



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بو عريريج
Université Mohammed El Bachir El Ibrahimy B.B.A

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers
قسم بيئة و محيط



Département d'Ecologie et Environnement

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Biodiversité et Environnement

Intitulé :

Contribution à la connaissance de quelques pinèdes de
Bordj Bou Arreridj (cas de la forêt de Ouennougha)

Présenté par :

BENSAOUCHE Houda & LATRECHE Amel

Soutenu le 11 /06/2024, Devant le Jury :

Président : Mme. BOULKROUNE Hasna	MCA	Université de B.B.A.
Encadrant : Mme. REGOUI CHELBIA	MAA	Université de B.B.A.
Examineur : Mme. BELLOULA Salima	MCB	Université de B.B.A.

Année Universitaire 2023/2024



Dédicaces

Tout d'abord, je remercie Dieu Tout-Puissant de m'avoir accordé toute la patience et le succès pour terminer le travail

{الحمد لله}, que je consacre à mon tour à :

- ✚ À moi d'abord pour l'effort que j'ai fait
- ✚ À la lumière et à la joie de vivre, A mon adorable mère source de compassion, qui ne cesse de prier pour moi et me soutient pour que je puisse atteindre mes objectifs : ma chère mère **Naima mekhoukh**. Quoi que je fasse ou je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit.
- ✚ À mon soutien et le bien-aimé de mon cœur, qui a été grand dans son don, celui qui a sacrifié le plus précieux et le plus précieux pour nous : mon chère père **Djamel**.
- ✚ À ma sœur unique **Wissam** et mes chères frères **billal** et **Imad**, Merci d'avoir toujours soutenu et merci pour tous les bons moments passé ensemble, Que Dieu vous protège.
- ✚ Mes chères amies : **Bessma, Halima**.

À tous ce qui d'une façon ou d'une autre m'aidé à la réalisation de mon mémoire.

Amel



Dédicaces

Avant toute chose je remercie Allah le tout puissant de m'avoir donné la santé, la patience et le courage pour réaliser ce travail que je dédie. À la mémoire de mon cher grand-père moussa, Que Dieu t'accueille en Son Paradis, tu resteras à jamais dans nos cœurs.

A mon paradis,

Le tous pour moi, tu été toujours avec moi lors de mes souffrance mes douleurs, tu as sacrifié pour nous et rien ne peux compenser de ce que tu as fait pour nous. Ma moitié Ma mère **SAAIDA** Mama, reposez votre cœur, votre rêve est devenu réalité, enfin votre aînée fille est devenue diplômée comme que tu as tant imaginée et désirée.

A celui qui m'a fait une femme,

Ma source de vie, d'affection a mon support qui était toujours à mes côtés pour me soutenir m'encourager. a le plus gentil papa du monde, ma très bien éduqués, qu'il a fait le tous pour moi. a mon prince papa **NOURDDINE** Que dieu te protégé pour moi Inch'allah.

A mes deux chers frères **ABD ARAOUF** et **WISAL**,

Pour leurs encouragements permanents, leur affection et leur soutien moral. Et en particulier à mon frère **Abd ARAOUF**, sans son soutien matériel et moral tout au long de mon parcours universitaire, je n'aurais jamais pu atteindre ce moment.

Sans oublier ma grande famille,

Mes tantes mes oncles, et spécialement mon oncle **DJAHID** qui a contribué à la préparation de cette thèse grâce à sa longue expérience dans ce domaine. Une dédicace spéciale à ma tante **NOURA**, le mot "tante" ne te rend pas justice, tu es plutôt ma sœur et ma meilleure amie depuis toujours. Tu as toujours été une source d'amour et de soutien pour moi. Tu penses et planifies ma vie avant même que je le fasse. Je vous souhaite santé et bonheur, Inch'allah.

A ma binôme et amie **AMEL**,

Merci d'avoir été un binôme exceptionnel. je dédie ce travail, symbole de notre amitié et de notre réussite commune. Que l'avenir te réserve le meilleur.

Houda

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant et qui nous a donné La force et la patiente pour terminer ce travail.

Nous tiendrons à exprimer nos sincères remerciements à notre encadrante

Mme : **REGOUI Chelbia**

Nous lui sommes très reconnaissantes pour sa bienveillance, ses précieux conseils, sa patience et sa disponibilité. Nous espérons qu'elle trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.

Nous tenons à remercier aussi, Mme **BOULKROUNE Hasna** d'avoir accepté de présider le jury de soutenance.

Et Mme **BELLOULA Salima** qui a accepté d'examiner ce travail.

Nous remercions également nos enseignants qui ont participé à notre formation pendant toutes nos années d'étude.

Afin de n'oublier personne

Nous remercions également l'ensemble du personnel de la circonscription des forêts de Mansourah pour leur aide et tous ces moments partagés sur le terrain.

Enfin, un grand merci à toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Merci



Table des matières

Dédicaces	
Remerciements	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Résumé	
Introduction	01
	05
1. Matériel et méthodes	
1.1. Présentation de la région Bordj Bou Arreridj	05
1.1.1. Caractéristiques climatiques de la région de Bordj Bou Arreridj	05
1.1.1.1. Pluviométrie	06
1.1.1.2. Températures	06
1.1.2. Synthèse climatique	07
A. Diagramme Ombrothermique de Gaussen et Bagnouls	07
B. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger.	07
1.2. Présentation de la forêt de Ouennougha	09
1.2.1 Caractéristiques physiques de la forêt de Ouennougha	09
1.2.1.1. Relief	09
1.2.1.2. Pentes	10
1.2.1.3. Pédologie	10
1.2.1.3.1 Classe des sols minéraux bruts	10
1.2.1.3.2 Classe des sols peu évolués d'apport colluvial	11
1.2.1.3.3 Classe des sols peu évolués	11
1.2.1.3.4 Classe des sols iso-humiques	11
1.2.1.3.5 Classe des sols calcimagnésiques	11
1.2.1.4. Hydrologie	11
1.2.1.5. Végétation	12
1.2.1.6. Faune	12
1.3. Méthodologie	12
1.4. Matériel utilisé	12
1.5. Description de la forêt étudiée	13

1.5.1. Caractères botaniques de pin d'Alep	13
1.5.2. Ennemis du Pin d'Alep	14
1.5.2.1. Incendies	14
1.5.2.2. Maladies et les agents pathogènes	15
1.5.3. Régénérations de pin d'Alep	16
2. Résultats et discussion	17
2.1. Répartition des nombres d'incendies suivant l'importance de leurs superficies incendiées	17
2.2. Régénération naturelle de pin d'Alep	18
2.3. Etat phytosanitaire du peuplement de Ouennougha	19
2.4. Surpâturage	20
2.5. Coupes illicites	21
2.6. Cortège floristique	22
Conclusion	23
Références bibliographiques	
Annexes	

Liste des figures

Figure 1 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de Bordj Bou Arreridj (1991-2020)	07
Figure 2 : Localisation de Bordj Bou Arreridj dans le climagramme d'Emberger pour la période (1991-2020)	08
Figure 3 : Carte de situation de la zone d'étude	09
Figure 4 : Quelques caractères botaniques de pin d'Alep	14
Figure 5 : Incendies dans la forêt de Ouennougha	17
Figure 6 : Forêt de régénération	19
Figure 7 : Symptômes des maladies qui touchent le pin d'Alep	20
Figure 8 : Bétail paissant dans la forêt de Ouennougha	21
Figure 9 : Coupes illicites dans la forêt de Ouennougha	22

Liste des tableaux

Tableau 1 : Répartition mensuelle des précipitations de Bordj Bou Arreridj (1991-2020)	06
Tableau 2 : Variation des températures moyennes mensuelles (1991-2020)	06
Tableau 3 : Classes des pentes de la forêt domaniale de Ouennougha	09
Tableau 4 : Bilan annuel des incendies	17
Tableau 5 : Résultats des mesures de la hauteur des arbres dans le peuplement de régénération	18

Introduction

Introduction

La forêt méditerranéenne est l'une des plus importantes du globe, elle occupe environ 65 millions d'hectares de forêts arborées et 19 millions d'hectares de formation sub-forestière (Dris, 2023).

Faisant partie de la région méditerranéenne, les écosystèmes en Algérie couvrent une superficie de l'ordre de 4 millions d'hectares, dont 1,5 millions d'hectares de forêts naturelles, le reste étant composé de maquis et de reboisements. Ces systèmes forestiers contribuent à fournir un certain nombre de biens et services pour la satisfaction des besoins fondamentaux des populations (forêts de production), mais également la réduction des risques de catastrophes naturelles (forêts de protection). Ils sont caractérisés par une remarquable diversité de résineux (*Pinus halepensis*, *Pinus pinaster*, *Tetraclinis articulata*, *Juniperus turbinata*, *Cedrus atlantica*, *Abies numidica*...) et de feuillus (*Quercus ilex*, *Q. suber*, *Q. canariensis*, *Q. afares*...) (Dahmani-Megrerouche, 2018).

Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.), de par sa couverture forestière, sa plasticité remarquable et son rôle socio-économique, il est considéré comme un élément essentiel de la végétation dans le bassin méditerranéen et un arbre forestier le plus important et dominant en Algérie (Lakreb et al, 2022. Ben-Said M et al, 2022. Khouja, 2020), les forêts algériennes de pin d'Alep (ou pin blanc) couvrent plus de 850000 hectares. Cette espèce occupe de très vastes surfaces sur l'ensemble du pourtour méditerranéen. Pouvant pousser dans tous les étages bioclimatiques, depuis le littoral jusqu'à l'Atlas saharien et trouve son optimum de croissance essentiellement en zone semi-aride (Bentouati et Bariteau, 2005).

D'abord Le pin d'Alep est connu sous différents noms, mais c'est Duhamel qui l'a nommé pour la première fois " *Pinus hierosolimitana* " en 1755. En 1768, Miller lui a donné le nom de " *Pinus halepensis* " (Nahal, 1962). Cet arbre circumméditerranéen trouve à l'état spontané autour du bassin méditerranéen (Debazac et Tomassone, 1965). Sur le plan taxonomique, *Pinus halepensis* Mill appartient au genre *Pinus* de la famille des Pinacées (Abiétacées) est divisé en 3 sous-genres et les sous-genres en sections. Le sous-genre *Pinus* caractérisé par un nombre de feuilles variables, un cône ligneux à écailles dures est divisé en 5 sections. C'est la section Halepensoïdes dans laquelle se trouve le Pin d'Alep qui nous intéresse. Dans cette section, les trachéides des rayons ont une paroi sinueuse à dents peu nettes. Les ponctuations sont de 1 à 4 chez *Pinus halepensis* (Nahal, 1962. Kadik, 1986). Ce

pin d'Alep se distingue par une taille moyenne, il peut atteindre à l'âge adulte 12m de hauteur pouvant aller jusqu'à 16m dans les stations fertiles, mais dépasse rarement les 20m (**khouja, 2020**). Au tronc souvent sinueux, à écorce d'abord écaillée, d'un gris argenté ou rougeâtre, puis à rhytidome crevassé. Les aiguilles sont fasciculées par deux, fines, de 1 mm environ d'épaisseur, souples, longues de 6 à 15 cm d'un vert clair ou soutenu. Les pousses vigoureuses sont typiquement polycycliques, caractère qui donne aux arbres une cime diffuse. Les cônes sont pédonculés ou non, isolés ou par petits groupes, ovoïdes-coniques, à écusson peu proéminent. Les cônes sont plus ou moins sérotineux, toujours longuement persistants. Outre les caractères morphologiques ou biologiques précités, l'anatomie du bois est caractérisée par les parois minces et dépourvues d'ornementation des trachéides horizontales (**Debazac et Tomassone, 1965**).

Du point de vue écologique, le pin d'Alep peut se trouver en bioclimat subhumide, semi-aride ou encore aride. Cependant, le semi-aride reste l'étage bioclimatique caractéristique de cette espèce puisque la majeure partie des pineraies est sous sa dominance. En effet, la plupart des pinèdes à pin d'Alep se développe dans la tranche pluviométrique comprise entre 350 et 450 mm. Cependant, vu sa grande plasticité et son tempérament xérophile, le pin d'Alep peut se contenter de quantités de pluies beaucoup plus réduites pouvant descendre jusqu'à 200 mm dans la zone aride. Sur le plan thermique, c'est une espèce thermophile et peut même supporter des chaleurs excessives en saison estivale. Par contre, des températures basses peuvent occasionner des dégâts importants aux jeunes plants et conduisent même au dépérissement d'un nombre important de jeunes arbres. Concernant le substrat géologique, le pin d'Alep est indifférent à la nature physico-chimique de la roche mère et pousse sur des substrats très variés qu'ils soient acides ou basiques, argileux ou sableux, pourvus en calcaire ou décalcifiés. Mais, sur ces différentes roches mères, il ne se comporte pas de la même manière et ne pourvoit pas la même vigueur et la même production ligneuse. On remarque que la majeure partie des forêts se développe sur des substrats calcaires et calcaro-marneux (**Khouja, 2020**). Sur le plan édaphique, Le pin d'Alep préfère les sols souples, bien ventilés et peu acides par contre, Il ne supporte pas les sols trop fins (sablonneux) qui se dessèchent vite, ni les sols trop épais (limoneux ou argileux) qui étouffent ses racines. C'est une plante qui aime le calcaire et qui résiste à des taux élevés, jusqu'à 90 % de calcaire total et 40 % de calcaire actif (**Khouja, 2020**).

Le pin d'Alep est très vulnérable aux incendies de forêt, qui sont souvent causés par l'homme pour diverses raisons : défrichage, pâturage, chasse, guerre, intérêt ou imprudence (**khouja, 2020**). Il est très inflammable, mais les pins adultes résistent mieux au feu que les jeunes (**Challot, 1992**). C'est aussi une plante qui s'adapte aux écosystèmes soumis au feu. Elle a des cônes sérotineux ou des fruits ligneux, qui protègent ses graines pendant des années. Ces fruits ne libèrent leurs graines qu'après avoir subi la chaleur du feu (**Vennetier, 2020**). Ainsi, le pin d'Alep peut recoloniser rapidement les terres abandonnées, même les plus pauvres, après les incendies (**Thibaut et al.,1992**), et créer un environnement forestier favorable à d'autres espèces (**Challot, 1992**). Malgré sa fragilité face au feu, le pin d'Alep est une plante qui a beaucoup d'intérêt dans des environnements difficiles, et qui a un impact très positif sur l'économie forestière de plusieurs pays méditerranéens. Par exemple, l'exploitation régulière de ses forêts, avec le respect de leur durabilité et de leur régénération, a généré des centaines d'emplois, voire des milliers, aussi bien en forêt que dans les industries qui utilisent ce bois. Elle contribue aussi à une forte économie de devises (**Soulères, 1975**).la sylviculture active du pin d'Alep, qui est peu coûteuse, permet de remplir les trois fonctions essentielles d'une forêt méditerranéenne : protéger les sols sans être trop vulnérable aux feux, embellir le paysage dans Les zones touristiques, et produire du bois de qualité (**Thibaut et al ., 1992**).Il fournit aussi une multitude de produits, à savoir le bois, les graines (zgougou), les huiles essentielles (notamment de romarin), le miel, le fourrage, les tanins (**Daly-Hassen et Ayari, 2020**). Cependant, cet arbre peut être fragilisé périodiquement et localement en raison de la présence de divers ravageurs, parmi lesquels nous citons la processionnaire du pin : *Thaumetopoea pityocampa Schiff* (**Zemmel, 2020**).

Nous nous sommes intéressées à la forêt de Ouennougha, afin de connaître cette pinède et les problèmes qu'elle rencontre comme les maladies, la déforestation et les coupes illicites, les incendies, la pollution et le surpâturage. Donc on a essayé d'avoir une vue générale sur cette forêt.

L'objectif principal de cette étude est d'établir une vue générale sur les pinèdes présentes dans la région de Bordj Bou Arreridj, en se concentrant spécifiquement sur le cas de la forêt de Ouennougha.

Le document présent comporte :

- ✚ Une introduction ;
- ✚ Une partie Matériel et méthodes dans laquelle nous avons présentée la situation géographique de la wilaya Bordj Bou Arreridj, la forêt étudiée (ses caractéristiques) et la méthodologie utilisée sur terrain
- ✚ Une partie qui traite les résultats et les discussions
- ✚ Une conclusion

Matériels et Méthodes

1. Matériel et méthodes

1.1. Présentation de la région Bordj Bou Arreridj

La wilaya de Bordj Bou Arreridj occupe une position stratégique au sein de l'ensemble Est de l'Algérie, dont les coordonnées géographiques sont de latitude nord $36^{\circ}4'60''$; et longitude est $4^{\circ}45'0''$. Elle s'étend sur une superficie de 3920,50 km², la superficie forestière est estimée à 83 282 hectares. Le taux de boisement dans cette région est de 21,2 %. Parmi ces espaces boisés, 72 % sont constitués de forêts, tandis que 7 % sont des maquis. De plus, des efforts de reboisement ont été entrepris, couvrant 21 % de la superficie totale (**Conservation des forêts de Bordj Bou Arreridj ,2024**).

La wilaya de Bordj Bou Arreridj vient se distinguer par son importance. Elle est constituée de trois zones géographiques qui se succèdent :

- Une zone montagneuse, au nord (la chaîne des Bibans).
- Une zone de hautes plaines qui constituent la majeure partie de la wilaya.
- Une zone steppique, au sud-ouest, à vocation agropastorale.

Elle est divisée en 34 communes et 10 daïras réparties comme suit : Bordj Bou Arreridj, Ain Taghrout, Ras El Oued, Bordj Ghedir, Bir KasdAli, El Hammadia, Mansourah, Medjana, Bordj Zemmoura et Djaafra.

1.1.1. Caractéristiques climatiques de la région de Bordj Bou Arreridj

Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants dans leur environnement (**Guit,2015**).

Dans l'étude du climat, les scientifiques s'intéressent aux moyennes à long terme de divers éléments météorologiques dans une zone donnée. Ces éléments incluent les précipitations, la température, l'humidité, l'ensoleillement, la vitesse du vent, ainsi que des phénomènes spécifiques comme le brouillard, les périodes de gel et les orages de grêle (**Forum forestier africain, 2019**).

Pour comprendre le climat de notre zone d'étude, nous avons utilisé les données de la station climatologique de Bordj Bou Arreridj, la période d'observation considérée s'étale entre 1991 et 2020 (**Belgoumri ,2020**).

1.1.1.1. Pluviométrie

Les précipitations sont l'une des variables les plus importantes du cycle hydrologique mondial, pour les applications en météorologie, climat et hydrologie. Sont caractérisées par une grande variabilité dans l'espace, le temps et l'intensité. De plus, les précipitations peuvent avoir différentes formes, liquides ou gelées (grêle, neige) (**Prigent, 2010**). Nous nous intéresserons principalement à l'évolution inter mensuelle des quantités de pluie tombées au cours de la période (1991-2020) (Tableau 01).

Tableau 01 : Répartition mensuelle des précipitations de Bordj Bou Arreridj (1991-2020).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	total
P(mm)	34,1	26,3	35,7	41,6	40,9	33,2	11,4	16,0	50,2	36,4	32,4	34,4	392,6

Source : (Station météorologique de Bordj Bou Arreridj)

Selon le tableau 01, le mois le plus pluvieux est septembre avec une quantité de 50,2 mm, tandis que le mois le plus sec est juillet avec 11,4 mm. Quant à la pluviométrie annuelle, on a enregistré 392,6 mm.

1.1.1.2. Températures

La température présente une grande variabilité dans la région. Elle est faible en hiver, et élevée en été. En examinant ce tableau on remarque que la température la plus froide est relevée en janvier, atteignant 2,4°C, alors que la température maximale moyenne la plus élevée se produit en juillet, avec 35,5°C. En outre, la température moyenne est de 16,2°C.

Ces données sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 02 : Variation des températures moyennes mensuelles (1991-2020).

Mois (°c)	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
T max	11,2	12,4	16,0	19,6	25,1	31,3	35,5	34,6	28,4	22,1	15,0	11,8
T min	2,4	2,7	5,3	7,7	11,9	16,5	20,1	19,7	15,8	12,0	6,4	3,5
T moy	6,8	7,6	10,6	13,6	18,5	23,9	27,8	27,2	22,1	17,5	11,1	7,6

Source : (Station météorologique de Bordj Bou Arreridj)

T max : température moyenne maximale

T min : température moyenne minimale

T moy : température moyenne

1.1.2. Synthèse climatique

A. Diagramme Ombrothermique de Gausсен et Bagnouls

Un mois est considéré comme sec si la quantité totale des précipitations moyennes mensuelles, mesurée en millimètres (mm), est moins que le double de la température moyenne du mois en question ($P \leq 2T$). Le diagramme ombrothermique, élaboré par Bagnouls et Gausсен en 1953, est un outil qui permet d'évaluer la longueur de la période sèche en prenant en compte la pluviométrie moyenne et la température moyenne mensuelles pour la durée spécifiée (figure 01).

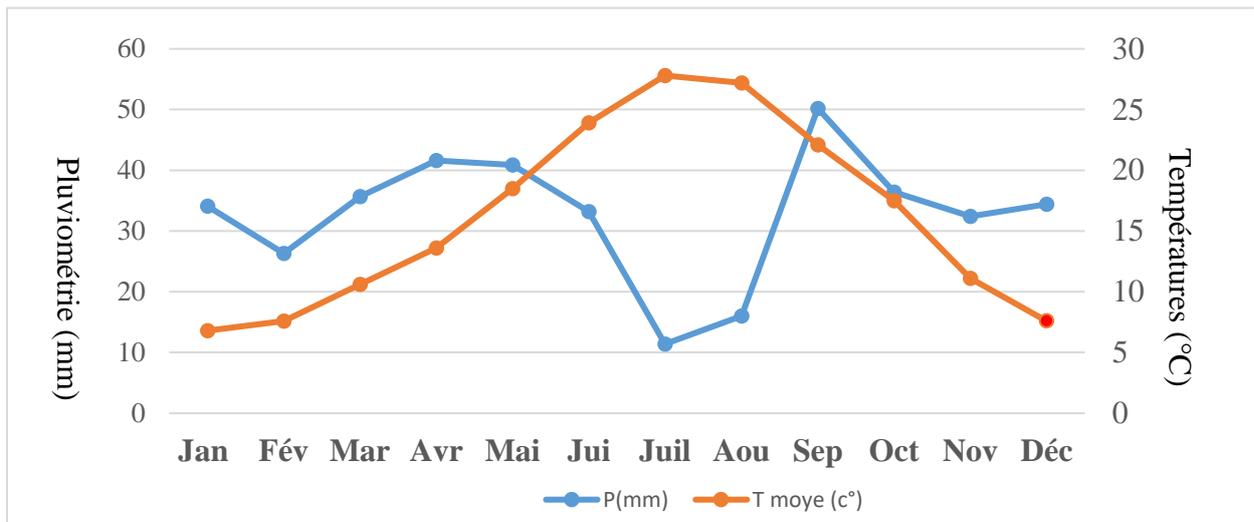


Figure 01 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de Bordj Bou Arreridj (1991-2020).

Le diagramme ombrothermique de Bordj Bou Arreridj met en évidence deux saisons distinctes. Une saison humide qui dure 8 mois, allant du début janvier à la mi-mai et de la mi-septembre la fin décembre et une saison sèche qui dure 4 mois, s'étalant de la mi-mai à la mi-septembre.

B. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger.

Le quotient pluviométrique d'Emberger (Q2) est une formule qui résume les caractéristiques du climat méditerranéen en intégrant les moyennes annuelles de la pluviométrie et de la température. Cette formule prend en compte, d'une part, la température minimale moyenne du mois le plus froid, notée « m », et d'autre part, la température maximale moyenne du mois le plus chaud, notée « M ». L'utilisation de ces deux extrêmes thermiques permet de calculer la température moyenne annuelle $(M + m) / 2$ ainsi que l'amplitude thermique moyenne extrême

($M-m$), (Msatf et al.,2018). Ce quotient permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude, Le quotient d'Emberger est calculé par la formule suivante :

$$Q = \frac{1000P}{\left(\frac{M+m}{2}\right)(M-m)}$$

P : moyenne des précipitations annuelles de la station de Bordj Bou Arreridj (mm).

M : moyenne des maximales du mois le plus chaud en Kelvin

m : moyenne des minimales du mois le plus froid en Kelvin

T en kelvin = T °C + 273,2

Où : P = 392 ,6 mm, M = 35,5 °C, m : 2,4 °C

Le Q2 relatif à notre région d'étude est : Q2 = 40,59

La projection de la zone d'étude dans le climagramme d'Emberger montre que notre zone se trouve dans un étage bioclimatique semi-aride inférieur à hiver frais (Figure 02)

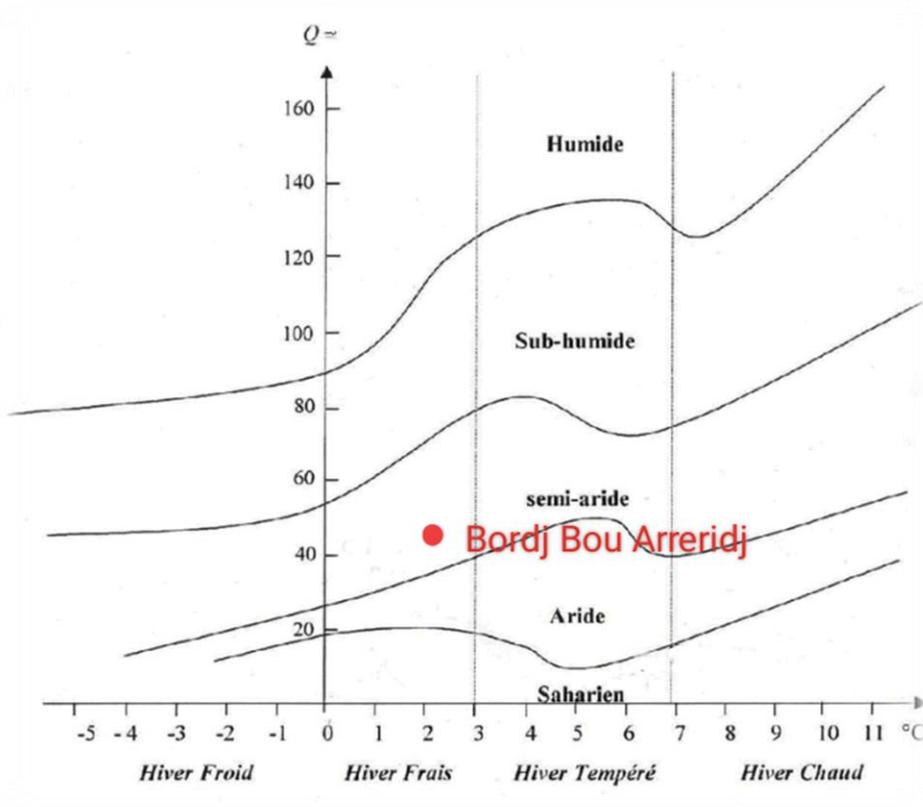


Figure 02 : Localisation de Bordj Bou Arreridj dans le climagramme d'Emberger pour la période (1991-2020).

1.2. Présentation de la forêt de Ouennougha

Notre étude vise à la description de la forêt naturelle de Ouennougha qui est située dans la partie ouest de la wilaya de Bordj Bou Arreridj (figure 3), s'étendant sur une superficie totale de 16 771 hectares, dont les coordonnées sont : 1 G. 96 de longitude Est et 39 G. 98 de latitude Nord, recouverte d'un grand pourcentage de pin d'Alep et elle est divisées en 42 cantons et 71 enclaves (**Conservation des forêts de Bordj Bou Arreridj, 2024**).

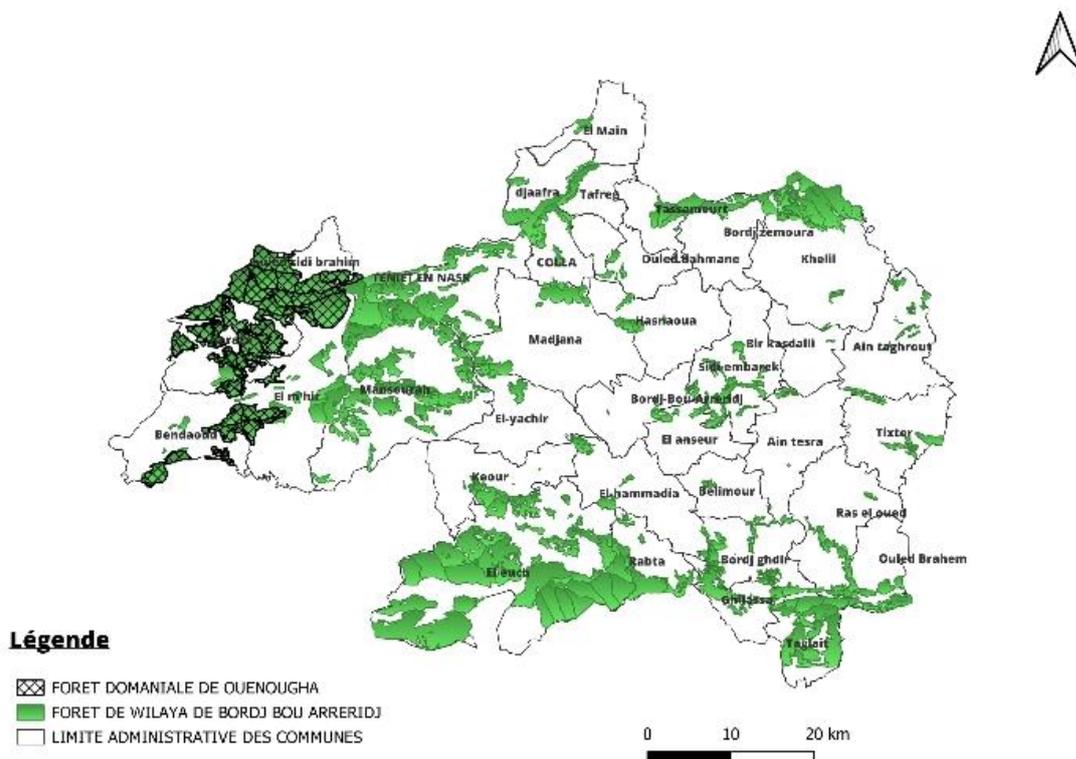


Figure 03 : Carte de situation de la zone d'étude (**Conservation des forêts de Bordj Bou Arreridj, 2024**).

1.2.1 Caractéristiques physiques de la forêt de Ouennougha

1.2.1.1. Relief

La forêt de Ouennougha présente un relief varié, avec une extension plus large et une structure plus unifiée au nord, contrastant avec une configuration plus étroite et fragmentée au sud.

Le nord se caractérise par des crêtes alignées d'est en ouest et des versants orientés nord-sud, où l'on trouve des points d'altitude élevée. Le relief est marqué par des crêtes distinctes et des pentes ravinées par l'érosion, avec des vallées encaissées comme celle de

l'Oued Timeguiet, où le dénivelé peut atteindre 200 mètres et les pentes sont extrêmement raides. Des éboulis sont visibles sur de longues distances le long des crêtes. Bien que les pentes soient généralement raides, le versant sud du Djebel Djidjaia offre des pentes plus douces et uniformes, où l'eau s'écoule en surface jusqu'à l'Oued Tazdert (BNF,1990).

Au centre et au sud, le relief est plus hétérogène avec des collines et des versants, créant de nombreuses ruptures de pente et plateaux. Comparativement, le sud présente des pentes plus marquées et des versants profondément sculptés par les eaux de ruissellement, formant un réseau dense de ravines (BNEF, 1990).

1.2.1.2. Pentes

Selon l'étude d'aménagement effectuée par le Bureau National des Études Forestières (BNEF,1990), les différentes catégories de pentes sont classées comme suit :

Tableau 03 : Classes des pentes de la forêt domaniale de Ouennougha.

Classes des pentes	0-3%	3-12,5 %	12,5-25 %	+25 %	Total
Superficie des classes/ hectare	1343	11032	3263	16173	31811
Taux par classe en %	4,2	34,7	10,2	50,9	100

Les classes des pentes > 25% prédominent dans la forêt de Ouennougha avec une superficie de 16173 ha à 50,9% suivies les pentes dans la classe 3-12,5 % par une superficie 11032 ha, avec un taux de 34,7%, par viennent les classes des pentes 12,5-25 % avec une superficie de 3263 ha, qui représente 10,2% de la superficie totale. Enfin, on retrouve les classes de 0 – 3 % avec un taux de 4,2% à une superficie de 1343ha. On peut conclure que la forêt domaniale de Ouennougha est principalement située sur des pentes raides, avec plus de la moitié de sa superficie ayant une pente supérieure à 25%.

1.2.1.3. Pédologie

Selon l'étude de BNF notre zone d'étude, on a des sols calcaires, caractérisés par la présence du calcaire dans Tout leur profil-type à des taux différents. On peut citer cinq principales classes :

1.2.1.3.1 Classe des sols minéraux bruts

Ces sols non évolués, principalement composés de fragments de roche mère où d'affleurements purs de la roche mère (calcaire dur), ne montrent aucun horizon visible et

manquent d'humus. Cette limitation majeure rend ces sols inadaptés à toute forme d'utilisation.

1.2.1.3.2 Classe des sols peu évolués d'apport colluvial

Souvent situés en pied de versant, se caractérisent par un profil de type AC peu différencié, composé d'un matériau complexe provenant de l'érosion des hauteurs des pentes. Leur composition dépend du matériau transporté et de leur position topographique.

1.2.1.3.3 Classe des sols peu évolués

Ces types de sols se distinguent au niveau du groupe selon qu'il s'agit du phénomène d'érosion ou d'apport. Ils présentent un profil uniforme de type A.C ou (A) R, avec un degré d'altération et d'évolution limité. Leur formation est attribuable soit au processus d'érosion qui renouvelle continuellement les sols, soit à l'apport de nouveaux matériaux.

1.2.1.3.4 Classe des sols iso-humiques

Se forment principalement sur des formations calcaires. Ils se caractérisent par un profil de sol évolué de type A(B)C, avec la présence d'un horizon calcique et une répartition isohumique de la matière organique. Ces sols, qui constituent une transition vers les sols rouges, font partie du sous-groupe des sols marrons. Leur couleur est le résultat de la combinaison de la couleur de l'humus et du matériau minéral rougeâtre. Ces types de sols sont représentés par les profils 2, 8, 10 et 12.

1.2.1.3.5 Classe des sols calcimagnésiques

Cette catégorie, largement répandue dans la forêt de Bordj Bou Arreridj, tire ses principales caractéristiques de la présence de calcaire actif, dont l'interaction avec la topographie conditionne la formation et l'évolution de ces sols. La présence d'un horizon calcique et le degré d'assombrissement nous ont amenés à distinguer deux types de sols : les sols bruns Calcaires modaux et les sols bruns calcaires noircis, pratiquement identiques à l'exception de leur couleur, nettement plus sombre dans le sous-groupe noirci, en raison de l'importance de la matière organique, surtout au niveau de l'horizon humifère.

1.2.1.4. Hydrologie

Le système hydrographique des forêts de Bordj Bou Arreridj est bien organisé. L'oued Messissi, devenant l'Oued Azerou aux portes de fer, constitue le principal cours d'eau. Il se jette dans l'Oued Soumam sous le nom d'Oued Mahrir. Ce cours d'eau majeur, coulant du Sud vers le Nord, où la forêt d'Uennougha se trouve du côté ouest de ce cours d'eau ; L'Oued

Azerou draine les eaux de la forêt d'Ouennougha à travers un réseau dense de cours d'eau secondaires, parmi lesquels figurent principalement O. Ferridj, O. Melliz, O. Agoules, O.Touchanine et O. Guergoun. Ces affluents sont alimentés par de nombreux chabate et ravines, particulièrement actifs en hiver. L'écoulement général se fait d'Ouest en Est dans la forêt d'Ouennougha (BNEF, 1990).

1.2.1.5. Végétation

La végétation de la forêt Ouennougha se caractérise du point de vue physiologique par trois strates :

Strate arborescente : composée principalement de Pin d'Alep.

Strate arbustive : un mélange d'espèces thermo-héliophiles.

Strate herbacée : généralement pauvre.

On remarque la présence du *Rosmarinus officinalis*, *Cistus villosus* et *Globularia alypum* Ces espèces sont caractéristiques de la pineraie (BNEF, 1990).

1.2.1.6. Faune

Notre zone d'étude contient une importante variété faunistique. Cependant certaines espèces sont menacées de disparition, la faune sauvage de la forêt de Ouennougha est représentée par plusieurs animaux. Nous retrouvons :

- Les oiseaux (la perdrix gabra, les gangas, l'outarde, le pigeon).
- Les prédateurs (le chacal, le vautour fauve, le faucon pelerin, le chat sauvage) (BNEF, 1990).

1.3. Méthodologie adoptée sur le terrain

Nous avons effectué des sorties sur terrain dans la forêt de Ouennougha, L'objectif vise à établir une vue générale de la forêt, à cet effet nous avons effectuée des placettes (seulement pour apprendre). Au niveau de chaque station nous avons choisi la forme circulaire de 10m², pour choisir les arbres sondés.

1.4. Matériel utilisé

- ✓ Un appareil photo (téléphone Infinix X669C)
- ✓ Une cordelette
- ✓ Un ruban mètre

- ✓ Carnet de terrain ou dispositif d'enregistrement : Pour noter les observations sur le terrain, et enregistrer les données telles que le nombre d'arbres et leur hauteur.

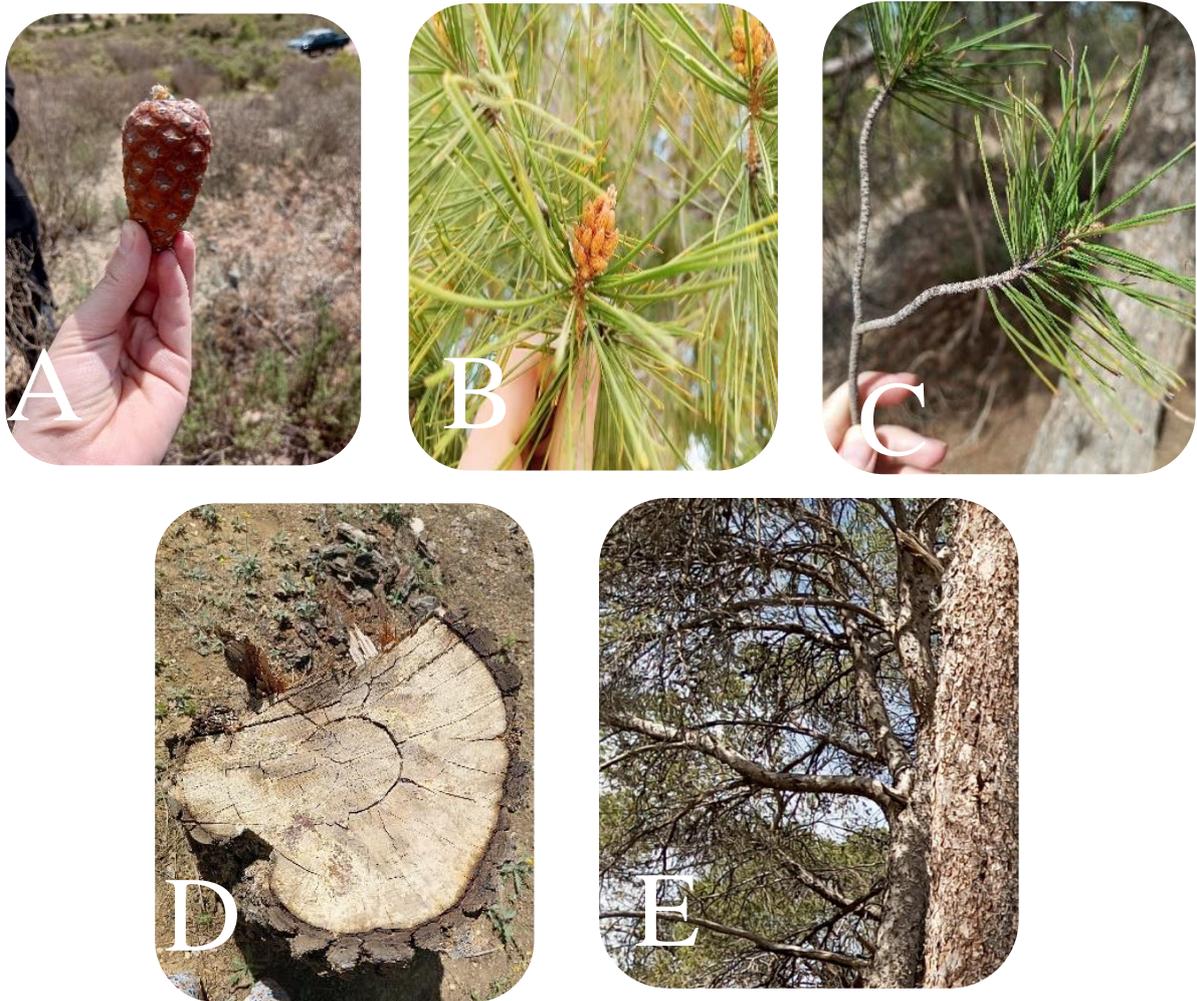
1.5. Description de la forêt étudiée

Les observations sur le terrain ont montré que la forêt de Ouennougha se caractérise par la présence dominante de pin d'Alep, c'est un arbre forestier résineux toujours vert, qui peut atteindre jusqu'à 18 mètres de hauteur, souvent penché et peu droit, On a observé des branches mortes, indiquant un processus d'élagage naturel.

1.5.1. Caractères botaniques du pin d'Alep

Les caractéristiques botaniques du pin d'Alep dans la Forêt domaniale de Ouennougha sont présentées dans la Figure 04.

D'après Bernard le pin d'Alep Il peut vivre jusqu'à 120 -130 ans en moyenne, avec un tronc généralement sinueux. Les rameaux de pin d'Alep sont grêles, polycycliques, de couleur vert clair la 1ère année et faiblement sillonnée, on distingue des rameaux longs (auxiblastes), et des rameaux nains (brachyblastes), Les feuilles du pin d'Alep, qui sont en réalité des aiguilles persistantes, mesurent environ 6 à 10cm de longueur (**Bernard, 2013**).



A : Les cônes B : Fleurs mâles C : Aiguilles D : coupe d'un tronc E : Les rameaux

Figure 04 : Quelques caractères botaniques de pin d'Alep (Latreche et Bensaoucha, 2024).

1.5.2. Ennemis du Pin d'Alep

1.5.2.1. Incendies

L'incendie représente le premier facteur de dégradation le plus ravageur de la forêt en Algérie, (Meddour-Sahar et al.,2008), ont spécifiquement identifié le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) comme étant l'espèce la plus vulnérable aux incendies. Ces incendies affectent actuellement de manière significative les écosystèmes forestiers méditerranéens, accélérant la dégradation des forêts, perturbant leur équilibre naturel et les convertissant finalement en zones de maquis stériles (Meddour,2013).

1.5.2.2. Maladies et les agents pathogènes

Le Pin d'Alep est une espèce sensible aux attaques de nombreux agents pathogènes (insectes, parasites, champignons et bactéries). Ces derniers attaquent les graines, les plantules et les arbres (**Hamrouni et al., 2011**), notamment le scolyte et la chenille processionnaire surtout pendant les périodes de sécheresse (**Ouguenoune ,2021**) ;

- **La processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*)** est un des plus grand défoliateur des forêts résineuses dans le sud de l'Europe et le Nord de l'Afrique (**Ziouche et al.,2017**). Lors de ses pullulations cycliques, elle peut provoquer des défoliations importantes sur pin d'Alep (**Talbi ,2018**). Elle diminue, de ce fait, la productivité du bois, et elle affecte les paramètres de reproduction (**Mecheri et al.,2018**). Les larves se nourrissent des aiguilles de pin pendant l'automne et l'hiver, ce qui réduit considérablement la croissance des arbres à court terme, même à faibles niveau de défoliation. Cependant, les arbres semblent capables de se régénérer à long terme si la défoliation n'est pas fréquente. Les chenilles peuvent s'adapter pour compenser les variations climatiques, comme le montre la construction et l'orientation de leur nids d'hiver, qui permet d'atténuer les fortes variations de température par le regroupement de nombreux individus et de maximiser l'ensoleillement. Par conséquent, des mesures régulières de surveillance et de lutte contre les ravageurs sont nécessaires pour assurer la détection et l'atténuation des risques potentiels pour les forêts et la santé publique (**Ziouche et al.,2017**).

- **Les attaques des scolytes** dans les peuplements forestiers résineux résultant de deux facteurs complémentaires : existence d'arbres affaiblis sous l'effet d'un stress et un certain niveau de population de ravageurs. Les scolytes les mieux connus sont les espèces qui s'attaquent aux conifères en sélectionnant l'arbre hôte. A l'état naturel, les scolytes sont privilégiés comme des ravageurs de faiblesse. Ils ne réussissent leur installation que sur des arbres déficients, les populations de ravageurs sont alors limitées, la densité d'attaque est réduite et les scolytes ne se multiplient que sur les arbres les moins résistants. Au contraire, les populations épidémiques peuvent s'attaquer aux arbres sains qui succombent aux attaques denses et répétées. Le stress hydrique est dans la majorité des cas la cause de l'affaiblissement des arbres et se trouve donc presque toujours à l'origine des attaques de scolytes. Les mécanismes des perturbations physiologiques induites par ce stress jouent un rôle important dans l'installation de l'insecte (**Chakali ,2007**).

1.5.3. Régénération de pin d'Alep

La régénération naturelle est souvent une phase critique de la vie des peuplements forestiers, notamment pour les peuplements anciens et les espèces pionnières (**Prevosto et al.,2012**). Comme c'est le cas pour les pinèdes séculaires de pin d'Alep en région méditerranéenne pour qu'il ait une capacité de régénération exceptionnelle qui permet de recoloniser rapidement les milieux les plus dégradés ou pauvres (**Rabhi et al.,2023**).

La dispersion des graines de pin d'Alep après un incendie est rapide et concentrée, avec la majorité se répandant en 48 heures et s'arrêtant après 8 jours. Sans vent, la plupart des graines tombent près de l'arbre, mais avec du vent, elles peuvent aller plus loin, nécessitant une certaine densité d'arbres pour une régénération efficace. La germination commence après les premières pluies et continue jusqu'au printemps, avec une température optimale de 15-20°C. La régénération peut être affectée par l'intensité de l'incendie, la pente du terrain et le pâturage (**Olivier ,2015**).

Résultats et Discussion

2. Résultats et discussion

2.1. Répartition des nombres d'incendies suivant l'importance de leurs superficies incendiées

Le bilan de la période (2019-2023) montre qu'une superficie totale parcourue par le feu de 238.89 ha, 27 départs de feux enregistrés, l'année 2020 enregistre l'effectif le plus élevé quant aux nombres de départ de feu est de 15 avec 176.765 ha, ces derniers ont entraîné une perte fatale de la superficie du couvert végétal (Figure 5). L'origine de ces incendies est inconnue, mais en réalité elle peut être d'ordre naturel (déclenchement à partir de débris) ou par négligence (mégots, récolte de miel etc.). Par contre en 2022 la superficie incendiée est la plus faible avec 2 ha seulement, tandis que l'année 2023 marque l'absence d'incendies ; cette régression est due à l'activation des mesures de prévention, une meilleure sensibilisation du public et des procédures de sécurité renforcées.

Tableau 04 : Bilan annuel des incendies (Conservation des forêts de Mansourah, 2024).

Année	N° Incendies	Superficies en hectare
2019	7	43.275
2020	15	176.765
2021	4	16.85
2022	1	02
2023	0	00



Figure 05 : Incendies dans la forêt de Ouennougha (Latreche et Bensaoucha, 2024)

Comparé avec les résultats du bilan des incendies en Algérie durant la période 2011-2020 du mémoire de fin d'études (**Madache et Benfedda,2021**),les incendies de 2019-2021 ont été particulièrement violents à cause des niveaux très élevés de température et de sécheresse du sol et de la végétation ,et selon Le groupe d'experts attribue la majorité des feux allumés à des motifs traditionnels (travaux agricoles, brûlage des chaumes), au manque de civisme (jet des mégots, décharges sauvages), suivis par les intérêts personnels (par exemple, l'utilisation des sols, le pastoralisme).

2 .2. Régénération naturelle de pin d’Alep

La Figure 6 montre que la forêt est en bonne santé et présente une régénération active à l'intérieur et même à la lisière de la forêt, les résultats de tableau 5 permettent de déduire qu’une variation significative des hauteurs des arbres mesurées dans deux placettes différentes dépendent des conditions du milieu, où la hauteur de l'arbre le plus haut est 2.17m et la hauteur de l'arbre le plus bas étant de 0.43m. si nous la comparons avec l'étude de KADIK (1987) pour les autres pineraies de l’Atlas Saharien, notamment dans les wilayas de Msila, de Djelfa et de Laghouat où la hauteur moyenne des peuplements est variée entre 12,2m et 14,5m. En justifiant celle-ci peut-être par les conditions édaphoclimatiques qui constituent un facteur limitant pour le bon développement de *Pinus halepensis* dans notre région d’étude (**Talbi,2018**).

Tableau 05 : Résultats des mesures de la hauteur des arbres dans le peuplement de régénération

Placettes	Arbres	Hauteur (m)	Placettes	Arbres	Hauteur (m)
Placette 01	01	2.17	Placette 02	01	0.96
	02	1.45		02	1.57
	03	2.15		03	1.53
	04	1.62		04	1.46
	05	1.33		05	1.53
	06	2.15		06	1.53
	07	1.45		07	1.59
	08	1.82		08	1.30
	09	0.96			
	10	0.59			
	11	0.43			
	12	1.33			



1 : Régénération naturelle de pin d'Alep

2 : Régénération dans la lisière

Figure 06 : Forêt de régénération (Latreche et Ben saoucha, 2024)

2.3. Etat phytosanitaire du peuplement de Ouennougha

La maladie a été découverte au niveau de la station d'étude dans 2 placettes dans la forêt de Ouennougha. Parmi les symptômes les plus visibles, la couleur pâle des houppiers et le bois morts, décoloration anormale des cônes et Le jaunissement du feuillage (Figure 07).

L'attaque de la chenille processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*) n'est pas observée dans la zone d'étude, c'est la plus connue dans les peuplements de pin d'Alep, elle attaque principalement le plus le reboisement.

Les observations effectuées, çà et là, laissent supposer que la mortalité du pin d'Alep n'est pas l'effet d'un seul et unique agent causal. Selon le rapport des forestiers de la circonscription de Mansourah ils ont remarqué la présence de nombreux trous au niveau des troncs d'origine d'un insecte xylophage. Après écorçage, et selon le type de galeries retrouvées, il a été constaté que les dégâts ont été occasionnés par des espèces de deux familles de xylophage (scolytidae, buprestidae) et malheureusement, si rien n'est fait, ces insectes en trouvant un terrain favorable, vont se propager en s'attaquant à d'autres arbres sains.

D'après les conclusions des auteurs (Garrec et al., 1989 ; Bentouati & Bariteau, 2006), le déficit hydrique apparaît comme un facteur prédisposant et d'incitation le plus associé aux mortalités des forêts.



Figure 07 : Symptômes des maladies qui touchent le pin d'Alep (Latreche et Ben saoucha, 2024)

2.4. Surpâturage

L'activité pastorale est très observée en forêt (Figure 08). Les superficies de pâturage ne sont pas connues, mais pendant certaines saisons de sécheresse lorsque la nourriture raréfie, les futaies adultes de pin d'Alep ainsi que les territoires non boisés à l'intérieur des massifs deviennent un terrain de paccage pour de nombreux cheptels.

Ce pâturage a en effet pour conséquences d'éliminer les jeunes régénérations, les branches basses. Les effets de piétinement sur le sol sont aussi graves (Louni ,1994).



Figure 08 : Bétail paissant dans la forêt de Ouennougha (Latreche et Bensaoucha, 2024)

2.5. Coupes illicites

D'après la Figure 09, L'activité de l'exploitation illicite de bois par des inconnus est toujours existante malgré les efforts de contrôle fournis par les services des forêts.



Figure 09 : Coupes illicites d'arbres dans la forêt de Ouennougha (Latreche et Bensaoucha, 2024)

2.6. Cortège floristique

Durant notre sortie, on a remarqué l'existence des espèces suivantes : *Quercus ilex*, *Pistacia lentiscus*, *Cistus albidus*, *Juniperus oxycedres*, *Juniperus phoenicea*, *Rosmarinus officinalis*, appartenant respectivement aux familles suivantes : Fagaceae, Anacardiaceae, Cistaceae, Cupressaceae et Lamiaceae.

Conclusion

Conclusion

Ce mémoire vise à fournir une vue générale sur le pin d'Alep de la forêt naturelle de Ouennougha située dans l'étage semi-aride. Pour répondre à cet objectif, nous avons collecté de la documentation sur cette forêt.

Notre zone d'étude est caractérisée par une bonne régénération démontrant que, sous des conditions favorables, le pin d'Alep peut se rétablir efficacement même avec les variations des conditions écologiques, suggérant une résilience naturelle et une capacité de rétablissement de cette espèce.

Cette forêt a également été confrontée au phénomène des incendies de forêt. Cependant, des mesures de prévention et de gestion adéquates peuvent limiter ces dommages, comme le montrent les régressions des superficies incendiées en 2022 et 2023 grâce à une meilleure sensibilisation et des mesures de sécurité accrues.

L'état phytosanitaire de la forêt étudiée a révélé la présence de maladies et de ravageurs, notamment des scolytes, exacerbés par des conditions de stress hydrique. La gestion de ces problèmes passe par une surveillance régulière et des interventions ciblées pour préserver la santé des arbres.

La coupe de bois et le surpâturage observés dans la forêt étudiée sont des facteurs de dégradation.

Le cortège floristique du pin d'Alep dans la forêt domaniale de Ouennougha illustre la diversité des écosystèmes méditerranéens. La présence de diverses espèces comme le Chêne vert, le Lentisque, et le ciste montre les interactions complexes et les adaptations spécifiques à cet habitat.

Pour la conservation de cette forêt on a proposé :

- Une surveillance régulière et des interventions ciblées pour préserver la santé des arbres.
- De plus, il est crucial de cartographier les résultats de ces actions afin de guider les futures interventions et favoriser le renouvellement du peuplement forestier de manière efficace.
- Il est également important de sensibiliser le public aux enjeux de la conservation des forêts et aux bonnes pratiques de prévention des incendies. Cela contribuera à renforcer

l'engagement de la communauté locale dans la protection de la forêt et à promouvoir une gestion forestière durable.

- En parallèle, orienter les actions de gestion forestière pour favoriser le renouvellement du peuplement. Cela implique de mettre en place des stratégies de prévention des incendies adaptées, en se basant sur les bonnes pratiques de lutte contre les incendies et de protection des peuplements du pin d'Alep.

- il est crucial d'étudier en profondeur les maladies touchant le pin d'Alep, comme le jaunissement du feuillage, et de mettre en place des programmes de surveillance sanitaire pour détecter et traiter rapidement les foyers d'infestation, en particulier dans les zones sensibles.

- De plus, il est essentiel de proposer des techniques de reboisement adaptées à cette forêt, en tenant compte des spécificités du milieu et des contraintes liées aux maladies et aux incendies.

Références bibliographiques

Références Bibliographiques

- **Belgoumri A. (2020).** Etat sanitaire de la pinède de la région de Mansourah (Wilaya de Bordj Bou Arreridj). Mémoire du master, université Bordj Bou Arreridj, p 8-9.
- **Ben-Said M., Ghallab A., Berrad F., Aouadi A., Asraoui F. & El Alami el moutaouakil M. (2022).** Caractérisation d'un périmètre de reboisement de pinède en vue de proposition des essences les plus appropriées, cas du Jbel Zemzem (Nord-ouest, Maroc). *Revue Nature et Technologie* 14, (2), p 46.
- **Bentouati A., Bariteau M. (2005).** Une sylviculture pour le pin d'Alep des Aurès (Algérie). *Forêt Méditerranéenne* 26, (4), p 315.
- **Bentouati A., Bariteau M. (2006).** Réflexions sur le dépérissement du Cèdre de l'Atlas des Aurès (Algérie). *Forêt méditerranéenne* 27, (4), p317.
- **Bernard P. (2013).** Le pin d'Alep en France : 17 fiches pour connaître et gérer. Editions Quae.p16-18.
- **Bureau National des Etudes Forestières. (1990).** Etude d'aménagement des forêts domaniales des Bibans et d'Ouennougha wilaya de Bordj Bou Arreridj. Bureau National des Etudes forestières -Blida. p 4– 72.
- **Chakali G. (2007).** Stratégie d'attaque de l'hylésine *Tomicus destruens* (Wollaston 1865) (Coleoptera : Scolytidae) sur le pin d'Alep en zone semi-aride (Algérie, Djelfa). In *Annales de la Société entomologique de France* 43, (2), p129.
- **Challot A. (1992).** Introduction du thème "Incendie" des journées pin d'Alep. *Forêt Méditerranéenne* 13, (3), p182.
- **Conservation des forêts de Bordj Bou Arreridj. (2024).**
- **Conservation des forêts de Mansourah de wilaya de Bordj Bou Arreridj. (2024).**
- **Dahmani-Megrerouche M. (2018).** État des connaissances sur les systèmes forestiers d'Algérie. *Ecologia mediterranea. Revue Internationale d'écologie méditerranéenne* 44, (2), p 112.
- **Daly-Hassen H., Ayari A. (2020).** Avantages socio-économiques de la forêt du pin d'Alep.15, p2.
- **Debazac E. F., Tomassone R. (1965).** Contribution à une étude comparée des pins méditerranéens de la section halepensis. In *Annales des Sciences Forestières* 22, (2), 213-256. p 215-216.

- **Dris F. (2023).** Contribution à l'étude de l'Arthropodofaune des pinèdes dans la région De Ain Antar wilaya De Tismesilt. Mémoire de master. Université de Tismesilt, p1.
- **Forum forestier africain. (2019).** Science de base du changement climatique : un compendium pour la formation professionnelle en foresterie africaine, p1.
- **Garrec J. P., Kerfourn C., Laitat E. (1989).** Etude des surfaces foliaires des arbres dépérissants. In Annales des sciences forestières 46, p551.
- **Guit B. (2015).** Croissance et état sanitaire des peuplements de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) dans le massif forestier de senalba (région de Djelfa). Doctoral dissertation, école nationale supérieure d'agronomie El-Harrach -Alger, p 17.
- **Hamrouni L., Hanana M., Ghazi G., Aini R. & Khouja M. L. (2011).** Essais de multiplication du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.). Forêt méditerranéenne 32, (3), p 274.
- **Kadik B. (1986).** Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Algérie : Ecologie, Dendrométrie, Morphologie. Office des publications universitaires (Alger). p 18.
- **Khouja M.L. (2020).** Le pin d'Alep en Tunisie : Ecologie, Gestion et Usages. Institut National de la Recherche en Génie Rural Eaux et Forêts p 16-273.
- **Lakreb N., Sen U., Bezzazi B. & Pereira H. (2022).** The physicomechanical and thermal properties of Algerian Aleppo pine (*Pinus halepensis*) Wood as a component of sandwich panels. iForest-Biogeosciences and Forestry 15, (2), p 106.
- **Louni D. (1994).** Les forêts algériennes. Forêt méditerranéenne 15, (1), p 63.
- **Madache S., Benfedda S. (2021).** Contribution à l'étude du bilan des feux de forêt dans la wilaya de tizi Ouzou (période 2012-2021). Mémoire de master. Université mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, p16.
- **Mecheri H., Kouidri M., Boukheroufa-Sakraoui F. & Adamou A. E. (2018).** Variation du taux d'infestation par *Thaumetopoea pityocampa* du pin d'Alep : effet sur les paramètres dendrométriques dans les forêts de la région de Djelfa (Atlas saharien, Algérie). Comptes Rendus Biologies 341, (7-8), p 381.
- **Meddour-Sahar O., Meddour R., Derridj A. (2008).** Analyse des feux de forêts en Algérie sur le temps long (1876–2007). Les Notes d'analyse du CIHEAM 39, (11), p2.
- **Meddour-Sahar O., Meddour R., Leone V, Lovreglio R &Derridj A. (2013).** Analysis of forest fires causes and their motivations in northern Algeria: the Delphi method. iForest – Biogeosciences and Forestry 6, (5), p 247.

- **Msatef K., Benaabidate L., Bouignane A. (2018).** Hydrological and hydroclimatic regimes in the Ouergha watershed. In E3S Web of Conferences 37, (04001), p 6.
- **Nahal I. (1962).** Le Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.). Étude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole. Annales de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts et de la Station de Recherches et Expériences Forestières 19, (4), p 487.
- **Olivier CH. (2015).** Valoriser le pin d'Alep. Synthèse documentaire. Alcina-France forêt PACA. p 29.
- **Ouguenoune A. (2021).** Synthèse bibliographique sur la biodiversité de l'avifaune dans un peuplement de pin d'Alep (*Pinus halepensis*) en Algérie. Mémoire de master, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, p 34.
- **Prevosto B., Amandier L., Quesney T.& Ripert C. (2012).** Régénérer efficacement les peuplements de pin : des travaux souvent indispensables ! L'exemple des peuplements à pin d'Alep en zone méditerranéenne. Forêt méditerranéenne 33, (4), p319.
- **Prigent C. (2010).** Precipitation retrieval from space: An overview. Competes Rendus Geoscience 342, (4-5), p 380.
- **Rabhi K., Bentouati A., Sghaier T. (2023).** Effet de la sylviculture sur les potentialités de production du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) dans l'Aurès algérien. Établissement de tables de production pour deux itinéraires sylvicoles. Revue forestière française 74, (1), p 46.
- **Soulères G. (1975).** Classes de fertilité et production des forêts tunisiennes de Pin d'Alep. Revue forestière française 27, (1), p 41.
- **Talbi S. (2018).** Contribution à l'étude du dépérissement du pin d'Alep *Pinus halepensis* Mill. (Symptôme, cause et traitement) cas de la forêt de Draa El-Aoud à Mecheria (Wilaya de Naâma). Mémoire de master en écologie. Université de Tlemcen, p 13-35.
- **Thibaut B., Loup C., Chanson B. & Dilem A. (1992).** La valorisation du pin d'Alep en zone méditerranéenne française. Forêt méditerranéenne 13, (3), p 226.
- **Vennetier M. (2020).** Quelques aspects méconnus de la régénération du pin d'Alep après incendie. Forêt Méditerranéenne 41, (2), p101-102.
- **Zemmeli F. (2020).** Les pucerons *Cinara* du pin d'Alep et ses antagonistes. Projet Professionnel de Fin d'Etudes, Institut Supérieur Agronomique de Chott- Mariem, Université de Sousse, p8.

- **Ziouche S., Baali F., Dahou M. & Djazouli Z.E. (2017).** Stratégies de choix de l'emplacement des nids d'hiver de *Thaumetopoea pityocampa* (DENIS & SCHIFFERMÜLLER, 1775) au niveau de trois pinèdes dans la région de Bordj Bou Arreridj (Algérie). *Revue Agrobiologia* 7, (2), p 413.

Annexes

Annexe 01 : Description de la forêt étudiée



Photo 1 : Vue générale de la forêt de Ouennougha (Latreche et Bensaoucha, 2024)



Photo 2 : Port tortueux du pin d'Alep (Latreche et Bensaoucha, 2024)



Photo 3 : Elagage naturel du pin d'Alep (Latreche et Bensaoucha, 2024)

Résumé

Le présent travail consiste à une contribution à la connaissance des pinèdes de Bordj Bou Arreridj (cas de la forêt de Ouennougha).

Pinus halepensis est une des essences forestières les plus typiques et les plus importantes du bassin méditerranéen. C'est l'espèce principale de la forêt domaniale de Ouennougha.

L'analyse des résultats montre que malgré les périodes de stress, tels que les incendies et les attaques par les ravageurs, le pin d'Alep arrive à résister et à se régénérer, et à rester dominant dans cette forêt, mais des facteurs tels que le pâturage et les coupes contribuent à son déclin.

Mots clés : *Pinus halepensis*, Forêt domaniale de Ouennougha, régénération de pin d'Alep.

Summary:

The present work consists of a contribution to the knowledge of the pine forests of Bordj Bou Arreridj (case of the Ouennougha forest).

Pinus halepensis is one of the most typical and important forest species of the Mediterranean basin. It is the main species of the Ouennougha state forest.

The analysis of the results shows that despite periods of stress, such as fires and pest attacks, the Aleppo pine manages to resist and regenerate, remaining dominant in this forest. However, factors such as grazing and cutting contribute to its decline.

Key words: *Pinus halepensis*, Ouennougha state forest, regeneration of Aleppo pine.

تلخيص

يتكون العمل الحالي من مساهمة في معرفة غابات الصنوبر في برج بوعريريج (حالة غابة ونوغة).

يعتبر *Pinus halepensis* واحدًا من أكثر أنواع الغابات شيوعًا وأهمية في حوض البحر الأبيض المتوسط. إنه النوع الرئيسي في غابة الونوغة الوطنية.

يظهر تحليل النتائج أنه على الرغم من فترات الإجهاد، مثل الحرائق وهجمات الآفات، فإن الصنوبر الحلبي يتمكن من المقاومة والتجدد، والبقاء مهيمناً في هذه الغابة، لكن عوامل مثل الرعي والقطع تساهم في تراجعها.

الكلمات المفتاحية: الصنوبر الحلبي، غابة الدولة ونوغة، تجديد الصنوبر الحلبي .

