



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE



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

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences biologiques
Option : Ecologie et envenimement

THEME

**Evolution du potentiel de cicatrisation post-
incendie par l'analyse qualitative de la flore dans
la région d'Ikhlidjen (L.N.I.), TIZI-OUZOU**



Présenté par : ZAIMI Katia	et	REZZIK Meriem
Présidente : M ^{me} MEDJDOUB F.	Professeur	UMMTO
Promotrice : M ^{me} LEMBROUK L.	MCB	UMMTO
Co-promoteur : Mr. ASLA T.	MAA	UMMTO
Examinatrice : M ^{me} TALEB K.	MCA	UMMTO

Date de soutenance : 27/09/2022
Année Universitaire : 2021/2022

Remerciements

Nous tenons d'abord à remercier Dieu tout puissant qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail.

À notre Présidente de jury, Madame **MEDJDOUB F.** professeur à l'U.M.M.T.O. Nous vous remercions vivement d'avoir porté un intérêt particulier pour notre travail et d'avoir accepté la présidence de ce jury.

En second lieu, nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre promotrice Madame **LEMBROUK L.** Maître de Conférences B à l'U.M.M.T.O. pour son accompagnement indispensable, sa disponibilité et son rayonnement encourageant en tant qu'encadreur, qui a dirigé nos recherches sur l'évolution floristiques après le feu. Sans cesse, elle nous conseillait, stimulait, en prenant sur son temps de travail pour nous aider et nous encourager. Ce travail lui doit beaucoup, nous valorisons ses compétences, sa rigueur scientifique et son soutien pédagogique.

Nous avons à remercier également Monsieur **ASLA T. MAA** à UMMTO d'avoir accepté de coopérer avec madame **LEMBROUK** pour un meilleur encadrement de ce travail, ainsi que pour ses efforts et son aide précieuse pendant l'identification des espèces récoltées, Soyez rassurée monsieur de notre grande sympathie et profonde reconnaissance.

Nous remercions également notre examinatrice Madame **TALEB K.** Maître de Conférences (A) à l'U.M.M.T.O. d'avoir accepté d'évaluer ce travail. Recevez nos chaleureux remerciements et soyez assurée de notre profond respect.

Ce modeste travail n'aurait pas pu être réalisé sans l'aide de madame **DAOUD Messaouda** et sa famille qui nous ont accompagnée dans nos aventures lors de la recherche de la forêt la plus proche au village et durant tous nos échantillonnages. Nous tenons donc à les remercier vivement.

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

**Mes chères parentes qui n'ont jamais cessé de m'encourager tous le long de mon parcours et qui ont toujours tout sacrifié pour moi, que Dieu les protège, et à mon cher fiancé, celui qui a toujours cru en moi.*

**A mon binôme Meriem*

**A toute ma famille (frère Mohmmmed, Ghilas & sœurs Zahra, Nihad & sonia et son marie, ainsi que ses enfants).*

**A mes chères amies Kamilya Zammoum & Hanane et Dalila.*

**A tous (tes) mes enseignements (es)*

A toutes celles, à tous ceux qui ont contribué à

L'élaboration de Travail

**Avec gratitude*

Je leur dédie ce mémoire

Katia



Dédicaces

Je dédie ce travail à :

**A ma très chère mère,*

Quoi que je fasse ou que je dise, je ne serai à quel point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles de la vie.

**A mon cher père,*

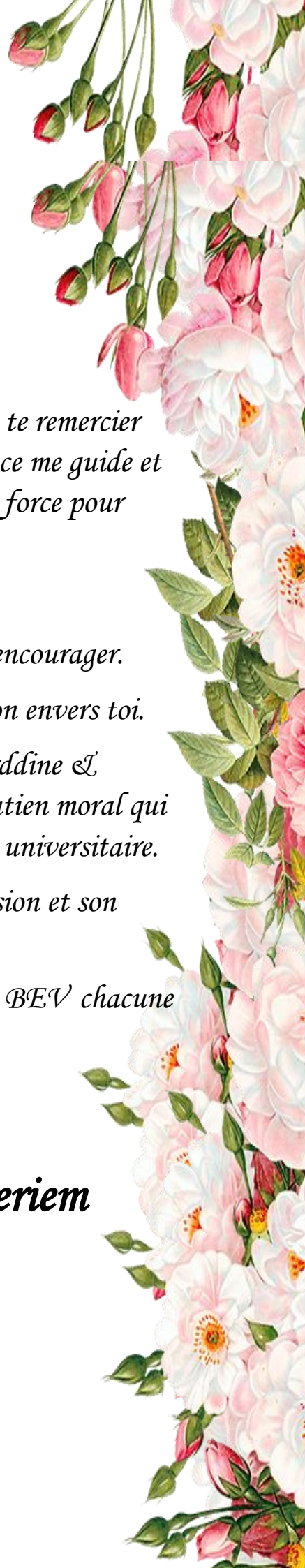
Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Que mon travail traduit ma gratitude et mon affection envers toi.

**A mes très chers frères et sœurs. Merouane, Kherddine & Abderahmane & Nesrine, je vous remercie pour votre soutien moral qui m'a donné force et endurance tout le long de mon cursus universitaire.*

**Sans oublier mon binôme Katia pour sa compréhension et son dévouement pour notre projet.*

**A toutes mes amies de promotion de Master II BEV chacune occupe une place dans mon cœur.*

Meriem



Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Sommaire

Introduction.....	2
Chapitre I : Généralités	
I. Historique.....	5
II. Incendies et végétation.....	6
II 1. Incendie.....	6
II 2. Végétation.....	6
II. 3. Incendie de végétation.....	7
III. Éléments de feu (triangle de feu).....	7
A) Un combustible.....	8
B) Comburant (Corps oxydants : oxygène).....	8
C) Source d'Énergie (chaleur).....	8
III.1. Causes des incendies.....	9
III. 1.1 Causes naturelles des incendies	9
III.1.2. Causes humaines.....	10
III. 2. Facteurs de propagation des incendies.....	10
III. 2. 1. Précipitations.....	10
III. 2. 2. Vents.....	10
IV. Modes de propagation des feux	11
IV.1. Feux d'humus.....	11
IV.2. Feux de surface.....	12
IV.3. Feux de cimes.....	12
IV.4. Les sauts du feu.....	13
IV.4. 1. Sauts courts.....	13
IV.4. 2. Sauts longs.....	14
IV. 5. Les modes de transfert de la chaleur lors des incendies.....	14
IV. 5.1. Transmission par Conduction.....	14
IV. 5 .2. Transmission par rayonnement	15
IV. 5 .3. Transmission par convection.....	16

V.1. Impact des incendies.....	16
V. 1. 1. Feux, source de catastrophe.....	16
V.1. 2. Feux, source de la diversité.....	17
V.2. Prévision, prévention et lutte contre les incendies	17

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude.

I : Les caractères de la zone d'étude

I. 1. Caractéristiques du relief et hydrologie de la région de Larbâa Nath-Irathen.....	22
I.2. Situation géographique et caractéristiques de la région d'étude	23
II. Bioclimatologie de la zone	23
II. 1. Caractéristiques climatiques du milieu	24
1. Température.....	24
2. Précipitations.....	25
3. Vent	26
II.2. Synthèse climatique	27
II.2.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gausson	28
II.2.2. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger.....	29

Chapitre III : Matériel et méthode

I : Etude expérimentale

III.1. Matériel utilisé (sur le terrain et dans labo).....	31
III.2. Echantillonnage.....	32
1. Méthodologie de travail	33
2. Méthode d'échantillonne du sol	34
3. Réalisation des relevés	34

II : Partie du laboratoire

I. Préparation du sol.....	35
1. séchage et tamisage.....	35
2. Méthode des propriétés Physico-chimiques du sol.....	36
2.1. Mesure de l'acidité du sol (pH).....	36
2.2. Conductivité électrique CE.....	36
2. 3. Mesure du calcaire CaCO ₃	38
2. 4. Dosage de la matière organique	39
2. 5. Granulométrie du sol	40

III : Analyse écologique	41
A) Qualité d'échantillonnage	41
B) Richesse spécifique	41
C) Abondance des espèces	41
D). Dominance de Berger-Parker	42
E) Indice de Shannon (H').....	42
F) Equitabilité.....	

Chapitre IV : Résultats et discussion

I. Analyse physico-chimique	44
II. Effet du feu.....	46
II.1. Couvet végétal et la physionomie floristique de la zone d'étude.....	48
II.2. Abondances des espèces	48
II.3. Richesse floristique	49
II.3.1. La diversité floristique	49
II.4. Renouvellement des taxons	49
II.4.1. Nombre des espèces récoltés durant le premier et le deuxième échantillonnage...	51
II.4.2. Classification des espèces.....	51
III. Résultats d'analyse écologique.....	52
1. Qualité d'échantillonnage.....	52
2. La richesse spécifique	52
3. Indices de Shannon (H').....	53
4. Equitabilité	55
5. Dominance de Berger-Parker	56
IV. Discussion	57
Conclusion.....	59

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des figures

Figure n°1 : Les éléments de feu.....	8
Figure n°2 : causes des incendies.....	9
Figure n°3 : feu de l'humus.....	11
Figure n°4 : feu de surface	12
Figure n°5 : feux de cime	13
Figure n°6 : les sauts du feu	14
Figure n°7 : mode de transfert de la chaleur.....	15
Figure n° 8 : forêt d'Ikheldjen après une année de passage de l'incendie.....	20
Figure n° 9 : carte géographique de la wilaya de Tizi Ouzou.....	21
Figure n°10 : situation géographique de la région d'étude.....	22
Figure :11 : Evolution des températures moyennes mensuelles dans la région de Tizi Ouzou.....	25
Figure 12 : Histogrammes des variations mensuelles des précipitations de la région de Tizi Ouzou.....	26
Figure n°13 : variation mensuelle du vent à Tizi Ouzou.....	27
Figure n°14 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussens de la région de Tizi-Ouzou.....	28
Figure n°15 : Projection de la zone d'étude sur le climagramme d'Emberger.....	29
Figure n°16 : matériel utilisé durant l'échantillonnage.....	31
Figure n 17 : matériel utilise durant les analyses physicochimiques du sol	32
Figure n° 18 : le plan d'échantillonnage systématique suivi lors de notre étude.....	33
Figure n°19 : préparation des échantillons de sol	35
Figure n°20 : Mesure du pH du sol.....	36
Figure 21 : les étapes de mesure de la conductivité électronique.....	37
Figure 22 : les différents étapes de mesure de CaCo3	39
Figure 23 : Etapes du dosage de la matière organique	40
Figure 24 : résultats de mesure de pH de sol.....	45
Figure n°25 : régénération et renouvellement de chêne liège.....	46
Figure n°26 : régénération et renouvellement des olivier.....	47
Figure 27 : renouvellement de genre <i>Allium</i>	47
Figure 28 : Abondance relative des espèces collectées dans la forêt d'Ikheldjen.....	48
Figure 29 : La richesse spécifique des espèces reculées	52

Figure 30 : Indice de Shannon-Weaver pour les espèces de la forêt Ikhlidjen.	54
Figure 31 : Equitabilité des espèces de la forêt d'Ikhlidjen.....	55
Figure 32 : Histogramme de dominance de BP de la forêt d'Ikhlidjen.....	56

Liste des tableaux

Tableau n°1 : coordonnées géographiques de la zone d'étude	23
Tableau n°2 : Estimation des températures moyennes mensuelles de Tizi Ouzou...	24
Tableau n° 3 : Estimation des précipitations moyennes mensuelles de la région de Tizi-Ouzou.....	25
Tableau n° 4 : Vitesse maximale du vent dans la région de Tizi-Ouzou.....	27
Tableau n°5 : Cordonnées géographique pour chaque parcelle.....	34
Tableau n°6 : résultats d'analyse physico-chimique du sol d'Ikhlidjen avant/après l'incendie.....	44
Tableau n°7 : mesure de calcaire de sol de forêt d'Ikhlidjen.....	45
Tableau 8 : caractérisation systématique du prélèvement de certaine familles.....	49
Tableau n° 9 : la répartition des espèces dans les deux échantillons par parcelle....	51
Tableau 10 : Résultats de la qualité de l'échantillonnage de la forêt Ikhlidjen	52
Tableau 11 : valeurs de l'indice de Shannon H' pour les échantillonnages durant le printemps.....	53
Tableau 12 : les valeurs d'équitabilité de la forêt Ikhlidjen.....	55
Tableau 13 : Dominance de Berger-Parker de la forêt d'Ikhlidjen.....	56

Abréviations

M°C	Température maximale
M°C	Température minimale
m/s	Mètre par seconder
H	Heure
Ha	Hectare
P	Parcelle
Q	Quantité
Fig.	Figure
S	Richesse spécifique
DFCI	Défense des forêts contre les incendies
SIG	Système d'information géographique
MO	Matière organique
P	Précipitation
LNI	Larbàa-Nath -Irathen

Introduction

La forêt est l'écosystème, qui après les océans, présente la plus grande diversité biologique exceptionnelle, en matière de ressource à double plan, écologique et économique. Elle constitue un élément essentiel à l'équilibre physique, climatique et social et la base de la vie (Arfa, 2008) dans laquelle les arbres et les végétaux de plus de 7m de hauteur prédominent, au point de modifier les conditions écologiques régnant au sol. Ce dernier abrite des êtres vivants remarquablement diversifiés et dote d'organisations complexe. Une forêt est dite dense ou fermée si les couronnes des arbres sont jointives ou occupent plus de deux tiers ou un quart de la surface, tant dit qu'une forêt est dite claire ou ouverte lorsqu'elle est riche en formations végétales ce qui la rend très fragile aux incendies (Simon et Salmon, 1998).

Les forêts méditerranéennes possèdent une valeur patrimoniale très élevée. Elles constituent des réserves importantes de diversité génétique, spécifique et fonctionnelle, qu'il convient de conserver au mieux dans l'optique d'une gestion durable de ce patrimoine biologique et ces ressources potentielles (Quézel et Médail, 2003). Mais malheureusement elles sont menacées par de nombreux risques, dits naturels tels que : les tempêtes, les incendies qui représentent les menaces les plus importantes, notamment les feux de forêt, qui sont les plus fréquents (Dupuy et Jean, 2015).

Les incendies font partie des catastrophes naturelles les plus importantes qui menacent les écosystèmes de la planète. Dans les zones forestières et boisées, ils détruisent plus d'arbres que n'importe quelle autre catastrophe naturelle (attaques par les ravageurs, tornades, gel, volcans, ...). Dans les pays industrialisés et surtout dans les pays en développement, les incendies ont des répercussions néfastes sur la situation économique, l'environnement, la sécurité et la santé du vivant (Kogan, 1998).

La végétation et la flore de la région méditerranéenne sont façonnées par l'action des feux récurrents où la plupart des études relatives à l'influence du feu sur les communautés végétales dans le bassin méditerranées sont réalisées dans la rive Nord. Le passage de l'incendie élimine toute la végétation qui se trouve à la surface et au-dessus de la surface du sol et pour savoir quel est le devenir de ces communautés brûlées, il est essentiel de suivre leur évolution au cours du temps soit en mode diachronique sur des placettes expérimentales soit par l'approche comparative sur des placettes parcourues par des feux sauvages dont on connaît la date de la dernière perturbation (Bekdouche, 2010).

D'après Meddour (2014) et Messafri (2018), l'Algérie est caractérisée par des écosystèmes forestiers très diversifiés et fragiles, qui se composent principalement d'essences méditerranéennes et endémiques du Maghreb sur plus de cinq millions d'hectares, qui étaient en bon état de conservation où 2.413.090 ha sont constitués de forêts dégradées et de maquis. Les garrigues, couvrent seulement 1.702.818 ha (soit 42 % du total des formations forestières) et ont subi au cours du temps de nombreuses agressions par l'Homme à travers ses différentes activités qui menacent leur pérennité (Madoui, 2002). Les feux ont touché environ 42,555 ha des écosystèmes, qui durant la période 1985-2010, a augmenté en raison des problèmes socioéconomiques et des changements climatiques (Meddour et *al.*, 2013).

Dans la wilaya de Tizi Ouzou, les forêts et les espaces naturelles couvrent des surfaces importantes (112 181 hectares, soit près de 38 % de la surface totale du territoire) et représentent un enjeu important dans l'aménagement du territoire. Mais la fréquence et l'étendue des incendies font peser une menace permanente sur le cadre environnementale et la sécurité publique. Le choix de cette wilaya ne s'est pas fait par hasard, puisque tous ces indicateurs bioclimatiques font de Tizi Ouzou à l'échelle nationale, une des plus touchées par les phénomènes d'altération environnementale et plus spécialement par les feux de forêts (Meddour et Meddour, 2020).

L'objectif principale de notre travail est l'étude du renouvellement floristique après les incendies du mois de juillet 2021 dans la forêts d'Ikheldjen, qui ont brûlé presque mille hectares de sa superficie totale, et le traitement de la dynamique de la végétation après ces feux. Pour cela, ce travail s'articule en quatre principaux chapitres :

- Dans le 1^{er} chapitre nous présentons une synthèse bibliographique sur la flore et les incendies de forêts, les perturbations des forêts en Algérie aussi prévention la lutte contre les incendies des forêts en général.
- Le 2^{ème} chapitre portera sur le matériel et la méthodologie envisagée pour la description de la zone d'étude (situation géographie, climatologie, ...) et les principaux caractères du milieu et la méthode d'échantillonnage adoptée dans cette région montagneuse lors du prélèvement des espèces, ainsi que l'évolution de la composition floristique en relation avec les propriétés des sols.
- Tant dit que dans le 3^{ème} chapitre, nous exposons les résultats obtenus (analyses statistiques et écologique).
- Au final une conclusion générale selon les résultats obtenus à propos du renouvellement floristique après le passage d'incendies.

Chapitre I

Généralités

I. Historique

Chaque année, plusieurs centaines de millions d'hectares de terres forestières brûlantes dans le monde entier, où le nombre d'incendies et de superficies brûlées sur tous les continents sont stupéfiants. Pendant la période 1987-1996, on a recensé chaque année environ 66 000 incendies en Europe et 133 000 en Amérique du Nord et en Afrique. La superficie moyenne des zones touchées était d'environ 544 000 ha et 4 295 000 ha respectivement en Amazonie brésilienne, de ce dit, les incendies brûlent chaque année une superficie équivalente au double de la superficie de Costa Rica (Kogan, 1998).

Depuis quelques années, les grands feux catastrophiques se succèdent sur chaque continent autour de la planète, au niveau des terres boisées, brousses, herbages, battant successivement de tristes records des dommages, et des victimes, avec une effrayante rapidité après les études que la FAO a effectué en 2007 à l'échelle mondiale, avec 3 500 million d'hectares d'espèces naturelles affectées avec 187 114 incendies chaque année. (Rigolot, et *al.*, 2020).

D'après, Souidi et Benbakar (2017), le feu est un élément naturel important pour les forêts et les zones boisées, il récurse les forêts méditerranéennes très riches en diversités végétales (le chêne liège, le chêne verts, le cèdre) surtout entre 1918 et 2001 où les saisons étaient catastrophiques avec des bilans variants entre 24 000 et 68 000 ha des surfaces brûlées, or que la surface forestière de l'époque n'était qu'au deux tiers de celle d'aujourd'hui.

En Europe, les pays méditerranéens sont les plus sensibles au feu avec un classement annuel des incendies entre 1980 à 2000 dans lequel se situe l'Espagne loin, devant avec 250000 ha /an, suivie par l'Italie et le Portugal avec respectivement 105 000 ha et 120 000 ha, en avant après la Grèce avec 60 000 h, et en fin la France, selon (Serg, 2001).

Comme l'ont rappelé les grands incendies de l'été 2003, le feu est un risquer décurrent dans la région méditerranéenne Française, le feu y a parcouru 61545 ha , ce qui place l'année 2003 à un niveau légèrement supérieur à celui de 1989, où les départements de Var et de Haute-Corse ont été les plus fortement touchés (56% superficies de forêt incendiée en 2003) sont fortement marqués les esprits dans la mesure où la décennie précédente avait été particulièrement clémente, il faut cependant relativiser le bilan de 2003 en France , avec superficie une forestière comparable, le Portugal a été beaucoup plus lourdement affecte par les incendies de 2003 (417000 ha) (Clément et Jappiot, 2005).

L'Algérie ne possède que 4,1 millions d'hectares de forêt, soit un taux de boisement de 1,76 % or la fréquence rapprochée des incendies qui se suivent avec un intervalle de retour de moins de 10 ans a un impact catastrophique sur le plan écologique (Meddour et Bouisset, 2013). Elle est régulièrement soumise à des incendies de forêts. C'est le cas de la période (1985-2010) qu'a enregistré 42 555 feux qui ont parcouru une superficie forestière totale de 910 640 ha environ de 1415 foyers de feux qu'ont brûlent 30 000 ha de la superficie forestière totale (Berrich et *al.*, 2013).

Selon (Meddour, 2020) la wilaya de Tizi Ouzou a enregistré 5 595 feux ordinaires qui ont parcouru 89,948 ha. Ceci correspond à une moyenne annuelle de 175 feux et 3,092 ha de surface parcourue durant la période 1986-2017, à titre indicatif, cette surface et du même ordre de grandeur que celle qui brûle en moyenne chaque année au Maroc (3,023 ha) et plus élevée que celle de la Tunisie (1,400 ha), par contre l'année 2021 la direction de la protection des forêts a enregistré l'incendie le plus ravageur en Kabylie surtout du côté de la Larbaa Nath Irathen qui est la plus touchée à Tizi Ouzou avec 3498,1 ha de superficie totale brûlée.

II. Incendies et végétation

II.1. Incendies

Phénomène chronique et élément naturel dans les pays du bassin méditerranéen qui ne peut être maîtrisé dans le temps ni dans l'espace, néanmoins le plus fréquent pour la destruction et la perturbation des écosystèmes en générale (Velez, 1999). Lorsque le contrôle est absent tant en durée qu'en étendue, il naît de la rencontre d'une source de chaleur dont la température dépasse 100 °C et d'une végétation inflammable (Meddour, 2014).

II.2. Végétation

C'est l'ensemble des plantes (la flore) sauvages ou cultivées qui poussent sur une surface donnée d'un sol où on parle de couverture végétale ; comme c'est un élément clef des cycles du carbone et des éléments nutritifs dans le sol, se situant au départ des cycles (absorption et fixation), et à la fin (restitution au sol par la litière et les racines). La structure de la végétation est un paramètre important du risque d'éclosion et de propagation du feu, (Venntier, 2004). Notamment caractérisée par sa combustibilité qui représente son aptitude à propager le feu (Hessas, 2007).

II.3. Incendie de végétation

Les incendies de végétation les plus communément appelés « feux de forêts » sont des sinistres qui se déclenchent dans une formation végétale, qui peut être de type forestière (forêts de feuillus, de conifères ou mixtes, maquis), ou encours de type herbacées (prairies, pelouse) (Meddour, 2014). La végétation dans le bassin méditerranéen est particulièrement inflammable, où les végétaux et les flores présents dans l'écosystème témoignent des effets du feu depuis des temps immémoriaux. On dit que les essences végétales sont très inflammables qui peuvent contribuer aux incendies (Velez, 1999), (Véronique et Thierry, 2003), (Plana et *al.*, 2016). Les incendies causés par la combustion de la végétation, est une réaction chimique qui est provoqué par la chaleur naturelle ou artificielle, en présence d'oxygène. Un feu débute le plus souvent dans la strate herbacée. Il prend de l'ampleur au contact de la broussaille et des arbustes, où les flammes atteignent facilement les branches basses des arbres puis le feuillage des arbres les plus hautes. Elles transmettent également la chaleur et les fortes températures par rayonnement à l'avant du front du feu, et le nombre de départs de feux est lié en partie au degré de sécheresse des végétaux à passage de feu. (Hessas, 2007).

III. Éléments de feu (triangle de feu)

L'incendie de forêt résulte d'une réaction chimique qui est la combustion. Il s'agit d'une réaction d'oxydation vive, fortement exothermique, produisant de la chaleur, en l'occurrence dans le cas des feux de forêts, de l'oxygène de l'air sur la végétation. Une fois le feu allumé on parle d'incendies quand le feu devient incontrôlable, sa propagation sera influencée par trois éléments qui forment le triangle du feu (Oxygène, Chaleur, Combustible). Le type de végétation et le climat sont des facteurs importants de prédisposition au feu. Certaines formations végétales sont plus sensibles au feu Selon (Plana et *al.*, 2016) la fig.1.

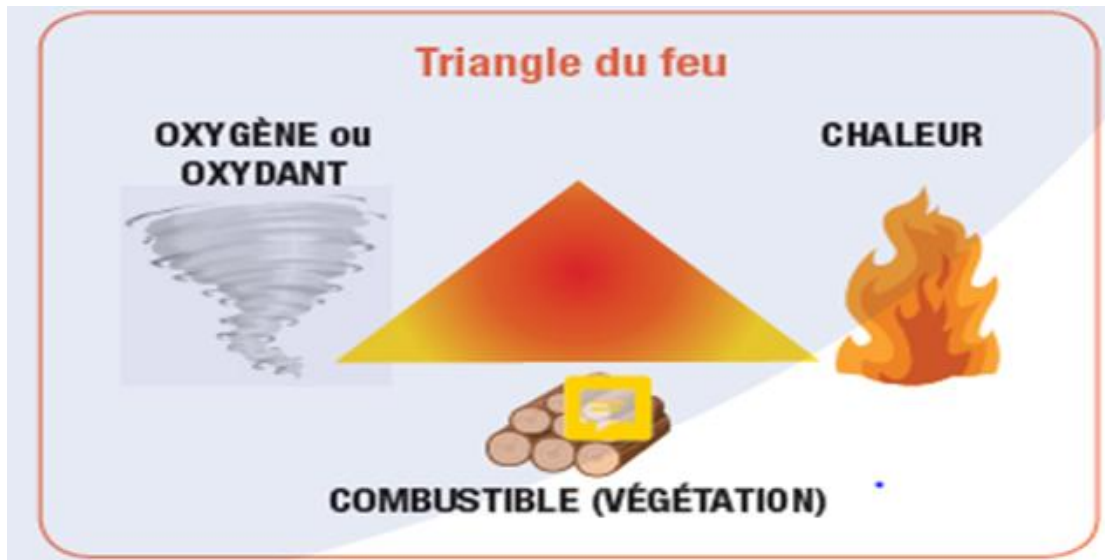


Figure n° 1 : Les éléments du feu (Plana et *al.*, 2016)

A) Un combustible

Plana et *al.* (2016) désigne que le type de végétation et la « charge combustible disponible » représente la quantité totale de biomasse susceptible de participer à la combustion. Cette charge combustible dépend de la répartition dans l'espace des espèces végétales présentes dans les trois strates principales (à savoir les strates herbacée, arbustive et arborée), sont évidemment les premières à subir des incendies et une propriété de brûler le milieu (bois).

B) Comburant (Corps oxydants : oxygène)

Selon Plana et *al.* (2016), le comburant dans le cas des incendies de forêts, est l'oxygène présent dans lequel dépend l'air un volume résiduel d'O₂ dans l'air supérieure à 15,75 %, à cela s'ajoute le rôle du vent qui est essentiel dans la propagation du feu notamment en assurant le renouvellement de l'oxygène.

C) Source d'Énergie

D'après (Plana et *al.*, 2016), la capacité d'un combustible à s'enflammer dépend de ses caractéristiques, mais pour enflammer les végétaux en strates hydriques, cela dépend la présence du vent et de la température.

III.1. Causes des incendies

Le bassin méditerranéen se caractérise par la prévalence de feux provoqués par l'Homme, que ce soit par accident ou par négligence toutefois, que ces incendies involontaires avec 15 % soient directement liés aux activités agricoles et forestières négligeables ou accidentelles 20 %, sont les plus fréquents dans tous les pays (Alexandrian et *al.*, 1998).

Les causes d'incendie de forêts sont diverses, connues et leur répartition varie selon les zones géographiques mais aussi en fonction du temps. Cependant, la part des feux dont l'origine reste inconnue, nécessite de développés la recherche et la création des équipes spéciales de la protection des forêts contre les incendies et leur répartition (fig. 2).

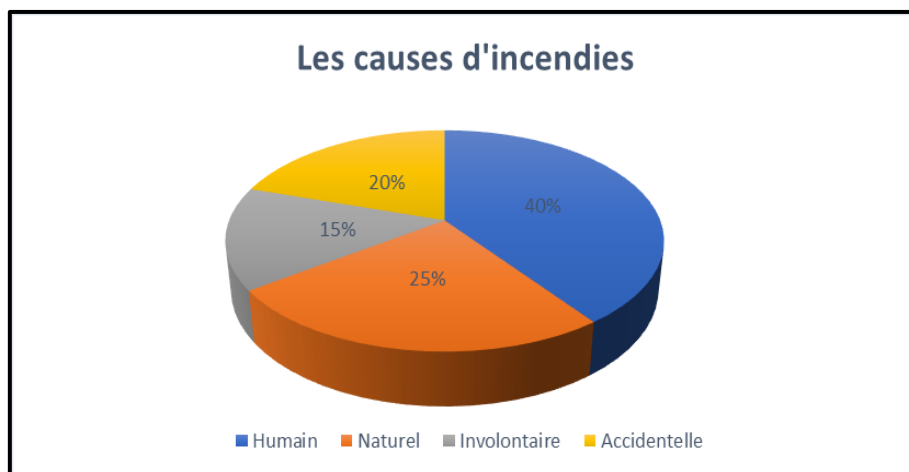


Figure n° 2 : causes des incendies (Alexandrian et *al.*, 1998).

III.1.1 Causes naturelles des incendies

La végétation ne s'enflammant pas seule, même par forte sécheresse ; l'unique cause naturelle connue c'est la foudre. Ce phénomène, très répandu dans les régions montagneuses peu peuplées surtout en Espagne (Velez, 1999). Toutefois, les éruptions volcaniques peuvent également être à l'origine d'incendies de forêt, mais exceptionnellement dans le bassin méditerranéen (Colin et *al.*, 2001). Généralement les causes naturelles ne représentent qu'un petit pourcentage probablement 25% en raison de l'absence de phénomènes climatiques particuliers tels que les tempêtes sèches (Souidi et Benbaka, 2017).

III.1.2. Causes humaines

D'après Velez (1999), Hesas (2007) et Jaffré et *al.*, (1997). Les causes humaines représentent l'essentiel des origines des incendies de forêts, qui sont largement liés aux pratiques culturelles, autant que des auxiliaires nécessaires aux défrichements des terres et ses pratiques traditionnelles agricoles (brûlages des déchets, qui représentent les actions négligeables, mais aussi des accidents qui sont beaucoup moins fréquents que les imprudences, les plus importantes pour les départs de feux très souvent en bordures de forêts avec un pourcentage de 40 %.

III.2. Facteurs de propagation des incendies

Le comportement ou la propagation d'un incendie est régi par un certain nombre de facteurs : les combustibles, les éléments atmosphériques et la topographie dont les influences s'opposent ou s'additionnent. Le départ de feu nécessite plusieurs facteurs à savoir le climat, la végétation, la topographie et la gestion sociale et économique de l'espace (Quézel et Médail, 2003). Cela est confirmé par (Cherki et Grima, 2013) ainsi que (Plana et *al.*, 2016) et (Rigolote, 2020). Le développement et la propagation des feux dépendent des conditions climatiques l'augmentation de la température et diminution des précipitations, la vitesse du vent surtout en période de sécheresse et la baisse de l'humidité de l'air ambiant. Selon Arfa (2008), la végétation peut intervenir dans la propagation des feux, parce qu'elle alimente les foyers en matière.

Selon (Velez, 1999) deux facteurs climatiques qui influence et favorisent la propagation des feux des végétaux peuvent être distingués :

III.2.1. Précipitations

La pluie est le facteur climatique le plus important qui influence l'occurrence des feux, c'est à dire que ; Si les pluies sont régulièrement réparties au cours de l'année, il y aura peu d'incendie dans les forêts, et les superficies brûlées seront de faibles étendus par contre lors d'une saison sèche présentant plusieurs périodes sans pluies les feux seront nombreux.

III.2.2. Vents

Le vent joue un rôle important dans le déclenchement et la propagation des incendies des végétaux dans les forêts, il agit par son intensité, sa vitesse et sa direction, comme il

favorise le dessèchement des végétaux, et des sols, et augmente la vitesse de propagation des feux. Comme cette dernière est étroitement corrélée à la vitesse du vent par ailleurs, son action accélère l'évapotranspiration, ce qui accentue l'aptitude des végétaux à s'enflammer et facilite la propagation du feu (Meddour, 2008).

IV. Modes de propagation des feux

Selon (Margret, 1998) le feu se propage lentement pendant quelques minutes ou quelques dizaines de minutes et prend différentes formes, suivant l'état et les conditions de la végétation ainsi que les conditions climatiques dans lesquelles il se développe, cela est confirmé par (Colin et *al.*, 2001) qui indiquent qu'un incendie de végétation se propage principalement par convection et par rayonnement.

D'après (Margret, 1998) un incendie peut sauter et se propager sur 3 niveaux :

IV.1. Feux d'humus

Les feux pénètrent dans les dépôts organiques et consomment lentement la matière organique de la litière et de l'humus, sans flammes apparente (fig.3) sur plusieurs dizaines de centimètres sous la surface. Ils sont relativement rares en région méditerranéenne, et ils se transforment en feux de surface (Margret, 1998).

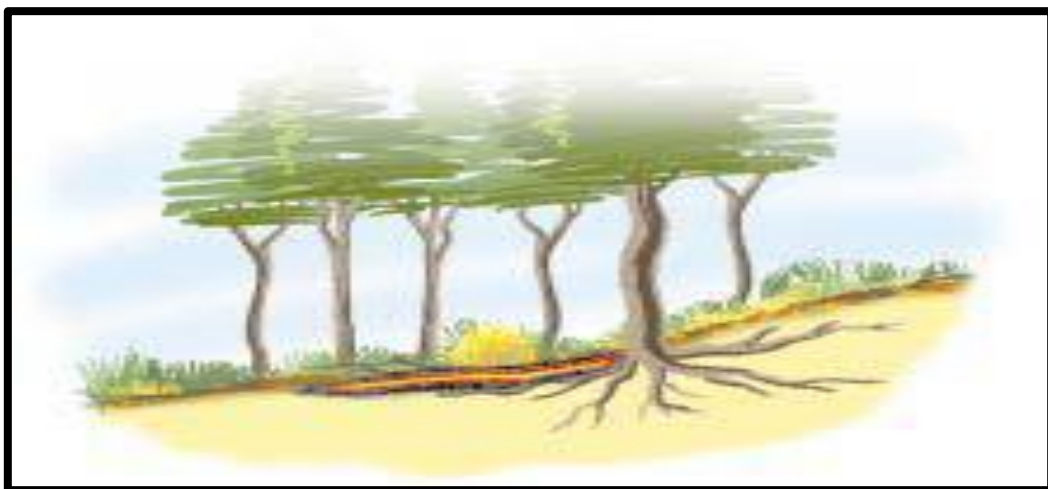


Figure n°3 : feu de l'humus (Margret, 1998)

IV.2. Feux de surface

Selon (Margret,1998) les feux de surface brûlent les strates basses et contiguës au sol litière, tapis herbacé, et broussailles, (fig.4). Ce sont les plus communs dans les formations forestières surtout au début de saison sèche. Ils se propagent rapidement, en dégageant beaucoup de flammes et de chaleur.

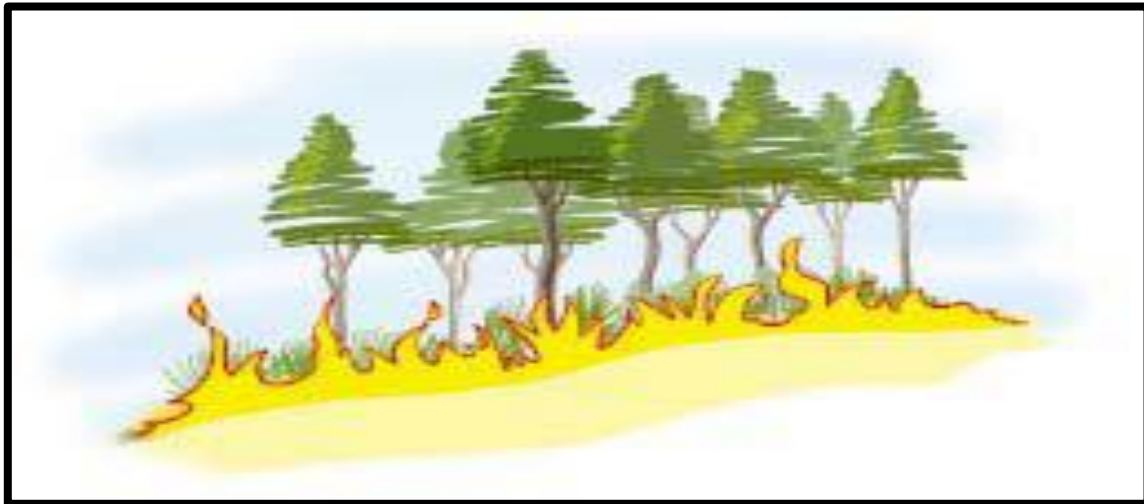


Figure n° 4 : feu de surface (Margret, 1998)

IV.3. Feux de cimes

D'après (Margret, 1998), les cimes des arbres jointives peuvent permettre la propagation du feu d'un individu à l'autre. Ce sont des feux observés généralement en fin de saison sèche et se propagent rapidement (fig.5), les feux de cimes sont de deux types :

- ***Indépendants*** : ils se propagent dans les cimes (la partie la plus haute de l'arbre) sans dépendre du feu de surface.
- ***Dépendants*** : ils ne se maintiennent dans les cimes qu'en raison de la chaleur dégagée par le feu de surface. Ils sont passifs, et moins propageant que les feux de surface.

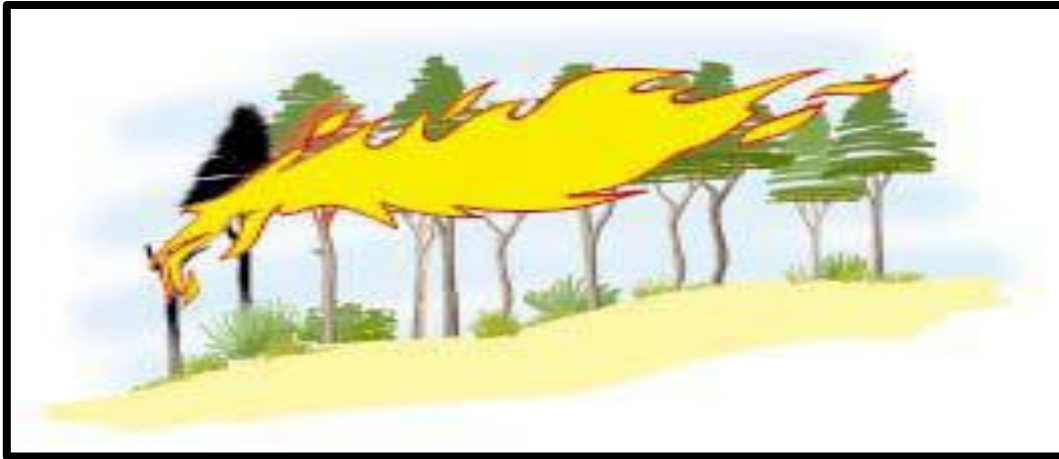


Figure n°5 : feux de cime (Margret, 1998)

IV.4. Sauts du feu

D'après Colin et *al.* (2001), les sauts de feu sont des projections de particules enflammées ou incandescentes (brandons) en-avant du front de flammes. Ces particules, entraînées dans la colonne de convection et transportées par le vent, peuvent être à l'origine de foyers secondaires à l'avant de l'incendie. Les gros brandons peuvent brûler longtemps et être transportés très loin (jusqu'à 10 ou 20 km dans les cas exceptionnels). Selon (Chevrou, 1998) et (Hessas, 2007), des sauts de feu très nombreux peuvent conduire à des éclosions multiples sur une zone peu étendue et créer ainsi une tornade de feu extrêmement dangereuse. (Margret, 1998), indiquent que les sauts de feu se produisent sur de courtes ou de longues distances selon les conditions du milieu. Où les distances parcourues par les brandons peuvent atteindre plusieurs centaines de mètres, voire plusieurs kilomètres dans certains types de peuplements fig.6.

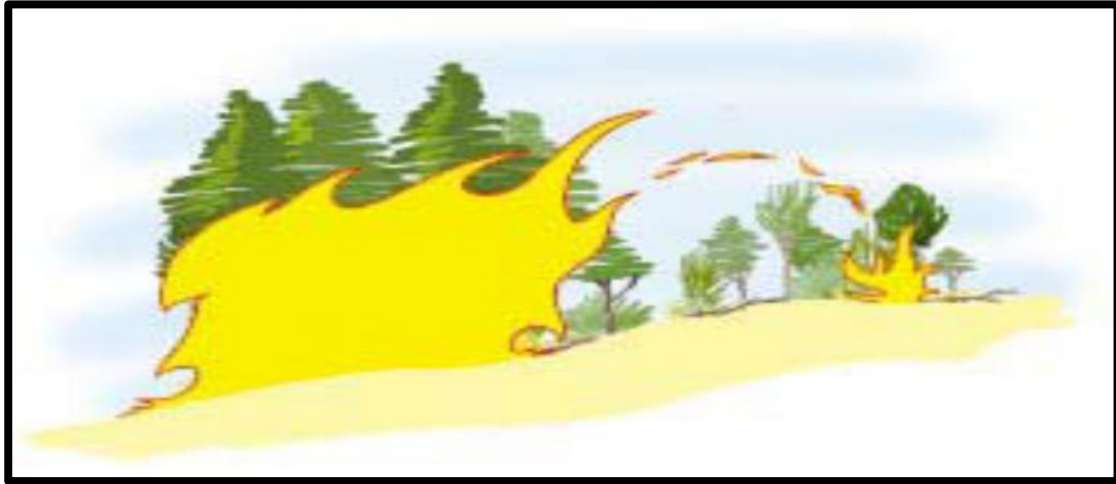


Figure n°6 : les sauts du feu (Margret, 1998),

IV.4.1. Sauts courts

Ils sont de l'ordre de quelques dizaines à quelques centaines de mètres, ce qui permet au feu de se propager très rapidement par le vent (Colin et *al.*, 2001)

IV.4.2. Sauts longs

(Margret, 1998) et (Colin et *al.*, 2001), les sauts longs sont provoqués par des brandons soulevés par les ascendances thermiques jusqu'à plus de 5000 m d'altitude. Le nombre de brandons dans une colonne de convection est très grand : l'incendie aidé parfois par le relief local, crée de puissantes colonnes de convection et des tornades, susceptibles de soulever des arbustes entiers, de grosses branches, des troncs d'arbres, peuvent rester longtemps enflammés soulevés par la colonne de convection à plusieurs centaines de mètres de hauteur, poussés par le vent, ils retombent au loin lorsque la force ascensionnelle de la colonne de convection devient insuffisante pour les porter ; ils peuvent alors enflammer les combustibles parmi lesquels ils tombent.

IV.5. Modes de transfert de la chaleur lors des incendies

Un transfert de chaleur est un processus d'échange d'énergie entre deux points de l'espace se produisant lors d'une différence de température entre eux. Il est assuré par 3 processus physiques fondamentaux qui sont la conduction, le rayonnement et la convection (Colin et *al.*, 2001) (fig. n°7).

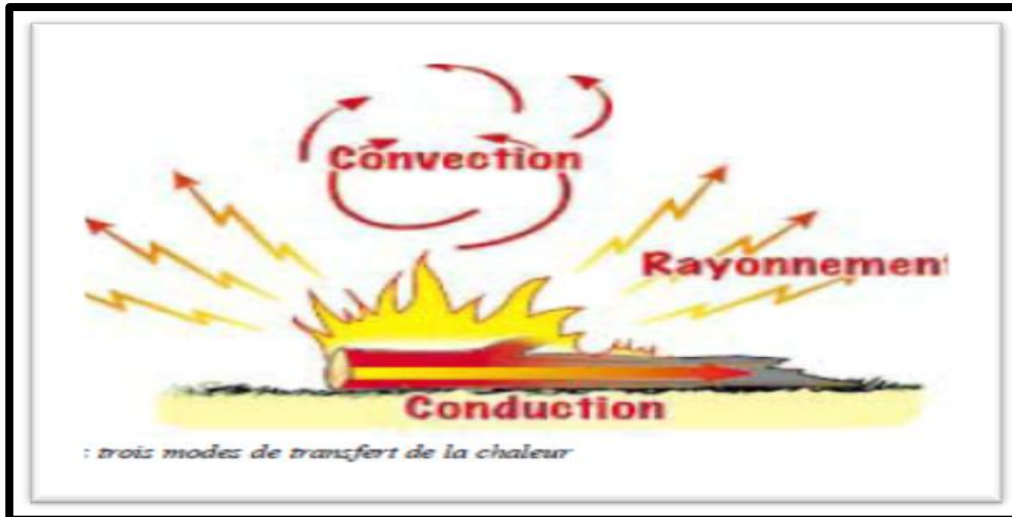


Figure n° 7 : mode de transfert de la chaleur (Colin et *al.*, 2001).

IV.5.1. Transmission par Conduction

D'après Colin et *al.* (2001) la conduction est le résultat de l'agitation moléculaire, elle est même liée à la constitution et à la température du milieu. Elle ne peut donc se produire que dans un support matériel, qu'il soit solide, liquide ou gazeux. Sachant que la chaleur diffuse du corps chaud vers le corps froid. En pratique, la conduction est négligeable au cours de la propagation des incendies de végétation, puisqu'elle ne représente environ que 5 % des transferts de chaleur, à l'exception des feux de sol ou de tourbière, pour lesquels elle est le processus de transfert de chaleur prépondérant

IV.5.2. Transmission par rayonnement

Le rayonnement est un mode de transfert de l'énergie sous forme d'ondes (électromagnétiques) infrarouges, dont la quantité d'énergie émise par rayonnements augmente rapidement avec la température (Hessas, 2007). Tout corps dont la température absolue est supérieure à 0° K, soit -273° C, émet un rayonnement électromagnétique dont la fréquence est en fonction de cette température, et la quantité d'énergie transférée d'un corps à un autre par rayonnement augmente avec l'accroissement de la différence de température entre ces deux corps, où le rayonnement à courte distance cause le dessèchement et l'élévation de la température du combustible en avant du front de feu et assure la progression de celui-ci à une vitesse qui reste toujours faible en l'absence de vents (Colin et *al.*, 2001).

IV.5.3. Transmission par convection

La convection est le principal agent de propagation du feu et du transfert de chaleur par mouvements macroscopiques d'un fluide (le gaz dans le cas d'un feu) dont la masse transporte la chaleur qu'elle contient. Dans les feux de végétation, la combustion produit des gaz chauds qui se mélangent à l'air ambiant chauffé également. Ces dernières sont plus légères et montent rapidement. Ils apportent une grande quantité de chaleur aux combustibles situés au-dessus (houppiers) les en dessèchent et élèvent leur température jusqu'au point de l'inflammation (Plana et *al.*, 2016).

V.1. Impact des incendies

V.1.1. Feux, source de catastrophe

Le feu est une catastrophe totale pour les forêts, où l'intensité du feu est un critère important qui détermine l'ampleur des perturbations et des dommages causés aux végétaux. La propagation rapide du feu augmente et multiplie le risque d'érosion, provoquant une dégradation physique et chimique du sol et la disparition de certaines plantes et espèces animales (Venntier, 2004). Même si le feu est un facteur écologique naturel des différents écosystèmes sensibles, cela ne l'empêche pas de provoquer de véritables drames, il détruit des paysages, de nombreuses formations végétales et forestières, même si la majorité réagit et arrive à le reconstituer à moyen ou long terme, comme il peut toucher le sol à plusieurs profondeurs avec l'apparition d'érosion et destruction des sols qui risque d'altérer la faune qu'il abrite et devenir plus vulnérable, c'est le cas de, la microfaune constituée par les organismes présents dans les 3 premiers cm du sol qui peut, suivant l'intensité de l'incendie, être complètement détruite. Ceci occasionne une forme de stérilisation momentanée du sol. Enfin, la disparition de la végétation protectrice provoque des phénomènes d'érosion pluviale et éolienne qui peuvent altérer encore la fertilité de ces sols déjà bien maigres (Serg, 2001).

V.1.2. Feux, source de la diversité

Selon (Venntier, 2004), le feu est un événement bénin et normal pour la forêt qui se régénère rapidement à l'identique Certains scientifiques attestent que c'est le feu qui maintient le paysage méditerranéen lequel ils considèrent d'ailleurs que, sans incendies, la région méditerranéenne serait recouverte par une formation forestière fermée pauvre en espèces. Effectivement, les incendies à faible fréquence ont d'une part l'avantage d'ouvrir les milieux et de générer une richesse floristique fugace et d'autre part, lorsqu'ils ne sont pas trop importants, de créer une certaine diversité paysagère. En effet, un incendie détruit momentanément la flore

présente, mais favorise dans les 2 à 3 ans qui suivent l'implantation et le développement d'une végétation d'une plus grande variété. Par ailleurs, le feu est un élément parfois nécessaire à la régénération de certaines espèces. Cela est confirmé par (Alexandrian et *al.*, 1998), ainsi que Serg, 2001). D'ailleurs, la chaleur permet aux graines des arbres de se libérer de leur enveloppe de cire et dégrade la matière organique, comme elle accélère considérablement leur croissance et la levée de la dormance en déclenchent la germination après quelques mois, cela restaure l'équilibre écologique et facilite la régénération de la végétation le plus rapidement dans les forêts et les débarrasse des infestations des insectes et des maladies potentielles (Serg, 2001).

V.2. Prévision, prévention et lutte contre les incendies

D'après (Colin et *al.*, 2001) la prévision est définie comme l'ensemble des actions réalisées au préalable et visant à empêcher le développement des feux, avec deux types de mesures :

- Soit les mesures qui préparent la limitation de phénomènes de façon active et métrisant l'éclosion au stade initial (dans ce cas le feu est facilement métrisable).
- Ou bien les mesures qui visent à agir sur le phénomène de façon passive en réduisant la puissance naturelle du feu par une action préalable sur la végétation.

Selon (Velez, 1999), l'objectif de la prévention est la réduction du nombre d'incendies pour limiter durablement le nombre de grands incendies et leurs impacts, il faut appliquer diverses stratégies pour résoudre la problématique des grands feux incontrôlables telles que les opérations préventives à mener qui se résument sur les aménagements DFCI (Défense des Forêts Contre les Incendies), la surveillance et l'alerte, la cartographie de la nature et du niveau du risque ainsi que l'éducation et la sensibilisation du publique (Dubordieu, 1997). Une stratégie d'aménagement des terres consiste à créer des coupe-feux ou pares-feux, qui sont zones débarrassées de toute végétation et élimination de tous les combustibles afin de réduire les déplacements d'incendies dans les forêts sortant dans les zones herbeuses (Rigolt et Curt, 2020).

La lutte contre les incendies soit des forêts ou bien l'incendie urbain est une opération difficile, fatigante et dangereuse notamment, les moyens de lutte préalablement organisés par la prévision doivent être mis en action et nécessite la mobilisation de nombreux, combattants comme les pompiers, forestiers et la population locale qui intervenaient directement avec leurs petites réserves d'eau ou les moyens aériens lorsque les conditions d'accès au feu sont

difficiles (hélicoptères, les avions, les canadiennes ...). Toutefois la lutte contre les incendies de forêt est organisée grâce à des plan de défense qui concernant des régions caractérisées par le danger d'incendies (Velez, 1999), dans laquelle la lutte contre les grands incendies est difficile et coûteuse, alors que l'extinction d'un début d'incendie est facile, sûre et peu coûteuse grâce à la surveillance et la détection des incendies de forêts qui constituent la phase la plus importante de tout système de protection, l'efficacité de l'intervention et la lutte n'est assurée que grâce à une détection et une signalisation rapide et précise (Seigue, 1980).

Les SIG (systèmes d'Informations Géographiques) permet de déterminer les meilleures positions des tours de guet, d'où l'on peut voir le maximum de territoire en vue directe. Pour leur implantation, les tours doivent couvrir la plus grande surface possible des forêts et englober les zones où le risque d'éclosion du feu est élevé. La position d'un poste de vigie sur un point culminant ou le sommet d'une colline est préféré pour une efficacité satisfaisante (Ramat et *al.*, 2009).

La politique de prévention et de protection contre les incendies de forêts en Algérie a été mise en place progressivement depuis les années 1980, par la loi 84/12 du 23 juin 1984, portant le régime général des forêts, en application de ses articles 19,20 et 23 elle rend nécessaire la participation de différentes structures de l'état dans la lutte contre les feux de forêts et fixe les obligations de certains organismes. Le dispositif de protection défini par cette loi est identique dans chacune des wilayas, dairas (sous-préfectures) et communes sensibles au risque d'incendies (Meddour et Bouisset, 2013).

Chapitre II

Présentation de la zone d'étude

La topographie de la Kabylie offre une variété de conditions physiques plus ou moins favorables à l'incendie, on y rencontre des collines et des montagnes avec des pentes assez raides par endroit et une végétation forestière et pré-forestière occupant la façade maritime. En outre, le climat confère à cette région une période sèche de 4 à 5 mois consécutifs ou les précipitations sont quasi-absentes et les températures sont à leur plus haut niveau de l'année. Au-delà de cette nature favorable à l'incendie, la Kabylie maritime est caractérisée par la présence de plusieurs facteurs anthropique qui permettent de développer aisément des incendies (Belkaid, 2016).

Le passage de l'incendie élimine toute la végétation qui se trouve à la surface et au-dessus de la surface du sol. Pour savoir quel est le devenir de ces communautés brûlées ? il est essentiel de suivre leur évolution, au cours du temps, et d'étudier quelles sont les espèces qui se réinstallent après le feu (Bekdouche, 2010), c'est le cas de notre travail nous avons essayé d'étudier des résultats et les conséquences des perturbations des feux sur la richesse floristique ainsi que son renouvellement après l'incendie, ravageur de l'été 2021 à Ikhelidjen qu'est une zone montagneuse qui présente une grande richesse et une forte diversité floristique (fig.8).



Figure n° : 8 : forêt d'Ikhelidjen après une année de passage de l'incendie (originelle, 2022).

I . Les caractéristiques de la zone d'étude

La wilaya de Tizi-Ouzou est localisée au Nord de l'Algérie, légèrement à l'Est d'Alger, avec une façade maritime de 85 km, soit 7 % de la côte algérienne. Ses limites géographiques sont : au Nord, la mer Méditerranée, à l'Est, la wilaya de Bejaia, à l'Ouest, la wilaya de Boumerdes et au Sud, la wilaya de Bouira (Fig. 9).

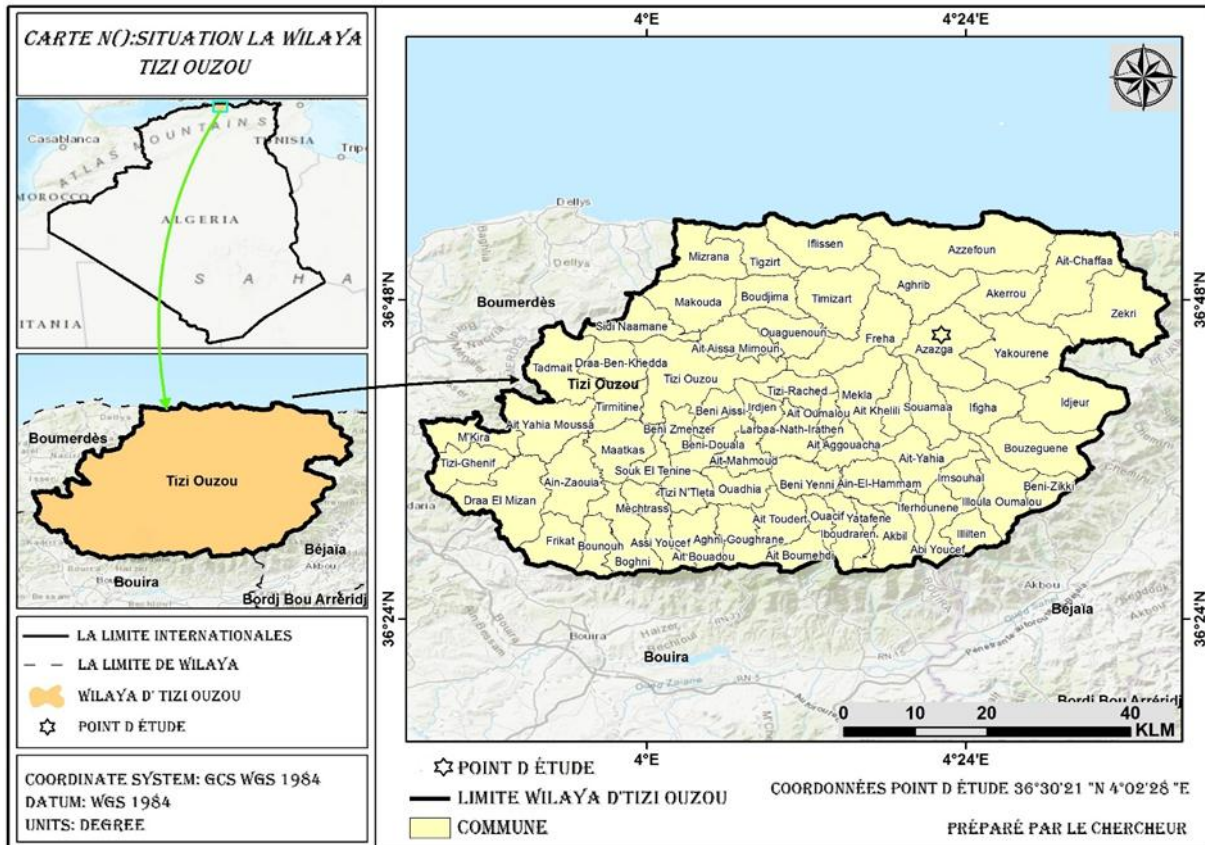


Figure n° 9 : carte géographique de la wilaya de Tizi Ouzou (Wikipédia, 2022).

La superficie totale de la wilaya, est de 295.793 ha, elle comprend des forêts et des maquis sur une superficie de 112.181 ha (38 % du territoire) et des terrains de parcours (14.507 ha, 4,9 % du territoire). Ce patrimoine forestier représente l'un des aspects les plus caractéristiques de la wilaya de Tizi Ouzou, vu qu'il occupe une place appréciable tant matière de représentativité dans le paysage, que sur le plan écologique, socio-économique et même culturel et historique (Meddour, 2011).

Sur le plan or topographique, la wilaya de Tizi Ouzou, qui présente dans son ensemble une Structure physiographique montagneuse, est caractérisée par un relief contrasté. En effet, 83,26 % de son étendue est composée de moyennes et hautes montagnes (une pente > 12 %),

D'une manière générale, le climat de Tizi Ouzou reflète bien les caractéristiques du climat méditerranéen, (Meddour et Meddour, 2020), en l'occurrence la concentration des pluies durant la période froide, mais peu rigoureuse de l'année, et la coïncidence de la période sèche, avec les grandes chaleurs. Le territoire de la wilaya de Tizi Ouzou est entièrement soumis aux bioclimats subhumides dans les variantes thermiques d'hiver douce et tempérée (Meddour, 2010).

De ce dit, notre étude a été réalisée dans la région de Larbâa Nath-Irathen, située à 30 km à l'Est de Tizi-Ouzou (36° 38' N., 4° 11' E). Elle couvre une superficie de 3927 ha. C'est une région de montagne limitée au nord par Aït Oumalou, à l'Est par les hauteurs d'Aïn el Hammam, au Sud par Oued Djemâa et Beni Yenni, au Sud-Ouest par Oued Takhoukht et Aït Mahmoud et enfin à l'ouest par Beni Douala et la plaine de l'Ouet Aïssi (Fig.10) (Bouanem, 2011).



Figure n°10 : situation géographique de la région d'étude (Google Maps, 2022).

I.1. Caractéristiques du relief et hydrologie de la région de Larbâa Nath-Irathen

Le relief montagneux est l'un des traits classiques qui définissent la région de grande Kabylie, il est divisé du Nord vers le Sud en 4 zones physiques, soit la chaîne côtière et son prolongement par le massif central, la chaîne de montagne du Djurdjura et deux dépressions entourant le massif central, caractérisée par une succession de chaînons de 700 m d'altitude moyenne dont le plus haut culmine à 1065 m près du village d'Aboudid. Ces chaînons sont coupés par de profonds ravins qui la rendent difficiles d'accès.

Le réseau hydrographique de la région est constitué de deux oueds principaux dont l'Oued Djemâa qui coule d'abord de l'Est vers l'Ouest avant de bifurquer vers le Nord-Ouest après Beni yenni, à l'Est, l'Oued de Tassaft qui coule du Sud vers le Nord, alimenté par une multitude de petits cours d'eau et de ruisseaux du bassin versant à l'Est de Larbaâ Nath-Irathen et du bassin versant Ouest de Ain el Hammam (D.P.A.T., 2004).

I.2. Situation géographique et caractéristiques de la région d'étude

Ikjelidjen est un village situé dans la commune de Larbaa Nath irathen dans la wilaya de Tizi-Ouzou en Algérie. Elle est limitée par les villages au Sud-Ouest Aglmime et Sud-Est Tawirt Mokren tableau 1 (Wikipédia, 2022).

Ikhelidjen est une région Kabyle montagnaise appartenant à Larbaa Nath Irathen, rurale, très diversifiée en essences et en formations forestières comme le chêne liège *Quercus suber* et le chênes verts, *Quercus ilex*, qui a une grande propagation d'incendies des forêts surtout en 2021. D'ailleurs le choix de cette région n'est pas fait au hasard, puisqu'elle est classée à l'échelle national comme la région la plus touchée par les incendies (Wikipédia, 2022).

Tableau n°1 : coordonnées géographiques de la zone d'étude (Wikipédia, 2022).

Altitude	Latitude	Longitude	Superficie
718m	36°36'41'' Nord	4,2087 4°12'31''Est	39,28km ²

II. Bioclimatologie de la zone

La bioclimatologie étudie les relations entre l'environnement physique et les organismes vivants. Selon Meddour, (2010) c'est le Science qui étudie l'influence des facteurs climatique sur le développement de tous les êtres vivants.

Doucet, (2006) définit le climat comme l'ensemble des facteurs les plus importants qui ont une influence directe ou indirecte sur les caractéristiques physique, chimique et biologique des sols d'un lieu donné et explique les conditions de l'atmosphère au-dessous d'un milieu à moyen et au long terme.

II.1. Caractéristiques climatiques du milieu

D'après Meddour (2010), la caractérisation du climat est effectuée à partir de mesures statistiques annuelles et mensuelles sur des données atmosphériques locales telles que la pluviométrie, la température et la vitesse du vent, afin d'avoir une idée précise sur le climat de la région.

1. Températures

Meddour, (2010) caractérise la température comme le facteur le plus important, à une grandeur physique qui mesurée à l'aide d'un thermomètre. Elle est influencée par la topographie du milieu surtout l'altitude, comme elle agit directement sur les êtres vivants et leur environnement, où chaque espèce ne peut vivre dans un certain intervalle de température, dont la température optimale à laquelle dépendants ses fonctions vitales et se réalisent le mieux.

Les valeurs mensuelles des températures enregistrées par la station météorologique de Tizi-Ouzou durant 10 ans sont rapportées dans le Tableau 02 et la fig.11, sachant qu'il y a une réduction de 0,4 °C pour la moyenne des températures minimales est de de 0,7 °C pour la moyenne des maximales, par 100 m d'élévation altitudinale.

Tableau n°2 : Estimation des températures moyennes mensuelles de Tizi Ouzou entre (2012-2021) (Wikipédia, 2022).

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Jun	Juil	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
TM	22,2°	23,8°	27,8°	30,4°	30,9°	40,2°	43,9°	42,9°	39,1°	35,7°	28,8°	21,9°
Tm	2,6°	2,2°	4,1°	6,4°	7,4°	12,4°	17,3°	18,1°	15,1°	11,1°	6°	9,1°
T° moy	10°	13°	16°	18,9°	25°	26,3°	30,6°	30,5°	20°	23,4°	17,4°	15,5°

Les résultats du tableau 2 sont représentés dans La fig.11.

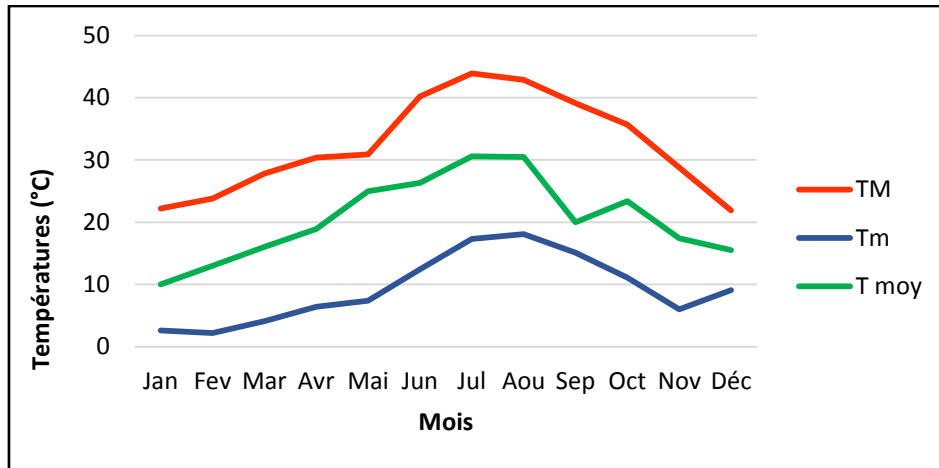


Figure n° 11 : Evolution des températures moyennes mensuelles dans la région de Tizi Ouzou durant la période de 2012 à 2021 (Wikipédia, 2022).

Selon la fig.11, les températures les plus froides sont enregistrées en hiver durant les mois de janvier et février avec des températures moyennes respectives de 10 C° et 13 C° tant dit que les températures les plus chaudes sont enregistrées en été durant les mois de juillet et août avec les températures moyennes respectives de 30,6 C° et 30,5 C°.

2. Précipitations

Elles représentent l'évolution quantitative des précipitations de leur nature (pluie et neige), ainsi que les phénomènes physiques et physiologiques, respectivement, l'évaporation et la transpiration. Les précipitations permettent une meilleure appréciation de la pluviométrie en facilitant l'analyse et la comparaison des moyennes mensuelles et annuelle, dailleurs les précipitations à Tizi-Ouzou considérablement d'une année à une autre (Tableau n°3 et la fig.12), et les neiges peuvent être abondantes sur le Djurdjura et l'extrémité orientale du massif central, (Belkacem et Boukhari, 2021).

Tableau n° 3 : Estimation des précipitations moyennes mensuelles de la région de Tizi-Ouzou entre 2012-2021 (Wikipédia, 2022).

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Jun	juil.	Août	Sep	oct.	nov.	déc.	Tot al
P m (mm)	26,9	29,3	31	24,6	18	10	3,7	6,3	27,6	44,3	36,3	35,6	305,2

Les données du tableau n°3 sont illustrées dans la fig.12 :

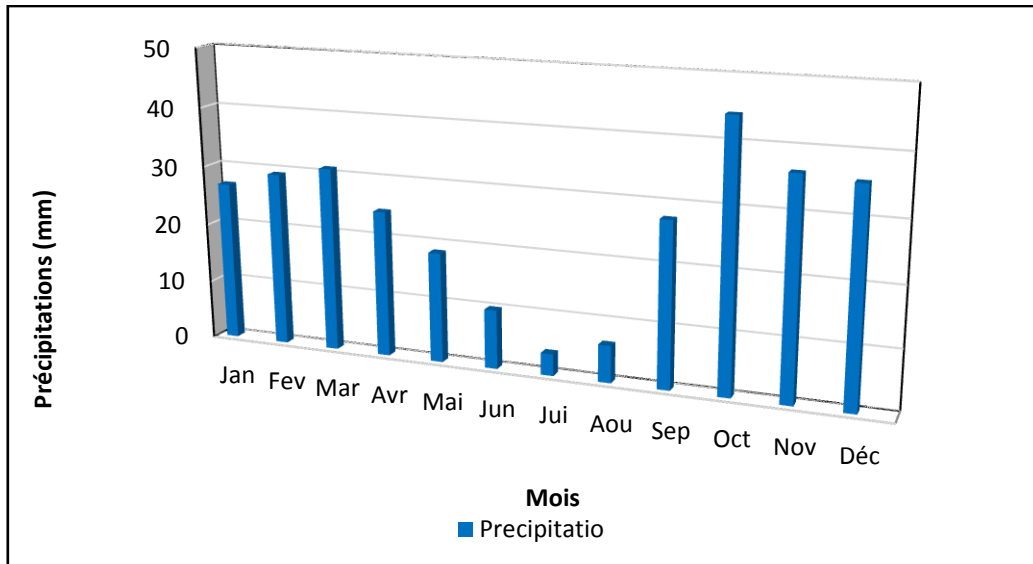


Figure n° 12 : Histogrammes des variations mensuelles des précipitations de la région de Tizi Ouzou durant la période 2012-2021 (Wikipédia, 2022).

L'observation du tableau 3 et la fig.12, fait ressortir une moyenne des précipitations totales de 305,2 mm/an au cours de la période (2012-2021), où le mois le plus pluvieux est le mois d'Octobre avec une moyenne de 44,3 mm et la plus faible quantité de pluie enregistrée durant le mois de juillet avec une moyenne de 3,7mm.

3. Vent

C'est un agent important de l'érosion et de la désertification, il augmente l'évapotranspiration et contribue à dessécher l'atmosphère. C'est un paramètre climatologique important dans le processus d'incendies de forêts par accélération de la vitesse de propagation des feux, suite à sa fréquence, sa vitesse et sa direction. Il est fortement influencé par les conditions topographiques locales. Généralement, la direction du vent de l'Ouest au Nord - Ouest domine les autres directions, il est humide et frais, souffle surtout au printemps. Le vent du Sud, très sec et chaud, particulièrement en été favorise l'évapotranspiration et la dessiccation des combustibles (Meddour, 2010) le tableau 4 et la fig. 13 représentent la vitesse maximale du vent à Tizi-Ouzou pendant la période allant de 2012 à 2021.

Tableau n° 4 : Vitesse maximale du vent dans la région de Tizi-Ouzou pendant la période 2012 à 2021 de Tizi-Ouzou (Wikipédia, 2022).

Mois	Jan.	fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
m/s	1.6	1.5	2,3	1.8	1.8	2	2,5	2.2	2.7	1.8	1.9	1.3

Les données du tableau n° 4 sur les vitesses du vent sont illustrées dans la fig.13

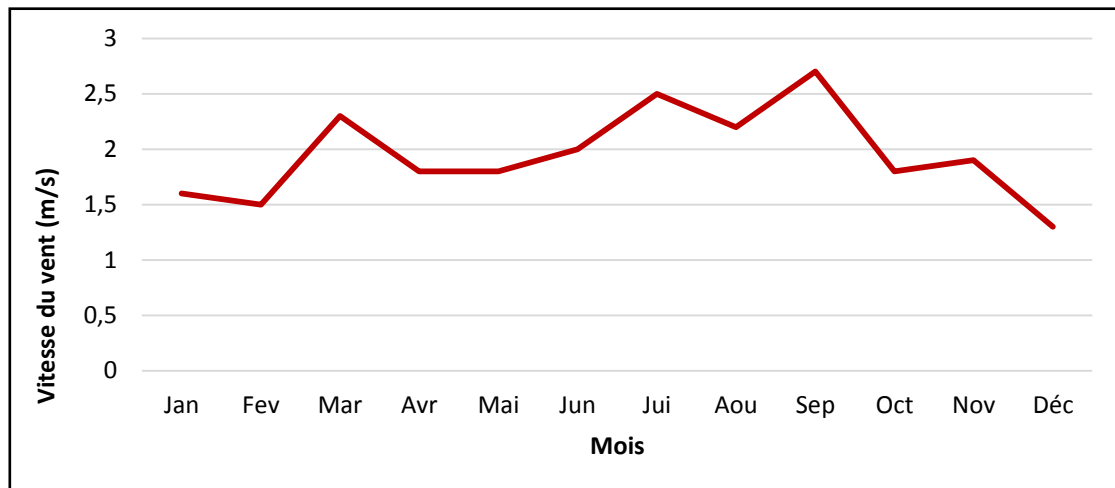


Figure n°13 : variation mensuelle du vent à Tizi Ouzou durant période 2012 à 2021 (Wikipédia, 2022).

La vitesse des vents la plus élevée est enregistrée au mois de septembre avec 2,7 m/s, tandis que la vitesse moyenne notée au mois d'Avril et Mai est d'ordre de 1,8 m/s.

II.2. Synthèse climatique

Le facteur climatique n'est pas une véritable indépendance en météorologie et en écologie, où la synthèse climatique d'une région est basée sur l'analyse du diagramme Ombrothermique de et le diagramme pluviothermique d'Emberger Bagnoles et Gausson (1953), (1955) la synthèse climatique est une étape indispensable à toute étude environnementale, d'où l'intérêt de la formule climatique proposé par les auteurs pour une étude synthétique climatique (Meddour, 2010).

II.2.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gaussen

BAGNOLS & GAUSSEN (1953), Considèrent comme mois secs tout mois où les précipitations sont inférieures ou égales au double de la température ($P=2T$), sur laquelle le diagramme est tracé, en portant en abscisses, les mois, en ordonnées, à droite les précipitations et à gauche les températures à une échelle double de celle des précipitations, la période qui s'étend entre les deux courbes correspond à la période sèche.

Le diagramme réalisé pour la région de Tizi Ouzou (fig.14) montre que la période sèche s'étale sur une période de trois mois allant du mois Juin jusqu'au mois d'Août.

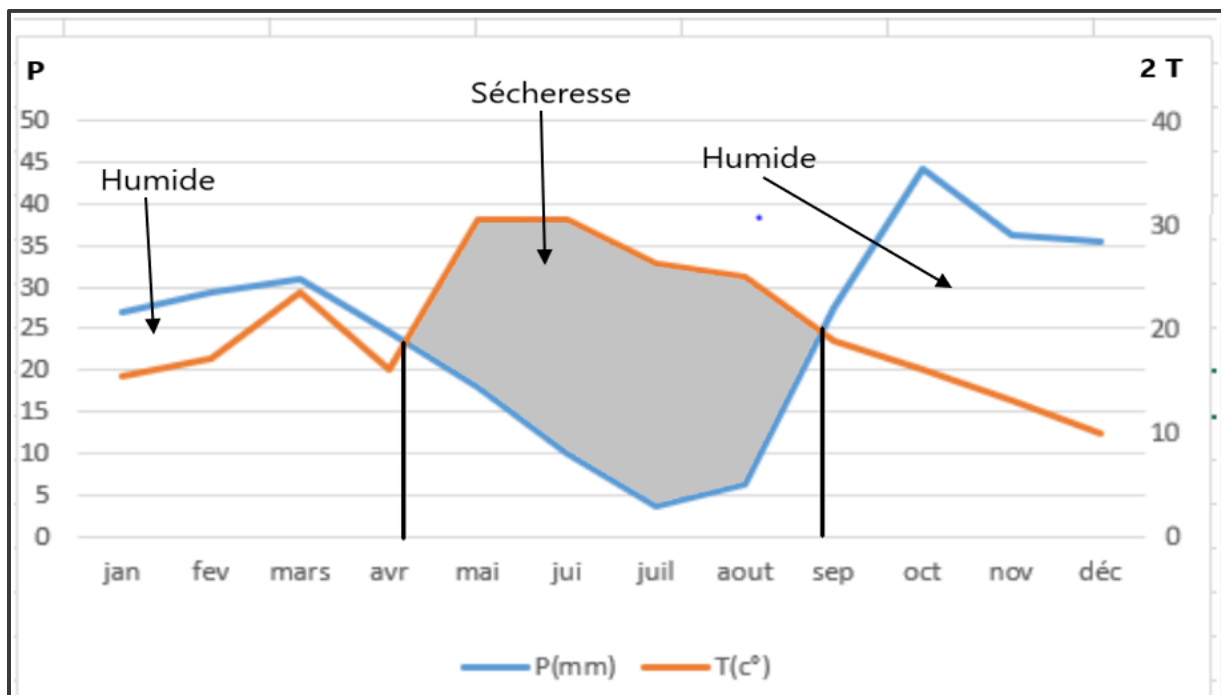


Figure n° 14 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région de Tizi-Ouzou de 2012 à 2021

Le diagramme ombrothermique de la fig.14 montre la présence de deux périodes : Une période sèche qui se déroule entre le mois d'Avril jusque-là fin Août, Cette période est longue et néfaste sur les êtres vivants, et une saison humide s'étend quant à elle, sur le reste des années du mois de Janvier jusqu'au mois de Avril, et de mois de Septembre jusqu'au mois de Décembre.

II.2.2. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger

Pour caractériser un climat, Emerger (1952), a établi un quotient pluviométrique, est un rapport plus précis faisant appel en plus des précipitations, la moyenne (M) des maximas dumois le plus chaud et la moyenne (m) des minimas du mois le plus froid, dont l'amplitude extrême (M+m) rend compte de l'évaporation (Meddour,2010).

Le climagramme d'Emberger est réalisé dans le but de définir l'étage bioclimatique auquel appartient une région donnée. Comme il permet de subdiviser le climat méditerranéen en étages bioclimatiques. Le quotient est calculé par la formule suivant :

$$Q3 = 3,43 \times P / (M - m)$$

Avec :

Q : quotient pluviothermique d'Emberger

P : la moyenne des précipitations des années prise en considération exprimée en millimètres.

M : moyenne maximale du mois le plus chaud (°C).

m : moyenne minimale du mois le plus froid (°C).

Le quotient pluviothermique d'emberger est calculé pour une période de 10 ans pour la région de Tizi-Ouzou qui égale à $Q = 110$ et $m = 10$ C° ce qui fait que la région d'étude appartient à l'étage bioclimatique subhumide avec un hiver frais comme le montre la fig. 15.

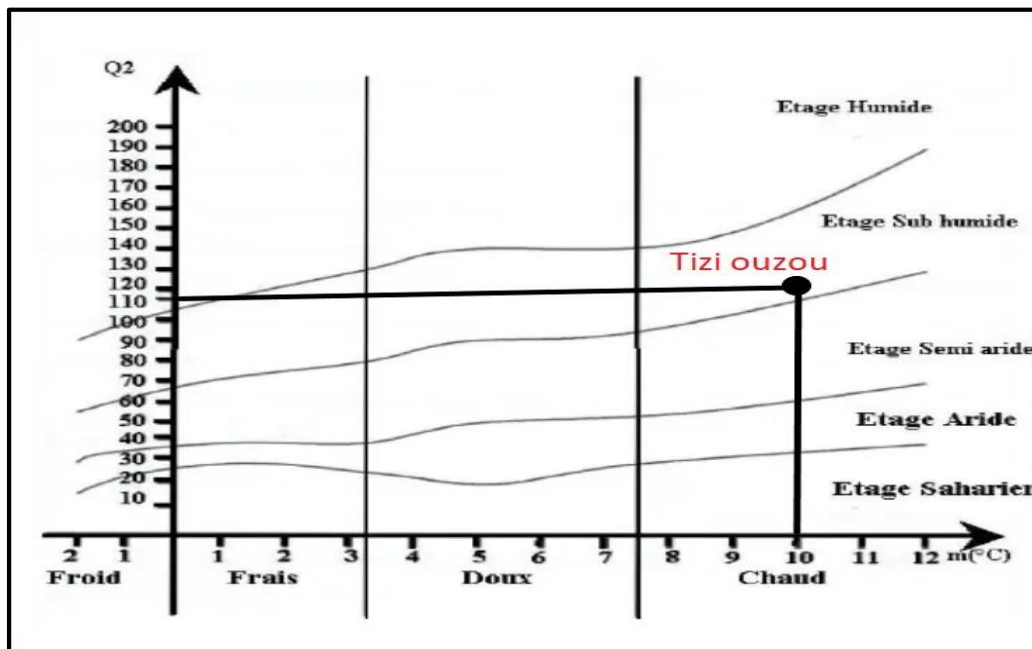


Figure n°15 : Projection de la zone d'étude sur le climagramme d'Emberger.

Chapitre III

Matériel et méthodes

Partie I : Etude expérimentale**I. Matériel utilisé (sur le terrain et dans labo)**

Durant notre échantillonnage nous avons utilisé le matériel suivant, (fig.16)

- Sacs en plastique
- Papier et crayon
- Décamètre et plâtre
- Couteau
- Pioche



Figure n° 16 : Matériel utilisé durant l'échantillonnage (originelle, 2022)

Durant les analyses du sol dans laboratoire en a utilisées comme produit Fig.17 :

- pH-mètre : pour mesurer le pH des solutions aqueuses du sol.
- Conductimètre : pour mesurer les taux de salinité des solutions aqueuses du sol.
- Calcimètre de Bernard : estimation du taux de calcaire totale.

- Balance pour mesurer le sol.
- Becher, papier filtre, l'agitateur.
- Eau oxygénée(H₂O₂), hexametaphosphate (fig.17).



Figure n° 17 : Matériel utilisé durant les analyses physicochimiques du sol (Originelle, 2022).

II. Echantillonnage

La présence d'étude a pour objectif d'étudier l'impact des feux sur les propriétés chimiques des sol forestières après les incendies dans la forêt d'Ikhlidjen.

Selon Mechiah, (2021), l'échantillonnage c'est une méthode de sélection et de prélèvement des espèces d'une population et des différents matériaux utilisées de façon systématique. Au cours de notre travail nous avons choisi d'abord une unité statistique d'une population au hasard, et prélevés des échantillons végétaux pour l'identification et l'étude de la régénération et la cicatrisation d'un terrain après incendiés, en se basant sur l'analyse du sol.

La description de la végétation est abordée selon deux méthode d'études les plus couramment utilisées en écologie végétale : la *méthode physiologique* et *structurale*, dont l'objet est la définition des types de végétation, et la *méthode phytosociologique* qui consiste en la définition et la caractérisation des groupement végétaux. (Gounot, 1969)

Au cours de l'exécution du relevé, nous décrivons l'ensembles des paramètres écologiques (Bekdouche, 2010) suivants :

- Les paramètres stationnés : mesurassions sur terrain grâce à un GPS dans le but d'obtenir les coordonnées géographiques de la région d'étude (latitude, longitude, altitude, exposition ...).
- Les caractères de la surface de chaque placette estiment le recouvrement et leur des espèces présentes et son indice d'abondance dominance pour chaque placette.

II.1. Méthodologie de travail

Notre échantillonnage a été effectué en deux sorties une le 18/04/2022, et une autre le 29/05/2022 sur un terrain incendié, qui nous avons effectué notre échantillonnage représente une déférence d'altitude inférieure à 500 m, nous avons dégagé un lot de 100/100 m, ou nous avons effectué notre échantillonnage, divisé en huit (08) parcelles égales de 10/10 m dont l'écart entre celles-ci est de 33 m (fig.18)

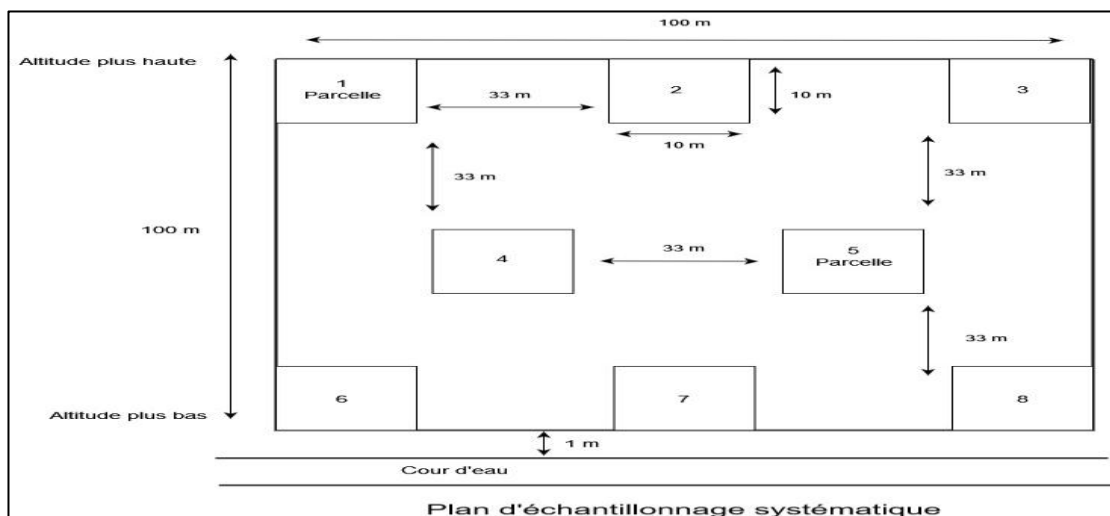


Figure n° 18 : plan d'échantillonnage systématique suivi lors de notre étude (Originelle, 2022).

II.2. Méthode d'échantillonne du sol

Après le passage de l'incendie qui a ravagé le massif forestier de Larbaa Nath Irathen, une mission d'étude est organisée au niveau de celui-ci. Nous avons prélevé des échantillons de sol à une profondeur de 30 cm, mis dans des boîtes en plastiques stériles. Ces échantillons sont expédiés vers le laboratoire pour l'analyse et l'étudier de l'impact des feux sur les propriétés physico-chimiques des sols forestiers.

Une fois au laboratoire les échantillons de sol prélevés sont séchés à l'air libre puis tamisés à un tamis à 2 mm de mailles avant d'être soumis aux analyses physico-chimiques.

II.3. Réalisation des relevés

Durant notre étude, nous avons adopté un échantillonnage systématique sur une zone incendie après 10 mois depuis le passage du feu, où nous avons prélever toutes les espèces végétales dans la période printanière (période de floraison où la plupart des espèces végétales trouvent leur optimum de développement, chaque fin de mois (fin avril, fin mai) l'année 2022.

Lors de notre échantillonnage, la végétations régénérée était des herbacées et relevé à donner une image fidèle de la communauté végétal telle qu'elle se présente sur le terrain (Meddour, 2011), cet elle correspond à la superficie d'aire minimale qui définit comme la plus petite surface nécessaire pour que la plus part des espèces soient reprend dans le but d'étude les peuplement végétal avec 1m² pour avoir l'indice d'abondance dominance (IAD), en totale pour les deux sorties, ont été effectué sur une période de floraison, avec 145 espèces ont été relevées au cours de la première sortie, et 113 espèces dans la deuxième sortie. Leur répartition est présente dans le tableau n°5.

Tableau°5 : Cordonnées géographique pour chaque parcelle (originelle, 2022)

Parcelle	Altitude	Latitude	Longitude	Version
01	201 m	36° 43° 54 °	3° 57° 24 °	S
02	168 m	36° 36° 38 °	3° 57° 24°	S
03	173 m	36° 43° 54 °	3° 57° 24°	S
04	178 m	36° 43°54°	3° 57° 24°	S
05	170m	36°43°54°	3° 57° 24°	SE
06	166 m	36° 43° 54 °	3° 57° 24°	S
07	154 m	36° 43° 54 °	3° 57° 24°	SE
08	173 m	36° 43° 54 °	3° 57° 24°	S

Partie II : partie du laboratoire

Le sol est un milieu vivant de la croûte, riche par les plantes utilisées dans plusieurs secteurs d'activités (industrie, agriculture, urbanisme, ...) mais malheureusement les sols brûlés sont plus érosifs et plus vulnérables aux lessivages au dessèchement (Gabat et *al.*, 2010).

I. Préparation du sol

1. séchage et tamisage

Les échantillons destinés à l'analyse physico-chimique sont séchés à l'air libre puis tamisés, pesé et enregistrés le poids obtenu (fig.19).



Figure n° 19 : préparation des échantillons de sol (originelle, 2022)

2. Méthode d'analyse des propriétés Physico-chimiques du sol

2.1. L'acidité du sol (pH)

D'après (Magouas et Daou, 2021) le potentiel hydrogéné du sol exprime le degré d'acidité ou d'alcalinité de ce sol sur une échelle de 01 à 14. C'est un facteur qui joue sur la dynamique des éléments et sur leur absorption d'où l'importance de sa détermination. Un sol neutre et bien équilibré présente un pH avoisinant 07, alors qu'un pH inférieur à 07 caractérise un sol à tendance acide, contrairement au pH supérieur, à 07 qui atteste une terre basique contenant du calcaire

Protocole

Nous avons pris 10 g du sol déjà préparé dans 5 ml d'eau distillée, par l'utilisation d'un agitateur pendant 10 min, et laisser la solution au repos durant deux heures. Pour mesurer à l'aide d'un pH mètre en respecte le rapport sol eau qui est de 1/5 (Magouas et Daou, 2021). (fig.20).

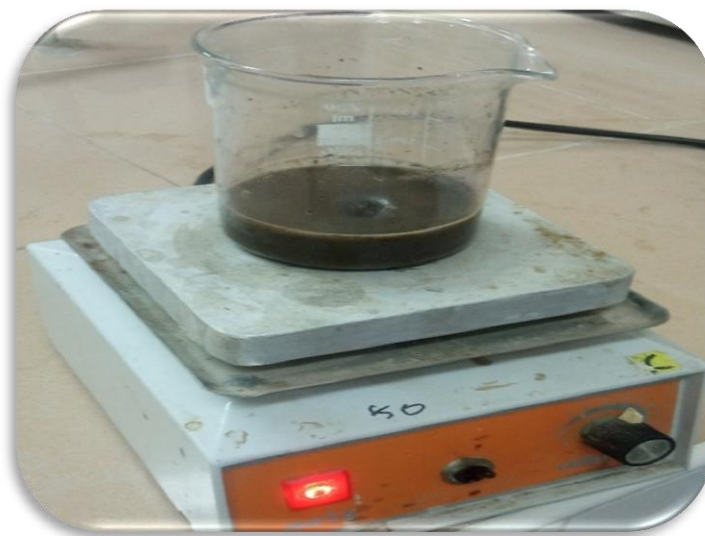


Figure n° 20 : Mesure du pH du sol (Originelle, 2022).

2.2. Conductivité électrique CE

La capacité d'échange cationique (CEC) est une mesure du pouvoir d'un sol à retenir et échanger des cations. Il s'agit d'un indicateur relatif du potentiel de fertilité d'un sol ayant une CEC élevée pouvait retenir davantage de cations et possèdent une plus grande capacité à les échanger que les sols ayant une faible CEC (Megouas et Daou, 2021) et (Dubordieu, 1997).

La conductivité électrique d'une solution du sol est un indice des teneurs en sels solubles dans ce sol, elle exprime approximativement la concentration des solutés ionisables présente dans l'échantillon, c'est-à-dire son degré de salinité.

Protocole

- Nous avons pesé 20 g de sol dans un bêcher de 250 ml + 100 ml d'eau distillée.
- Agiter pendant 2 heures à l'aide d'un agitateur mécanique, puis laisser reposer pendant 2 min.
- Filtrer et exfiltrer à l'aide d'un papier filtre puis ajouter deux gouttes d'héxamétaphosphat de Na, et à l'aide d'un conducteur mètre nous avons mesuré la CE de l'échantillon et introduire l'électrode au centre du solution pour lire la valeur afin d'obtenir le résultat (Megouas et Daou, 2021). (fig.21).



Figure n° 21 : les étapes de mesure de la conductivité électrique (originelle, 2022).

2.3. Calcaire CaCO₃

Selon (Megouas et Daou, 2021) le calcaire est une roche sédimentaire principalement organogène qui peut être détritique (contenant au moins 50% de CaCO₃ exemple : un calcaire marneux, souvent accompagné de MgCO₃).

Un sol calcaire c'est un sol contenant du CaCO₃ libre en quantité suffisante pour présenter une effervescence visible sous l'action d'HCl.

Protocole

Nous avons pesée 1g de sol tamisé dans un bêcher de 250 ml et ajouter 20 ml d'acide chlorhydrique (1N) avec 100 ml d'eau désilée.

Porter le bêcher sur un bain de sable à 60°C pendant 45 min. Après refroidissement et filtre dans une fiole de 250 ml, bien laver le sol, et ajuster à 250 ml.

Prélever 100 ml du filtrat et porter dans un bêcher de 400 ml et ajouter trois gouttes de phénophtaléine (Megouas et Daou, 2021).

Titrer le reste d'acide chlorhydrique par la soude (1N) et le virage à lieu vers le rouge violacé pour avoir la (fig.22)

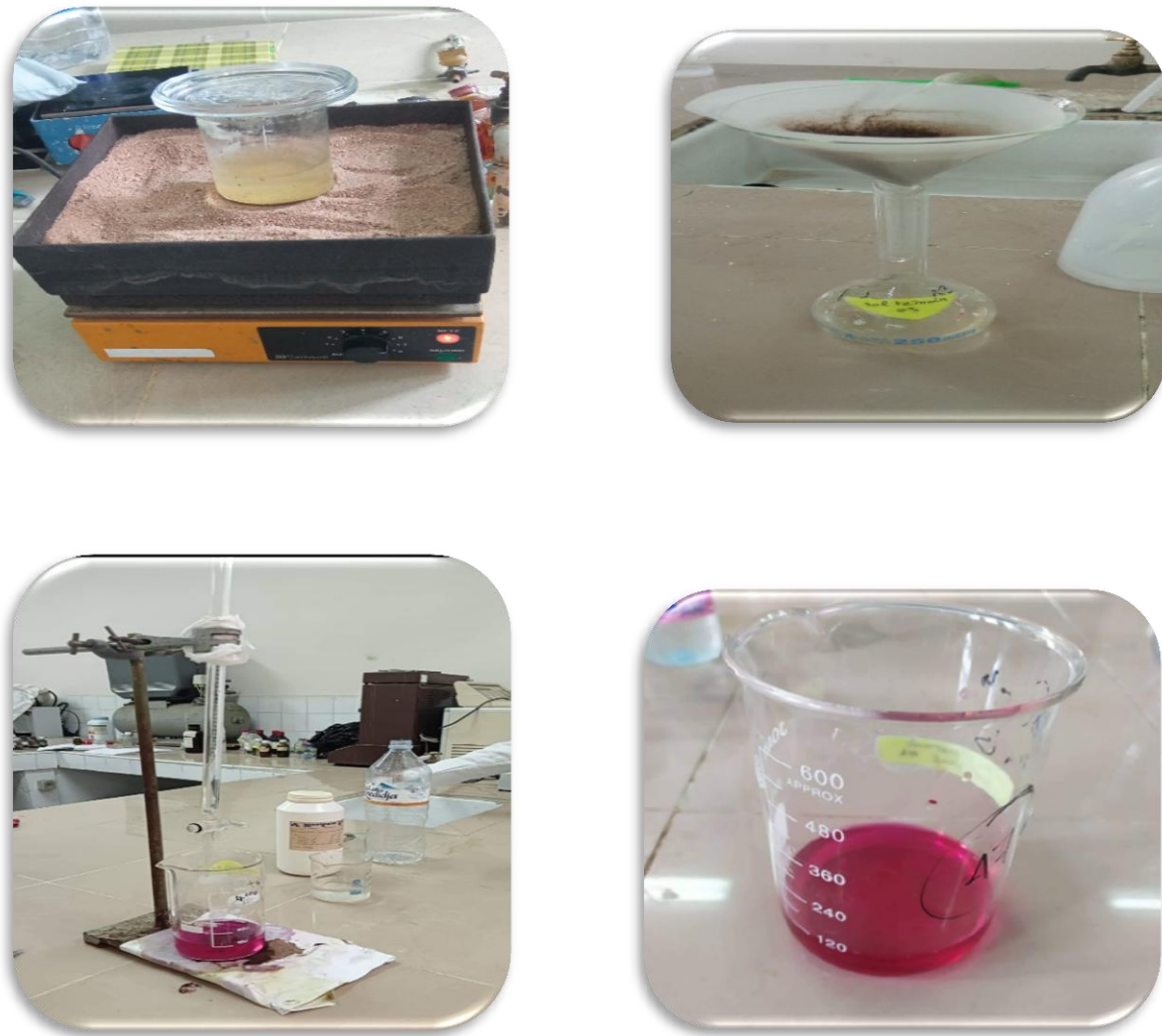


Figure n° 22 : les différents étapes de mesure de CaCO_3 (originelle, 2022).

2.4. Dosage de la matière organique

La matière organique d'un sol est constituée de composés organiques simples ou complexes, des restes, des résidus végétaux laissés par les différentes récoltes. Cette masse végétale entretient une vie microbienne dans le sol (Bouanem, 2011).

Le carbone organique étant le constituant principal des matières organiques, on souvent indifféremment par les termes "carbone organique" et "matières organiques", Le carbone contenu dans la matière organique des sols représente la plus grande partie du carbone terrestre. Il constitue le principal indicateur de la qualité des sols tant pour les propriétés physiques et chimiques que biologiques des matières organiques qui le contiennent (Megouas et Daou, 2021).

Protocole

Première des choses nous avons chauffer les creusets durant 16 h dans le four à 550 C°.

Poser les creusets vides puis introduire 5 g du sol, et mettre dans l'étuve à 220 C° durant 16 h.

Placer le creuset dans le four une autre fois à 450 C° pendant 4 h (Megouas et Daou, 2021). (fig.23)

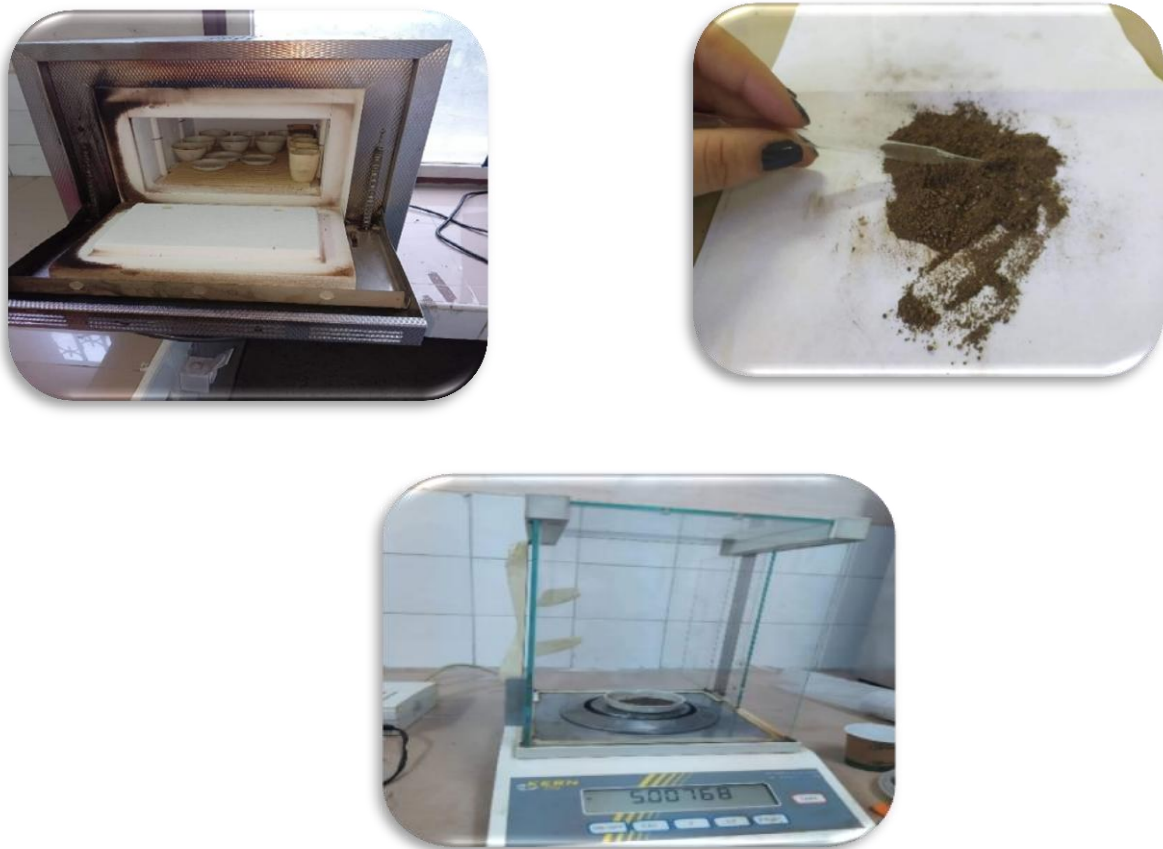


Figure n°23 : Etapes du dosage de la matière organique (originelle, 2022)

2.5. Granulométrie du sol

L'analyse granulométrique s'effectue sur 10 g de terre fine. Elle a pour but de déterminer le pourcentage des différentes fractions des particules minérales constituant les agrégats, tout en permettant l'évaluation de la stabilité structurale du sol. Cette analyse a été réalisée par la méthode internationale, modifiée par l'emploi de la pipette de ROBINSON. Elle consiste premièrement à détruire la matière organique par une attaque à l'eau oxygénée (H₂O₂), puis disperser les particules par un dispersant énergétique qui est

l'examétophosphate de sodium et par agitation mécanique, et enfin effectuer des prélèvements en respectant le temps de sédimentation (Lembrouk, 2012).

Partie III : Analyse écologique des espèces récoltées

Pour une meilleure approche de la structure des peuplements floristique étudiés à la forêt d'Ikhlidjen, nous avons calculé les paramètres descriptifs suivants :

A) Qualité d'échantillonnage

Selon, Blondel (1969), la qualité d'échantillonnage (Q) est calculée par le rapport du nombre d'espèces comptées une seule fois (a) sur le nombre total des relevés (N) (Lembrouk, 2012). Elle s'exprime par :

$$Q = a/N$$

Si Q tend vers 0, l'inventaire est qualitativement réalisé avec précision mais si Q tend vers 1, la précision de l'échantillonnage est insuffisante.

B) Richesse spécifique

La richesse spécifique (S) représente le nombre total des espèces que comporte un peuplement considéré dans un écosystème donné. C'est l'un des paramètres fondamentaux qui caractérise un peuplement (Lembrouk, 2012).

C) Abondance des espèces

Elle est estimée par le rapport du nombre d'individus de l'espèce considérée et le nombre total des individus. Elle est exprimée par la formule (Megouas et Daou, 2021).

$$F\% = ni/N \times 100$$

D) Dominance de Berger-Parker

C'est la contribution de l'espèce la plus abondante par rapport à l'abondance totale du peuplement dans un relevé. Elle est calculée avec l'indice de Berger-Parker (BP) (Megouas et Daou, 2021).

Avec :

$$BP = N_{\max} / N$$

N_{max} : nombre d'individus de l'espèce dominante dans un relevé,

N : nombre total d'individus dans ce même relevé.

E) Indice de Shannon H'

Selon Dadozd (1985), H' permet d'évaluer la diversité floristique d'un milieu donné et de comparer les faunes de différents milieux malgré la variation des nombres d'individus récoltés. Il est exprimé en bits par la formule suivante :

$$H' = -\sum (p_i \log p_i)$$

i : espèce du milieu d'étude

P_i : proportion d'une espèce *i* par rapport au nombre total d'espèces dans le milieu d'étude. Elle se calcule par la formule suivante :

$$P_i = n_i/N$$

Avec :

n_i: nombre d'individus de l'espèce *i*

N : effectif total des individus de toutes les espèces.

Une communauté est d'autant plus diversifiée que l'indice de Shannon-Weaver (H') sera plus élevé, mais lorsque H' = 0 le peuplement est dit homogène.

F) . Equitabilité

L'équitabilité correspond au rapport entre la diversité observée (H) et la diversité maximale (H max). Elle est donnée par la formule suivante (Megouas et Daou, 2021).

$$E = H/ H \text{ max}$$

Avec

$H_{\text{max}} = \log S$ où S est la richesse totale.

D'après Ramade, 1984 l'équitabilité varie de **0** à **1**. Si **E** tend vers **0**, ça signifie qu'il y a dominance de quelques espèces, mais si **E** tend vers **1**, toutes les espèces présentent la même dominance.

Chapitre IV

Résultats et discussion

La direction de la protection des forêts de la région Larbaa Nath Irathen nous a confié les statistiques des villages les plus touchés et la surface totale brûlée durant l'année 2021 avec 3113 ha des superficies incendiée, et plus de 550 ha des essences brulés (100 ha des oliviers, 210 ha des maquis de chêne vert.

I. Analyse physico-chimique du sol

Le résultat le plus sensible du passage de l'incendie, est la destruction de la litière qui protège le sol et la modification de la couleur, ainsi que et les changements des propriétés chimiques du sol comme la MO (Gabat, et *al.*, 2010).

Les résultats obtenus des analyses de quelques paramètres physiques et chimiques du sol de la région d'Ikhlidjen sont représentés dans le tableau n°6 et la fig.24.

Tableau n°6 : Résultats d'analyse physico-chimique du sol d'Ikhlidjen avant et après l'incendie (Bouanem, 2011).

Sol	pH	CE	MO %	Calcair%	Azote	C/A	Granulomètre
Sol non incendie	6,65		1,6 %		0,12%	7,96	Limono - sableuse
Sol incendies	7, 6	538	45,6%	12,5%			Limono - sableuse

D'après le tableau n°6 et les résultats obtenus durant les années ancien au niveau d'Ikhlidjenet confirmé par (Bouanem, 2011). Le sol de la forêt d'Ikhlidjen avant l'incendie (ou bien sol non incendie) est caractérisé par une texture limono–sableuse, correspondant à un pH neutre égal à 6,65. Sa teneur en azote est moyenne, soit 0,12 %. Le taux de matières organiques est faible atteignant à peine 1,6 %. Le rapport Carbone/Azote (C/A) est de 7,96 ce qui indique une bonne activité biologique. La faible teneur en eau de ce sol s'explique par le fait qu'il contient 66,1 % de sable.

Le sol de la forêt d'Ikhlidjen est de texture limono–sableuse sans qu'elle soit influencée ou affectée par le passage de l'incendie. Ce sol est caractérisé par un pH

faiblement alcalin égal à 7,6, très riche en matières organiques (MO= 45,6%), légèrement salé (CE=538 ms/cm) et modérément calcaire de l'ordre de 12,5% (tableau n° 7 et la fig.24).



Figure n°24 : résultats de la mesure du pH du sol (originelle, 2022)

Tableau n° 7 : dosage du calcaire du sol de la forêt d'Ikhlidjen (Megouas et Daous, 2021)

CaCO ₃ (%)	Sol
CaCO ₃ ≤ 1	Non calcaire
1 < CaCO ₃ ≤ 5	Peu Calcaire
5 < CaCO ₃ ≤ 25	Modérément calcaire
25 < CaCO ₃ ≤ 50	Fortement calcaire
50 < CaCO ₃ ≤ 80	Très calcaire
CaCO ₃ > 80	Excessivement calcaire

Dans le cas général, le taux de matière organique est approximativement obtenu par la formule suivante : $M.O(\%) = 1,72C (\%)$. Les taux de la matière organique dans le sol incendies est 45,6 % (MO 40 % qui traduisant que la teneur de sol élevée en matière organique à cause de l'augmentation de stock de carbone organique, les minéraux et la diversité des espèce de la surface par contre dans les sols non incendies avec 1,6 % qui traduisant des sols moyennement pourvu en matière organique, (Megouas et Daous, 2021).

Sur la base de la composition granulométrique nous avons étudié le sol de texture limono-sableuse. Nous avons remarqué que la granulométrie des sols incendiés et les sols non incendiés de texture Limono -sableuse ne sont pas influencées par le passage du feu.

II. Effet du feu

Le feu est un facteur important de la dynamique de la végétation méditerranéenne, nos résultats sont relatifs à la recolonisation massive des surfaces incendiés, le feu n'est plus un phénomène complètement négatif, mais comme une démolition pour récupérer de l'écosystème, notamment l'effet d'incendie sur la régénération due à la chaux issue du feu, favorise le renouvellement de certain essence forestiers (Bekdouche, 2010).

Après le passage du feu, l'écosystème de la forêt d'Ikhlidjen perturbé commence un nouveau processus de cicatrisation et essaie de retrouver l'équilibre en initiant une dynamique forestière, la richesse floristique importante observée après le feu due à l'ouverture du milieu et à l'enrichissement du sol en éléments par le feu (Madoui, 2013).

C'est le cas de *Quercus suber*, *Quercus ilex* et *Olea europaea* (fig.25 et 26)

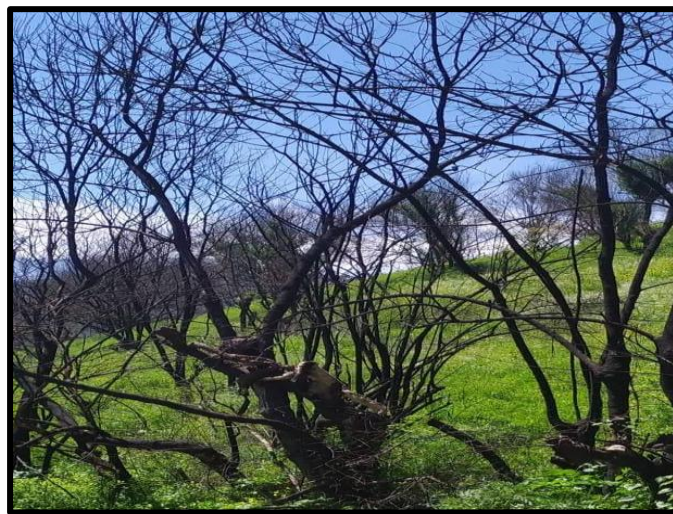


Figure n°25 : régénération et renouvellement de chêne liège (*Quercus suber*), après une année d'incendie (originelle, 2022)



Figure n°26 : régénération et renouvellement des olivier (*Olea europaea*), après une année d'incendies à Ikhelidjen (originelle, 2022).

Dans presque tous les cas après l'incendie la végétation revient rapidement à son état initial sans intervention humaine. Cependant la reconstitution végétale dépend de l'intensité et de la fréquence des feux, notamment la couverture végétale reconstituée progressivement par rejet et germination on à partie d'un organe souterrain (Bulbe : *Allium triquetrum*, *Allium linéaire*) (Bekdouche, 2010), fig. 27 :



Figure n° 27 : renouvellement de genre *Allium* (Originelle, 2022)

II.1. Couvert végétal et la physionomie floristique de la zone d'étude

Une année après l'incendies, la reprise de la végétation est matérialisée par le renouvellement spontanée du cortège floristique, dont le couvert végétal de cette zone était de type forestier constitué d'espèces appartenant au groupements de chênes vert (*Quercus ilex*), chêne liège (*Quercus suber*), l'olivier (*Olea europaea*) de type biologique phanérophyte et la présence de trois strates herbacée, arbustive et arborescent et certaines familles des *Fabacée*, tel que : *Cytisus Triflorus*, qui régénérer grâce à leur capacité de résistance à la chaleur, formant des estuaires, mais malheureusement toutes les formations végétales de cette zone sont effectuées par les incendies dit donc c'est une zone hot spot qui peut facilement se régénérer (Bekdouche, 2010).

II.2. Abondance des espèces

C'est la quantité relative au nombre d'individus d'une espèce donnée par unité de surface par rapport à leur nombre total (Mechiah, 2021), la fig. 28

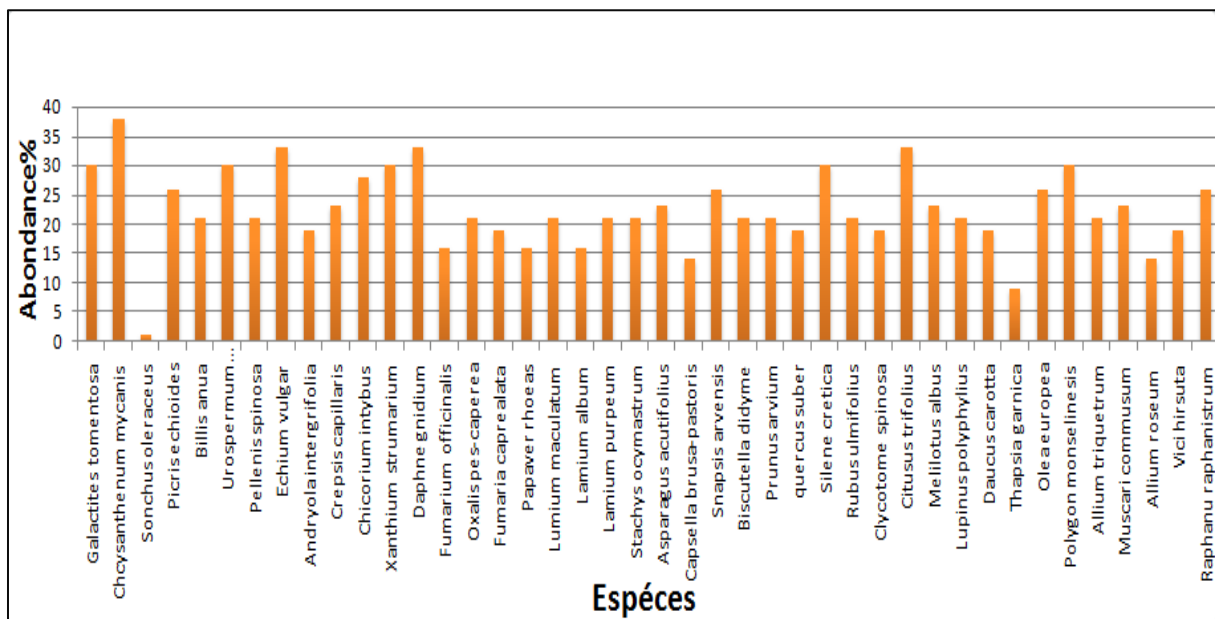


Figure 28 : Abondance relative des espèces collectées dans la forêt d'Ikhlidjen (Originale, 2022)

D'après la fig.28 nous avons remarqué que les espèces les plus abondantes sont *Chycysanthenum Mycanis*, *Echium vulgare*, *Citisus Trifollus* et *Polygon Monselinesis* avec 30% jusqu'à 37 % d'abondance, et les espèces les moins abondantes *Quercus suber*, *Docus carotta* avec 15 % d'abondance, par contre les espèces les plus rares sont *Sonchus oleraceus*, *Thapsia garnica* avec respectivement 2 % à 7 %.

II.3. Richesse floristique

La richesse floristique d'une placette correspond au nombre total de taxons présents au cours de l'inventaire, cette richesse a été évaluée pour chaque stade en considérant l'ensemble des espèces (Bekdouche, 2010).

Nous avons remarqué durant la période d'échantillonnage de (Mai et Juin), (début et fin de printemps) que les parcelles 1 et 2 sont les plus riches en espèces car elles sont toutes les deux proches de la rivière d'une distance de 1m.

II.3.1. diversité floristique

La diversité systématique est plus importante pendant les 10 mois après le feu où nous avons recensées 256 espèces lors de renouvellement floristique dans la forêt d'Ikhlidjen. Elles appartiennent à 26 familles, 51 taxons et 44 genres, dans laquelle les *Astéracées* sont les mieux représentés avec 11 espèces suivie par la famille des *Fabacée* et *Brassicacées* avec le même nombre d'espèces (tableau n°8). Ces familles occupent une grande surface dans la forêt d'Ikhlidjen ce qui est dû au fait que le massif étudié est une pelouse, ainsi que les espèces tropicales telles que: *Allium linéaire* et *Allium triquetrum*.

Tableau 8 caractérisation systématique du prélèvement de certaine familles (originelle, 2022).

Famille	Genre	Espèce	Famille	Genre	Espèce
<i>Astéracée</i>	11	11	<i>Lamiacée</i>	02	04
<i>Fabacée</i>	08	08	<i>Papavéracée</i>	02	03
<i>Brassicacée</i>	05	05	<i>Oxalidacées</i>	01	01
<i>Poacée</i>	10	10	<i>Oléacée</i>	01	01
<i>Apiécée</i>	03	03	<i>Primulacée</i>	02	02
<i>Liliacée</i>	02	03	<i>Asparagée</i>	01	01
<i>Rosacée</i>	01	01	<i>Caryophyllacée</i>	01	01
<i>Géraniacée</i>	01	01	<i>Urticacée</i>	01	01
<i>Boraginacée</i>	01	01	<i>Campanulacée</i>	01	01
<i>Ericacée</i>	01	01	<i>Caprifoliacée</i>	01	01

II.4. Renouvellement des taxons

Le renouvellement correspond à la somme du nombre l'observation est représenté par le stade de la végétation après feu. Plus le nombre de taxons qui apparaissent et qui

disparaissent est important, plus le renouvellement est important et moins la communauté est floristiquement proche de la métastabilité de taxons qui apparaissent et qui disparaissent entre deux observations successives (entre les deux échantillons) dans notre cas la période printanière (Bekdouche, 2010), annexe 04

II.4.1. Nombre des espèces récoltés durant le premier et le deuxième échantillonnage

Environ 258 espèces ont été prélevées au cours de notre échantillonnage, leur répartition dans les différentes placettes.

Tableau n° 9 : Répartition des espèces dans les deux échantillons par parcelles.

	Échantillonnage 1								Echantillonnage 2							
	Parcelles								Parcelles							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Règne	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Classe	3	3	2	3	2	4	3	2	3	2	1	2	3	4	2	2
Ordre	10	10	7	5	5	9	9	7	10	10	10	11	15	9	10	10
Famille	10	10	7	6	4	9	10	5	8	12	11	11	4	9	10	11
Genre	14	11	8	6	5	9	10	7	18	20	16	11	5	13	14	14
Espèce	15	17	9	8	6	11	13	8	18	20	16	11	6	13	14	14

II.4.2. Classification des espèces

La classification des espèces récoltées durant le premier et le deuxième échantillonnage pour chaque parcelle est représentée dans le tableau 4, annexe 5.

III. Résultats d'analyse écologique des espèces

1. Qualité d'échantillonnage

C'est la capacité à capter la diversité du phénomène étudié, pour bien contrôler les unités de la population (tableau n° 10) (Mechiah, 2021).

Tableau 10 : Résultats de la qualité de l'échantillonnage de la forêt Ikhlidjen (originale, 2022)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Mai	0,9	1,1	0,5	0,5	0,3	0,6	0,8	0,5
Juin	1,3	1,2	1,1	0,6	0,8	0,6	0,9	0,7

Les résultats du tableau n°10 montrent que l'inventaire réalisé durant la majorité des échantillons que ce soit pour le mois de Mai ou le mois de Juin tendent vers Zéro ($Q = 0,3$, $0,5$) ce qui signifie que notre inventaire est qualitativement réalisé avec précision, tant dit que certains prélèvements tendent vers un $Q=1$ cela est peut être dû aux erreurs lors de l'échantillonnage.

2. Richesse spécifique

La fig.29 représente la richesse spécifique des espèces récoltées dans les forêts d'Ikhlidjen durant la saison printanière de 2022.

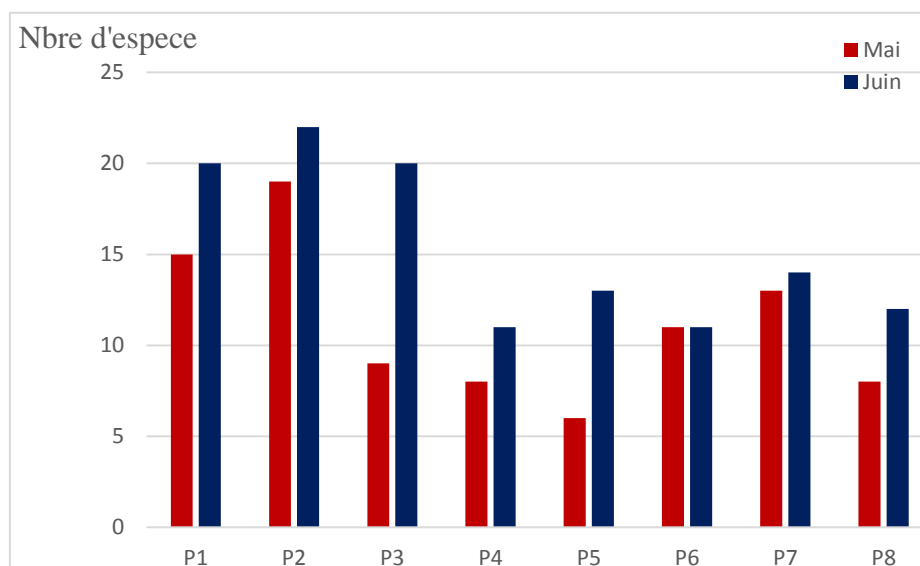


Figure n° 29 : La richesse spécifique des espèces recueillies (originelle, 2022)

Suivant la fig.29 il ressort que la richesse spécifique est plus importante au mois de Juin avec 22 espèces dans la parcelle 2 est la plus mieux diversifié suit à la disponibilité des facteurs climatique sortant la (T°) qui favorise de germination et développement des espèces d'altitude en forêt.

3. Indices de Shannon (H')

Dit que l'indice de Shannon (H') est homogène (constitué d'un seul et même espèces, alors l'indice $H'=0$).

Nous avons opté pour le calcul de l'indice de diversité de Shannon afin de mettre en évidence l'abondance relative des différents taxons, c'est pour cela que nous l'avons calculé Séparément pour le mois Mai et le mois Juin pour chaque parcelle pendant la saison printemps. Les résultats obtenus sont traduits dans le tableau 11 et la Fig.30.

Tableau n°11 : valeurs de l'indice de Shannon H' pour les échantillonnages durant le printemps 2022 (Originelle, 2022).

	Mai							
H'	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Valeurs	0,08	0,09	0,06	0,06	0,05	0,07	0,07	0,06
	Juin							
H'	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Valeurs	0,1	0,04	0,04	0,07	0,07	0,03	0,08	0,07

Courbe de la fig.30 représente les valeurs de H' :

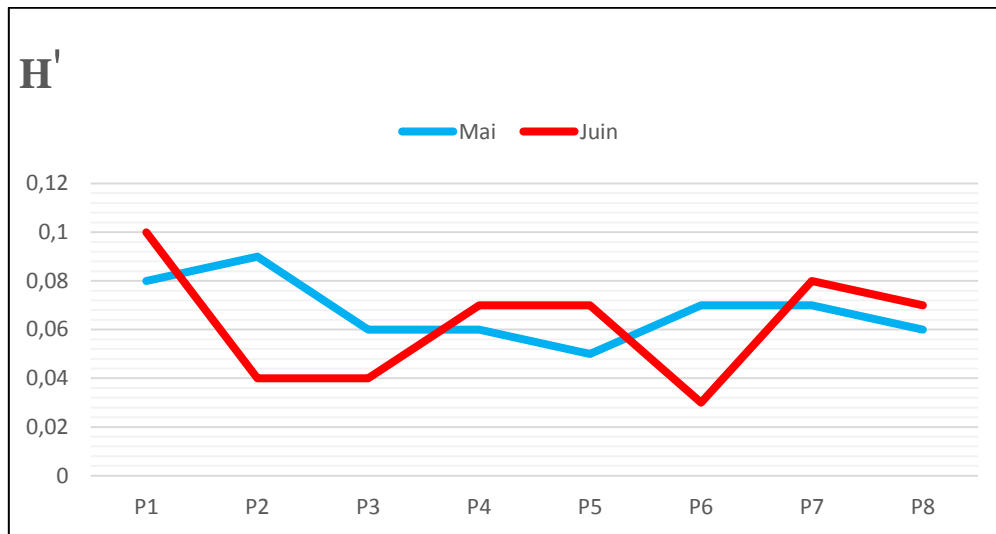


Figure n° 30 : Indice de Shannon-Weaver pour les espèces de la forêt Ikhlidjen (originelle, 2022).

D'après la fig.30 et le tableau 16 qui indiquent que l'indice *Shannon (H')* est variable au niveau de la forêt d'Ikhlidjen avec un maximum de 0,09 durant le mois de Mai, est un minimum de 0,03 durant le mois de juin. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées durant le mois de Mai suivant la grande richesse floristique grâce aux conditions favorables de milieu comme la MO, les minéraux présents avec une grande quantités ce qui favorise le renouvellement des espèces végétales. Par contre durant le mois de Juin les valeurs de l'indice de Shannon H' sont inférieures à 0,1 ce qui traduit une diversité moyenne des espèces et des taxons.

Cet indice H' est important dans la Parcelle 2 durant le mois Mai mais ce n'est pas le cas durant le mois de Juin qui présente H' plus important dans la parcelle 7 avec 0,08 et 1 avec 0,1. Donc on dit que l'indice de Shannon (H') est plus élevé durant le mois Mai c'est le où la T° optimale entre 30-35 C° pour la floraison des plantes.

4. Equitabilité

L'équitabilité ou l'indice de diversité relative est calculé pour la forêt d'Ikhlidjen et les résultats sont représentés dans le tableau 12 et la fig.31.

Tableau n°12 : Valeurs d'équitabilité de la forêt Ikhlidjen (originelle, 2022).

Mai								Juin							
P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
0,03	0,01	0,06	0,07	0,06	0,07	0,63	0,07	0,08	0,03	0,03	0,07	0,06	0,03	0,07	0,06

D'après le tableau n°12 la fig.31 démontre comme celui-ci.

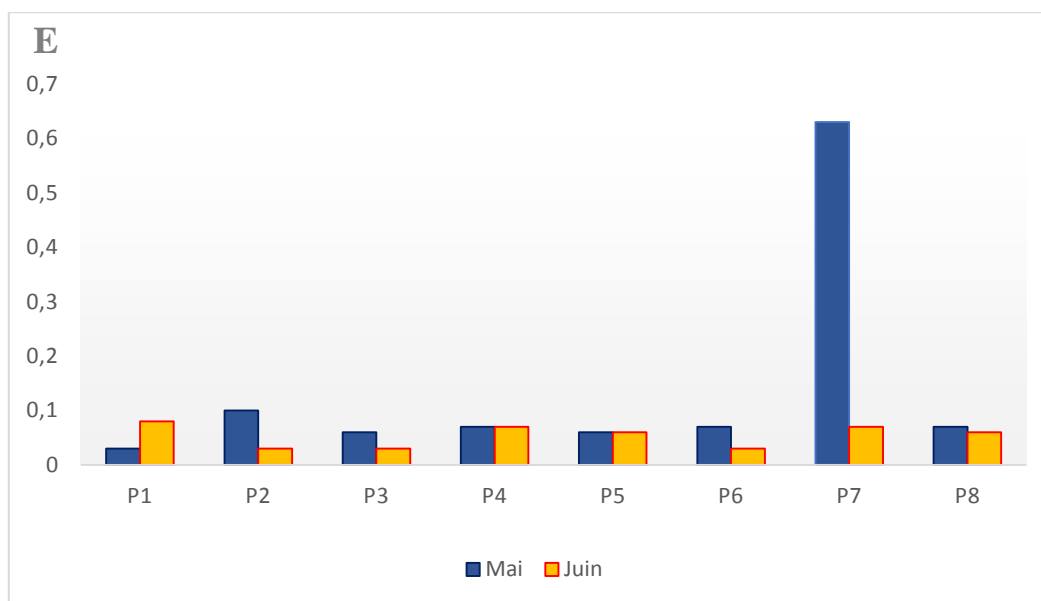


Figure n° 31 : Equitabilité des espèces de la forêt d'Ikhlidjen (originelle, 2022).

Selon la fig.31 nous avons constaté que l'équitabilité est inférieure à 1 pour tous les prélèvements quelques soit en Mai ou en Juin avec le maximum, de 0,63 au niveau de la placette 7 durant le mois Mai (début de printemps), et un minimum de 0,01 dans la parcelle (P2) durant le mois Mai (la fin de printemps).

Cette équitabilité E tend vers 0, ce qui signifie qu'il y a dominance de quelques espèces tel que : *Allium triquetrum* et *Oxalis pes-caprea*.

5. Dominance de Berger-Parker

La dominance de Berger-Parker (BP) est exprimée par la dominance des espèces *Chrysanthemum Mycanis* avec 22 répétitions sur les 08 parcelles et *Papaver rhoeas* avec 8 effectifs durant le mois de Mai et *Galactis Tomentosa* 13 fréquences et *Quercus suber* avec 5 répétitions durant le mois de Juin. Cette dominance est mentionnée dans le tableau 13 et la fig.32.

Tableau 13 : Dominance de Berger-Parker de la forêt d'Ikhlidjen (originelle, 2022).

Mois Espèces	Mai		Juin	
	<i>Chrysanthemum Mycanis</i>	<i>Papaver rhoeas</i>	<i>Galactis Tomentosa</i>	<i>Quercus suber</i>
Dominance BP	0,15	0,05	0,12	0,04

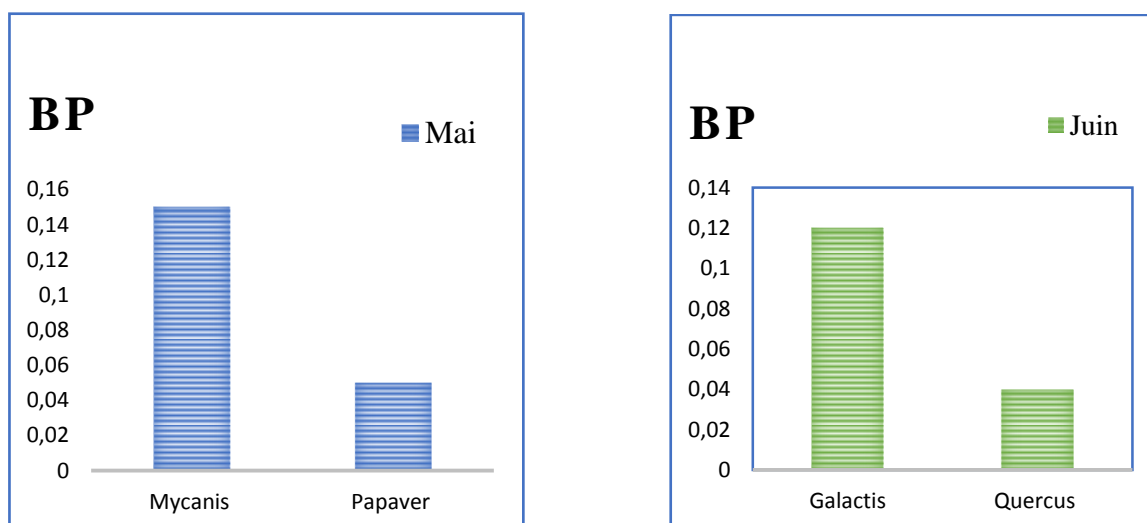


Figure 32 : Dominance de BP de la forêt d'Ikhlidjen durant le mois de Mai et Juin (originelle, 2022).

La fig. 32 a montré que le mois de Mai et Juin les espèces le plus abandonne son *Chrysanthemum Mycanis* et *Galactis Tomentosa* avec 0,14 et 0,12 BP progressivement.

IV. Discussion

L'inventaire de la végétation après les incendies dans la région de Tizi-Ouzou au niveau de la forêt d'Ikhlidjen (L.N.I.), nous avons identifié 258 espèces appartenant à 44 genres, 31 classes et 25 familles, dont les *Astéracées* sont les plus abondantes ; tandis que les familles des *Fabacées* et des *poacées* occupent une grande surface dans cette forêt. Le massif montagneux étudié après incendies apparaît comme une pelouse à dominance d'un cortège floristique plurirégionale riche en espèces tropicales telles que : *Allium linéaire* et *Allium triquetrum* *Amaryllidacées* appartenant aux grandes familles cosmopolites du règne végétale (Médial et Quézel, 1997), cela est confirmé par Bekdouche (2010) et Melouani (2014).

D'après Hofmann et *al.* (1998) et Melouani (2014), les incendies augmentent la diversité spécifique du couvert végétale où la perturbation des milieux permet l'apparition d'espèces jadis dominées. D'un autre côté, l'isolement de la forêt d'Ikhlidjen et l'absence des perturbations anthropiques et la présence de conditions environnementales favorables (climat humide, température et le vent optimum) ont permis le renouvellement et le développement rapide et efficace de la flore locale. Ajoutons à cela, la qualité du sol de cette région (texture, structure, ...), qui permet une bonne rétention d'eau après la fonte des neiges (Gabat et *al.*, 2010) ce qui est confirmé par (Bouanem, 2011), ainsi que le transfert de chaleur et l'érosion, ce qui influence le comportement minéral des compartiments du sol ce qui affecte profondément l'écologie des plantes (Kheloufi et Gros, 2012), malgré que la structure et la texture du sol ne changent pas après le passage du feu (Clariond et Perret, 1990).

L'éliminations de la matière organique agit sur la conductivité électrique (CE) qui est faible dans le sol incendié [500 à 1000 us/cm] ce qui le laisse légèrement salé, ce qui diminue le rendement des végétaux sensibles au sel (Durand, 1983).

Le pH enregistré dans le sol non incendié est neutre (6,65), ce qui représente un pH neutre (Bouanem, 2011), par contre dans les sols incendiés le pH est faiblement alcalin (pH=7,6). Dans ce cas, le pH du sol a tendance à augmenter après les incendies en raison de la libération des cations alcalins (C, Na) liés à la MO (Megouas et Daous, 2021).

La valeur de l'indice de Shannon est de $H' = 0,09$, indiquant que le renouvellement de la végétation après 10 mois du passage du feu est moyen d'après les résultats de Melouani (2014) qui a travaillé sur l'étude phyto-écologie et dynamique de la végétation après incendie dans l'Atlas Blidéen, tandis que les résultats de la parcelle P7 au mois de Mai démontre que la richesse spécifique est distribuée d'une façon homogène, ce qui est confirmé par l'indice

d'équitabilité $E= 0,63$ suivant les résultats de Lacoste et Salonon (1999) qui ont étudiés les éléments de biogéographie et d'écologie ainsi que Melouani (2014).

Conclusion

Les incendies de forêts sont devenus un phénomène très répandu et tellement grave suite à la destruction de la couverture végétale qu'ils induisent, comme ils peuvent aussi être à l'origine de graves phénomènes de dégradation des sols.

Au terme de ce travail, nous avons constaté que le massif forestier d'Ikhlidjen présente une grande sensibilité aux feux suite à leur caractérisation phytogéographique et climatique avec des températures élevées en été durant la saison sèche, ce qui favorise le déclenchement et la propagation des feux.

Le feu de l'été 2021 a initié une régénération, et une reprise rapide de la végétation surtout les espèces herbacées et arborescentes, par absence de compétition par les arbres, en gardant toujours la même dynamique sans aucun changement profond dans la composition floristique ni la structure de la végétation grâce aux fertilités des sols. Nous sommes en présence d'une communauté stable et adaptée au passage du feu qui élimine momentanément toute la végétation épigée, mais aussi caractérisée par l'apparition d'un nouvel équilibre qui se met en place au cours de la cicatrisation de cet écosystème forestier où les communautés perturbées se reconstituent de manière identique à celles qui préexistaient avant les feux.

Au cours des 10 mois qui ont suivi le passage du feu, l'augmentation de la richesse floristique suit un modèle très général avec l'installation massive des espèces herbacées, vivaces et annuelles, de la famille des *Astéracées*, *Poacées* et *Fabacée*, qui sont les plus abondants et les plus renouvelées durant cette période. Nos résultats confirment l'hypothèse de résilience des peuplements après le feu dans cette forêt, c'est le phénomène d'auto-succession, où le feu ne serait donc pas un facteur de disparition de la couverture végétale mais lui garde son identité et ses caractères originaux.

L'influence de l'incendie sur la composition chimique des sols superficiels, s'est concentrée au cours des tous premiers mois. Elle s'est traduite par une augmentation pour l'ensemble des composantes étudiées telles que la MO, le pH, ... mais les sols deviennent plus vulnérables à l'érosion et au dessèchement, sans oublier l'altération des potentialités édaphiques au point de résilier des couvertures pédologiques qui favorisent la germination des graines.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Afra A., 2008 : Les incendies de forêts en Algérie, Stratégies de prévention et plans de gestion, Mémoire de magister, université Mentouri de Constantine, 115p.
- Alexandrian D., Fsnault F., Calabri G., 1998 : feux de forêts dans la région méditerranéenne, étude préparée en vue de la réunion de la FAO sur la politique concernant les feux de forêts, tenue à Rome (Italie), du 28 au 30 octobre 1998, 8p
- Bekdouche F., 2010 : évolution après feu de l'écosystème subéraie de Kabylie (Nord Algérie), thèse doctorat en sciences agronomiques, UMMTO,138p
- Belkaceme H., et Boukhari L., 2021 : inventaire des culicidé (Nématocèra, Diptera) dans la région de Tizi-Ouzou (Algérie), mémoire de master II en sciences biologiques, UMMTO, 90p.
- Belkaid H., 2016 : Analyse spatiale et environnementale du risque d'incendie de forêt en Kabylie maritime, thèse de doctorat en Science Géographie, universite de Nice - Sophia, 255p .
- Berrich M., Benbedli K., Letrouche N., Hadouche I., 2013 : feux de forêts en Algérie : entre point de vue des écoliers et politique de la prévention, *méditerranéenne* série II, ISSN ;210-5004, Legal ; A-1059-1984, n° :24, 2013, 132-159p.
- Blondel J., 1969 : Synécologie des passereaux. résidents et migrateurs dans le midi méditerranéen français. Thèse de doctorat. Sc. C.R.D.P. Marseille, 240p.
- Bouanem A., 2011 : Contribution à l'étude de la faune orthoptérologique de la région de Iarbaa Nath Irathen, mémoire de magister en science Agronomiques, université El-Harrach – Alger ,139p.
- Cherki K., Grima, N., 2013 : dynamique de régénération post- incendie et sévérité des incendies dans les forêts méditerranéennes, cas de la forêt de Maâmora, Maroc septentrional, revue écologie 2013. Edition nature et acclimations de France, Paris, volume 68, disponible sur : <http://hdl.handle.net/2042/55971>.
- Chevrou R., 1998 : prévention et lutte contre les grands incendies de forêts, forêts *méditerranéennes*, XIX, n°1, 50 -51pp.
- Clariod A., et Perret S., 1990 : impact du feu sur les caractéristiques physiques et chimiques d'un sol, *Lgephy Reunion*, Edition CIRAD, n : 02, 10p.
- Colin P., Jappiot M., Mariel A., Cabaret C., Veillon S., et Brocchiero F., 2001 : Protection des forêts contre l' incendie : Fiches techniques pour les pays du bassin méditerranéen, FAO et CEMAGREF n° 36, <ftp://ftp.fa0.org/docrep/fa0/005/Y2747f/>
- Dajoz R., 1983 : Dynamique des populations. Edition Dunod, pp 134-155.

Références bibliographiques

- Direction de planification et d'Aménagement du territoire de Tizi Ouzou., 2004 : *Monographie de la Wilaya de Tizi-Ouzou*, 133p.
- Doucet R., 2006 : le climat et le sol agricole, ISBN 978-2-92146-719, Edition Berger,18 p.
- Dubordieu L., 1997 : Manuel d'aménagement forestier, Lavoisier-Paris, pp : 171- 172.
- Dupuy L., et Jean D., 2015 : de l'imaginaire géographique aux géographies de l'imaginaire, *écriture de l'espace*, Edition presses, volume 60, ISBN 978-2_35311-68_1, 178 p.
- Durand J., 1983 : les sols irrigables : *étude pédologique*, ISBN2-85319-110-9. Edition Presse, 339p.
- Gabat J., Aragara M., Matthey W., 2010 : le sol vivant, base de pédologie des sols, Tome n° 3, Edition EPFL PRESS ,1- 2 -5 pp.
- Gacem M., et Bouhanafia K., 2011 : analyse spatiale de la régénération forestières post -incendies de la forêt de Fergoug, Mascar, Algérie, le bois et les forêts des tropiques, N° 307, série 01, 24-31 p.
- Gounot M., 1969 : Méthodologie d'étude quantification et qualitative de la végétation, compte -rendue de revus *de géographie Alpine*, Edition Masson, Paris, 533-534 p.
- Hexas N., 2005 : Evolution cartographie et évolution diachronique par télédiction du risque incendie de foret ,simulation de la propagation du feu dans le bassin versant du Paillon, Nice Alpes-Maritimes, thèse de doctorat en Science géographie, Université Grenoble I-Joseph Fourier, 409p.
- Hofmann C., Conedera M., Delarze R., Carraro G., Giorgetti P., 1998 : Effets des incendies de forêt sur la végétation au Sud des Alpes Suisses, document, ISSN 1016-3158, Edition : WSLFNP, Moscou, 70 p.
- Jaffre T., Veillon J., Riguil F., Dagostin G.,1997 : Impact des feux de brousse sur le milieu naturel en Nouvelle Calédonie, document, *laboratoire de botanique et d'écologie végétale*, centre arstom de Nouméa-BPA5988486, Centre ORSTOM de Nouméa-BP A5 98848Cedex- Nouvelle Calédonie, 49P.
- Jappiot M., et Clément V., 2005 : la loi et la carte : deux outils de gestion du risque d'incendies dans les forêts méditerranéennes, document, *BAGF géographie*, n°1, 75-84pp.
- Kheloufi B., et Gros B., 2012 : les incendies des forets, *écologie méditerranéenne*, volume 38, n° :1, 69p.

- Kogan F., 1998 : surveillance du risque d'incendies à l'échelle planétaire par les satellites operationnels, *document d'incendie*, consulté le 27/04/2022, disponible sur : <https://www.fao.org/3/X2095F/x2095f0m.htm>
- Lacoste A., et Sahunon R., 1999 : élément de biogéographie et d'écologie, 2 -ème édition, Paris, 318p.
- Lembrouk L., 2012 : impacte de la pollution industrielle générée par l'Electro- Industriels d'Azazga et Enterprise Notionnelle des Industries Electro- Ménagées d'Oued aissi sur la faune du sol, mémoire de magister en Science Biologique, UMMTO, 96p.
- Madoui A., 2002 : les incendies de forêts en Algérie, historique, bilan et analyse, *forêts méditerranéennes*, XXIII, n°1, 23-30p.
- Madoui A., 2013 : les incendies de forêts en Algérie, étude de l'évolution après feu des peuplements de *pinus halpepensis*, dans l'Est Algérien. Cas de la forêt de Bou-Taleb, du reboisement de Zenadia et du parc national d'el Kala, thèse doctorat en Science biologie, université Ferhat ABBAS de Sétif , 105p.
- Margret J., 1998 : Modalisation et simulation numérique de la propagation du feu de forêt, thèse de doctorat, institut national polytechnique de Larriane Nancy, France, 260p.
- Mechiah F., 2021 : partie de cours en master I de module : méthode d'échantillonnage, UMMTO.
- Meddour O., et Bouisset C., 2013 : les grands incendies de forêt en Algérie, problème humain et politique publique dans la gestion des risques, *méditerranéennes*, n°121, Edition opend, p33-40.
- Meddour R., 2010 : bioclimat et phytogéographie en Algérie, exemple des groupements forestiers et pré-forestiers de la Kabylie Djurdjuriénne, thèse de doctorat en Science Agronomiques, UMMTO, 398 p.
- Meddour R., 2011 : la méthode physiologique Sigmatiste ou Braun-Blanqueto-Toxenienne, BP17RP, UMMTO, Algérie, 40p.
- Meddour S et Meddour R., 2020 : Analyse des stratégies de gestion des incendies de la forêt en Algérie, *Géo-Eco-Trop*, atome : 3, n° : 44, UMMTO, 427-442P.
- Meddour S., 2011 : analyse des stratégies de gestion des incendies de forêts en Algérie, *incendies des forêts, documents*, Edition Office Notionnelle de la Météorologie, 28P.

- Meddour S., 2014 : Motifs des incendies de forêt en Algérie : analyse comparée des dires d'experts de la protection civile et des forestiers par la méthode Delphi, revue *Vertigo*, volume 14, n° 3, 2-16 pp.
- Meddour S., Hamel H., Meddour R., Etude des grands feux de forêts en Algérie : cas de la Wilaya de Tizi Ouzou, *Géo-Eco-Trop*, n° 3, 427-442 pp.
- Megouas S., et Daou T., 2021 : étude d'effet des incendies sur les propriétés physico-chimiques du sol dans deux régions déférentes (Bourdj Bou Arridj et Blida), mémoire master II en Sciences Biologiques Université Mohamed El Bachir -El- Ibrahimi Bourdj Bou Arridj, 45 p.
- Melouani N., 2014 : Contribution à l'étude phyto-écologie et dynamique de la végétation après incendie dans l'Atlas Blidéen, mémoire de Magister en Science Biologiques, université des Sciences de la technologiques Houari-Boumediene, 85p.
- Mesafari L., 2018 : contribution à l'étude des grands feux de forts dans la wilaya de Bejaïa, mémoire de master II, en Science Agronomiques, UMMTO, 64 p.
- OULD SAID S., 2000 : Etude de la pédofaune des sols sous oliveraies des régions de Fréha, Boukhalfa et Larbâa-Nath-Irathen, Mémoire d'Ingénieur, Faculté des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 76 p.
- Plana E., Serra M., Chanvin, S., et Gladiné, J., 2016 : Les incendies en forêts, guide pour le journaliste et le médias, Project Efirecom, Edition CTFG, 36 PP.
- Quezel P., et Medail F., 2003 : écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéenne, Edition : Elsevier, Paris, volume N°3, N° 05, 158p.
- Ramade F., 1994. Elément d'écologie-Ecologie fondamentales. Edition Sciences Internationales, Paris, 517p.
- Ramat G., Sahli M., Tahir M., et Zenati A., 2009 : Utilisation du SIG pour l'identification du risque d'incendie (Tiaret), poster, Atelier final, projet SGIAR, INRAA-IAO, 1p.
- Rigolot E., Dupy J., Pimonat F., et Ruffault J., 2020 : les incendies catastrophiques des forêts, anales des mines, panorama de responsabilité et environnement, ISSN103917, n° 98,29-35p.
- Rigolt E., et Curt T., 2020 : prévenir les risques d'incendies de forêts dans un contexte de changement globale, revue, *Sciences eaux -territoires*, ISSN2109-3016 ,55p disponible sur : <https://www.cairn.info>.

- Rigolt E., et Roche P., 2009 : les incendies en région méditerranéenne, *forêts*, n° :185, 11-12 PP.
- Seigu A., 1980 : Quelques réflexions en vue d'améliorer notre dispositif de protection de la forêt méditerranéenne contre l'incendie. *Forêt méditerranéenne*, tome 1, n°2,183-185 p.
- Serg R., 2001 : l'incendie, désastre en opportunité, exemple des Pyrénées orientales, *forêts méditerranéen*, t, XXII, n°2, 194-200p.
- Simon P et Salomon J., 1998 : la déforestation dans le monde tropicale, *presses des universitaires de Bordeaux, collection scleteren*, n° 3, ISBN 2867812186, 55p.URL : <https://id.erudit.org/iderudit/1038676ar>.
- Souidi Z., et Benbaker H., 2017 : l'Algérie aux incendies de forêts, intégrant de riveta territorium, *Riscos* ISSN0872-8942, n°24,77-186p, <http://www.uc.pt/fluc/riscos/Territorium/24>.
- Velez R., 1999 : Protection contre les incendies de forêts, principe et méthode d'action série B, étude et recherche n°26. CIMEAM, édition VELEZ, <http://www.ciheam.org/> <http://om.ciheam.org/>
- Venntier M., 2004 : incendies des forêts, bilan de connaissance et de besoin pour la recherche, *forêts méditerranéennes*, XXV, n°4,324p.
- Véronique B et Thierry T., 2003 : Analyse spatiale et fonctionnelle de la repense de la végétation après l'incendie en basse Provence calcaire, les travaux du GIS, incendies de forêts, XXIV, n°4, 402p.

Annexes

Annexe 1 : les données sur la qualité de sol

Tableau : les normes de pH (Megouas et Daous, 2021).

Classe de réaction du sol	Ph
Extrêmement acide	< 4,5
Très fortement acide	4,5 – 5,0
Fortement acide	5,1 – 5,5
Moyennement acide	5,6 – 6,0
Faiblement acide	6,1 – 6,5
Neutre	6,6 – 7,3
Faiblement alcalin	7,4 – 7,8
Moyennement alcalin	7,9 – 8,4
Fortement alcalin	8,5 – 9,0
Très fortement alcalin	> 9,0





Annexe 2 : les valeurs en MO ses sol incendies (Megouas et Daous, 2021)









Teneur en MO	Interprétation	
MO < 14%	Sol très pauvre en matière organique	
14 ≤ MO < 20%	sol pauvre en matière organique	
20 ≤ MO < 30%	Argile < 22	Sol bien pourvu en matière organique
	22 < ARG < 30 (ou teneur en argile inconnu)	Sol moyennement pourvu en matière organique
	Argile < 30	Sol pourvu en matière organique
30 ≤ MO < 40%	Sol bien pourvu en matière organique	
MO ≥ 40%	Teneur élevée en matière organique	











Annexe 3 : les valeurs de la conductivité électronique (Durand, 1983).










Classe	CE en ms /cm à 25C°	Qualité des sols	Effet sur le rendement
Classe 1	0 à 500	Non salé	négligeable
Classe 2	500 à 1000	Légèrement salé	Diminution du rendement des cultures très sensibles au sel
Classe 3	1000 à 2000	Salé	Diminution du rendement de la plus part des cultures
Classe 4	2000 à 4000	Très salé	Seules les cultures résistantes donnent un rendement satisfaisant
Classe 5	Plus de 4000	Extrêmement salé	Seules quelques cultures donnent des rendements satisfaisants










Annexe 4 : Espèces inventoriées au niveau de la forêt d'Ikheldjen 10 mois après le passage du feu pendant deux mois consécutives (début, fin de printemps) (originelle, 2022)









Famille	Espèce	Classe	Genre	Photo
Astéracée	<i>Galactites tomentosa</i>	Magnoliopsida	Calactites	
	<i>Chrysanthemum mycanis</i>		Chrysanthemum	
	<i>Sonchus oleraceus</i>		Sonchus	
	<i>Picris hieracioides</i>		Picris	









	<i>Bellis anua</i>		Bellis	
	<i>Urospermum dalechampii</i>		Urospermum	
	<i>Pllenis spinosa</i>		Pallenis	
	<i>Echium vulgare</i>		Echium	
	<i>Andryala integrifolia</i>		Andryala	
	<i>Crepsis capillaris</i>		Crepsis	
	<i>Chicorium intybus</i>		Chicorium	
Rosacée	<i>Rubus ulmifolius</i>	Magnoliopsida	Rubus	




Fabacée	<i>Calycotome spinosa</i>	Magnoliopsida	Calicutome	
	<i>Cytisus trifolius</i>		Cytisus	
	<i>Melilotus albus</i>		Melilotus	
	<i>Lupinus polyphylus</i>		Lupinus	
	<i>Lupinus angistafolius</i>		Lupinus	
	<i>Vicia hirsuta</i>		Vicia	
Apiacée	<i>Smyrniolum olusatrum</i>	Magnoliopsida	Smyrniolum	
	<i>Daucus Carotta</i>	Equisetopsida	Daucus	
	<i>Thapsia garnica</i>		Thapsia	
	<i>Eryngium tricuspdatum</i>		Eryngium	

Papavéracée	<i>Fumaria Capreolata</i>	Fumeterre	Fumaria	
	<i>Fumaria Officinalis</i>	Magnoliopsida	Fumaria	
	<i>Papaver rhoeas</i>		Papaver	
Lamiacée	<i>Lamium maculatum</i>	Magnoliopsida	Lamium	
	<i>Lamium album</i>			
	<i>Lamium purpeum</i>			
	Stachys ocymastrum		Stachys	
Brassicacée	<i>Aubrieta Adanson</i>	Magnoliopsida	Aubrieta	
	<i>Capsella brussapastoris</i>		Capsella	
	<i>Sinapis arvensis</i>		Sinapis	

	<i>Biscutella didyma</i>		Biscutella	
	<i>Raphanus raphanistrum</i>		Raphanus	 
Oxalidacées	<i>Oxalis pes-caprea</i>	Magnoliopsida	Oxalis	
Oléacée	<i>Olea europea</i>	Equisetopsida	Olea	
Primulacée	<i>Lysimachia foamina</i>	Magnoliopsida	Lysimachia	
	<i>Anagallis arvensis</i>		Anagallis	
Liliacée	<i>Allium triquetrum</i>	Liliopsida	Allium	
	<i>Muscari commusum</i>		Muscari	
	<i>Allium</i>		Allium	

	<i>roseum</i>			
Asparagée	<i>Asparagus acutifolius</i>	Petrosaviidia	Asparagus	
Caryophyllacée	<i>Silene certica</i>		Silene	
Géraniacée	<i>Geranium robertianum</i>	Magnoliopsida	Geranium	
Campanulacée	<i>Campanula rapunculus</i>	Magniopsida	Campanula	
Urticacée	<i>Urtica dioica</i>	Magnoliopsida	Urtica	
Dioscoréacée	<i>Tamus communis</i>	Liliopsida	Dioscorea	
Fagacée	<i>Quercus suber</i>	Magniopsida	Quercus	

<i>Plantaginacée</i>	<i>Plantago media</i>	Magniopsida	Plantago	
<i>Ulmacée</i>	<i>Ulmus carpinifolia</i>	Magniopsida	Ulmus	
<i>Caprifoliacée</i>	<i>Fedia carnucopea</i>	Magniopsida	Fedia	
<i>Campanulacée</i>	<i>Campanula rapunculus</i>	Magniopsida	Campanula	
<i>Poacée</i>	<i>Briza maxima</i>	Liliopsida	Briza	
	<i>Polypogon monspeliensis</i>	Equisetopsida	Polypogon	
	Ansila sterila		Bromus	
<i>Renonculacée</i>	<i>Clymatis flamula</i>	Magniopsida	Clematis	

<i>Ericacée</i>	<u><i>Arbutus unedo</i></u>	Magniopsida	Arbutus	
<i>Rubiacee</i>	<u><i>Rubia peregrina</i></u>	Magniopsida	Rubia	
<i>Boraginacée</i>	<u><i>Echium sabulicola</i></u>	Magniopsida	Echium	

Annexe 5 : l'indice d'abondance d'espèces échantillonnées de la première échantillonnage (originelle, 2022).

Règne	Classe	Ordre	Famille	Genre	Espèce	1 er échantillonnage								2eme échantillonnage								
						Parcelle								Parcelle								
						1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	
Plantae	Magnoliopsida	Astrale	Astéracée	Galactites	<i>Galactites tomentosa</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
				Chcysanthemum	<i>Chcysanthemum mycanis</i>	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	
				Sonchus	<i>Sonchus oleraceus</i>	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	
				Calactites	<i>Picris hieracioides</i>	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	
				Picris	<i>Bellis anua</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	
				Bellis	<i>Pllenis spinosa</i>	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	
				Urospermum	<i>Echium vulgare</i>	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	
				Pallenis	<i>Andryala integrifolia</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	
				Echium	<i>Crepsis capillaris</i>	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	
				Andryala0																		
Crepsis																						
Chicorium																						
Xanthium																						
		Malvale	Thymalacée	Daphne																		

				<i>Chicorium intybus</i>	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
				<i>Xanthium Strumarium</i>	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1
				<i>Daphne gnidium</i>	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
	Géraniales	<i>Oxalidacées</i>	Oxalis	<i>Oxalis pes-caprea</i>	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0
	Papaver	<i>Papavéracée</i>	Fumaria	<i>Fumaria Capreolata</i>	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1
<i>Fumaria Officinalis</i>				0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Papaver			<i>Papaver rhoeas</i>	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
	Lamiales	<i>Lamiacée</i>	Lamium Stachys	<i>Lamium maculatum</i>	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
<i>Lamium album</i>				0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	
<i>Lamium purpureum</i>				1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	
<i>Stachys ocymastrum</i>				1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0
	Ericales	<i>Primulacée</i>	Anagallis	<i>Asparagus acutifolius</i>	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0

	Capsela	<i>Brassicacée</i>	Aubrieta Capsella	<i>Capsella brusa-pastoris</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	
			Sinapis Biscutella	<i>Sinapis arvensis</i>	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
				<i>Biscutella didyma</i>	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1
			Raphanus	<i>Raphanus raphanistrum</i>	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	Rosale	<i>Rosacée</i>	Rubus	<i>Rubus ulmifolius</i>	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	
			Prunus	<i>Prunus arvium</i>	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
	Fagale	<i>Fagacée</i>	Chêne	<i>Quercus suber</i>	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	
	Caryophyllal	<i>Caryophyllacée</i>	Silene	<i>Silene cretica</i>	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	
	Fabale	<i>Fabacée</i>	Calicutome	<i>Calycotome spinosa</i>	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
			Cytisus	<i>Cytisus trifolius</i>	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	
			Melilotus	<i>Melilotus albus</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
				<i>Lupinus polyphylus</i>	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0

Résumé

L'incendie de forêts reste incontestablement le facteur de dégradation le plus dévastateur dans le bassin méditerranéen, surtout en Algérie, qui est caractérisée par une végétation très inflammable et des conditions climatiques chaudes et sèches. Cette perturbation est considérée comme une force écologique naturelle par laquelle les végétaux ont acquis des mécanismes d'adaptation pour survivre, se régénérer et faciliter la propagation de nouvelles espèces après l'incendies. L'étude a été faite sur les communautés végétales dans la forêt d'Ikheldjen en région Kabyle.

L'évolution de la composition floristique après le passage du feu révèle 258 espèces appartenant à 44 genres, 31 taxons et 25 familles avec un renouvellement rapide au sein des familles des *Astéracées* et des *Fabacées* dans un sol faiblement alcalin et modérément salé avec un faible taux de calcaire et une grande quantité de matière organique.

Mots clés : incendie, forêts, Ikheldjen, renouvellement floristique, espèces végétales.

Abstract

The forest fire remains one of the most devastating degradation factors in the Mediterranean basin especially Algeria, which is characterized by or highly flammable vegetation and hot and dry climatic conditions, this disturbance is considered as a natural ecological force, which causes plants to develop adaptation mechanisms in order to survive regenerative and facilitate the spread of new species after the fire, most studies on the influence of fire on plant communities in the Kabyle forests of the Ikheldjen region (northern Algeria). The evolution of the floristic and structural composition is led by the synchronic approach on a set of 258 species during the ten months after the passage of fire and rapid renewal of the *Asteraceae* and *Fabaceae* families. The study of the impact of fires on the chemical properties of forest soils and showered a low alkaline soil and moderately salty and moderately calcareous soil with a large amount of organic matter.

Keywords: forest, fire, Ikheldjen, renewals, species.

ملخص

حرائق الغابات لازالت واحدة من أكثر عوامل التدمير في البحر الأبيض المتوسط خاصة في الجزائر التي تتميز بالنباتات شديدة الاحتراق بوجود ظروف مناخية ساخنة وجافة وكل هذه الاضطرابات تعود بمثابة قوة ايكولوجية بوجود نباتات كثيفة من اجل التكيف والقادرة على التجديد والنمو بعد الحريق. معظم الدراسات تشمل النباتات الغابية في المناطق القبائلية.

تطور النباتات بعد مرور الحرائق أدى الى ظهور 258 صنف نباتي ونمو سريع لعائلة *Astéracées* و *Fabacées* نتائج دراسة تأثير الحرائق على التربة هو الحصول على تربة فقيرة من حيث الاملاح وغنية من حيث المواد العضوية.

كلمات مفتاحية: حريق الغابات، إكheldجن، التكيف، التجديدات، الأنواع.