

Popular Democratic Republic of Algeria
Ministry Of High Education and Scientific Research
Abbes Laghrour University, Khenchela
Faculty of Natural and Life Sciences
Department Of Ecology and Environment



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة عباس لغرور خنشلة
كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم البيئة والمحيط

Mémoire MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie Et Environnement

Spécialité : PROTECTION DES ECOSYSTEME

Présenté par : **GHERBI Badreddine, LITIM Farida**

Thème :

Analyse sur la recolonisation après incendie par le pin d'Alp « *Pinus Halepensis Mill* » dans les forêts de Khenchela

Devant le jury :

Président : Dr. TAKOUECHET Redouane	MCA	Université de Khenchela
Encadrant : Dr. LAKHDARI Somia	MCB	Université de Khenchela
Examinatrice : Mme.MEZHOUD Amel	MAA	Université de Khenchela

Année 2022/2023

Remerciement

Nous remercions Allah, le tout puissant qui nous a donné la force et le courage pour poursuivre mes études.

Mes gratitude et connaissance nous la consacre à notre encadrant Mme LEKHDARIS, pour ses conseils, ses encouragements et tous les efforts qu'elle nous a fournis pour le bon aboutissement de ce travail.

Nous nous permettons d'exprimer mes sincères gratitude et mon profond respect à Mr TAKOUACHET. R, Maitre de conférences classe A, pour avoir bien accepté de président de jury de la soutenance.

Comme nous remercions l'examinatrice Mme MEZHOUD.A, Maitre assistante classe A, pour avoir accepté de juger notre travail.

Nous remercions :

Toutes l'équipe de la conservation des forêts, pour avoir prise en charge financièrement et matériellement pour la réalisation de notre étude expérimentale.

Le personnel des laboratoires pédagogiques et de la bibliothèque ainsi que tous les enseignants de l'université Abbas laghrour.

Enfin, nous tenons à dire merci à toutes personnes qui nous aidés de près et de loin dans la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à toute ma famille.

Aucun langage ne saurait exprimer mon respect et ma considération pour votre soutien et encouragements. Que Dieu le Tout Puissant vous garde et vous procure bonheur, santé et prospérité.

A ma grand-mère Aïcha. C'est grâce à tes encouragements, tes bienveillances et ta présence à mes côtés, que j'ai réussi ce respectueux parcours.

A l'âme de ma chère tante Fariha qui attendait avec impatience ce jour pour se réjouir de moi...que dieu l'accueille dans son vaste paradis.

A la mémoire de mon grand-père Saïd Bellaa, À l'âme de mon père, qui m'a quitté après mon succès au baccalauréat, attendait ce jour pour être fier de moi.

Puisse dieu vous avoir en sa sainte miséricorde et que ce travail soit une pierre pour votre âme.

Badreddine.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
<i>CHAPITRE I Analyse Bibliographique : Généralités sur les Incendies de forêts et La régénération du pin D'Alep (pinus halepensis L.)</i>	3
INTRODUCTION	4
I Définition de pin d'Alep (<i>pinus halepensis. L.</i>).....	4
I.1 Caractéristique de pin d'Alep (<i>pinus halepensis L.</i>).....	5
I.1.1 Caractéristiques botaniques du <i>Pinus halepensis</i>	5
I.1.2 Caractéristiques écologiques du <i>Pinus halepensis</i> :.....	7
I Définition de l'incendie de forêt.....	8
II.1 Les facteurs de prédisposition des incendies	8
II.1.1 Les facteurs naturels.....	8
II.1.2 Les facteurs humains	9
III Généralité sur la croissance épique du Pin d'Alep (<i>pinus halepensis L.</i>)	10
III.1 Conditions de croissance	10
III.2 La Croissance Épique du Pin d'Alep (<i>pinus halepensis L.</i>)	10
IV. Régénération du pin d'Alep (<i>pinus halepensis L.</i>) après l'incendie	11
IV.1 Facteurs contrôlant la régénération naturelle du pin d'Alep (<i>pinus halepensis L.</i>).....	11
IV.2 L'effet de l'environnement sur la régénération naturelle du pin d'Alep (<i>pinus halepensis L.</i>)	11
IV Améliorer les facteurs affectant la régénération naturelle du pin d'Alep (<i>pinus halepensis L.</i>)	12
V Feux de forêts en Algérie.....	12
VI Bilan de la lutte contre les feux de forêt pour la saison 2021 dans l'Etat de Khenchela....	12
VI.1 La zone d'étude de wilaya de khenchela.....	12
VI.2 Présentation sur le bilan de la lutte contre les incendies pour l'année 2021	13
VI Comparaison entre le nombre de feux et la superficie brûlée pour la période (2010 à 2021)	14
VII Impact des feux de forêt	19
Conclusion.....	20
<i>CHAPITRE II Présentation de la région d'étude</i>	21
Introduction	22
I Caractérisation de la zone d'étude.....	22
I.1 Présentation de la zone d'étude 1 d'ouled yagoub Tamza	22
I.2 Milieu d'étude d'ouled yagoub Tamza	23
I.2.1 Situation géographique et administration	23

I.2.2	Les séries d'études de la zone d'Oulad yagoub Tamza	23
A.	Localisation géographique	23
B.	Hydrographie	24
C.	Etude du milieu naturel	24
D.	Géologie et sol de la région	24
E.	Etude climatique	25
E.1	Climat de Ain Mimoun (ALGÉRIE) :	25
E.1.1	Température	25
E.1.2	Précipitations	26
E.1.3	L'humidité	27
E.1.4	Diagramme ombrothermique	28
E.1.5	Climagramme d'Emberger de Ain Maimoun	30
II.	Présentation de la zone d'étude 2 Chilia Kais	32
II.2	Géologie et pédologie	34
II.2.1	Structure géologique	34
II.2.2	Pédologie et Erosion	34
II.2.3	Altimétrie	34
II.2.4	Exposition à versants	36
II.2.5	Pente	38
II.3	Étude climatologique de série Tgatoust	39
III	Climat de Khenchela La beauté sauvage de l'Algérie	40
III.1	Climat d'été	40
III.2	Climat d'hiver	40
	Conclusion	41
	Chapitre III Résultats et discussion	42
I	Materials et méthode	43
a.	Materials	43
a.	Méthode d'échantillonnage	43
II	Résultats et discussion	43
III	Statistiques descriptives	44
	Conclusion générale	49
	References bibliographiques	55

Liste des figures

Figure 1 Organes de pin d'Alep (<i>pinus helpensis</i> L.), de la forêt de Béni oudjana	6
Figure 2 : Aire de répartition du pin d'Alep (<i>pinus helpensis</i> L.), dans la zone méditerranéenne.	7
Figure 3 : Zone des feux de 2010 à 2021.....	14
Figure 4 : Nombre d'incendies de l'année (2010 à 2021).....	15
Figure 5 : Nombre d'incendies par mois de l'année (2010 à 2021)	16
Figure 6 : Carte de répartition des feux de forêt à Khenchela en 2021	17
Figure 7 : Classification des forêts selon le degré de sensibilité.....	18
Figure 8 : Graphique de la température moyenne annuelle et moyenne minimale et maximale dans la période de 1999 – 2019	26
Figure 9 : Graphique de les précipitation et jours de pluie dans la période de 1999 –2019.....	27
Figure 10 : Représentation graphique des Humidité dans la période 1999 – 2019.....	28
Figure 11 : Diagramme ombrothermique de ain maimoun dans la période 1999 – 2019	29
Figure 12 : Situation bioclimatique de Ain Maimoun sur le climagramme d'Emberger extrait de Long (1974).	31
Figure 13 : Cartes de situation de série tgatoust.	33
Figure 14 : Carte d'allométrie de zone tagtoust.....	36
Figure 15 : L'exposition en pente de la zone tgatoust	37
Figure 16 : Les classes de pente de zone tgatoust.....	38
Figure 17 : Diagramme ombrothermique kais.....	39
Figure 18 : Nombre de nouveau pin d'Alep (<i>pinus helpensis</i> L.), régénérer dans la forêt de khenchela	43
Figure 19 : Pin d'Alep (<i>pinus helpensis</i> L.), régénéré dans la forêt de khenchela mai 2023.....	44
Figure 20 : Représentation graphique des valeurs propres des facteurs.....	46
Figure 21 : Résultats de l'ACP des paramètres mesurés sur terrain	48

Liste des tableaux

Tableau 1 : La température moyenne annuelle et moyenne minimale et maximale dans la période de 1999 - 2019	25
Tableau 2: Les précipitation et jours de pluie dans la période de 1999 - 2019.....	27
Tableau 3 : Humidité dans la période 1999 – 2019	28
Tableau 4 : La température moyenne et les précipitations annuelle de ain mamoun.....	29
Tableau 5 : Calcule de le climagramme d’Emberger a ain mimoun	30
Tableau 6 : Allométrie de zone tagtoust.....	35
Tableau 7: L’exposition en pente de la zone tgatoust	37
Tableau 8 : Les classes de pente de zone tgatoust	38
Tableau 9 : Statistiques descriptives de dénombrement des plantules du pin d’Alep (pinus helpensis L.), dans les 13 parcelle considérée.....	45
Tableau 10 : Le coefficient de corrélation.....	45
Tableau 11 : Valeurs propres et contribution à la variance totale.	46
Tableau 12 : vecteurs propres	46
Tableau 13 : les Coordonnées des variables	47

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Le Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) est une espèce de conifère qui pousse principalement dans le bassin méditerranéen. Cependant, cette espèce est menacée par les incendies de forêt qui se produisent régulièrement dans la région (**Hafsi, Bouderbala, & Rached Kanouni, 2022**).

La forêt de pins d'Alep (*pinus helpensis L.*), était un habitat important pour de nombreuses espèces animales, dont certaines sont maintenant en danger en raison de la destruction de leur habitat naturel (**Médail, Cheylan, & Ponel, 2013**). L'incendie de pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), est un événement tragique qui a eu lieu dans la forêt de Khenchela été 2021. Cet incendie a détruit une grande partie de la forêt de pins d'Alep (*pinus helpensis L.*), causant des dommages considérables à l'environnement et à la faune locale.

En outre, l'incendie a entraîné une perte importante de biodiversité et a également eu un impact sur la qualité de l'air et de l'eau dans la région. Les autorités ont travaillé dur pour contenir l'incendie et minimiser les pertes, mais les conséquences à long terme sont encore inconnues. Les causes de l'incendie de pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), sont encore inconnues, mais les experts soupçonnent que cela pourrait être dû à la sécheresse prolongée et aux températures élevées de l'été. Quelle que soit la cause de l'incendie, il est clair que la situation a été aggravée par les conditions météorologiques extrêmes et la topographie difficile de la région montagneuse. (**Jacquet & Cheylan, 2008**).

Dans cette étude, nous allons examiner l'impact des incendies sur le Pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), et comment la nature peut récupérer après une telle catastrophe. Nous allons explorer les mécanismes de régénération du pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), après feu. Nous verrons comment cette espèce s'adapte à son environnement pour survivre et prospérer malgré les défis posés par les feux de forêt.

***CHAPITRE I Analyse
Bibliographique : Généralités
sur les Incendies de forêts et
La régénération du pin
D'Alep (pinus helpensis L.)***

INTRODUCTION

Une forêt est définie comme une zone de terrain où les arbres poussent de manière dense, en plus des arbustes, des herbes, des algues et des champignons (Yassamine, n.d.). Il contient également des animaux de diverses espèces et couvre environ un tiers de la surface terrestre de la Terre. Considéré comme un écosystème complet étroitement lié à la vie humaine, tout défaut de ce système affectera négativement sa vie et sa stabilité.

Les incendies de forêt peuvent être causés par des actions humaines incontrôlées ou des dangers naturels tels que les volcans et la foudre (GALALI, 2008), mais il a été démontré que les incendies de forêt provoquent la destruction complète des écosystèmes dans et autour des forêts, tuant des centaines de personnes en plus de pertes massives de vie. Les créatures qui vivent meurent dans ces régions.

I Définition de pin d'Alep (*pinus helpensis. L.*)

Le pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), également appelé pin de Jérusalem, est une espèce d'arbre de la famille des Pinacées, originaire du bassin méditerranéen (CHAREF & SLIMANI, 2020). Il peut atteindre une hauteur de 15 à 25 mètres et se caractérise par une écorce épaisse et craquelée et des aiguilles gris verdâtre. Le pin d'Alep est couramment cultivé pour son bois et sa résine et est utilisé dans la construction, la menuiserie, les épices et la médecine traditionnelle (MESBOUA & SAIDI, 2019). Ils jouent également un rôle important dans la stabilisation du sol, la prévention de l'érosion et la création d'un habitat pour la flore et la faune indigènes.

Selon la classification taxonomique, *Pinus halepensis Mill.* fait partie du règne des *Tracheobionta*, de l'embranchement des *Spermaphytes*, du sous-embranchement des *Gymnospermes*, de la classe des *Pinopsida*, de l'ordre des *Coniferales* et de la sous-famille des *Pinoideae*, appartenant au genre *Pinus* (Camus, 1914). Ce genre comprend principalement deux espèces, à savoir *Pinus halepensis Mill.* Et *Pinus brutia Ten* (Lieutaghi, 2004). La classification systématique du pin d'Alep établie par (Farjon 1996) peut être résumée comme suit :

- Règne : Plantae
- Embranchement : Spermaphyta
- Sous-embranchement : Gymnospermae

- **Classe** : Pinopsida
- **Ordre** : Abietales
- **Famille** : Pinaceae (Abietaceae)
- **Sous-famille** : Pinoïdeae
- **Genre** : Pinus
- **Sous-genre** : Eupinus
- **Espèce** : *Pinus halepensis* Mill.

Nom Vernaculaire :

- **Nom Commun** : Pin d'Alep (*pinus helpensis* L.)
- **Nom Arabe** : Sanouber –El-Halabi
- **Nom Berbère** : Thyda, Zomba

I.1 Caractéristique de pin d'Alep (*pinus helpensis* L.)

I.1.1 Caractéristiques botaniques du *Pinus halepensis*

Le *Pinus halepensis*, communément appelé pin d'Alep (*pinus helpensis* L.), est un arbre de la famille des Pinacées.

Les principales caractéristiques botaniques :

1. **Taille et apparence** : Le pin d'Alep (*pinus helpensis* L.), est un arbre de taille moyenne à grande, atteignant généralement entre 15 et 25 mètres de hauteur. Il a un tronc droit et une couronne étalée. Ses branches sont horizontales et se développent de manière régulière (**Blamey, 2000**).
2. **Feuillage (Aiguilles)** : Les aiguilles du pin d'Alep (*pinus helpensis* L.), sont persistantes, ce qui signifie qu'elles restent vertes toute l'année. Elles sont rigides, pointues et mesurent environ 5 à 16 centimètres de long. Elles sont disposées en fascicules de deux (**Blamey, 2000**).

3. **Écorce** : L'écorce du pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), est épaisse et rugueuse, de couleur gris-brun à brun foncé. Elle se fissure avec l'âge, formant des plaques écailleuses (Nahal, 1962) (Boudy, 1952).
4. **Fleurs** : Comme les autres conifères, le pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), produit des fleurs mâles et femelles sur le même arbre. Les fleurs mâles sont de petites structures appelées chatons, tandis que les fleurs femelles sont de petits cônes.
5. **Cônes** : Les cônes du pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), sont relativement petits, mesurant environ 5 à 10 centimètres de long. Ils sont de couleur verte lorsqu'ils sont jeunes, puis deviennent bruns à maturité. Les cônes femelles persistent sur l'arbre pendant plusieurs années. (Nahal, 1962).
6. **Graines** : Les cônes du pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), renferment des graines. Ces graines sont munies d'ailes légères qui leur permettent d'être dispersées par le vent aillées. Les graines conservent leur vitalité au moins deux ans et même plus longtemps, lorsqu'elles restent dans le cône sur l'arbre (Nahal, 1962). Très résistant à la sécheresse (xérophile) (Blamey, 2000).

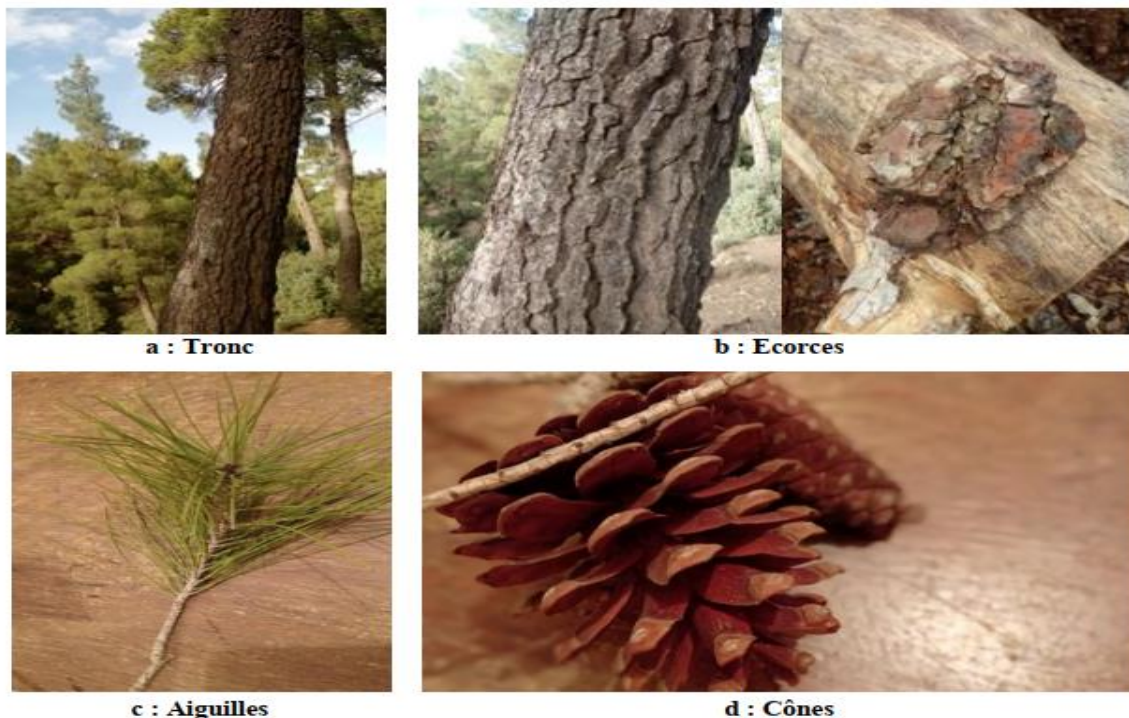


Figure 1 Organes de pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), de la forêt de Béni oudjana (Hani, 2018)

I.1.2 Caractéristiques écologiques du *Pinus halepensis* :

Le *Pinus halepensis*, ou pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), présente plusieurs caractéristiques écologiques importantes.

Les principales caractéristiques écologiques :

1. Adaptation aux environnements méditerranéens

Le pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), est spécialement adapté aux climats méditerranéens caractérisés par des étés chauds et secs, et des hivers doux et pluvieux. Il est capable de tolérer des températures élevées et des périodes prolongées de sécheresse (**Pesson, 1980**).

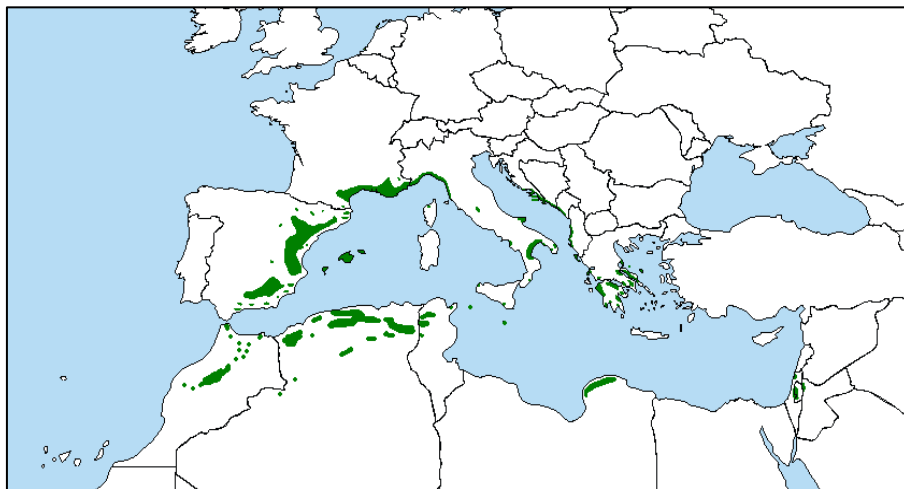


Figure 2 : Aire de répartition du pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), dans la zone méditerranéenne (Biodis, 2014)

2. Résistance à la sécheresse

Le pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), est bien adapté aux régions où les précipitations sont limitées. Il possède des mécanismes spéciaux pour réduire la perte d'eau, tels que des stomates adaptés et des aiguilles recouvertes d'une cuticule épaisse (**Dahmani, 2000**).

3. Rôle dans la prévention de l'érosion

En raison de ses racines robustes et étendues, le pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), joue un rôle essentiel dans la fixation des sols et la prévention de l'érosion. Ses racines profondes aident à maintenir la stabilité des sols et à réduire le risque de glissements de terrain (**Aiteche, 2016**).

4. Régénération après les incendies

Le pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), a une stratégie de régénération adaptée aux incendies fréquents dans les régions méditerranéennes. Ses cônes sont protégés par une résine inflammable, ce qui leur permet de résister aux feux. Après un incendie, les cônes s'ouvrent et libèrent les graines, favorisant ainsi la régénération de la forêt (Letreuch, 1972).

5. Associations écologiques

Le pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), est souvent associé à d'autres espèces végétales méditerranéennes, telles que le chêne vert (*Quercus ilex*) et le genévrier (*Juniperus spp.*). Ces associations végétales créent des écosystèmes diversifiés et fournissent un habitat pour de nombreuses espèces animales (Prévosto, 2010)

I Définition de l'incendie de forêt

Les incendies de forêt sont de grands incendies incontrôlés avec un impact potentiellement dévastateur dans les zones rurales et urbaines (Bernier, 1986). Il peut se propager rapidement, changer le sens de sa propagation, et même "sauter" sur de grandes distances lorsque ses braises et ses étincelles volent pour être emportées par le vent afin d'augmenter sa propagation.(Chevrou, 2020).

II.1 Les facteurs de prédisposition des incendies

II.1.1 Les facteurs naturels

Les incendies de forêt sont un phénomène naturel qui se produit lorsque les conditions météorologiques sont favorables à la combustion des arbres et des plantes. Les facteurs naturels tels que le vent, la température, l'humidité et la sécheresse peuvent tous contribuer à l'apparition et à la propagation des incendies de forêt (Kehila, Boumelit, & Roula, 2012).

a-Le vent

Le vent est l'un des principaux facteurs naturels qui contribuent aux incendies de forêt(Girardin, Flannigan, Tardif, & Bergeron, 2008). Les vents forts peuvent propager rapidement les flammes en soufflant les étincelles et les cendres sur de longues distances. En

outre, le vent peut également dessécher les plantes et les arbres, augmentant ainsi leur inflammabilité (Fellens, 1833).

b-La température

La température est un autre facteur naturel important qui peut contribuer aux incendies de forêt. Les températures élevées peuvent dessécher les plantes et les arbres, Augmentant ainsi leur inflammabilité (**Benderredji & Bouregbi, 2017**). De plus, les températures chaudes peuvent accélérer la décomposition des matières organiques, créant ainsi des conditions idéales pour la combustion.

c-L'humidité

L'humidité est un facteur naturel qui peut aider à prévenir les incendies de forêt. L'humidité élevée peut empêcher les plantes et les arbres de se dessécher, réduisant ainsi leur inflammabilité (**Mahouche & Nait Abdelaziz, 2022**). De plus, l'humidité peut ralentir la propagation des flammes en limitant la quantité d'oxygène disponible pour la combustion.

d-La sécheresse

La sécheresse est un facteur naturel qui peut contribuer à l'apparition et à la propagation des incendies de forêt. Les périodes de sécheresse prolongées peuvent dessécher les plantes et les arbres, augmentant ainsi leur inflammabilité (**MECELEM, 2009**). De plus, la sécheresse peut réduire la quantité d'eau disponible pour lutter contre les incendies de forêt.

II.1.2 Les facteurs humains

Les facteurs humains dans l'incendie des forets

Les changements climatiques sont le principal facteur qui affecte les incendies de forêt, mais les activités humaines peuvent également contribuer à la propagation des feux.

L'utilisation des combustibles fossiles, la déforestation, et la mauvaise gestion des forêts peuvent tous faire partie des facteurs qui contribuent à la propagation des incendies de forêt.

Les causes des incendies

Incendies ont plusieurs causes, qui peuvent être naturelles ou humaines.

Les causes naturelles

Les causes naturelles d'incendies de forêt incluent la foudre, les éruptions volcaniques et les tempêtes de vent (Ciesla, 1997).

La foudre est la cause naturelle la plus fréquente d'incendies de forêt. Les éruptions volcaniques peuvent également causer des incendies en projetant des cendres chaudes dans les forêts environnantes.

Les causes humaines

Les causes humaines d'incendies de forêt sont nombreuses et variées. Les activités agricoles, les feux de camp non surveillés, les mégots de cigarettes jetés par les automobilistes et les pyromanes sont quelques-unes des causes les plus courantes.

Les activités agricoles telles que la culture itinérante et la mise à feu des champs pour nettoyer les terres peuvent facilement dégénérer en incendies incontrôlables. Les feux de camp non surveillés et les mégots de cigarettes jetés par les automobilistes peuvent également provoquer des incendies. Enfin, les pyromanes, qui allument intentionnellement des incendies, sont une cause importante d'incendies de forêt.

III Généralité sur la croissance épique du Pin d'Alep (*pinus helpensis L.*)

La croissance et la productivité du pin d'Alep (*pinus helpensis L.*) peuvent varier considérablement en fonction de divers facteurs environnementaux tels que le sol, le climat et les pratiques de gestion forestière (MEDDOUR, 2012).

III.1 Conditions de croissance

Le pin d'Alep (*pinus helpensis L.*) préfère les sols bien drainés et pauvres en éléments nutritifs, tels que les sols calcaires ou sablonneux. Il peut tolérer des conditions de sécheresse et de chaleur extrêmes, mais une humidité excessive peut causer des problèmes de croissance.

La croissance du pin d'Alep (*pinus helpensis L.*) peut également être influencée par les pratiques de gestion forestière telles que l'élagage et la fertilisation. Des études ont montré que l'élagage régulier peut augmenter la croissance en favorisant la formation de nouvelles branches et en réduisant la concurrence entre les branches existantes.

III.2 La Croissance Épique du Pin d'Alep (*pinus helpensis L.*)

La croissance du Pin d'Alep (*pinus helpensis L.*) est un processus épique qui peut prendre des décennies, voire des siècles. Les jeunes arbres poussent lentement pendant les premières

années de leur vie, mais une fois qu'ils atteignent un certain stade de développement, leur croissance s'accélère.

Environ tous les cinq ans, les pins d'Alep produisent une nouvelle couche de bois qui les rend plus forts et plus résistants aux intempéries. Au fil du temps, cela crée un tronc massif et robuste qui peut vivre jusqu'à plusieurs centaines d'années (**Lenoble, 1923**).

IV. Régénération du pin d'Alep (*pinus helpensis L.*) après l'incendie

Après un incendie, le pin d'Alep (*pinus helpensis L.*) commence à se régénérer rapidement. Les nouvelles pousses peuvent apparaître des quelques semaines après l'incendie, et les arbres matures peuvent produire de nouveaux bourgeons et des racines adventives (**SAHNOUNE & CHIBANE, 2018**).

Cependant, la régénération complète peut prendre plusieurs années, voire des décennies, en fonction de la gravité de l'incendie et de la qualité du sol. Pendant cette période, le pin d'Alep (*pinus helpensis L.*) doit lutter contre les mauvaises herbes et les autres plantes qui cherchent à coloniser l'espace nouvellement libéré par l'incendie

Dans la plupart des cas au fait qu'il reste une grande quantité de graines dans les vieux cônes dispersés sur la couche superficielle du sol, à condition que ceux-ci ne soient pas carbonisés en totalité par le feu.

IV.1 Facteurs contrôlant la régénération naturelle du pin d'Alep (*pinus helpensis L.*)

La capacité du pin d'Alep (*pinus helpensis L.*) à se régénérer naturellement après les incendies dépend de nombreux facteurs, notamment : la densité des arbres survivants, la qualité du sol, le niveau d'humidité de l'atmosphère et l'étendue de l'exposition des arbres au soleil. Radiation (**Jacquet & Cheylan, 2008**).

Ces facteurs peuvent être améliorés pour obtenir les meilleurs résultats dans le processus de régénération naturelle du pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), en nettoyant le sol des arbres brûlés et des sédiments, en plantant de nouveaux arbres dans les zones touchées et en fournissant l'eau nécessaire à la croissance de nouveaux arbres.

IV.2 L'effet de l'environnement sur la régénération naturelle du pin d'Alep (*pinus helpensis L.*)

Les facteurs environnementaux affectent grandement la régénération naturelle du pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), car la température et l'humidité de l'atmosphère affectent la croissance et le renouvellement des arbres.

IV Améliorer les facteurs affectant la régénération naturelle du pin d'Alep (*pinus helpensis L.*)

Les facteurs affectant la régénération naturelle du pin d'Alep (*pinus helpensis L.*) peuvent être grandement améliorés en débarrassant le sol des arbres brûlés et des sédiments, en plantant de nouveaux arbres dans les zones endommagées et en fournissant de l'eau pour la croissance de nouveaux arbres.

V Feux de forêts en Algérie

L'année 2021 a été exceptionnelle. Alors que le monde faisait face à une nouvelle vague du virus Corona, une série d'incendies de forêt se sont déclarés dans différentes parties du monde : Turquie, Grèce, Italie, Russie, États-Unis, Canada, Liban, Algérie...

De très lourdes pertes ont été enregistrées en Algérie, où des incendies de forêt ont détruit plus de 89 000 hectares dans 35 wilayas du pays et un total de 1 186 incendies ont été dénombrés faisant au moins 90 morts, dont 33 militaires, selon les bilans par les autorités locales et le ministère de la Défense.

Le nombre d'incendies dans l'État de Khenchela était quatre fois plus élevé que le nombre total d'incendies enregistrés au niveau national.

Les incendies qui se sont déclarés, dimanche 4 juillet 2021, dans les forêts d'Ain Mimoun à Tamza, avant de se déplacer vers les forêts voisines des communes du Chilia et de Bouhamama, ont détruit environ 1 500 hectares de végétation, essentiellement constituée de pin d'Alep (*pinus helpensis L.*),

VI Bilan de la lutte contre les feux de forêt pour la saison 2021 dans l'Etat de Khenchela

VI.1 La zone d'étude de wilaya de khenchela

La Wilaya de Khenchela est considérée comme l'un des plus grandes wilayas en termes de couvert forestier à l'Algérie, puisqu'il s'étend sur une superficie forestière estimée à 146 303 hectares, soit 15% de sa superficie totale, en plus de 42 000 hectares d'Alfa.

Et distribué cette zone forestière Sur trois massifs forestiers importants se trouvent :

- Beni maloul, d'une superficie de 67 655 hectares.
- Ouled yaakoub, d'une superficie estimée à 27 305 hectares.

- Beni oujana, d'une superficie de 21 666 hectares.
- Reboisement d'une superficie estimée à 29 677 hectares.

VI.2 Présentation sur le bilan de la lutte contre les incendies pour l'année 2021

La campagne de lutte contre les incendies de forêt pour la saison 2021 s'est caractérisée par l'enregistrement d'un très grand bilan par rapport à la campagne 2020, où la Wilaya de Khenchela s'est classée troisième au niveau national après les Wilaya de Tizi Ouzou et de Béjaïa, le gouvernorat forestier ayant enregistré 36 incendies avec une superficie brûlée estimée à 9837,2989 AH, comprenant :

- Forêts : 8301 555 hectares.
- Jungle : 1456,1039 hectares.
- Couvert d'herbe : 08 140 hectares.
- Alfa : 71,50 hectares.

Le 04 juillet 2021, la wilaya de **Khenchela** a enregistré le plus grand incendie qui a détruit une superficie totale estimée à **9511 381 hectares**, soit **97%** de la superficie totale brûlée pendant la campagne...

Le feu n'a été maîtrisé qu'au bout d'une semaine complète, et cela est dû aux conditions climatiques qui prévalaient pendant la campagne, comme une température élevée de plus de 45°C, en plus de vents violents (est, nord-ouest, nord-ouest) en plus de la sécheresse complète des variétés, ainsi que du terrain accidenté. Tous ces facteurs ont contribué de manière significative à l'échec de la maîtrise du feu en temps opportun, avec plus de 22 foyers de feu enregistrés, ce qui a conduit à la propagation rapide du dernier.

VI Comparaison entre le nombre de feux et la superficie brûlée pour la période (2010 à 2021)

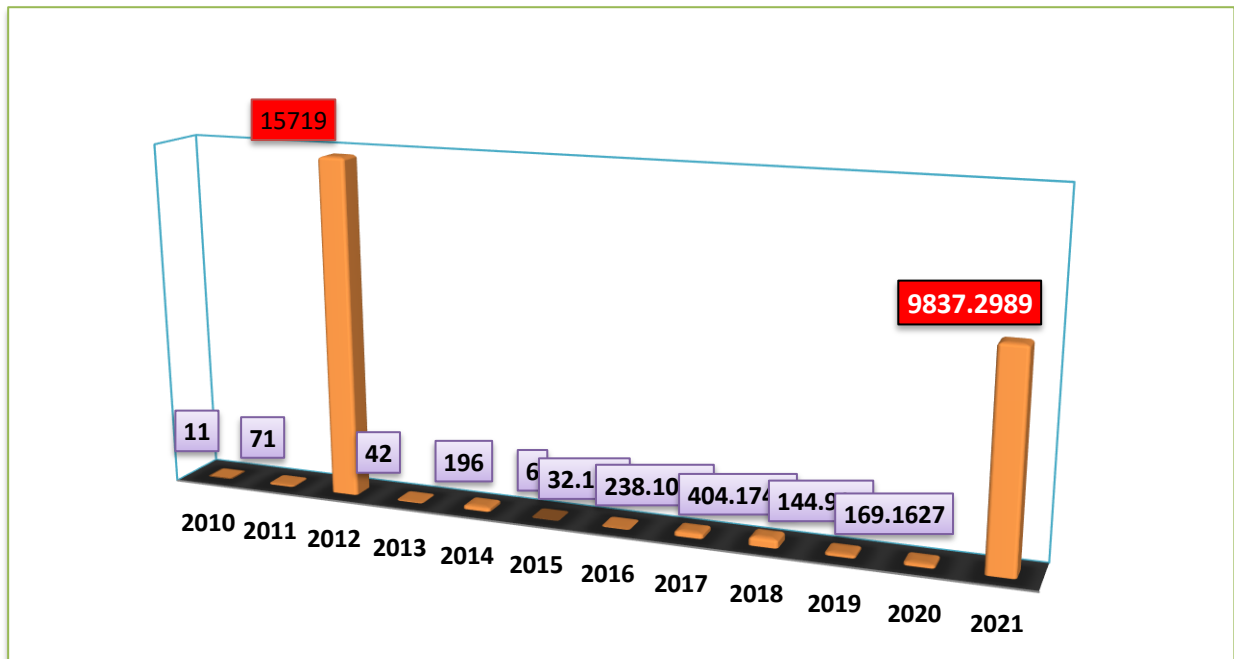


Figure 3 : Zone des feux de 2010 à 2021

Cette figure représente les zones qui ont été exposées aux incendies de 2010 à 2021. Selon les résultats obtenus dans cette figure, aucune année ne s'est écoulée sans incendie, à l'exception de 2012 qui a été marquée par de nombreux incendies et pertes, avec un taux de 15 719 endroits endommagés. Les années suivantes ont également connu des incendies, sans exception, avec des taux très élevés. En revanche, l'année 2021 a établi un nouveau record avec un taux estimé de lieux touchés de 9837,2989, ce qui constitue un grand désastre.

Dans cette figure on estime que l'année 2012 et 2021 a représenté des grands dommages superficiels des incendies à Khenchela.

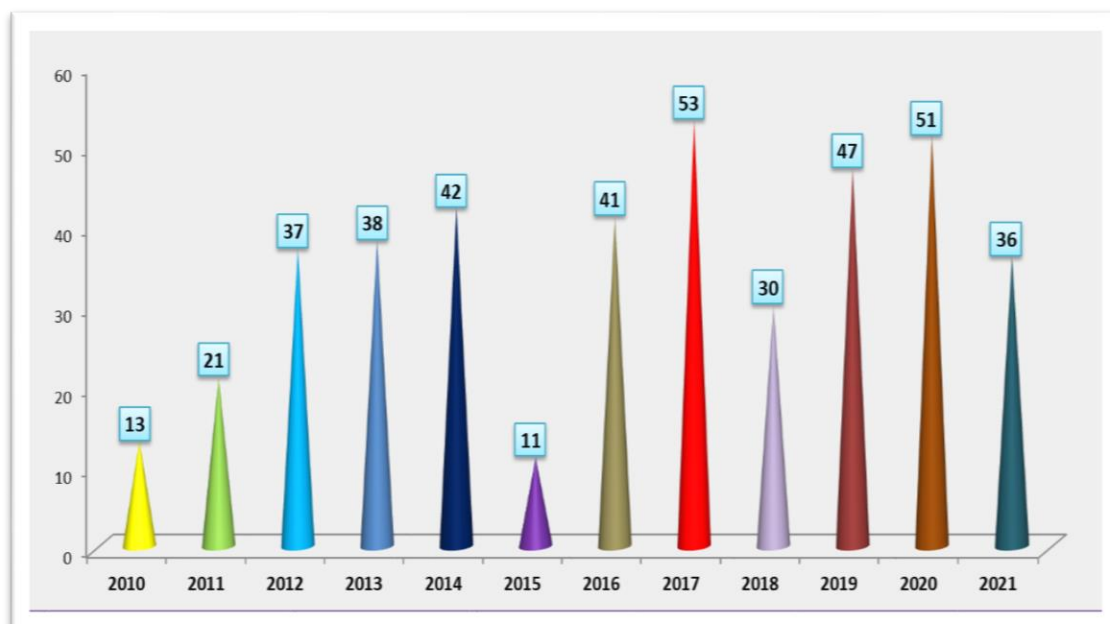


Figure 4 : Nombre d'incendies de l'année (2010 à 2021)

La figure ci-dessus représente le nombre d'incendies pendant les années 2010 à 2021. La première année a connu 13 incendies, et ce chiffre n'a cessé d'augmenter au fil des années. En 2011, il y a eu 21 incendies, puis 37 incendies en 2012. Le nombre d'incendies a ensuite diminué en 2015, mais cette tendance n'a pas duré longtemps. En 2017, le nombre d'incendies a bondi de manière significative, atteignant un taux de 53 incendies par an, ce qui représente le taux le plus élevé des six années précédentes. Parmi les quatre années suivantes (2018, 2019, 2020, 2021), l'année 2020 a été la plus touchée.

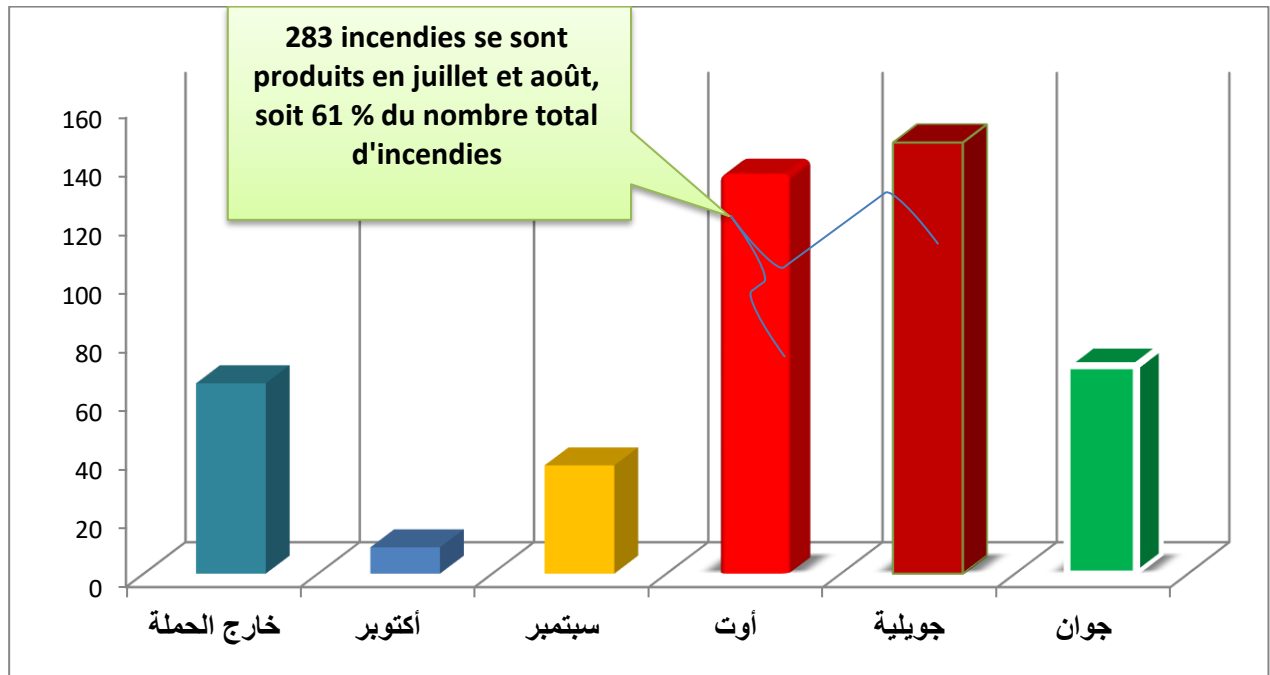


Figure 5 : Nombre d'incendies par mois de l'année (2010 à 2021)

Après avoir analysé le nombre d'incendies par année, nous avons jugé important d'étudier ces données par mois afin de mieux comprendre les raisons de ces incendies. Les mois de septembre et octobre ont enregistré un nombre relativement faible d'incendies. Alors qu'au début de l'été, en juin, le nombre d'incendies a commencé à augmenter progressivement. Il a continué à augmenter jusqu'à atteindre environ 135 incendies en juillet et 155 incendies en août. Ces chiffres élevés pendant les mois estivaux suggèrent une corrélation entre les températures élevées, les conditions sèches et les incendies.

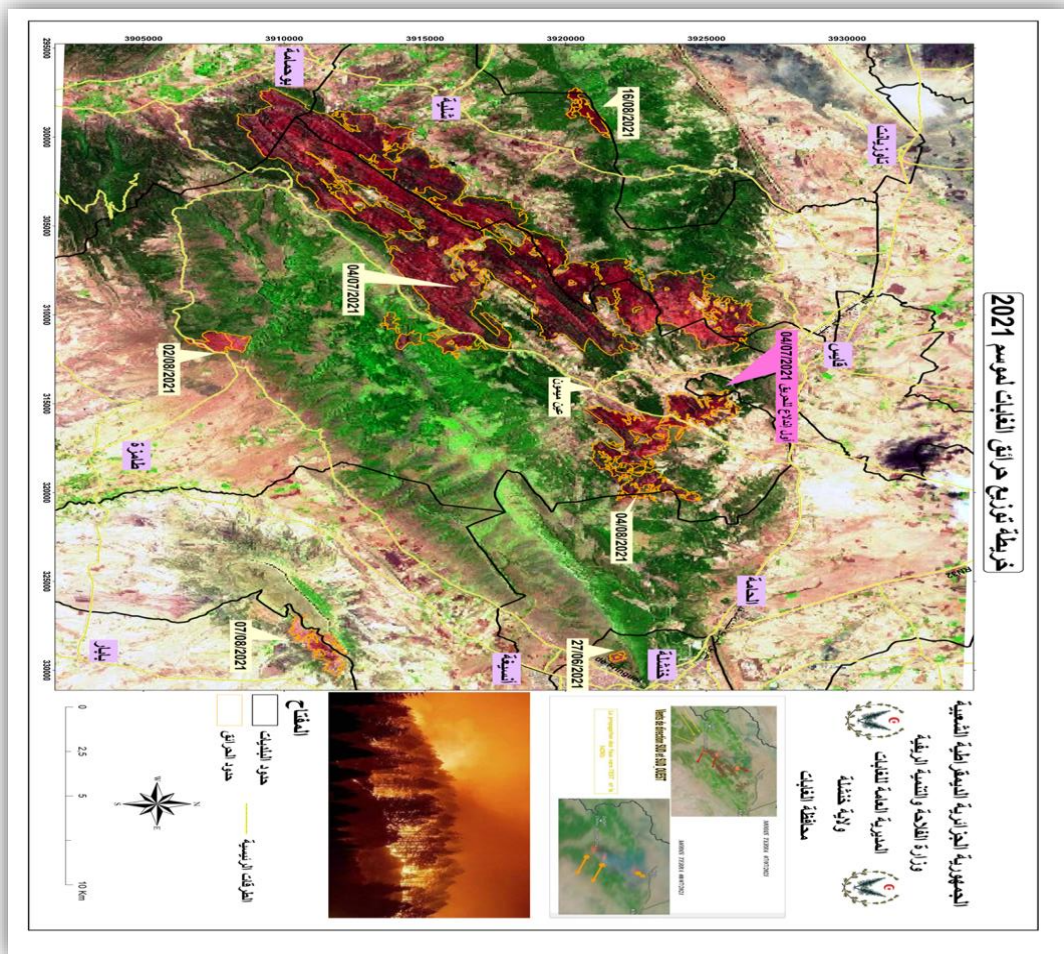


Figure 6 : Carte de répartition des feux de forêt à Khenchela en 2021

En s'appuyant sur la Figure N°2, qui indique qu'en 2021, environ 9837,2989 zones ont été touchées par les incendies, dont la wilaya de Khenchela fait partie, nous souhaitons maintenant examiner la répartition des feux dans les forêts de Khenchela.

Le premier incendie a été signalé le 4 juillet 2021, comme le montre la Figure N°4, où le mois de juillet est le plus exposé aux incendies. Cet incendie initial a touché la forêt d'Ain Mimoun, près de la commune de Kais. Il a ensuite commencé à se propager progressivement, atteignant les forêts des communes avoisinantes, notamment Chélia, Bouhmama, Kais et enfin Tamza.

La question qui se pose est la suivante : pourquoi l'incendie a-t-il commencé spécifiquement dans cette région et comment s'est-il propagé jusqu'à atteindre les zones environnantes ?

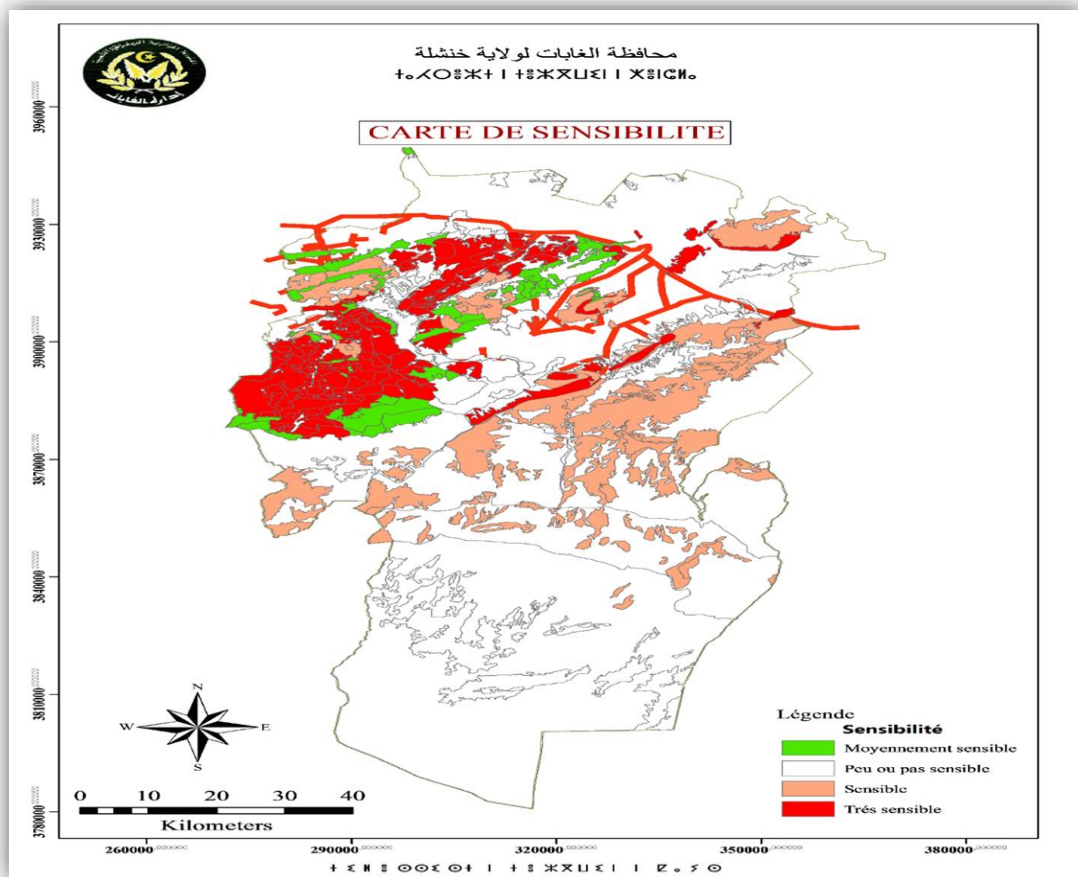


Figure 7 : Classification des forêts selon le degré de sensibilité

La figure présente la classification des forêts en fonction de leur degré de sensibilité aux incendies. En suivant la légende de cette carte, nous constatons que les zones du nord-ouest sont les plus vulnérables et les plus susceptibles de prendre feu, indiquées en rouge. Les zones en orange sont également sensibles, tandis que celles en blanc sont peu ou pas sensibles, c'est-à-dire qu'elles ne présentent pas de facteurs favorables à la survenue d'incendies. Enfin, les zones représentées en vert sont considérées comme moyennement sensibles.

VII Impact des feux de forêt

Les feux de forêt ont un impact significatif sur les écosystèmes forestiers et les communautés humaines qui en dépendent. Les feux de forêt peuvent être causés par des phénomènes naturels tels que la foudre ou par des activités humaines telles que le brûlage de déchets ou les feux de camp mal éteints (**Remana, Ziani, & GHENNAM, 2022**). Voici quelques impacts majeurs des feux de forêt :

1. Perte de végétation et de la biodiversité : Les feux de forêt peuvent détruire des habitats entiers et éliminer des espèces animales et végétales. Les arbres, les plantes et les animaux qui ne peuvent pas fuir les flammes sont souvent tués (**Gauquelin, 2021**).
2. Perturbation des cycles naturels : Les feux de forêt peuvent perturber les cycles naturels de la forêt, tels que le cycle de l'eau et le cycle des nutriments. Les cendres laissées par les feux peuvent également modifier la composition chimique du sol, ce qui peut affecter la croissance des plantes (**Pomel & Salomon, 1998**).
3. Augmentation de l'érosion et des coulées de boue : Les feux de forêt peuvent causer une augmentation de l'érosion et des coulées de boue dans les régions touchées, car la végétation qui maintient le sol en place est détruite. Cela peut entraîner des dommages aux cours d'eau et aux habitats aquatiques (**Pomel & Salomon, 1998**).
4. Pollution de l'air : Les feux de forêt peuvent produire de la fumée et des gaz toxiques qui peuvent causer des problèmes de santé chez les humains et les animaux. L'inhalation de fumée peut causer des problèmes respiratoires tels que l'asthme et les gaz toxiques peuvent causer des problèmes de santé plus graves.
5. Pertes économiques : Les feux de forêt peuvent causer des pertes économiques importantes pour les communautés locales, en détruisant des maisons, des entreprises, des infrastructures et des ressources naturelles. Les coûts de lutte contre les feux de forêt peuvent également être très élevés (**DES FORÊTS, n.d.**)

En somme, les feux de forêt ont des impacts significatifs sur les écosystèmes forestiers et les communautés humaines. Il est important de prendre des mesures pour prévenir les feux de forêt et pour minimiser leurs impacts lorsqu'ils se produisent (**Carmouze, Lucotte, & Boudou, 2001**).

Conclusion

Les incendies de forêt ont des conséquences dévastatrices pour l'environnement et la biodiversité. Ils peuvent également mettre en danger les populations vivant à proximité des zones touchées. Le pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), également connu sous le nom de pin de Jérusalem, est une espèce d'arbre souvent affectée par les incendies de forêt en raison de sa résine inflammable.

Cependant, le pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), est aussi une espèce résiliente, capable de survivre aux incendies de forêt grâce à sa capacité à se régénérer rapidement et à s'adapter aux conditions environnementales changeantes. De plus, le pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), possède des propriétés écologiques importantes telles que la stabilisation des sols, la conservation de la biodiversité et la production de bois de haute qualité.

Il est donc important de prendre des mesures de prévention et de gestion des incendies de forêt pour prévenir leur propagation et minimiser leur impact sur l'environnement et les populations locales. Cela peut inclure des pratiques de gestion durable des forêts, la création de zones tampons et la formation des communautés locales aux techniques d'extinction des incendies de forêt.

***CHAPITRE II* Présentation de la région d'étude**

Introduction

La wilaya de Khenchela se situe dans la partie nord-est du pays et comprend la majeure partie du massif des Aurès à l'ouest et les monts Nmamchas à l'est, qui constituent la continuité géographique de l'Atlas saharien. La superficie de la wilaya est de 9715 km² dont 45% se trouve en zone aride. Les forêts, y compris les terres boisées et l'alfa, représentent 45% de la superficie, à l'exclusion de la région subsaharienne.

La wilaya de Khenchela, avec son important couvert végétal, regroupera plusieurs associations floristiques naturelles, représentant l'une des plus belles forêts d'Algérie.

Elles se répartissent en forêts de production et en forêts d'abri et se répartissent en trois collines principales à savoir : Bni-Imloul, Bni-oudjana et Ouled-Yagoub. Avec le reboisement de Green Dam, le couvert forestier de Wilayaa atteint 127 000 hectares, ce qui équivaut à un taux de récupération de 13 %, légèrement supérieur à la moyenne nationale de 10 %.

I Caractérisation de la zone d'étude

I.1 Présentation de la zone d'étude 1 d'ouled yagoub Tamza

La superficie forestière totale de la wilaya de Khenchela est de 146 303 hectares, soit 15% de couverture au niveau de la wilaya, auxquels s'ajoutent 42 000 hectares de pistes.

La forêt domaniale d'oulad yagoub est l'une des forêts les plus importantes d'Algérie, couvrant une superficie de 27 305 hectares.

Il contient plusieurs variétés végétales principales telles que : *Pinus helpensis* » et « *Cèdres Atlantica* », et des variétés secondaires telles que « *Quercus ilex* », « *Jenuvrier oxycedre* » et « *Jenuvrier phenicier* »

En 1984, le Bureau National d'Etudes Forestières "B.N.E. F" a préparé la Forêt domaniale d'oulad yagoub afin d'évaluer la forêt et de déterminer son rôle et son importance dans la forêt et sur le plan économique. Cette étude a été appliquée en 1988 sur une période de 20 années.

Selon cette étude, la forêt domaniale a été divisée, Awlad Yagoub, en 15 unités économiques, et chaque unité en morceaux, et chaque morceau en sous-coupes.

La forêt domaniale d'oulad yagoub, comme la plupart des forêts algériennes, a été gravement endommagée en raison de plusieurs facteurs, notamment la coupe aléatoire de la forêt, l'érosion des sols, le surpâturage et les incendies, qui ont entraîné la destruction du système forestier et la détérioration de son valeur environnementale.

L'été 2021, et précisément la date du 04 juillet, a été un tournant majeur pour la forêt domaniale, les fils de Jacob, en raison des incendies qui ont affecté la richesse forestière, et ont entraîné une baisse de sa valeur écologique, touristique et économique. , car plus de 9 200 hectares ont été brûlés.

I.2 Milieu d'étude d'ouled yagoub Tamza

I.2.1 Situation géographique et administration

Le massif forestier d'oulad yagoub est situé au sud –ouest de la route de kais-khenchela et au nord–est du massif de Bni-imploul qui fait en quelque sorte barrière entre le désert et le massif de ouled yagoub.

La forêt d'ouled yagoub couvre une superficie de 29661Ha et elle formée essentiellement de Pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), de Cèdre, de Chêne vert, de Genévrier oxycèdre, de Frêne dimorphe, d'Alfa, et de Diss.

I.2.2 Les séries d'études de la zone d'Oulad yagoub Tamza

A. Localisation géographique

L'unité n°07 Ras Tafir est l'entrée principale de la forêt domaniale, oulad yagoub, car elle s'étend sur le versant nord-est de la forêt domaniale, oulad yagoub, entre 952m et 1282m d'altitude. Le domaine couvre une superficie de 3380,67 hectares répartis en 26 parcelles et 63 sous parcelles

Ses coordonnées géographiques sont :

$$X=885.200 \quad X'=893.800$$

$$Y= 243.000 \quad Y'=250.90$$

La zone d'étude est située dans la région d'Ain mimoun, la commune de Tamza, L'arrondissement d'El hamma, au sud de la wilaya de Khenchela, Délimitée :

- **Au Nord** par la route nationale reliant Khenchela et Batna.
- **Au sud**, Mont Aurès.
- **A l'ouest**, l'embouchure du foug elkis par le Qais.
- **À l'est** de la montagne kalaa.

Site administratif forestier :

- Région forestière d'Ain Mimoun
- Comté de Hot Forest.
- Gouvernorat des forêts, Khenchela

B. Hydrographie

Le réseau hydrologique de l'ensemble de la parcelle est circulaire ou affluent. Il existe de nombreuses sources dans la région d'Ouled Yagoub. Ain frengal, Ain Guigel, sont autant de points d'eau, mais malheureusement ils sont de peu d'importance. Seules de petites collines peuvent être utilisées pour réguler les crues de vallées assez violentes telles que O. Bayache et O. Djemri.

C. Etude du milieu naturel

L'étude du milieu naturel est d'une grande importance, afin de connaître l'interaction qui se produit entre les éléments du milieu biotique et abiotique. Cette étude est également comme un aspect important dans le choix de la stratégie optimale de protection de la richesse forestière.

Cette étude porte sur les éléments suivants :

La topographie de la province de Khenchela se distingue du reste des provinces voisines, car elle possède le plus haut sommet montagneux du nord de l'Algérie, et nous entendons par là *Ras Kulthum*, qui s'élève au niveau de la mer de 2382 m, et se situe dans la forêt du Bani Amloul à Bouhamama ; Quant à la forêt domaniale, Awlad Yaqoub, elle est confinée entre 869 m - 2171 m, car elle est située entre deux barrages principaux ; Le premier est situé au nord, à une altitude de 869 m, et le second est situé au sud, atteignant une hauteur de 905 m.

A noter que la pinède d'Alep (*pinus helpensis L.*), est confinée entre les hauteurs de 1000 m et 1400 m ; Quant à la Forêt des Cèdres de l'Atlantique, elle est confinée entre 1400m et 2171m.

D. Géologie et sol de la région

La forêt domaniale d'oulad yagoub est caractérisée par des sols calcaires. Là où la forêt de pins d'Alep (*pinus helpensis L.*), pousse au-dessus de ce sol, ainsi qu'il y a du schiste (sol noir), sur lequel poussent d'immenses pins d'Alep (*pinus helpensis L.*), de plus de 95 cm de diamètre.

De plus, ce sol a la propriété de réduire la vitesse d'inflammation des plantes existantes, car sa profondeur et sa composition déterminent sa capacité à retenir l'eau, notamment en saison estivale sèche, et la profondeur du sol varie d'une forêt à l'autre, donc que l'on trouve des cas de sol d'une profondeur de plus de 15 cm dans des zones avec une pente de moins de 12,5 %.

Chapitre II Présentation de la région d'étude

Cette zone se caractérise également par la présence de sols calcaires rouges avec un faible pourcentage. Quant aux pentes raides, on trouve des sols pauvres et beaucoup de cailloux.

Le flétrissement de la zone est peu développé et cela est le résultat d'un pâturage excessif, des incendies et de l'érosion.

E. Etude climatique

Le climat qui prévaut dans la forêt domaniale, Awlad Yaqoub, est subcontinental, car caractérisé par une forte chaleur en été, qui atteint 40 degrés, et froid en hiver, puisque le froid atteint -2 degrés au niveau de l'Atlantique. Forêt de cèdres ; et atteint cinq degrés au niveau de la pinède d'Alep, de sorte qu'elle appartient à La forêt domaniale d'Awlad Yaqoub fait référence au climat semi-aride en général ; cependant, la forêt de cèdres est considérée comme une zone semi-humide, car plus on monte de 100 m, plus la température baisse de 1 degré Celsius.

E.1 Climat de Ain Mimoun (ALGÉRIE) :

Le climat dominant à Ain Mimoun est un climat de steppe. A n'importe quel période de l'année, les précipitations sont faibles à Ain Mimoun.

La température moyenne à Ain Mimoun est de 12.9 °C. Il tombe en moyenne 375 mm de pluie par an.

E.1.1 Température

L'étude de ce facteur réside dans le rôle de la chaleur dans le développement de la plante

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	3,5	3,9	7,5	11,3	15,4	20,4	24,2	23,3	18,6	14,3	8,1	4,6
Température minimale moyenne (°C)	-0,7	-0,8	2	5,2	8,9	13,2	16,7	16,4	13	9,3	3,8	0,6
Température maximale (°C)	8,8	9,4	13,5	17,6	22	27,2	31,2	30,1	24,9	20,1	13,2	9,6

Tableau 1 : La température moyenne annuelle et moyenne minimale et maximale dans la période de 1999 - 2019

et la vitesse de croissance et son impact Sur l'état dormant de la graine

Précipitation
(mm)

re Décembre
32

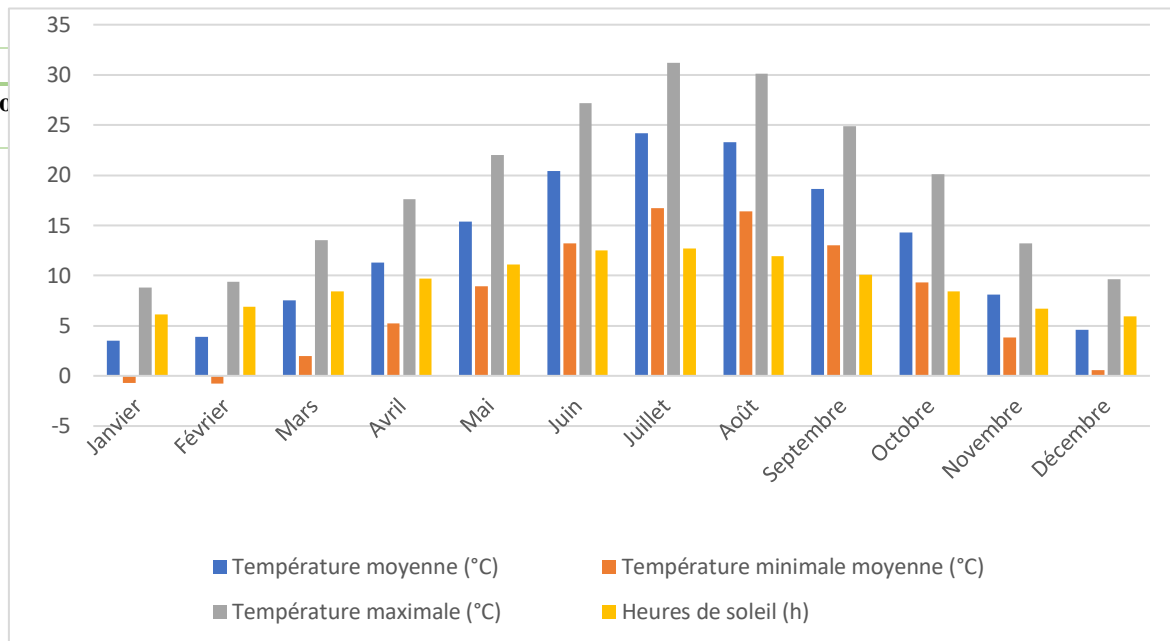


Figure 8 : Graphique de la température moyenne annuelle et moyenne minimale et maximale dans la période de 1999 – 2019

Commentaire et interprétation

Ce graphique représente les variations de température à Ain Mimoun tout au long de l'année. La température moyenne dans cette région varie de 3,5°C en janvier à 24,2°C en juillet, pour redescendre à 4,6°C en décembre. Cela démontre clairement que plus l'été approche, plus il fait chaud. Les résultats pour la température maximale confirment cette tendance, avec une augmentation significative à partir de juin jusqu'en septembre.

Les chiffres suivants illustrent cela de manière plus précise : en juin, la température atteint 27,2°C, en juillet 31,2°C, et en août 30,1°C, pour ensuite commencer à diminuer au début de l'automne avec une moyenne de 24,9°C. Quant à la température minimale moyenne, elle reste modérée depuis le début de l'année jusqu'à la fin, avec une légère augmentation en été.

E.1.2 Précipitations

Les précipitations jouent un rôle crucial dans l'étude climatique car elles sont l'un des principaux éléments qui déterminent le régime hydrologique d'une région. Les précipitations représentent la quantité d'eau qui tombe du ciel sous forme de pluie, de neige, de grêle, de brouillard ou de rosée.

Jours de pluie (jrée)	6	5	6	5	6	4	2	4	5	4	4	5
-----------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tableau 2 : Les précipitation et jours de pluie dans la période de 1999 - 2019

La différence de précipitations entre le mois le plus sec et le mois le plus humide est de 33 mm. Sur l'année. En moyenne, juillet compte le moins de jours de pluie (2,93 jours). Le mois avec le plus de jours de pluie est mars (8,13 jours).

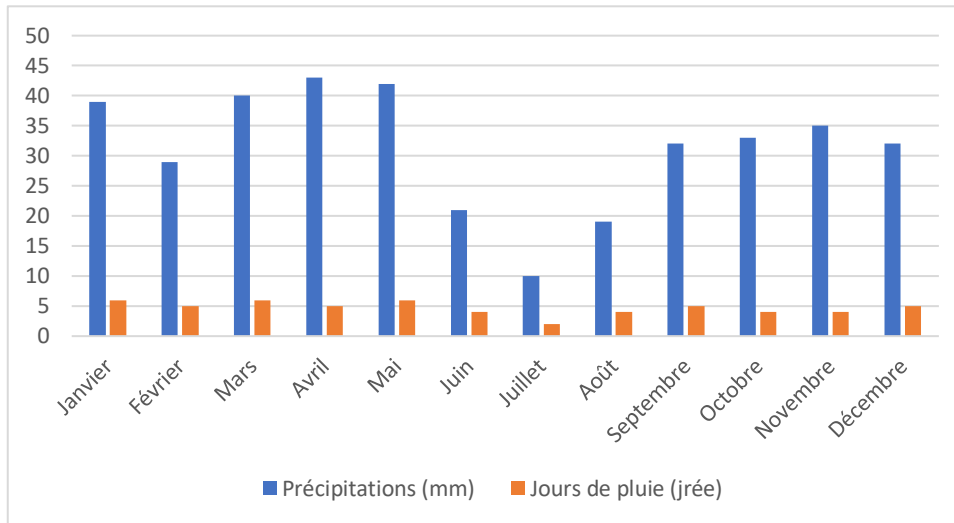


Figure 9 : Graphique de les précipitation et jours de pluie dans la période de 1999 –2019

Commentaire et interprétation

La représentation graphique suivante illustre le taux de précipitations et le nombre de jours de pluie. Il est important de rappeler que le climat de la wilaya de Khenchela est tempéré, avec des hivers froids et des étés chauds et secs.

À partir de ce graphique, nous observons que les précipitations sont présentes tout au long de l'année, en particulier en hiver, au printemps et en automne. En revanche, en été, la quantité de pluie diminue, ce qui explique la fréquence plus élevée des incendies durant cette saison par rapport aux autres.

Les périodes de précipitations peuvent durer de 5 à 6 jours consécutifs en hiver et au printemps, tandis qu'en été, elles sont généralement comprises entre 2 et 4 jours

E.1.3 L'humidité

L'humidité est un paramètre important dans l'étude climatique car elle est étroitement liée à la formation des nuages et à la précipitation. L'humidité, ou la quantité de vapeur d'eau dans l'air, peut être mesurée à l'aide d'instruments tels que des hygromètres.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Humidité (%)	70%	66%	59%	54%	50%	41%	34%	37%	52%	57%	67%	72%

Tableau 3 : Humidité dans la période 1999 – 2019

La valeur la plus basse de l'humidité relative se produit en juillet (33,81%). L'humidité relative est la plus élevée en décembre (71,83%)

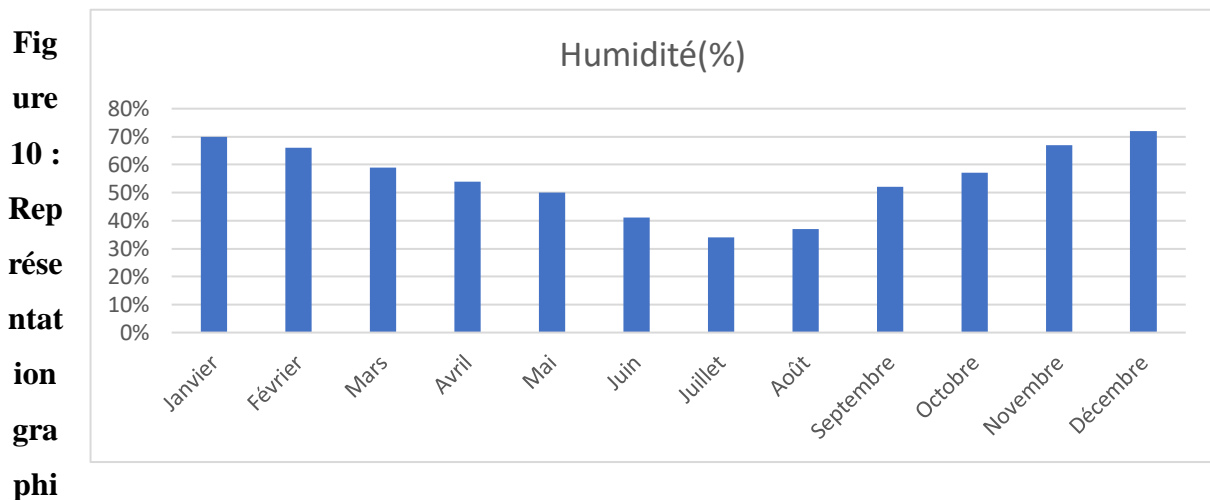


Figure 10 : Représentation graphique de l'humidité (%)

Commentaire et interprétation

D'après le graphique ci-dessus, nous pouvons constater que cette région est caractérisée par un climat très humide, ce qui explique la fréquence de fortes pluies tout au long de l'année, y compris pendant l'été, bien que le taux soit en moyenne plus bas. En effet, le pourcentage de précipitations atteint 41% en juin, 34% en juillet et 37% en août. Il augmente légèrement à l'automne, atteignant 52% en septembre, et continue d'augmenter pour atteindre 72% en décembre.

En ce qui concerne l'hiver, le mois de janvier est particulièrement pluvieux, avec une moyenne d'humidité de 70%. En février, nous observons un taux de 66%, et il en va de même pour mars, avril et mai, où le pourcentage reste généralement aux alentours de 50%.

E.1.4 Diagramme ombrothermique

Chapitre II Présentation de la région d'étude

Une carte ombrothermique, également appelée climatogramme, est un graphique utilisé pour représenter les conditions climatiques d'une région. Il permet de visualiser les changements de température et de précipitations au cours de l'année.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	3,5	3,9	7,5	11,3	15,4	20,4	24,2	23,3	18,6	14,3	8,1	4,6
Précipitations (mm)	39	29	40	43	42	21	10	19	32	33	35	32

Tableau 4 : La température moyenne et les précipitations annuelle de ain mamoun

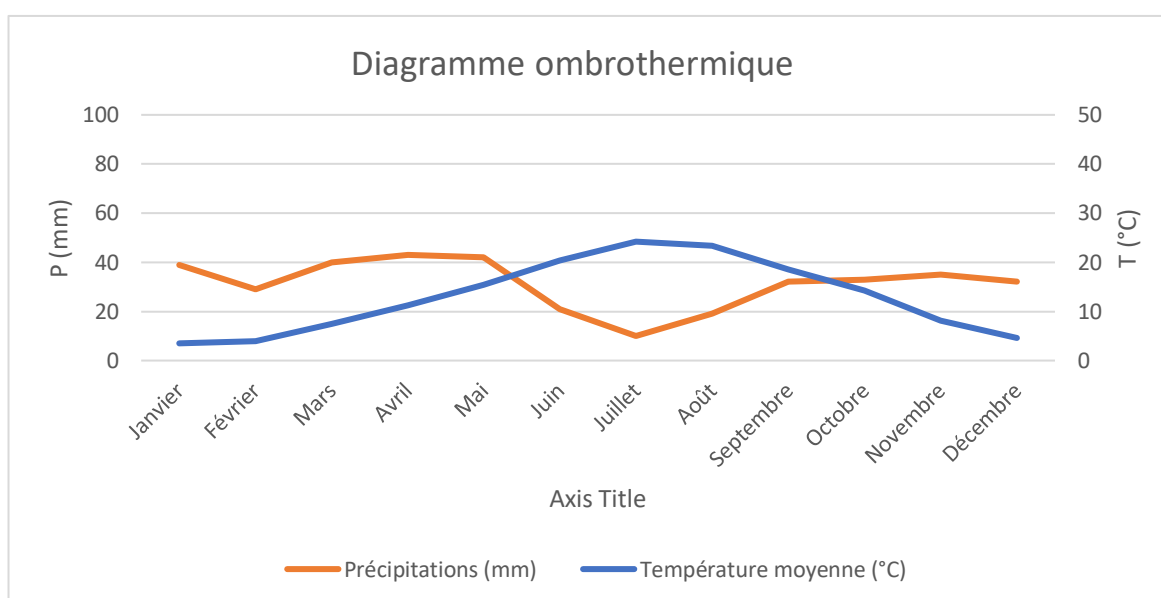


Figure 11 : Diagramme ombrothermique de ain maimoun dans la période 1999 – 2019

Commentaire et interprétation :

Le diagramme suivant représente un graphique ombrothermique linéaire, où nous analysons les températures et les précipitations de la zone d'Ain Mimoun tout au long de l'année. Nous constatons que la région présente un climat tempéré, avec des températures basses en hiver (4,6°C en décembre, 3,5°C en janvier, 3,9°C en février) et au printemps (7,5°C en mars, 11,3°C en avril, 15,4°C). Les précipitations sont également abondantes, atteignant 39 mm en

Chapitre II Présentation de la région d'étude

hiver et 42 mm au printemps. Elles commencent à diminuer pendant les mois d'été, atteignant un maximum de 19 mm, puis augmentent à nouveau pendant l'automne.

- M : moyenne des maxima (températures maximales journalières) du mois le plus chaud, en (°C)
- m : moyenne des minima (températures minimales journalières) du mois le plus frais, en (°C)
- P : cumul pluviométrique annuel, en millimètres

E.1.5 Climagramme d'Emberger de Ain Maimoun

Le quotient pluviothermique d'Emberger est donné par la formule suivante :

$$Q = \frac{100P}{2 \left(\frac{M+m}{2} \right) (M - m)}$$

Avec :

- Q : quotient pluviométrique d'Emberger
- M : moyenne des maxima (températures maximales journalières) du mois le plus chaud, en (°C)
- m : moyenne des minima (températures minimales journalières) du mois le plus frais, en (°C)
- P : cumul pluviométrique annuel, en millimètres

Kelvin (K) est égale la température T en plus 273,15 :

$$T(K) = T(^{\circ}C) + 273,15$$

Zone	P (mm)	M (K)	m (K)	Quotient
AIN MAIMOUNE	375	304,35	272,45	40,8

M = 31.2 (°C)

Et m = -0.7 (°C)

Tableau 5 : Calcule de le climagramme d'Emberger a ain mimoun

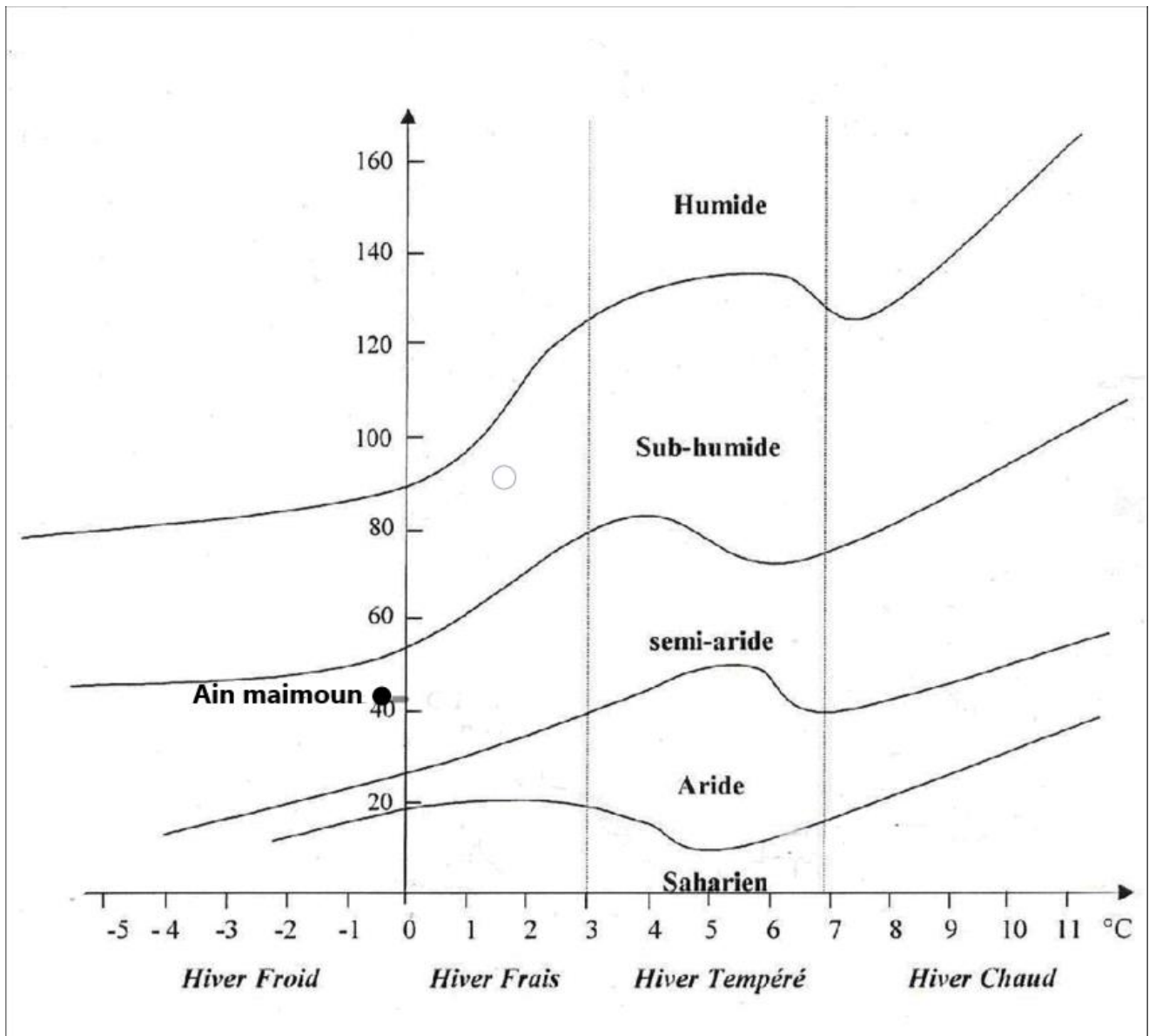


Figure 12 : Situation bioclimatique de Ain Maimoun sur le climagramme d'Emberger extrait de Long (1974).

Commentaire et interprétation :

Chaque zone est caractérisée par un climat, bien qu'ils appartiennent à la même, mais ils diffèrent selon la température, les précipitations et l'intensité de l'humidité. Ces résultats placent Ain Maimoun dans l'étage bioclimatique semi-aride 40,8 à hiver froid -0,7.

II. Présentation de la zone d'étude 2 Chilia Kais

La forêt domaniale de Beni-oudjana est une forêt située dans la région de Khenchela en Algérie. Qui s'étend sur une superficie totale de 43.800 hectares. Elle est classée forêt domaniale, c'est-à-dire qu'elle appartient à l'État algérien et est gérée par l'Office national des forêts (ONF).

La forêt de Beni-oudjana est connue pour sa grande biodiversité, avec une variété d'arbres, d'oiseaux et d'animaux sauvages. La zone est également importante en tant que source de bois et de protection de la qualité de l'eau. En plus de sa valeur écologique, la forêt nationale de Beni-oudjana offre également des possibilités d'activités récréatives telles que la randonnée, le camping et la chasse. Cependant, il est important de noter que l'accès aux forêts peut être réglementé en raison de la nécessité de protéger les écosystèmes fragiles et de lutter contre la déforestation et les incendies de forêt.

En 1984, les recherches du BNEF sur la gestion forestière dans la forêt de Beni-oudjana ont été en partie utilisées

Cette étude réalisée sur une superficie de 40.000 hectares a abouti à la subdivision du massif de Beni-oudjana et ouled yagoub à (15 Séries) dont la série Tgatoust (Série12)

La série Tgatoust s'étend sur une superficie de 3 174,94 hectares répartis en 25 parcelles et 162 sous-parcelles regroupant les cantons suivants :

- Canton Kef Tgatoust composé de 05 parcelles.
- Canton Djouf nega composé de 07 parcelles.
- Canton Oued kibess composé de 07 parcelles.
- Canton Oued Habib composé de 06 parcelles.

II.1 Situation administrative et forestière

Administrativement la série Tgatoust qui se situe à 34 km du chef-lieu de la wilaya de Khenchela est gérée par la Commune de Chélia, Daïra de Bouhmama, Wilaya de Khenchela.

Gestion forestière de la série Tgatoust est gérée par :

- Conservation des forêts de la Wilaya de Khenchela.
- Circonscription des forêts Kais.

Chapitre II Présentation de la région d'étude

- District des forêts Chélia.
- Triage de Kef Tgatoust.

La série est localisée entre :

Longitude 006,819945° et 006,918094°

Et D'une

Latitude du Nord entre 35,417154° et 35,473908°,

Est limité par :

- Au Nord par la route goudronnée CW172,
- A l'Ouest par la forêt domaniale Remila, commune Kais,
- Au Sud par la forêt domaniale Ouled yagoub, commune Tamza,
- A l'Est par canton Boulaghmane, commune de Taouzient.

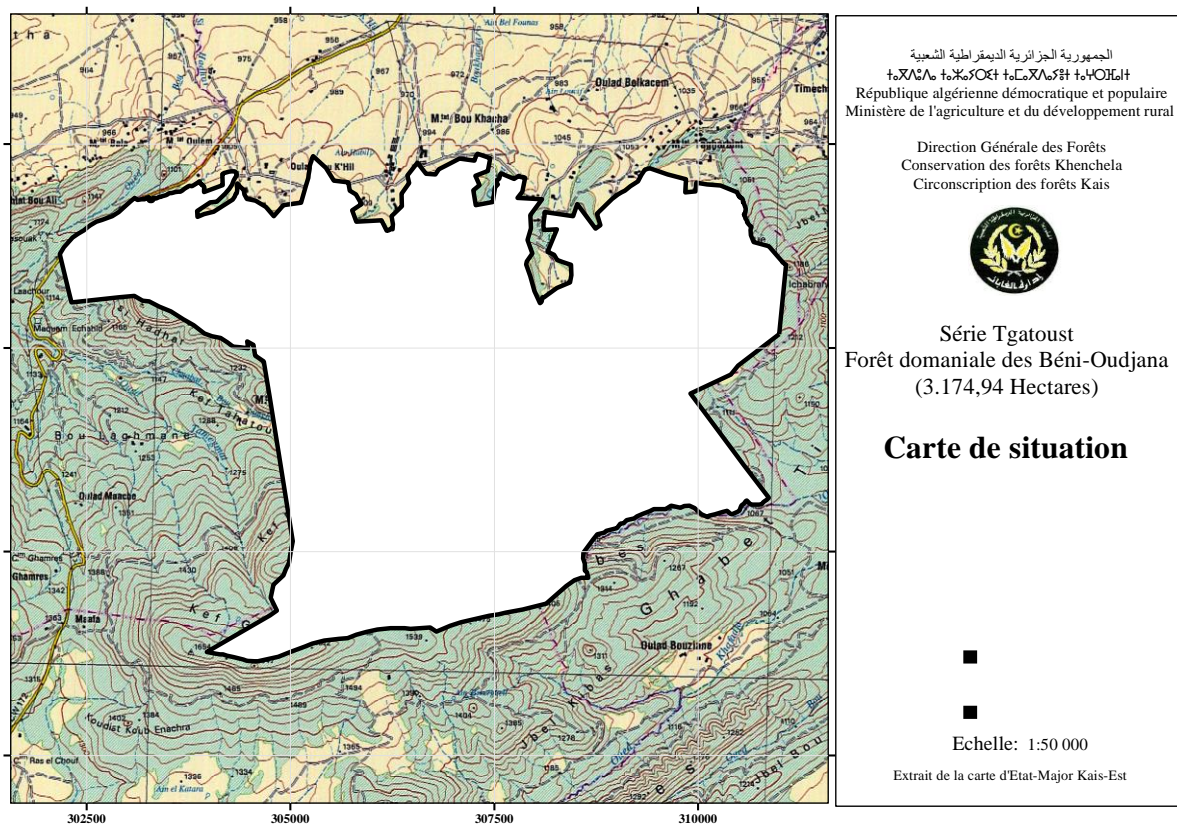


Figure 13 : Cartes de situation de série tgatoust.

II.2 Géologie et pédologie

II.2.1 Structure géologique

Le fait que les reliefs de Beni-oudjana soient généralement caractérisés par des montagnes et orientés est-ouest souligne déjà l'importance de la division de l'exposition nord-sud, de sorte que l'altitude et l'exposition sont les principaux facteurs écologiques affectant les différentes morphologies de sa végétation et sa biomasse brute. Potentiel de production de matériaux.

II.2.2 Pédologie et Erosion

Les sols de la forêt des Béni-oudjana sont calcimorphes à différents stades d'évolution ou de la dégradation, Les sols les plus fréquents sont des rendzines passant sur les marnes aux sols bruns calcaires.

Généralement les sols sont superficiels, la profondeur en moyenne est inférieure à 20 cm sauf dans les terrains plats et les vallées, et si le sol proprement dit ne dépasse pas 30 cm au-dessus de la roche mère, tout reboisement est à déconseiller.

L'érosion est forte par endroits, par suite de l'absence du couvert végétal et d'humus, ce qui expose le sol directement à l'impact des gouttes de pluies.

II.2.3 Altimétrie

Le traitement du model numérique de terrain (MNT) et des images satellitaires, ainsi que les logiciels de cartographies ArcGis 10.2.2 et Global Mapper¹⁷, nous ont permis d'une carte d'altimétrie.

Le relief est constitué par une chaîne montagneuse formée de plis parallèles orientés du Sud-Ouest vers le Nord-Est avec des expositions dominantes, un versant Sud-Est et un versant Nord-Ouest avec une des altitudes de 1012 mètres à 1636 mètres.

Les altitudes sont variées et croisent des limites extérieures, Nord et Sud, vers l'intérieur de la série pour converger sur les lignes de crêtes formées par les sommets disposés d'une manière beaucoup plus alignée, la carte altimétrique fait ressortir la répartition suivante :

- 11,65% des terres sont situées dans les hauts piémonts avec une altitude comprise de 1500 à 1636 mètres.

Chapitre II Présentation de la région d'étude

- 14,54% des terrains sont localisés dans les bas piémonts avec une altitude comprise de 1012 à 1100 mètres.

Les plus hautes altitudes du canton s'élèvent aux sommets de Ras Aghrou à 1518 m, Boulzera à 1582 m, Ich oufertatou à 1440 m, Kef Sihader à 1342 m et Kef-Bouyazra à 1492 m.

Altitude	Superficie (Ha)	Taux (%)
1012 1100	461,61	14,54%
1100 1150	564,92	17,80%
1150 1200	585,77	18,46%
1200 1250	319,15	10,06%
1250 1300	259,52	8,18%
1300 1350	266,45	8,40%
1350 1400	199,63	6,29%
1400 1450	147,05	4,63%
1450 1500	162,81	5,13%
1500 1636	206,96	6,52%

Tableau 6 : Allométrie de zone tagtoust

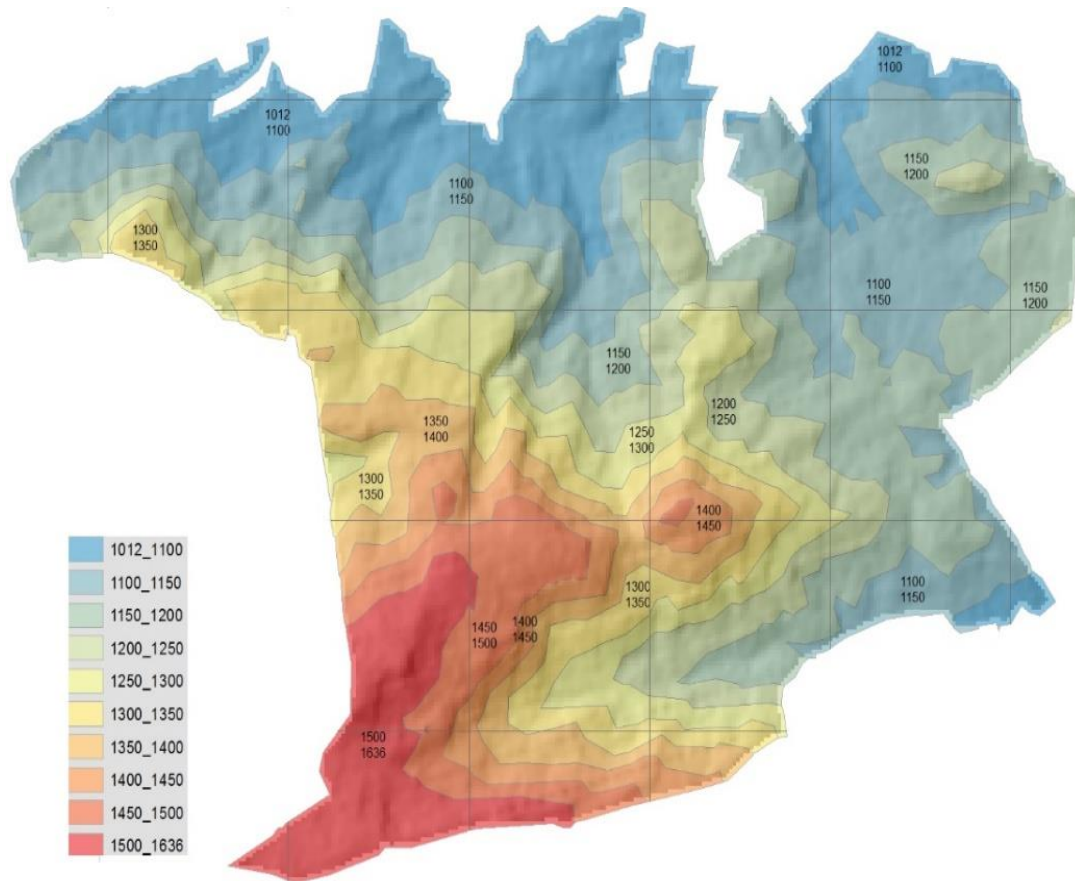


Figure 14 : Carte d'allométrie de zone tagtoust

II.2.4 Exposition à versants

L'exposition est une variable très importante dans les zones où la topographie et l'altitude sont des facteurs majeurs. Il joue un rôle dans la distribution des plantes. Parce qu'il affecte les heures d'ensoleillement et la demande en eau du climat, c'est-à-dire la quantité d'évaporation.

L'exposition est subdivisée en huit (08) directions principales et la neuvième sera réservée aux sous-parcelles ayant des expositions variables, les principales expositions ou versants sont :

Exposition	Superficie (Ha)	Taux (%)
Plat	0,81	0,03%
Nord	486,77	15,34%
Nord-Est	557,69	17,57%
Est	332,03	10,46%
Sud-Est	351,22	11,07%
Sud	201,47	6,35%
Sud-Ouest	128,17	4,04%
Ouest	204,68	6,45%
Nord-Ouest	461,96	14,56%

Tableau 7: L'exposition en pente de la zone tगतoust

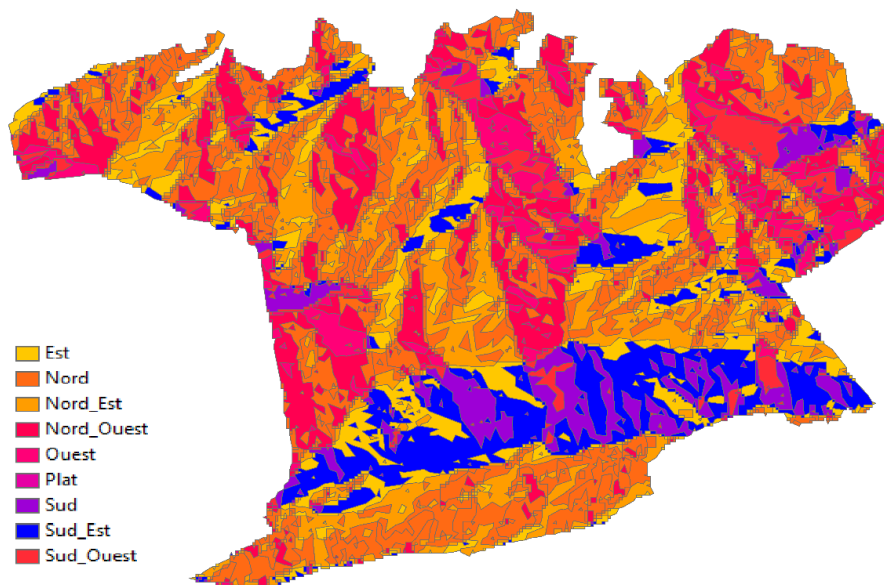


Figure 15 : L'exposition en pente de la zone tगतoust

II.2.5 Pente

La classe de pente indique la pente du terrain sur lequel se trouvent la plupart des peuplements. La Série Tgatoust est située sur un terrain légèrement accidenté avec des vallées profondes et se compose principalement de calcaire et de matrice marno-calcaire.

Les classes de pente sont générées à partir d'un modèle numérique regroupant en quatre classes les inclinaisons de terrain :

Classes de pente	Inclinaison	Superficie (Ha)	Taux (%)
0-7 %	Faible	811,23	25,58%
7-12,5 %	Moyenne	1143,52	36,05%
12,5-25 %	Modérée	1123,17	35,41%
> 25 %	Forte	93,80	2,96%

Tableau 8 : Les classes de pente de zone tgatoust

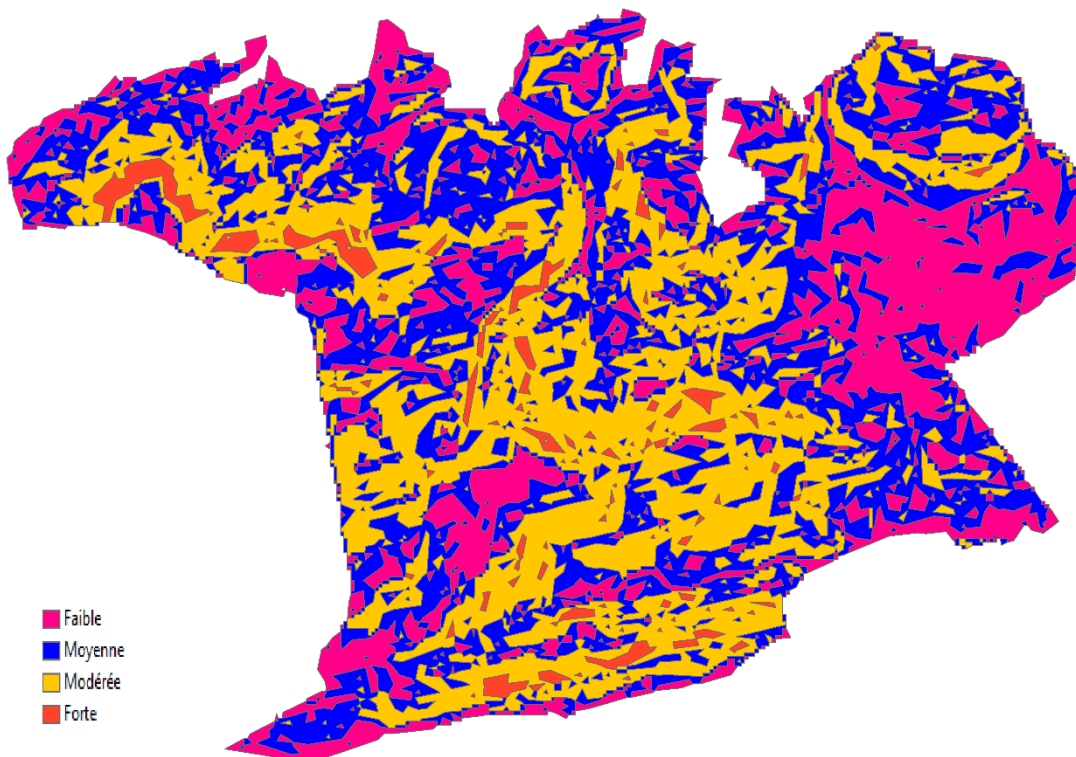


Figure 16 : Les classes de pente de zone tgatoust

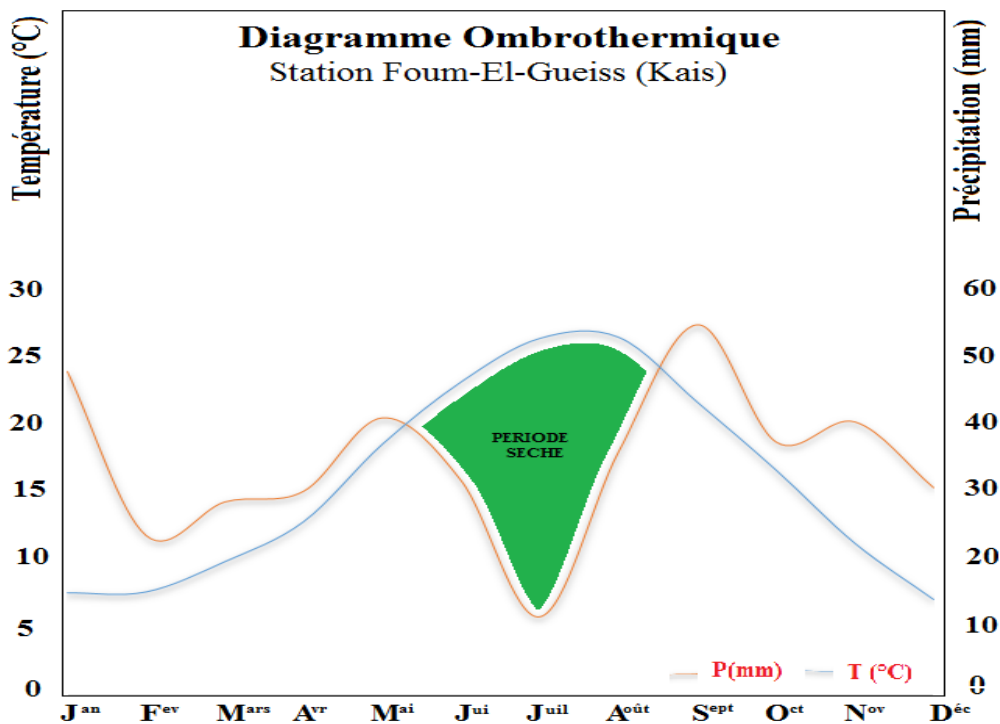
II.3 Étude climatologique de série Tgatoust

Le climat de la forêt des Béni-oudjana relève du régime méditerranéen à deux saisons bien distinguées, une saison de pluie et une saison sèche.

La série Tgatoust est située dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver froid, qui se caractérise par :

- Une pluviométrie moyenne annuelle de 460 mm/an.
- Une température moyenne annuelle de 16°C des minimas de moins 7,8°C et maximas

de



41,1°C.

Figure 17 : Diagramme ombrothermique kais

Selon la carte ombrothermique de la zone d'étude, la saison sèche est d'environ quatre (04) mois. Mais cette durée varie avec l'altitude et l'exposition, avec des temps plus courts et plus tardifs à des altitudes plus élevées et des temps plus précoces et plus longs sur les versants sud que sur les versants nord. La zone est caractérisée par une moyenne de 28,5 jours de gel par an, avec une fréquence marquée, de décembre à mars (25,5 jours), avec des vents faibles à modérés oscillant entre 12 et 18 km/h.

III Climat de Khenchela La beauté sauvage de l'Algérie

Le climat de Khenchela est caractérisé par des étés chauds et secs, et des hivers froids et pluvieux. La région est située dans le nord-est de l'Algérie, à une altitude de plus de 1 000 mètres (Mariama, n.d.).

Khenchela a beaucoup de climats différents :

Classification	Exemples
Climats froids semi-arides	Djellal, El Amra, Ech-Chouhada, Taberdga
Climat méditerranéen chaud et estival	Khenchela, M'sara, Bouhmama,
Climat méditerranéen chaud-été	Yabous, Ain Mimoun, Ouled Azzedine
Climat chaud du désert	Ait Bouyahmed, Oualdja, Seiar
Climats froids du désert	Chabla, Khirane,

III.1 Climat d'été

Pendant les mois d'été, le climat de Khenchela est chaud et sec, avec des températures pouvant atteindre 40°C. Les précipitations sont rares, ce qui peut causer des problèmes de sécheresse dans la région (Guettala, 2009).

III.2 Climat d'hiver

Pendant les mois d'hiver, le climat de Khenchela est froid et pluvieux, avec des températures pouvant descendre jusqu'à -5°C. Les précipitations sont abondantes, ce qui peut causer des inondations dans la région.

Conclusion

La région de Khenchela est située dans l'est de l'Algérie et se caractérise par un climat semi-aride à aride. Les étés sont chauds et secs, avec des températures moyennes maximales qui peuvent dépasser 35°C. Les hivers sont frais à froids, avec des températures moyennes minimales qui peuvent descendre en dessous de 0°C. Les précipitations sont généralement faibles et concentrées sur les mois d'hiver.

Les forêts de Khenchela sont soumises à des pressions croissantes, notamment la déforestation, l'exploitation forestière illégale, les incendies de forêt et le changement climatique. Ces pressions menacent la durabilité des forêts et les services écosystémiques qu'elles fournissent.

Chapitre III Résultats et discussion

I Matériels et méthode

a. Matériels

Ruban à mesurer

GPS

a. Méthode d'échantillonnage

L'air minimale : la surface minimale sur laquelle on trouve le nombre maximal d'espèce.

Nous avons pris une superficie de 25 mètres carrés de chaque parcelle définitive, et nous avons calculé le nombre de buissons de pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), naturellement régénérés.

II Résultats et discussion

Sur les 13 parcelles nous avons trouvé les résultats illustrés dans la **figure 18**, où la plus grande valeur de 203 sur la parcelle 9 d'une altitude de 1115m et exposition Nord-Est, la plus petite valeur est de 0 nouveaux pousses est au niveau de la parcelle 11 d'une altitude de 1300m et exposition Nord.

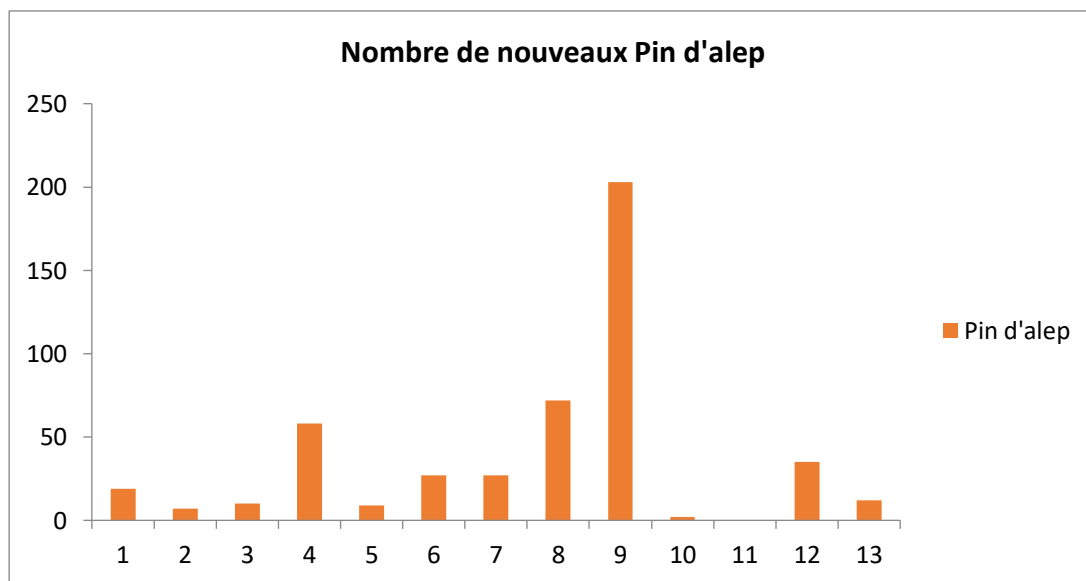


Figure 18 : Nombre de nouveaux pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), régénérés dans la forêt de kenchela



Figure 19 : Pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), régénéré dans la forêt de Khenchela mai 2023

III Statistiques descriptives

Le tableau ci-dessous (9) résume les paramètres statistiques de la régénération au niveau de différentes parcelles dans la forêt de Khenchela

Nous avons fait 13 observations dans différentes parcelles. Notre travail a comporté une moyenne de 6,692 observations par site avec un minimum de 1 et un maximum de 16.

Dans 13 parcelles différentes, nous avons trouvé plusieurs buissons de pins d'Alep à plusieurs altitudes au-dessus du niveau de la mer, à une altitude moyenne de 1179,615 m, un maximum de 1350 m et un minimum de 1070 m, avec une différence d'exposition pour chaque site, ce qui a conduit à une différence dans le renouvellement naturel du pin d'Alep (*pinus helpensis L.*).

Où nous avons une régénération naturelle avec une moyenne de 37 pins d'Alep et un maximum de 203 arbres

Tout cela en enregistrant plusieurs mesures de la hauteur des arbres régénéré naturelle de pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), à raison de 14,615 cm et 25 cm dans des zones qui n'ont pas encore connu d'opérations de défrichage pour la forêt brûlée.

En plus de noter plusieurs nouveaux buissons de pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), renouvellement naturel, avec une hauteur moyenne de 3,077 cm et un maximum de 5 cm.

Remarque : nous avons observé que la purification du sol des impuretés avait un impact significatif sur le renouvellement des bourgeons, contrairement au sol qui n'était pas désinfecté.

Variable	Observations	données ma	données ma	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Parcelle	13	0	13	1.000	16.000	6.692	4.029
Pin d'alep	13	0	13	0.000	203.000	37.000	54.300
Altitude (m)	13	0	13	1070.000	1350.000	1179.615	102.173
Hauteur Max	13	0	13	0.000	25.000	14.615	9.260
Hauteur Min	13	0	13	0.000	5.000	3.077	1.382

Tableau 9 : Statistiques descriptives de dénombrement des plantules du pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), dans les 13 parcelle considérée

D'après le tableau (9) parmi les 13 parcelles, il a été enregistré un minimum de 1 Et un maximum de 16 marquant ainsi une moyenne de $6,692 \pm 4,029$, pour le paramètre nombre d'arbres de pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), existant dans les sites examinés, les valeurs oscillent entre 0, valeur de la parcelle 10 Et 203 arbres dans la parcelle 9 avec une moyenne de $37 \pm 54,3$. l'altitude de la région passe de 1070m, dans la parcelle 8 à 1350m dans la parcelle 6, enfin pour les hauteurs maximales et minimales des arbres, il a été constaté que la hauteur maximale a été de 25cm et enregistrée dans la parcelle 4 Alors que celle minimale qu'est de 5cm a été trouver dans la parcelle 5 Notant également qu'il y a des parcelles où nous n'avant pas trouver ce genre d'arbre ce qui explique les valeurs minimales de 0m.

Matrice de corrélation (Pearson (n)) :

Le tableau (10) présente les différentes corrélations entre les variables deux a deux, le coefficient de corrélation significatif.

La Hauteur maximum est positivement corrélée avec le nombre de nouvelles plantes du pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), avec un coefficient de corrélation ($r=+0.60$).

L'altitude est négativement corrélée avec la hauteur minimum des nouvelles plantes du pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), avec un coefficient de corrélation ($r=-0.62$).

Variables	Parcelle	Pin d'alep	Altitude (m)	Hauteur Maximum	Hauteur Minimum
Parcelle	1	-0.191	0.240	0.307	0.274
Pin d'alep	-0.191	1	-0.281	0.607	0.103
Altitude (m)	0.240	-0.281	1	-0.216	-0.622
Hauteur Max	0.307	0.607	-0.216	1	0.432
Hauteur Min	0.274	0.103	-0.622	0.432	1

Tableau 10 : Le coefficient de corrélation

Analyse en Composantes Principales :

L'analyse du tableau (11) et de la figure (20), des valeurs propres nous a permis de choisir uniquement l'axe factoriel 1,2 et 3 du fait qu'ils représentent 96.40% de la variance totale, le reste des facteurs (F4, F5, F6 ...) représentent seulement 5.60% de la variance totale.

Tableau 11 : Valeurs propres et contribution à la variance totale.

	F1	F2	F3	F4	F5
Valeur propre	2.146	1.325	1.110	0.238	0.180
Variabilité (%)	42.923	26.502	22.210	4.766	3.599
% cumulé	42.923	69.425	91.635	96.401	100.000

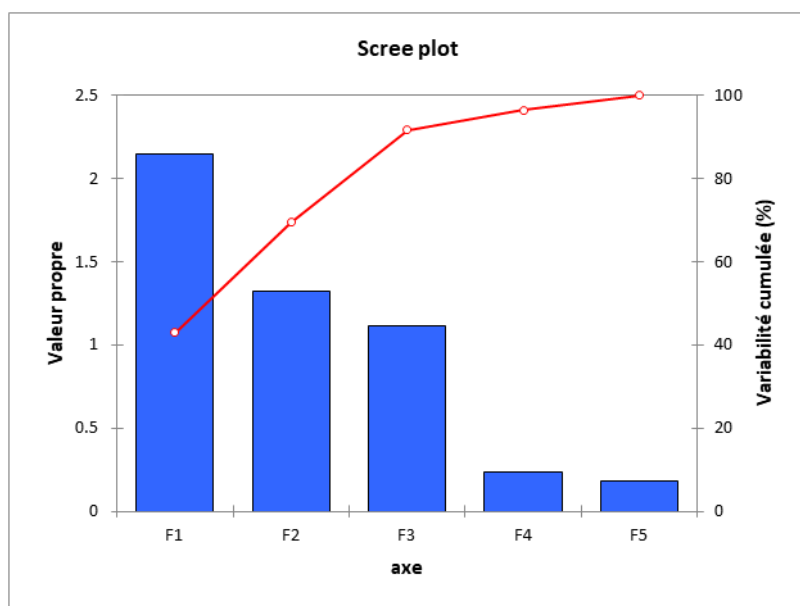


Figure 20 : Représentation graphique des valeurs propres des facteurs

Vecteurs propres :

	F1	F2	F3	F4	F5
Parcelle	0.100	0.826	0.028	-0.552	-0.044
Pin d'alep	0.436	-0.323	0.584	-0.410	0.444
Altitude (m)	-0.474	0.353	0.491	0.430	0.474
Hauteur Max	0.546	0.216	0.425	0.483	-0.492
Hauteur Min	0.527	0.205	-0.487	0.332	0.578

Tableau 1 : vecteurs propres

Coordonnées des variables :

	F1	F2	F3	F4	F5
Parcelle	0.147	0.951	0.030	-0.269	-0.019
Pin d'alep	0.639	-0.372	0.615	-0.200	0.188
Altitude (m)	-0.695	0.406	0.517	0.210	0.201
Hauteur Max	0.799	0.248	0.448	0.236	-0.209
Hauteur Min	0.771	0.236	-0.513	0.162	0.245

Tableau 132 : les Coordonnées des variables

Analyse statistique en composants principales :

L'étude statistique par l'analyse en composants principales (ACP) illustré sur le tableau de 05 variables de 13 observations.

Le pourcentage de la variation est de 42,923% pour l'axe F1 est de 26,502 pour l'axe F2 est 22,210 pour l'axe F3

Le premier axe (F1) oppose le nombre de nouvelles pousses du pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), à l'altitude donc le premier traduit l'influence de l'altitude sur régénération du pin d'Alep (*pinus helpensis L.*),

Le deuxième axe factoriel (F2) opposition de la hauteur maximum et minimum et les parcelles avec le nombre de pin d'Alep (*pinus helpensis L.*), régénérer donc cet axe traduit la situation géographique donc l'exposition des différentes parcelles.

Le troisième axe factorielle (F3) le facteur de l'insuffisante des conditions de régénération du pin d'Alep (*pinus helpensis L.*).

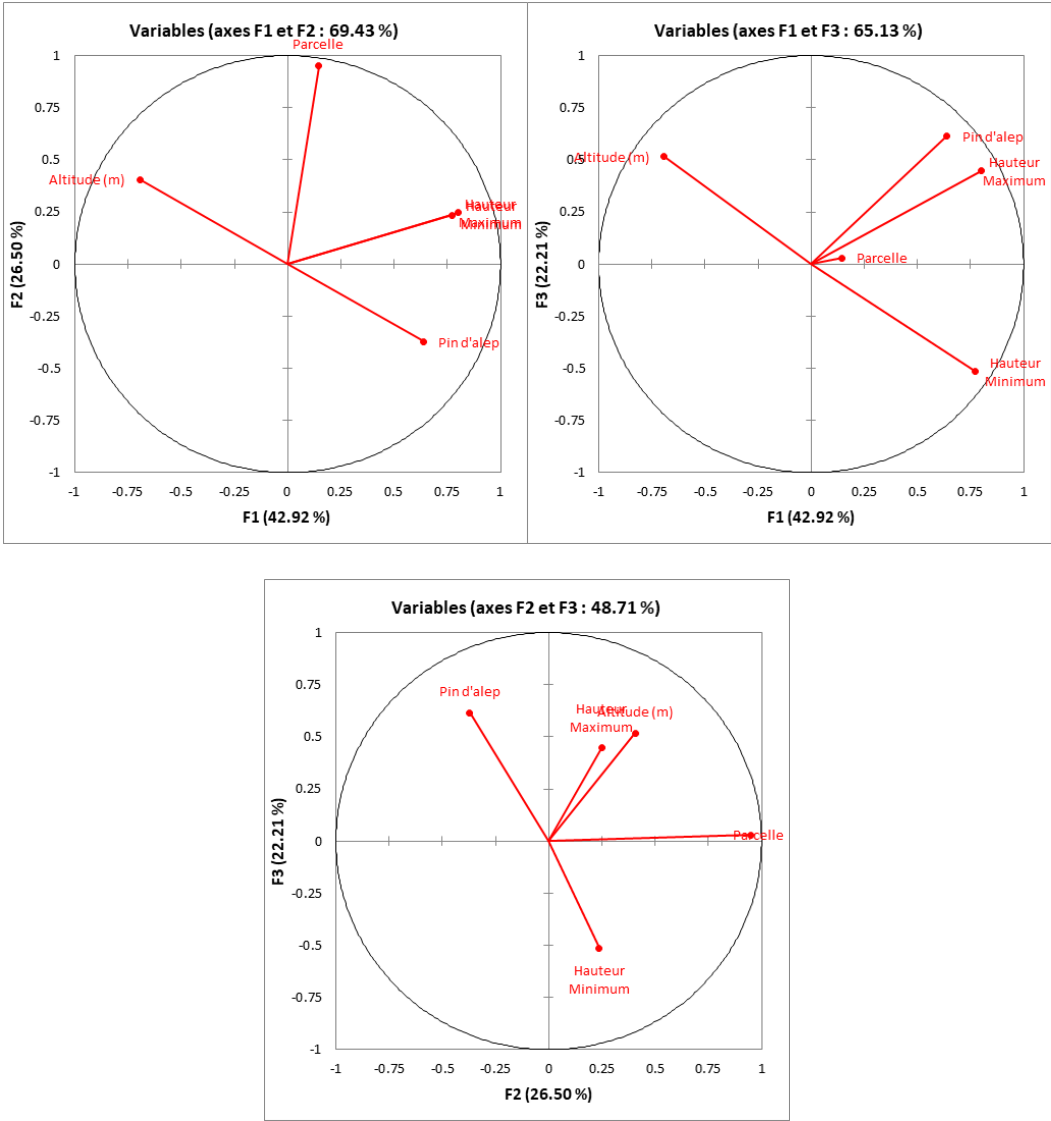


Figure 21 : Résultats de l'ACP des paramètres mesurés sur terrain

Conclusion générale

Conclusion

Conclusion Générale

Les incendies de forêt ont des conséquences dévastatrices pour l'environnement et la biodiversité. Ils peuvent également mettre en danger les populations vivant à proximité des zones touchées. Le pin d'Alep (*pinus helpensis* L.), également connu sous le nom de pin de Jérusalem, est une espèce d'arbre souvent affectée par les incendies de forêt en raison de sa résine inflammable.

Cependant, le pin d'Alep (*pinus helpensis* L.), est aussi une espèce résiliente, capable de survivre aux incendies de forêt grâce à sa capacité à se régénérer rapidement et à s'adapter aux conditions environnementales changeantes. De plus, le pin d'Alep (*pinus helpensis* L.), possède des propriétés écologiques importantes telles que la stabilisation des sols, la conservation de la biodiversité et la production de bois de haute qualité.

Il est donc important de prendre des mesures de prévention et de gestion des incendies de forêt pour prévenir leur propagation et minimiser leur impact sur l'environnement et les populations locales. Cela peut inclure des pratiques de gestion durable des forêts, la création de zones tampons et la formation des communautés locales aux techniques d'extinction des incendies de forêt.

La région de Khenchela est située dans l'est de l'Algérie et se caractérise par un climat semi-aride à aride. Les étés sont chauds et secs, avec des températures moyennes maximales qui peuvent dépasser 35°C. Les hivers sont frais à froids, avec des températures moyennes minimales qui peuvent descendre en dessous de 0°C. Les précipitations sont généralement faibles et concentrées sur les mois d'hiver.

Les forêts de Khenchela sont soumises à des pressions croissantes, notamment la déforestation, l'exploitation forestière illégale, les incendies de forêt et le changement climatique. Ces pressions menacent la durabilité des forêts et les services écosystémiques qu'elles fournissent.

En conclusion, l'analyse de la recolonisation après incendie par le pin d'Alp dans les forêts de Khenchela montre que cette espèce est capable de se régénérer naturellement après un incendie de forêt.

Les résultats montrent que l'intensité du feu affecte la densité et la croissance des semis de pin alpin dans les zones touchées.

Conclusion

Il est également intéressant de noter que les jeunes pins alpins étaient plus actifs dans les zones où la végétation était complètement détruite par le feu et où le chaume brûlé n'était pas complètement enlevé ou brûlé, ce qui pourrait avoir des implications importantes pour la gestion forestière après un incendie.

Résumé

Le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) se caractérise par son adaptation aux milieux chauds et secs et est une espèce d'arbre importante du couvert forestier méditerranéen. Le feu est un problème courant affectant les forêts méditerranéennes, mais le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) peut naturellement repousser après un incendie.

Des recherches ont montré que le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) produit des graines après les incendies qui peuvent pousser dans le sol après les incendies. Les arbres qui survivent à un incendie peuvent également repousser après une courte période et commencer à fournir de l'ombre et une protection aux jeunes plants.

Des études indiquent également que le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) possède des caractéristiques adaptatives distinctes qui l'aident à s'adapter au feu, notamment la capacité de générer des graines après les incendies et la tolérance à la sécheresse et à la chaleur extrême. Il est très important de préserver le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et ses forêts, compte tenu de son importance écologique, économique et sociale dans les régions méditerranéennes.

ملخص

يتميز شجر صنوبر الحلبي بتكيفه مع البيئات الحارة والجافة وهو من الأنواع الشجرية الهامة للغطاء الحراجي المتوسطي. تعتبر النار مشكلة شائعة تؤثر على غابات البحر الأبيض المتوسط ، لكن الصنوبر الحلبي يمكن أن ينمو بشكل طبيعي بعد الحريق.

أظهرت الأبحاث أن صنوبر حلب ينتج بذورًا بعد الحرائق يمكن أن تنمو في الأرض بعد الحرائق. قد تنمو الأشجار التي تنجو من الحريق أيضًا بعد وقت قصير وتبدأ في توفير الظل والحماية للشتلات الصغيرة.

كما تشير الدراسات إلى أن لصنوبر حلب خصائص تكيفية مميزة تساعد على التكيف مع الحرائق، بما في ذلك القدرة على إنتاج البذور بعد الحرائق وتحمل الجفاف والحرارة الشديدة. من المهم جدًا الحفاظ على صنوبر حلب وغاباته، نظرًا لأهميته البيئية والاقتصادية والاجتماعية في مناطق البحر الأبيض المتوسط.

Abstract

The Aleppo pine (*Pinus halepensis*) is characterized by its adaptation to hot and dry environments and is an important tree species of the Mediterranean forest cover. Fire is a common problem affecting Mediterranean forests, but Aleppo pine (*Pinus halepensis*) can naturally regrow after a fire.

Research has shown that the Aleppo pine (*Pinus halepensis*) produces seeds after fires that can grow in the ground after fires. Trees that survive a fire may also regrow after a short time and begin to provide shade and protection for young seedlings.

Studies also indicate that the Aleppo pine (*Pinus halepensis*) has distinct adaptive characteristics that help it adapt to fire, including the ability to generate seed after fires and tolerance to drought and extreme heat. It is very important to preserve the Aleppo pine (*Pinus halepensis*) and its forests, given its ecological, economic and social importance in the Mediterranean regions..

Références bibliographies

Reference bibliographies

- Aiteche, T. (2016).** Evolution selon le relief de la recolonisation après incendie d'une communauté à *Pinus Halepensis* par les cistes et les légumineuses et propositions de restauration contre l'érosion hydrique.
- Benderredji, M. E.-H., & Bouregbi, I. (2017).** Causes et conséquences des feux de forêts sur la production du liège dans les subéraies du Nord-Est algérien.
- BIODIS. (2014).** Gymnospermes. Diversité 2 Coniferales. Sciences biologiques / biologie végétale générale. Site scientifique et culturel. 66 p.
- Blamey, M., Grey, W., Grey-Wilson, C., (2009).** Toutes les fleurs de méditerranée. Delachaux et Niestlé. France paris. Page 560.
- Boudy, P. (1952).** Guide forestier en Afrique du Nord. Ed. La Maison Rustique, 26, rue Jacob -Paris 6. 505 p.
- Camus, A. (1914).** Les Cyprès (genre *Cupressus*) : Monographie, systématique, biologie, culture et principaux usages. Ed. Paul Le chevalier. Paris, 106p.
- Carmouze, J.-P., Lucotte, M., & Boudou, A. (2001).** *Le mercure en Amazonie: Rôle de l'homme et de l'environnement, risques sanitaires.* IRD éditions.
- CHAREF, D., & SLIMANI, L. (2020).** Caractérisation et optimisation de l'activité de L'α-amylase présente dans les graines des deux plantes médicinales *Opuntia ficus-indica* et *Pinus halepensis* Mill.
- Chevrou, R. B. (2020).** Pourquoi les incendies de forêts sont-ils si meurtriers? EDP Sciences.
- Ciesla, W. M. (1997).** *Le changement climatique, les forêts et l'aménagement forestier: aspects généraux* (Vol. 126). Food & Agriculture Org.
- Dahmani, K.S. (2000).** Contribution à l'étude des caractéristiques dendrométriques de la forêt domaniale de Tlemcen « parc nationale de Tlemcen ». Mémoire d'ingénieur d'état en foresterie. Université de Tlemcen. 54p.
- FARJON A.K., (1996) .** Biodiversity of *Pinus* (Pinaceae) in Mexico: Speciation and palaeoendemism. Bot. J. Linn. Soc, London .121(4). 365-384
- Fellens, J.-B. (1833).** *Manuel de météorologie ou explication théorique et démonstrative des phénomènes connus sous le nom de météores* (Vol. 250). Roret.
- GALALI, T. (2008).** Gestion des risques naturels. Université Virtuelle de Tunis.
- Gauquelin, T. (2021).** Des arbres et des forêts: Dictionnaire pour comprendre ces fabuleux organismes vivants. *Des Arbres et Des Forêts*, 1–192.
- Girardin, M. P., Flannigan, M. D., Tardif, J. C., & Bergeron, Y. (2008).** Climatologie, météorologie et feux de forêt. *Aménagement Écosystémique En Forêt Boréale.* Presses de l'Université Du Québec, Quebec City, Quebec, Canada, 83–107.
- Guettala, F. N. (2009).** Entomofaune, Impact Economique et Bio-Ecologie des principaux Ravageurs du Pommier dans la région des Aurès. UB1.

Références

- Hafsi, A., Bouderbala, I., & Rached Kanouni, M. (2022).** Caractérisation et analyse de la structure de pin d'Alep de la forêt d'El Hamimet (Oum El Bouaghi).
- Hani I., Rached-Kanouni M., Khamar H., Menasri A. (2020).** Study of the dynamics of natural stands of *Pinus halepensis* in the Beni oudjana Forest (Khenchela, Algeria). *Ecology, Environment and Conservation*, 26(3): 21-26.
- Jacquet, K., & Cheylan, M. (2008).** Synthèse des connaissances sur l'impact du feu en région méditerranéenne. *DIREN PACA*.
- Kehila, M., Boumelit, S., & Roula, S. E. (2012).** Contribution à l'étude des incendies de forêts au niveau de la Circonscription de Texenna (wilaya de Jijel). Université de Jijel.
- Lenoble, F. (1923).** La légende du déboisement des Alpes. *Revue de Géographie Alpine*, 11(1), 5–116.
- Letreuch, B.N. (1972).** Etude de la régénération des peuplements de pin d'Alep (*Pinus Halepensis* Mill). Technique et sylvicoles Djelfa. Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie. L.N.A, Alger.88p
- Lieutaghi, P. (2004).** Le Livre Des Arbres Arbustes & Arbrisseaux. Ed. ACTES. 1328 p.
- Mahouche, Y., & Nait Abdelaziz, R. (2022).** Impact des incendies sur quelques aspects de la rhizosphère d'un écosystème à chêne liège (*Quercus suber*. L): Cas de la forêt domaniale d'OUMALOU (Larbaa Nath Irathen). Université Mouloud Mammeri.
- Mariama, S. (n.d.).** La géologie général de la wilaya de khenchela (ville de kais).
- MECELEM, D. (2009).** Bioécologie et faune associée au Bombyx, *Lymantria dispar* L. en phase de gradation dans le massif forestier de l'Atlas blidéen.
- Médail, F., Cheylan, G., & Ponel, P. (2013).** Dynamique des paysages et de la biodiversité terrestres du Parc national de Port-Cros (Var, France): enseignements de cinquante années de gestion conservatoire. *Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park*, 27, 171–262.
- MEDDOUR, R. (2012).** Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie: Exemple des groupements forestiers et preforestiers de kabylie djurdjurenne. Université Mouloud Mammeri.
- MESBOUA, B., & SAIDI, S. (2019).** Etude synergique sur l'activité anti-hémolytique des protéines de deux espèces végétales *Allium sativum* et *Pinus halepensis* Mill.
- Nahal, I. (1962).** Le pin d'Alep, Etude taxonomique, phytogéographique, écologique et Sylvicole. *Annales de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts*, 19 (4): 533-627 ; 487-554.
- Pesson, P. (1980).** Actualité d'écologie forestière, sol. Flore, faune. Nancy. France.517p.
- Ponel, S., & Salomon, J.-N. (1998).** *La déforestation dans le monde tropical*. Presses Univ de Bordeaux.
- Prévosto, B., Ripert, C., Favand, G., Monnier, Y., Martin, W., N'Diaye, A., & Esteve, R. (2010).** Installer des semis de chênes dans les pinèdes à pin d'Alep en phase de renouvellement. *Forêt méditerranéenne*, 31(1), 25-30.

Références

Remana, S., Ziani, S., & GHENNAM, K. (2022). Contribution à l'étude de degré de base des incendies de forêts des massifs forestiers de la partie Sud de la wilaya de Médéa.

SAHNOUNE, F. S., & CHIBANE, M. (2018). La distribution des nids d'hiver de la chenille processionnaire du pin d'Alep *Thaumetopoea pityocampa* dans la région de Sour El Ghozlane.

Yassamine, M. (n.d.). Contribution à l'étude de la création d'une forêt urbaine dan la ville de M'sila. Université Mohamed Boudiaf-M'Sila.