH	7.64	7.58	7.68	7.64	7.54	7.75	7.93
Ecarte-type	0.50	0.34	0.01	0.10	0.05	0.30	0.07

D'après le tableau ci-dessus (**Tab.21**), nous remarquons que le pH du sol dans les sites incendiés est compris entre (7.54 ± 0.01 et 7.93 ± 0.50). Selon le référentiel pédologique **Afes (2008)**, Toutes les stations ont donc un sol neutre.

Tableau 22: Le pH du sol dans les stations non incendiées (DA1 : Djebel Anouel , DA2 : Djebel Anouel , DR1 : Djebel El Radama-sud, DR2 : Djebel El Radama-sud, DM: Djebel El Moured,DT1 : Djebel Thala,DT2: Djebel Thala, 1 : station, 2 : station).

Stations Paramètre	DA1	DA2	DR1	DR2	DM	DT1	DT2
pH	7.65	7.47	7.56	7.81	7.9	7.67	7.84
Ecarte-type	0.11	0.01	0.01	0.08	0.01	0.19	0.04

D'après le tableau ci-dessus (**Tab. 22**), nous remarquons que le pH du sol dans les stations non incendiés est compris entre (7.47 ± 0.01 et 7.90 ± 0.19). Selon le référentiel pédologique **Afes (2008)** toutes les stations ont un sol neutre, sauf DA2 dont le sol est peu acide.

Chapitre III : Résultats

3.3.3.1. Tests statistiques

Dans la comparaison de pH entre les sites incendiés, le test Anova1 a montré l'absence de différences significatives ($P_I=0,657>0,05$), de même pour les sites témoins où ($p_T=0,474>0,05$) (**Voir Annexe 04**). Le test student permettant de comparer les stations incendiées au stations témoins du même site a montré la présence de différence significative dans le site Dj.El Moured et l'absence de différences dans les autres sites (**Voir Annexe 04**).

3.3.4. La conductivité électrique (CE)

Grâce à la lecture directe sur Le multiparamètre, nous avons pu obtenir les résultats indiqués dans le tableau ci-dessous:

Tableau 23: La conductivité du sol dans les sites incendiées (DA1 : Djebel Anouel , DA2 : Djebel Anouel , DR1 : Djebel El Radama-sud, DR2 : Djebel El Radama-sud, DM: Djebel El Moured,DT1 : Djebel Thala,DT2: Djebel Thala, 1 : station, 2 : station).

Stations Paramètre	DA1	DA2	DR1	DR2	DM	DT1	DT2
Conductivité $\mu\text{S/cm}$	1169.5	785.66	387	527.5	460	686.5	830.5
Ecart-type	106.77	11.93	17.08	30.40	27.62	47.37	27.57

D'après le tableau ci-dessus (**Tab.23**), nous remarquons que la conductivité électrique dans les stations incendiées se situe dans l'intervalle suivant : $(387 \pm 11.93$ et $1169.5 \pm 106.77)$.

Nous notons que DA1 a enregistré le plus grande valeur de conductivité électrique, suivie par DT2, puis DA2, DT1 et DR2. Contrairement aux autres stations DM et DR1 qui ont enregistré des valeurs un peu faibles .

Tableau 24: La conductivité du sol dans les sites non incendiées (DA1 : Djebel Anouel , DA2 : Djebel Anouel , DR1 : Djebel El Radama-sud, DR2 : Djebel El Radama-sud, DM: Djebel El Moured,DT1 : Djebel Thala,DT2: Djebel Thala,1 : station, 2 : station).

Stations Paramètre	DA1	DA2	DR1	DR2	DM	DT1	DT2
Conductivité $\mu\text{S/cm}$	1177	697.66	308.5	245	243	736.5	479
Ecarte-type	26.87	24.58	4.94	25.11	8	7.77	4.24

Chapitre III : Résultats

D'après le tableau ci-dessus (**Tab.24**), nous remarquons que la conductivité électrique dans les stations non incendiés est limitée dans l'intervalle suivant : $(243 \pm 4.24$ et $1177 \pm 26.87)$.

Nous notons que DA1 a enregistré la plus grande valeur de conductivité électrique, suivie par DT1, puis DA2 et DT2. Contrairement aux autres stations, DR1, DR2 et DM qui ont enregistré des valeurs faibles .

3.3.4.1. Tests Statistiques

Dans la comparaison de la conductivité électrique entre les sites incendiés, le test Anova 1 a montré que les différences sont hautement significatives ($P_1 = 0,00 < 0,05$), de même pour les sites témoins où ($p_T = 0,00 < 0,05$). Le test Tukey a permis de séparer trois groupes: le premier (1) représente Dj. Anouel, le second (3) représente Dj. Thala, alors que le troisième groupe comprend les sites 2 et 4 représentant respectivement les sites Dj.El Radama et Dj. El Moured se ressemblent (**Voir Annexe 05**). Le test student permettant de comparer les stations incendiées aux stations témoins du même site a montré l'absence de différence dans les sites Dj. Anouel et Dj.Thala et la présence de différences significative dans les autres sites (**Voir Annexe 05**).

3.3.5. Le calcaire total (CT)

Après avoir compensé les valeurs obtenues dans la formule de $\text{CaCO}_3 \%$, nous obtenons le tableau correspondant ci-dessous:

Tableau 25: Calcaire total du sol dans les sites incendiés (DA1 : Djebel Anouel , DA2 : Djebel Anouel , DR1 : Djebel El Radama-sud, DR2 : Djebel El Radama-sud, DM: Djebel El Moured,DT1 : Djebel Thala,DT2: Djebel Thala, 1 : station, 2 : station).

Stations d'étude	$\text{CaCO}_3 \%$	Ecart type	Classification (GEPPA in Baize,2000)
DA1	8.30	0.06	modérément calcaire
DA2	8.80	0.67	modérément calcaire
DT1	11.43	1.28	modérément calcaire
DT2	9.97	0.08	modérément calcaire
DR1	7.64	1.00	modérément calcaire
DM	13.90	2.58	modérément calcaire

On remarque que les valeurs de $\text{CaCO}_3 \%$ sont confinées entre 7.64 % et 13.90% (**Tab.25**)

Le tableau ci-dessus montre que toutes les stations sont caractérisées par un sol modérément calcaire.

Chapitre III : Résultats

Tableau 26: Calcaire total du sol dans les sites non incendiés (DA1 : Djebel Anouel , DA2 : Djebel Anouel , DR1 : Djebel El Radama-sud, DR2 : Djebel El Radama-sud, DM: Djebel El Moured,DT1 : Djebel Thala,DT2: Djebel Thala, 1 : station, 2 : station).

Stations d'étude	CaCO ₃ %	Ecart type	Classification (GEPPA in Baize,2000)
DA1	3.36	0.71	modérément calcaire
DA2	12.71	1.07	modérément calcaire
DT1	11.00	1.25	modérément calcaire
DT2	9.35	0.89	modérément calcaire
DR1	5.31	1.35	modérément calcaire
DM	9.16	0.96	modérément calcaire

On remarque que les valeurs de CaCO₃% sont confinées entre 5.31 % et 12.71 % (**Tab.26**). Le tableau ci-dessus montre que toutes les stations sont caractérisées par un sol modérément calcaire.

3.3.5.1. Tests statistiques

Dans la comparaison de CaCO₃ (%) entre les sites incendiés, le test Anova1 a montré que les différences sont hautement significatives ($P_1=0,00<0,05$), et l'absence de différence dans les sites témoins où ($p_T=0,089>0,05$). Le test Tukey a permis de séparer trois groupe: le premier (3) représente Dj. Thala, le second (4) représente Dj. El Moured, alors que le troisième groupe comprend les sites 1et 2 représentant respectivement les sites Dj. Anouel et Dj.El Radama se ressemblent (**Voir Annexe 06**). Le test student permettant de comparer les stations incendiées aux stations témoins du même site a montré l'absence de différence entre les stations des deux sites (**Voir Annexe 06**).

3.3.6. Le Calcaire actif (CA):

Tableau 27: Valeurs du calcaire actif dans les sols incendiés des stations d'étude (DA1 : Djebel Anouel , DA2 : Djebel Anouel , DR1 : Djebel El Radama-sud, DR2 : Djebel El Radama-sud, DM: Djebel El Moured,DT1 : Djebel Thala,DT2: Djebel Thala, 1 : station, 2 : station).

Stations	DA1	DA2	DR1	DR2	DM	DT1	DT2
Paramètre							
Calcaire actif %	29.25	24.85	17.92	21.72	15.65	20.25	19.05

A partir des résultats du **tableau (27)**, nous remarquons que les valeurs du calcaire actif dans les sols incendiés sont peu proches, puisque que les valeurs sont situées entre (15.65% et 29.25%) avec un maximum dans la station DA1 et un minimum dans la station DM.

Chapitre III : Résultats

Tableau 28: Valeurs du calcaire actif dans les sols non incendiés des stations d'étude (DA1 : Djebel Anouel , DA2 : Djebel Anouel , DR1 : Djebel El Radama-sud, DR2 : Djebel El Radama-sud, DM: Djebel El Moured,DT1 : Djebel Thala,DT2: Djebel Thala,1 : station, 2 : station).

Stations	DA1	DA2	DR1	DR2	DM	DT1	DT2
Paramètre							
Calcaire actif %	18.87	18.47	18.72	17.5	15.87	19.15	17.92

Les valeurs du calcaire actif dans les sols non incendiés des stations d'étude sont très proches, car les valeurs sont situées entre (15.87% et 19.15%) (**Tab.28**).

3.3.6.1. Tests statistiques

Dans la comparaison de calcaire actif entre les sites incendiés, le test Anova1 a montré que les différences sont hautement significatives ($P_1=0,00<0,05$), de même pour les sites témoins où ($p_T=0,00<0,05$). Le test Tukey a permis de séparer trois groupe: le premier (1) représente Dj. Anouel, le second (4) représente Dj. El Moured, alors que le troisième groupe comprend les sites 2 et 3 représentant respectivement les sites Dj.El Radama et Dj. Thala se ressemblent dans les sites incendiés alors que dans les sites non incendiés a permis de séparer trois groupe: le premier (2) représente Dj.El Radama, le second (4) représente Dj. El Moured, alors que le troisième groupe comprend les sites 1 et 3 représentant respectivement les sites Dj. Anouel et Dj. Thala se ressemblent (**Voir Annexe 07**). Le test student permettant de comparer les stations incendiées au stations témoins du même site a montré l'absence de différence dans le site Dj.El Moured et la présence de différences significative dans les autres sites (**Voir Annexe 07**).

3.3.7. Taux de carbone organique (C), l'azote totale (N) le rapport C/N, et la matière organique (MO)

Les résultats de taux de carbone organique(C),l'azote totale (N), le rapport C/N et MO sur les stations d'etude sont portés dans le (**Tab.29**).

Chapitre III : Résultats

Tableau 29 : Taux de carbone organique (C) ,l'azote totale (N) le rapport C/N et MO dans les sols incendiés des station d'étude (DA1 : Djebel Anouel , DA2 : Djebel Anouel , DR1 : Djebel El Radama-sud, DR2 : Djebel El Radama-sud, DM: Djebel El Moured,DT1 : Djebel Thala,DT2: Djebel Thala, 1 : station, 2 : station).

Stations Paramètres	DA1	DA2	DR1	DR2	DM	DT1	DT2
C(%)	6.976	6.744	1.976	1.790	5.686	8.401	7.063
N(%)	5.15	1.79	4.05	3.90	2.20	1.93	5.51
C/N	1.35	3.76	0.48	0.45	2.58	4.35	1.28
M.O.	11.99	11.59	3.39	3.07	9.77	14.44	12.14
Classification (ITA, 1975).	Riche	Riche	Moyen- nement pourvu	Moyenne ment pourvu	Riche	Riche	Riche

A travers le (Tab. 29), on note que :

Le taux de carbone organique varie de 1.790% à 8.401%.

DT1 a enregistré le pourcentage le plus élevé de le taux de carbone organique (c) ,donc cette station la plus riche en matière organique ,suivie DT2,puisDA1,DA2et DM,alors que DR1et DR2 sont les stations les plus pauvre en matière organique.

L'azote totale (N)varie de 1.79% à 5.51%.

DT2 a enregistré le pourcentage le plus élevé de l'azote totale (N),donc cette station est la plus riche en azote ,suivie DA1,puis DR1,alors que DR2, DM, DT1et DA2 sont les stations les plus pauvre en azote "moins des fixatrices et minéralisateurs de l'azote".

Le rapport C/N varie de 0.45% à 4.35%.

DT1 a enregistré le pourcentage le plus élevé de le rapport de C/N ,donc cette station la plus fertile ,suivie DA2,puis DM,alors que DA1,DT2,DR1 et DR2 sont les stations les plus pauvres .

Le taux de la MO varie de 3.07% à 14.44%.

Nous notons que toutes les stations ont enregistré un pourcentage élevé de le taux de la MO sauf pour DR1 et DR2 qui ont enregistré des pourcentages faibles. Le sol de toutes les stations est riche sauf la sol de DR1 et DR2 qui sont moyennement pourvu, selon la classification du sol (ITA, 1975).

Les resultats de taux de carbone organique(C),l'azote totale (N), le rapport C/N et MO sur les stations d'etude sont portès dans le (Tab.30).

Chapitre III : Résultats

Tableau 30 : Taux de carbone organique (C) ,l'azote totale (N) le rapport C/N,et MO dans les sols non incendiés des stations d'études (DA1 : Djebel Anouel , DA2 : Djebel Anouel , DR1 : Djebel El Radama-sud, DR2 : Djebel El Radama-sud, DM: Djebel El Moured,DT1 : Djebel Thala,DT2: Djebel Thala, 1 : station, 2 : station).

Stations Paramètres	DA1	DA2	DR1	DR2	DM	DT1	DT2
C(%)	13.924	9.622	2.319	4.563	10.552	7.470	8.866
N(%)	1.11	2.14	5.56	4.08	2.04	2.07	4.12
C/N	12.54	4.49	0.41	1.11	5.17	3.60	2.15
MO	23.94	16.54	3.98	7.84	18.14	12.84	15.24
Classification (ITA, 1975).	Riche	Riche	Moyen- nement pourvu	Riche	Riche	Riche	Riche

A travers le (Tab 30), on note que :

Le taux de carbone organique (C) varie de 2.319% à 13.924%.

DA1 a enregistré le pourcentage le plus élevé de le taux de carbone organique (c) ,donc cette station la plus riche en matière organique ,suivie par DM, puisDA2,DT2 et DT1,alors que DR2 et DR1 sont les stations les plus pauvre en matière organique.

L'azote totale (N)varie de 1.11% à 5.56%.

DR1 a enregistré le pourcentage le plus élevé de l'azote totale (N)) ,donc cette station la plus riche en azote "station plus active biologiquement grâce aux micro-organismes "minéralisation et fixation de l'azote",suivie DT2,puisDR2,alors que DA2,DT1,DM et DA1 sont les stations les plus pauvre en azote "moins des fixatrices et minéralisateurs de l'azote".

Le rapport C/N varie de 0.41% à 12.54% .

DA1 a enregistré le pourcentage le plus élevé de le rapport de C/N ,donc cette station la plus fertile ,suivie DM,puis DA2,alors que DT1,DT2,DR2 et DR1 sont les stations les plus pauvre.

Le taux de la MO varie de 3.98% à 23.94%.

Nous notons que toutes les stations ont enregistré un pourcentage élevé de le taux de la MO sauf pour DR1 qui a enregistré de pourcentage faible,le sol de tous les stations est riche sauf la sol de DR1 est moyen-nement pourvu ,selon la classification du sol selon le taux la MO (ITA, 1975).

Chapitre III : Résultats

3.3.7.1. Tests statistiques

Le test student permettant de comparer les stations incendiées au stations témoins du même site a montré l'absence de différence dans tous les sites pour tous les paramètres (C(%),N(%),C/N et MO).(Voir Annexe 08).

3.4. Impact des facteurs du sol sur l'abondance et la diversité de la litière dans les stations d'étude

Les résultats la représentation des paramètres du sol en relation avec l'abondance et la richesse spécifique dans les stations d'étude sont présenté dans les (Fig.34 et 35).

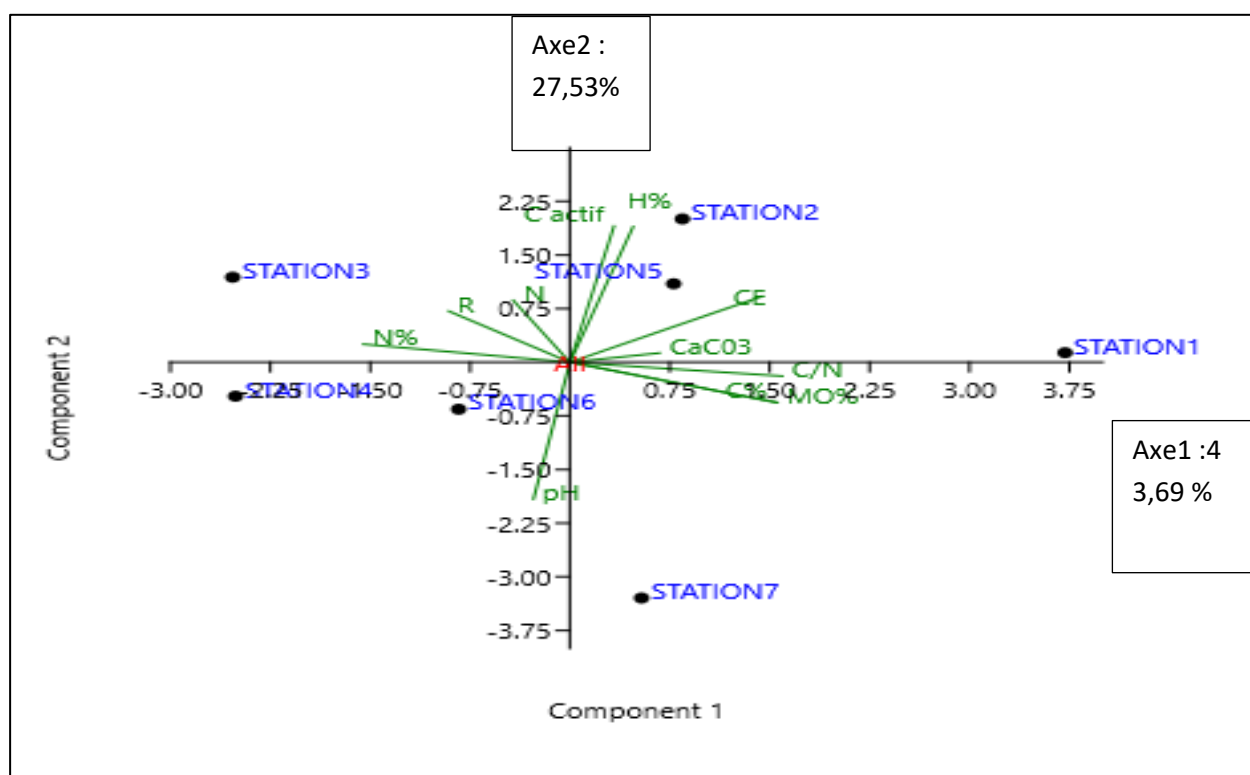


Figure 34: Représentation des paramètres du sol en relation avec l'abondance et la richesse spécifique dans les stations incendiées.

Les Axes 1 et 2 de l'ACP réalisée sur la matrice composé de 7 (stations étudiées) et 11 paramètre (paramètres du sol étudiés, N, R) s'expliquent par un total rapport d'inertie de 77,22 % respectivement 43,69% et 27,53%. Le C actif, H%, C/N et MO% sont positivement corrélés, C actif et H% sont assez bien corrélés entre eux comme C/N et MO%. N, R et N% sont négativement corrélés, N et R sont très corrélés entre eux (**Fig.34**).

Chapitre III : Résultats

Les stations 2,5,1 sont positivement corrélées alors que les stations 3,4 et 6 marquent une corrélation négative (**Fig.34**)

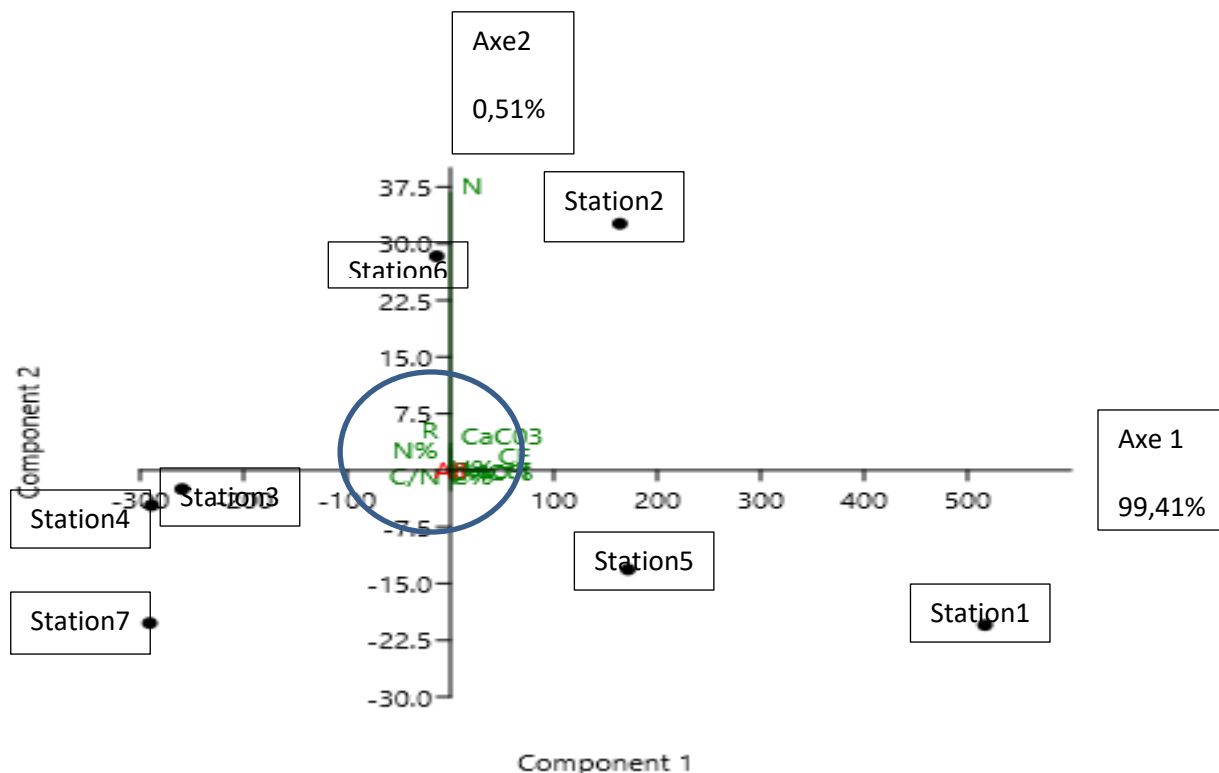


Figure 35: Représentation des paramètres du sol en relation avec l'abondance et la richesse spécifique dans les stations non incendiées (témoins).

Les Axes 1 et 2 de l'ACP réalisée sur la matrice composé de 7 (régions étudiées) et 11 paramètre (paramètres du sol étudiés, N, R) s'explique par un total rapport d'inertie de 99,92 % respectivement 99,41% et 0,51%.

L'abondance N se détache du reste du groupe ce qui prouve sa forte corrélation avec l'axe2 alors que le reste des paramètres se regroupent près du centre sont donc mal représentés sur le plan factoriel et sont difficile à interpréter. Les stations 2, 5 et 1 marque une corrélation positive alors que pour les autres stations la corrélation est négative (**Fig.35**).

Chapitre IV

Discussion

Chapitre IV: Discussion

Discussion

Notre étude a lieu durant la période du 15 Décembre 2021 au 29 mars 2022 dans l'écosystème forestier à *Pinus halepensis* incendié et non incendié de la région de Tebessa. Les sites de cette étude sont : Djebel Anouel (Tebessa), Djebel Thala (Tebessa), Djebel El Radama-sud (Cheria) et Djebel El Moured (Ogla). Un inventaire de la faune de la litière a été dressé dans des stations appartenant à ces sites, l'impact du feu a été étudié à travers quelques paramètres du sol dans ces milieux.

Les stations non incendiées sont celles qui ont connu la plus grande richesse à travers les résultats obtenus par rapport aux stations incendiées, nous avons obtenu dans les sites non incendiés un seul embranchement (Arthropoda), 03 classes, 08 ordres, 12 familles et 15 genres et espèces. **Azzizi & Labidi (2021)** ont mentionné la présence d'un seul embranchement (Arthropoda) avec 04 classes, 15 ordres, 30 familles et 37 genres et espèces dans la forêt à *Pinus halepensis* à Nememcha (Tebessa), alors que dans la forêt à *Pinus halepensis* à Bekkaria **Sahra & Morkhi (2020)** ont remarqué la présence d'un seul embranchement (Arthropoda) avec 04 classes, 09 ordres, 09 familles et 09 genres et espèces. Dans les stations incendiées nous remarquons la présence d'un seul embranchement (Arthropoda) avec 03 classes, 06 ordres, 10 familles et 13 genres et espèces.

Selon Winter et al. (1980) la présence d'espèces d'arthropodes résulte de la résistance de ces espèces au feu et de leur capacité à s'adapter dans des conditions inappropriées et de leur capacité à se déplacer vers les profondeurs du sol loin de la litière pour préserver leur vie, bien que les études post-incendie sur ces espèces restent toute fois peu nombreuses, et concernent notamment quelques groupes: Orthoptères, Coléoptères, fourmis, microfaune du sol essentiellement (**Puissant & Prodon, 2002**). Les acariens du sol (Mesostigmata et Sarcoptiforma) dans les sites incendiés et (Mesostigmata, Sarcoptiforma et Trombidiforma) dans les sites non incendiés sont très diversifiés, alors que les ordres dominants dans la forêt de Nememcha sont (Sarcoptiforma (11sp) et Thysanoptera (4sp) (**Azzizi & Labidi, 2021**). Dans la forêt de Bekkaria il n'y a pas d'ordre dominant, chaque ordre est représenté par une seule espèce (**Sahra & Morkhi, 2020**).

Les Psocodea (Psocoptera: Insecta) sont plus diversifiés en milieu brûlé. Selon **Lienhard (1998)** les Psocoptères font partie des insectes qui broutent la microflore, car en Californie des espèces mycorrhiziennes colonisent massivement le sol et les racines des jeunes pins, sans doute à partir de spores.

Chapitre IV: Discussion

La richesse spécifique n'est pas très différente entre les sites incendiés (20 espèces) et les sites non incendiés (22 espèces), la richesse maximale est constatée dans la station Radama Sud dans les deux cas (07 espèces). Ces résultats restent faibles en comparaison avec ceux obtenus par **Azzizi & Labidi (2021)** dans la forêt Nememcha à Tebessa (37 espèces). D'après **Winter et al. (1980)** après le passage du feu dans une forêt des Eucalyptus et des Acacia en d'Australie, la diversité spécifique n'a pas été réduite, ce qui permet de penser qu'un retour à la normale peut avoir lieu en l'absence de feux nouveaux.

L'absence d'espèces dans le site El Moured (DM) est probablement en raison du prélèvement d'échantillons de la litière 21 jours seulement après l'incendie et que le feu a lieu dans une saison différente par rapport aux autres sites. **Radea & Arianoutsou (2002)** ont noté que la réaction de la faune du sol face à un incendie va dépendre de deux types de facteurs dont la saison du feu.

La similarité est très faible entre les deux sites. Selon **Huhta (1979)** l'utilisation d'indices différents peut donner plus de poids aux espèces rares ou sous-estimer les espèces communes. Certaines espèces sont communes comme *Macrocheles robustulatus* d'autres sont spécifiques aux sites incendiés comme *Oppia sp* et d'autres aux sites témoins comme *Lepinotus patruelis*.

Il n'y a pas de différences significatives dans l'abondance du peuplement faunistique de la litière entre les sites incendiés et témoins. Les espèces *Ceratophysella sp.* (Collembola) est la plus abondante dans les sites incendiés et *Macrocheles robustulatus* (Acari) dans les sites témoins. Les peuplements sont équilibrés dans la plupart des stations des deux sites.

L'effet du feu sur les composants de la litière diffère selon les stations probablement en raison de la durée de l'incendie, l'intensité ou autre.

L'étude de la texture du sol a montré que le sable est retrouvée avec de grandes proportions dans les deux sites et avec un pourcentage plus élevé dans les sites témoins, confirmé par **Azzizi & Labidi (2021)** puisque la proportion du sable atteint son maximum dans le sol du pin d'Alep âgé (83,10%) et dans le pin d'Alep jeune (79,52%) dans la forêt Nememcha par contre les taux de sable fin et grossier sont respectivement de 13% et 85% pour le sol forestier à Jijel (**Akeroum & Boukherz, 2007**).

Cependant certaines stations témoins ont changé de texture du sol après le passage du feu comme DA1, DA2 et DR2. Selon **DeBano & Rice (1973)** plusieurs auteurs ont montré que, suite à des incendies, il y avait une augmentation de l'imperméabilité des sols.

Chapitre IV: Discussion

Le sol incendié des stations Dj. Anouel et Dj. Thala sont plus noirs par rapport aux autres stations. D'après (Fisher & Binkley, 2000) la couleur du sol est une bonne indication de la quantité et de l'état des résidus organiques qui restent après le feu, car la matière organique décomposée de manière très approfondie sera noire.

Bien que les stations témoins soient plus humides que les stations incendiées, il n'existe pas de différences significatives entre les deux types de sites. Ces résultats sont confirmés par Megouas & Daou (2021) dans la région de Blida.

Gillon *et al.* 1987 ont confirmé l'observation d'un gradient d'humidité croissant avec la profondeur dans les sols brûlés contrairement aux sols témoins, et Akeroum & Boukherz (2007) ont constaté l'effet du site sur le pourcentage de l'humidité des forestiers non incendiés.

Le feu n'a pas eu d'effet sur le pH, car le sol incendié et non incendiés sont neutres à Tébessa (absence de différences significatives entre les deux sols, à l'exception de la station DM) probablement parce que la prise de sol a lieu près de 6 mois après l'incendie, elle a lieu 15 jours après dans la station DM. Certini (2005) a constaté que le pH des sols a tendance à augmenter après le passage des feux, quoique éphémèrement, en raison de la libération des cations alcalins (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) liés à la MO, une légère augmentation est constatée dans le sol incendié dans le Rif centro- Accidental au Maroc (Ashianga, 2015). Dans la région de Bordj Bou Arreridj Sarkar (2005) a constaté que pH qui est faiblement alcalin dans la région est devenu fortement alcalin après le passage du feu (Mettai, 2019).

La conductivité électrique dans les sites incendiés est plus grande que dans les sites non incendiés avec présence de différences entre les stations du même site.

L'impact de l'incendie est différente sur les sites avec l'absence de différences significatives dans les sols incendiés et non incendiés au niveau de Djebel Anouel et Djebel Thala et présence de différences dans le reste des sites. Selon Saint-John & Runde (1976) après le passage des feux la conductivité électrique reste faible pendant au moins un an après un incendie car la matière organique, qui fournit une grande surface pour les réactions chimiques au niveau du sol, est consommée (Mettai, 2019). Dans le Rif centro- occidental la conductivité électrique a baissé dans les sols après le passage du feu (Ashianga, 2015).

Les sols étudiés sont modérément calcaires dans les sites incendiés et non incendiés, le feu n'a eu aucun effet sur cette variable du sol à Tébessa, par contre l'effet du feu est fortement significatif sur le calcaire actif dans tous les sites étudiés (excepté DM). Le calcaire actif est plus important dans les stations incendiés que dans les stations non incendiés à Tébessa.

Chapitre IV: Discussion

Les stations non incendiées sont plus riche en carbone que les stations incendiées , ils sont plus riche en matière organique donc le feu a agit négativement sur le C% des sols des sites à exception de DT1 .**Megouas & Daou (2021)** ont remarqué que la teneur en carbone organique a diminué dans le sol après l'incendie dans la région de Blida; d'après **Neary et al. (1999)** la quantité de C perdue dépendra de plusieurs facteurs y compris l'intensité du feu, la quantité et la répartition de la MO à la surface du sol et du taux de décomposition résiduelle de la MO après feu etc. Selon **Wells et al.. (1979)** tout incendie de forêt modifie la quantité et la répartition de C dans le sol.

Après le passage du feu le N% a augmenté considérablement dans quelques stations (DA1, DM, DT2) mais a eu un effet négatif sur le reste des stations parce que peut-être c'est dû à l'intensité et à la force du feu dans ces stations. Le Rapport C/N a faiblement augmenté après l'incendie dans la station (DR1), l'effet est plus important dans la station DT1, mais pour le reste des stations l'effet est négatif La matière organique a considérablement diminué dans les stations après le passage du feu à l'exception de DT1 puisque ce rapport est en relation directe avec le C% et le N% cependant toutes ces différences restent faiblement significatives.

Mettai (2019) a constaté que les teneurs en matière organique sont faibles dans le sol après l'incendie, confirmé par **Ashianga (2015)** dans le Rif centro-occidental incendié.

Les exigences spécifiques et le niveau de tolérance des organismes du sol aux variations de l'environnement déterminent la composition des communautés associées au sol. Elles varient donc selon le type forestier et les perturbations encourues, comme la coupe forestière et les feux de forêt (**Seastedt & Crossley, 1981**). Selon **Giovannini & Lucchesi (2006)** il semble que le feu crée des conditions plus favorables pour la re-colonisation des bactéries que pour les champignons, certainement en raison de l'augmentation de pH .

La corrélation entre les facteurs du milieu et la richesse et l'abondance de la faune de la litière est constatée dans certaines stations incendiées, d'où la dominance de certaines espèces et la disparition d'autres espèces. Le feu agit donc sur la redistribution des populations pré existantes dans l'écosystème forestier étudié et sur les facteurs édaphiques régnants dans ces habitats.

Conclusion

Conclusion

Conclusion

Notre étude a lieu durant la période du 15 Décembre 2021 au 29 mars 2022 dans l'écosystème forestier à *Pinus halepensis* incendié et non incendié de la région de Tebessa. Les sites de cette étude sont : Djebel Anouel (Tebessa), Djebel Thala (Tebessa), Djebel El Radama-sud (Cheria) et Djebel El Moured (Ogla), représentés par des stations. Le but principal est de connaître la richesse et l'écologie de la faune de la litière des stations incendiées et des stations non incendiées, puis d'étudier l'impact du feu sur la distribution du peuplement par comparaison entre les sites incendiés et non incendié enfin connaître l'effet du feu sur différents facteurs pédologiques qui pourraient influencer cette distribution.

Les sites non incendié sont ceux qui ont connu la plus grande richesse à travers les résultats obtenus par rapport aux sites incendiés, nous avons obtenu dans les sites non incendiés 138 individus repartis en 15 genres & espèces, 12 familles, 08 ordres et 03 classes d'un seul embranchement(Arthropoda), alors que dans les sites incendiés nous avons recensé 115 individus, 13 genres & espèces, 10 familles, 06 ordres et 03 classes d'un seul embranchement (Arthropoda) aussi. La richesse spécifique n'est pas très différente entre les sites incendiés (20especies) et les sites non incendiés (22 espèces), le richesse maximale est constatée dans la station Radama Sud 2 dans les deux cas (07 espèces). La valeur de l'indice de similarité de Jaccard $J=12.50\%$ a permis de constater que la ressemblance est très faible entre les sites incendiés et non incendiés dont le degré de différence est de 87.50%. dans le but de comparer l'abondance et la richesse entre les sites incendiés et non incendiés (témoins) Le test Anova1 a montré qu'il n'y a pas de différence significatives entre les sites incendiés ($p>0,05$; $p_A=0,606$, $p_S= 0,740$), ni entre les sites non incendiés($p>0,05$; $p_A=0,606$, $p_S= 0,938$).Le test Anova 2 dans le but de comparer l'abondance et la richesse entre les sites et les stations incendiés et non incendiés. Les résultats obtenus ont montré qu'il n'y a pas de différence significatives entre les sites ($p>0,05$; $p_A= 0,823$, $p_S= 0,756$), ni entre les stations ($p>0,05$; $p_A= 0,762$, $p_S= 0,711$), il n'y a pas d'effet de l'interaction entre les deux facteurs sur l'abondance et sur la richesse de la faune.

L'abondance relative des espèces de la litière de *Pinus halepensis* dans les sites incendiés indique que l'espece *Ceratophysella sp.* est dominante et représente 24.35% de l'abondance totale, suivie par *Macrocheles robustulatus* avec 19.13%, alors que dans les sites non incendiés l'espece la plus abondante est *Macrocheles robustulatus* (24.64%) , suivie par *Lepinotus patruelis* (Pearman,1931) (23.19%).

Conclusion

Dans les sites incendiés la dominance est maximale dans DA1 (01) , elle qu'elle est minimale dans la station DT2 (0.25),alors que dans les sites non incendiés la dominance est maximale dans DR2 (0.23) ,elle qu'elle est minimale dans les stations de DR1 et DT1 (0.5).

L'indice de Simpson varie entre 0 et 0.74 et les stations les plus diversifiées sont DT2,DR2 et DA2 dans les sites incendiés.,alors que dans les sites non incendiés il varie de 0.49 à 0.76 et DR1 est la station la plus diversifiée parcequ'elle se rapproche de 1.

L'indice de diversité de Shannon-Wheaver varie d'une station à une autre , la valeur minimale dans les sites incendiés est notée à DM (0 bits) il n'y a pas de diversité puisqu'il y a une seule espèce et la valeur maximale à DR2 (1.45 bits) parce que la station est la plus riche en especes (06 especes) ,alors que dans les sites non incendiés il varie d'une station à une autre ,la valeur minimale est notée àDR1 (0.99 bits) et la maximale au DR2 (2.42 bit).

L'équitabilité (J') varie de 0.22 (DA1) à 0.99 (DT2) dans les station incendiés, le peuplement est faiblement équilibré dans la première station parce qu'il existe une espèce dominante alors que dans la seconde station il y a une équi –répartition , par contre dans les stations non incendiés il varie de 0.59 à 1, (DT1) qui est la station la plus équilibrée. Globalement le peuplement est équilibré dans toutes les stations non incendiées.

L'analyse comparative des paramètres physico-chimique tel que (H%,pH, CE, CaCO₃, MO....etc) entre le sol incendié et le sol non incendié a permis de constater que pour le passage du feu a eu un effet sur seulement 3 stations puisqu'elles ont changé de texture après , mais aucun changement pour le reste des stations.

L'analyse comparative des paramètres physico-chimique des sols des stations incendiées et non incendiées tel que (H%,pH,CE, Ca CO 3 , MO....etc) a permis d'obtenir les résultats suivants : le feu n'a pas eu d'effet significatif sur le pH, la matière organique l'humidité et le carbone alors que son effet est significativement négatif sur la conductivité électrique et le calcaire actif (sauf à DA2) , et le Rapport C/N a faiblement augmenté après l'incendie.

La corrélation entre les facteurs du milieu et la richesse et l'abondance de la faune de la litière est constatée dans certaines stations incendiées, d'où la dominance de certaines espèces et la distribution d'autres. Le feu agit donc sur la redistribution des population pré existante dans écosystème forestier étudié.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

Références bibliographiques

-A-

Ashianga O.C. (2015). Effets des incendies de forêts sur les séquestration du carbone et la minéralisation de l'azote , et la typologie des sols dans les écosystèmes forestiers du rif Centro-occidental , Ecole national forestière d'ingénieur des eaux est des forêts 2015 , Mémoire online disponible sur (<https://www.memoireonline.com/02/16/9444/Effets-des-incendies-de-forts-sur-la-sequestration-du-carbone-et-la-mineralisation-de-l-azote-e.html>),111p.).

Acherar M., Lepart J. & Debussche M.(1984). La colonisation des friches par le pin d'Alep(*Pinus halepensis Mill.*) en Languedoc méditerranéen. *Acta Oecol.-Oec. Plant.*, 5 (19): 179-189.

Afes.(2008). Référentiel pédologique 2008. I.N.R.A, Paris 380 p.

Akeroum Z. & Boukherz S.(2007). Etude comparative entre deux types de sols :sol agricole et sol forestier (Jijel).Mémoire de fin d'étude En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Ecologie végétale et environnement. Université de Jijel.72P.

Alexandrian D., Esnault F. & Calabri G.(1998). Feux de forêt dans la région méditerranéenne. Réunion de la FAO sur les politiques publiques concernant les feux de forêt, Rome, Italie, 28-30 octobre 1998. 8 p.

Anderson J.M. & Ingram J.S. (1983).Biologie et fertilité des sols tropicaux: un manuel de méthodes. CAB International, Wallingford.

Anonyme.(2022).Bureau national d'études pour le developpement rural, la conservation des forets Tebessa.Algérie.

Anonyme.(2022).La district des forets –Cheria-la wilaya de Tebessa .Algerie.

Aubert G.(1978). Méthode d'analyse des sols .Ed. C.R.D.P., Marseille, 189p.

Azizi K. & Labidi N.(2021). La faune de la litière de la Forêt d'EL Anba Tébéssa.Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master en Ecologie . Université de Tébéssa.71P.

-B-

Bachelier G. (1978). La faune des sols, son écologie et son action. V.R.S.T.M., Init. Doc. Tech. 38, pp. 391.

Bagnouls F. & Gaussen H. (1953). Saison sèche et régime xérothermique. Documents pour les cartes des productions vegetates 3 (iy. i, 47).

Références bibliographiques

- Baize D.(2000).** Guide des analyses en pédologie, 2ème édition revue et augmentée, INRA, Paris, 257 p.
- Barbero M., Bonin G., Loisel R.,Miglioretti F. & Quezel P.(1987).** Incidence of exogenous factors on the regeneration of *Pinus halepensis* after fires. *Ecol. Mediterr.*, 13 (4): 51-56.
- Bayartogtokh B.(2001).** Tree new soil mites of the genus *Epidamaeus* (Acari, Oribatida, Damaeidae) from Mongolia. *Zoosystema* (France). V. 23 (1), p. 29-49.
- Béguin M. & Pumain D. (2000).** *La représentation des données géographiques, statistique et cartographie.* Paris, Armand Colin 2^e edition.192 P.
- Benarfa N.(2005).** Inventaire de la faune apoidienne dans la région de Tébessa.Thèse de Magister en entomologie, Université Mentouri, Constantine : 130p.
- Benhanifia K., Haddouche I., Bensaid A., Smahi Z. & Hamimed A.(2004).** Characterization of the deforestation effect in a semi-arid region by the use of satellite images. *Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology V, proc. of SPIE*, vol. 5232: 324-332.
- Benmahmoud-Khattabi A.(2012) .** Espaces sub arides 40 ans de gestion traditionnelle et projets de développement (Analyse de 1970 à 2010). Cas de la wilaya de Tébessa. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Magister, Université Mentouri de Constantine.158P.
- Bergeron Y. (1991).** The influence of island and mainland lakeshore landscape on boreal fire regimes. *Ecology*, 72: 1980-1992.
- Black C. A., Evans D. D., White J. L., Ensminger L. E. & Clark F. E.(1965).** Methods of soil analyst, part 2. Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy, Madison Inc., Madison, Wisconsin, p. 1569.
- Boer C. (1989).** Effects of the forest fire 1982-83 in East Kalimantan on wildlife. FR-Report No. 7. Deutsche Forstservice GmbH, Samarinda, Indonésie.
- Boudy P. (1952).** Guide du forestier en Afrique du Nord. Maison rustique, Paris, 505p.
- 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 de l'Algérie.) Premier Congrès Nord-Africain d'Ornithologie. Quatrième Colloque International d'Ornithologie Algérienne.BEJAIA : 24 et 25 octobre 2017.

Références bibliographiques

Bruand A. & Chenu C.(1994). Constitution physique du sol. *Techniques agricoles*, n° 1130, 12 p.

Buol S., Southard R., Graham R. & Mc.Daniel P.(2011a). Morphology and Composition of Soils. *Soil Genesis and Classification*, Sixth Edition: 35-87.

Buol S.W. Southard, R.J. Graham, R.C. & Mc.Daniel P.A. (2011b). Soil genesis and classification. John Wiley & Sons. 13:978- 0-8138-0769-0.

-C-

Certini G. (2005). Effects of fire on properties of forest soils: A review. *Oecologia*(143): 1 - 10.

Chandler C., Cheney P., Thomas P., Trabaud L. & Williams D. (1983). Fire in Forestry. *John Wiley & Sons*. New York, USA, 298p.

Coineau Y. (1974). Introduction à l'étude des microarthropodes du sol. Document pour enseignement pratique de l'écologie. Dept. Zool. IAV Hassan II, Rabat.

Cornelissen J. H. (1996). An experimental comparison of leaf decomposition rates in a wide range of temperate plant species and types. *J. Ecol*, 84 : 573 - 582.

-D-

Dajoz R. (1985). Répartition géographique et abondance des espèces du genre *Triplax Herbst* (Coléoptères, Erotylidae). *L'Entomologiste*, 41(3): 133-145

Danks H.V. & R.G. Footitt.(1989). Insects of the boreal zone of Canada. *The Canadian Entomologist*, 121: 625-690.

Davies S.J. & Unam L. (1999). Smoke-haze from the 1997 Indonesian forest fires: effects on pollution levels, local climate, atmospheric CO₂ concentrations, and tree photosynthesis. *Forest Ecology and Management* 124: 137-144.

de Bano L. F. (1991). The effects of fire on soil properties. *Proceedings management and productivity of western-Montane. Forest Soils*, pp: 151 - 155.

de Bano L. F. & Rice R. M. (1973). Water-repellent soils: their implications in forestry. *Journal of Forestry* 71: 220-223.

de Bano L. H., Neary, D. G., & folliott, P. F. (1998). Fire effects on ecosystems. *John Wiley & Sons*. Inc.: New York, NY, USA, 612p.

Références bibliographiques

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

Direction générale des forêts (DGF) . (2012) . Bilan des incendies de forêts en Algérie (1963-2012).

Drouineau G. (1942). Dosage rapide du calcaire actif des sols. *Ann. Agron*: 441-450.

Dunn P. H., Barrow S. C. & Poth M. (1985). Soil moisture affects survival of microorganisms in heated chaparral soil. *Soil Biology & Biochemistry*, 17: 143 - 148.

-F-

FAO. (2001). Évaluation des ressources forestières mondiales 2000 - rapport principal. Étude FAO : Forêts n° 140. Rome.

Fisher R. F. & Binkley D. (2000). Ecology and Management of Forest Soils (*3rd Edition*). John Wiley and Sons, New York, USA, 486p.

Flogatis E., Blandin P. (1985). L'impact du piétinement sur les macroarthropodes du sol dans les forêts périurbaines : étude expérimentale. *Décol., App.*, Vol. 6, n° 2: 129-141.

-G-

Ganteaume A., Camia A., Jappiot M., San-Miguel-Ayanz J., Long-Fournel M. & Lampin C. (2013). A Review of the Main Driving Factors of Forest Fire Ignition over Europe. *Environ. Manage.*, 51: 651–662.

Gillon D., Bertrand M., Etienne M., Lumaret J. P. & Vallette J. C. (1987). Ecological impact of prescribed winter burning on fuel breaks in french mediterranean forests. First results. *Ecologia Mediterranea XIII* : 163-176.

Giovannini G. & Lucchesi S. (2006). Mediterranean ecosystems: soils. In *EUFIRELAB. Wildland fires impacts: a state of the art* Arianoutsou, M. ed, pp. 18-30.

Gobat J. M., Aragno, M., & Matthey, W. (2003). *Le sol vivant. Bases de pédologie, biologie des sols.* (2 ed.). Lausanne: Presses Polytechniques et universitaires romandes.

Références bibliographiques

Grall J, Coïc N. (2006). Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier, Ifremer DYNECO/VIGIES/06-13/REBENT. pp 91

Gray J. S., Mc Intyre A. D., & Stirn J. (1992). Manuel des méthodes de recherche sur l'environnement aquatique. Onzième partie. Evaluation biologique de la pollution marine, eu égard en particulier au benthos. FAO Document technique sur les pêches, N° 324: 53.

-H-

Halitim A.(1988). Sols des régions arides d'Algérie. OPU, Alger, 384 p.

Huhta V.(1979). Evaluation of different similarity indices as measures of succession in Arthropod communities of the forest floor after clear-cutting. *Oecologia* (Berlin) 41: 11-23.

-I-

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

-K-

Kinnaird M.F. & O'Brien T.G.(1998). Ecological effects of wildfire on lowland rainforest in Sumatra. *Conservation Biology* 12(5): 954-956.

-L-

Lienhard C. (1998).Psocoptères euro-méditerranéens.faune de france et régions limitrophes. Fédération Française des Sociétés de Sciences naturelles. Paris 508p.

-M-

Martins F., Costa M.& Galhano C.I. (2015).On the way for a new. Agriculture & Food Journal of International Scientifique Publications. Vol 3. 137 P.

Mathieu C. & Pioltain F .2009. Analyse chimique des sols. Lavoisier 2eme tirage. France 387p

Meddour-Sahar O. & Derridj A.(2010). Le risque d'incendie de forêt : évaluation et cartographie. Le cas de la wilaya de Tizi-Ouzou, Algérie (période 1986-2005). *Sécheresse*, 21(3): 187-195.

Références bibliographiques

- Meddour-Sahar O., Derridj A. & Meddour R. (2009).** Bilan des incendies de forêt dans le bassin méditerranéen : Cas du Portugal, l'Espagne, la France, l'Italie et la Grèce, (Période 1986-2005). pp 1-8.
- Megouas S. & Daou T. (2021).** Etude d'effet des incendies sur les propriétés physico-chimiques du sol dans deux régions différentes (Bordj Bou Arreridj – Blida). Mémoire En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Biodiversité et Environnement, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi-Bordj Bou Arreridj. 73 P.
- Mettai L. (2019).** Contribution à l'étude de quelques paramètres de sol après l'incendie (Bordj Bou Arreridj), Mémoire En vue de l'obtention du diplôme de Master en Biodiversité et Environnement, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi-Bordj Bou Arreridj. 61P.
- Miller D.A. & White, R.A. (1998).** A conterminous United States multilayer soil characteristics dataset for regional climate and hydrology modeling. *Earth interactions* 2: 1-26.
- 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, Université de Kinshasa. 35P.
- N-
- Nadam A. (2006).** Influence de trois modes de gestion des sols sur le profil de la macrofaune du sol en parcelles cotonnières paysannes au nord Cameroun, *Sciences de la vie et de l'environnement*. 266P.
- Naveh Z. (1990).** Fire in the Mediterranean-A landscape ecological perspective. In: Goldammer, J.G. and M.J. Jenkins, (Eds.). *Fire in ecosystems dynamics: Mediterranean and Northern perspective*, pp: 1 - 20.
- Neary D. G., Klopatek C. C. & de Bano, L. F. (1999).** Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis. *Forest Ecology and Management*(122): 51 - 71.
- Nelson D.W & Sommers L.E.(1982).** Total carbon, organic carbon and organic matter, *Chemical and microbiological Properties-agronomy, Monograph*. Soil Science of America, Madison, WI, USA. **9**: 539-579.
- Ngoy C. (2015).** Etude comparative des effectifs du cheptel bovin dans l'ex-province du Katanga et dans la province du sud Kivu. Institut supérieur de statistique Lubumbashi-G3 statistique.

Références bibliographiques

-P-

Pauwels J.M., Vanranst E., Verloo M., & A. Mvondo Z.E.A. (1992). Manuel de laboratoire de pédologie. Publications Agricoles n° 28. Agence Générale de la Coopération au Développement, Bruxelles. 265p

Pearson T. H. & Rosenberg R. (1978). Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanographic Marine Biology Annual Review*, 16: 230-306.

Pérez-Harguindeguy N., Diaz S., Cornelissen J. F., Vendramini F., Cabido, M. & Castellanos A. (2000). Chemistry and toughness predict leaf litter decomposition rates over a wide spectrum of functional types and taxa in central Argentina. *Plant Soil*, 218:21 - 30.

Pielou E. C. (1969). An introduction to mathematical ecology . Wiley - Interscience , New York , 286 pp .

Puissant S. & Prodon R. (2002). Impact of controlled burning on grasshoppers (orthoptera) communities: a Pyrenean example. In *Fire and Biological processes*, Trabaud, L. and Prodon, R. eds, pp. 233-247.

-R-

Radea C. & Arianoutsou M. (2002). Environmental responses of soil arthropod communities along an altitudinal-climatic gradient of western Crete in Greece. *Journal of Mediterranean Ecology* 3: 37-45.

Rowej S. & Scotter G.W. (1973). Fire in the boreal forest. *Quaternary Research*, 3: 444-464.

-S-

Sahra S. & Merghi E. B. (2020). Contribution a l'identification du peuplement des arthropodes dans quelque forets de la region de Tebessa .Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master en Ecologie, Université de Tébessa.84P.

Sarkar D. & Haldar A. (2005). Physical and chemical methods in soil analysis: fundamental Concepts of Analytical Chemistry and instrumental techniques. Indian: New Age international. 176 p.

Références bibliographiques

Satanuszek S. (2001). Role of epigeic macroarthropod predators in the regulation of abundance and biomass of saprophagous nematode on grass litter of meadow. Polish journal of Ecology (Poland). V. 49 (1): 45-57.

Sauce G. (2009). A review on transportation of heat energy over long distance : Exploratory development. Renewable and Sustainable Energy Reviews 13(6-7): 1532-1540.

Seastedt T.R. & DA Crossley Jr.(1981). Microarthropod response following cable logging and clear-cutting in the southern Appalachians. Ecology, 62: 126-135.

Smati A. & Bakhouche F. (2018). Les îlots de fertilité autour du figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) améliorent-ils les taux de matière organique et d'humidité dans le sol environnant? Mémoire de master en Ecologie et Environnement, Université de Tébessa. 28 pages.

Soddy J. P., Andre P., Legriri F.H. (1984). Influence des intensités d'éclaircies sur les populations de macroarthropodes et d'annelides dans les litières d'épicéa. Pédobiologia, 26: 179-184p

Soshany M., Kutiel P. & Lavee H. (1995). Monitoring temporal vegetation cover changes in mediterranean and arid ecosystems using a remote sensing technique: case study of the judean Mountain and the judean desert. *J. Arid Envi.* (33): 9-21.

-T-

Thanos C., Marcou S., Christodoulakis D., & Yannitsaros A.(1989). Early post-fire regeneration in *Pinus brutia* forest ecosystems of Samos Island (Greece). *Acta Oecol- Oec. Plant.*, 10 (1): 79-94.

Toutain F. (1981). Les Humus forestières structures et mode de fonctionnement. Rev. Forest. 33 (6) : 448-477.

Trabaud L. (1995). Modalités de germination des cistes et des pins méditerranéens et colonisation des sites perturbés. *Rev. Ecol. (Terre vie)*, 50 : 3-14.

Trabaud L. (1984). Man and fire: impacts on Mediterranean vegetation. *Mediterranean-types shrublands Ecosystems of the World*, 11 : 523 – 537.

Références bibliographiques

Trabaud L., Michels C. & Grosma J.(1985). Recovery of burnt *Pinus halepensis* Mill. forest. II. Pine reconstitution after wildfire. *For. Ecol. Manage*,13: 167-179.

-V-

Verma S. & Jayakumar S. (2012). Impact of forest fire on physical, chemical and biological properties of soil. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences 2 (3)*: 168 - 176.

-W-

Walkley A. & Black A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposal modification of the chromic acid titration method. *Science*, Volume 37: 29-38.

Wells C. G., Campbell J., de Bano L. F., Lewis C. E., Fredricksen R. L., Franklin E. C. Froelich R. C. & Dunn P. H. (1979). Effects of fire on soil: a state-of-knowledge review. *Serv. Gen. Tech. Rep.* Washington, 34p.

Winter K., Schauer mann J. & Schaefer M.(1980). *Forstwissenschaftliches Centralblatt* volume 99, pages324–340 (1980)

-Z-

Zarrouk F.(2011). Les statistiques différentielles (test de Student)

Sites d'internet:

Site d'internet 01:

https://dz.geoview.info/djebel_anoual,1553321892n

Site d'internet 02:

https://dz.geoview.info/djebel_tella,2477241

Site d'internet 03:

[https://www.marefa.org/%D8%A7%D9%84%D8%B4%D8%B1%D9%8A%D8%B9%D8%A9_\(%D8%AA%D8%A8%D8%B3%D8%A9](https://www.marefa.org/%D8%A7%D9%84%D8%B4%D8%B1%D9%8A%D8%B9%D8%A9_(%D8%AA%D8%A8%D8%B3%D8%A9)

Références bibliographiques

Site d'internet 04:

https://dz.geoview.info/djebel_radama,2484139

Site d'internet 05:

<https://www.marefa.org/%D8%A7%D9%84%D8%B9%D9%82%D9%84%D8%A9> (Traduit en français).

Site d'internet 06:

https://dz.geoview.info/djebel_moured,2486872