

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



Université Saâd Dahleb de Blida 1
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biotechnologie et Agroécologie

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master Académique en Sciences Agronomiques

Option : Sciences forestières

**Croissance du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) et
du pin brutia (*Pinus brutia* Ten.) dans le massif
forestier de Senalba Chergui (Région de Djelfa).**

Présenté par :

HANI Nour Eddine

et

LOUDDAD Meriem

Devant le jury composé de :

Encadreur : M. FELLAG Mustapha M.A.A U.S.D.B 1

Présidente : Mme SEBTI Safia M.C.B U.S.D.B 1

Examineur : M. OUELMOUHOUB Samir M.C.B U.S.D.B 1

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciements

*Nous remercions notre promoteur Monsieur **FELLAG Mustapha** pour avoir accepté de nous encadrer et pour sa gentillesse.*

*Nous remercions Monsieur **OUELMOUHOUB Samir**, MCB à l'Université Saâd Dahleb de Blida 1, qui a accepté d'examiner ce travail.*

*Nous remercions vivement **M^{me} Sebti Safia** d'avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.*

Nous remercions également nos Enseignants qui nous ont accompagnés tout au long de notre formation.

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

Dédicaces

À

Mes chers parents

Ma sœur souâd

A mes chers frères

A ma fiancée Meriem

Au Responsable de Spécialité Mr FELLAG Mustapha.

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

Hani. N

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

*Mes chers parents qui ont su m'insuffler la volonté de
Toujours aller de l'avant. Mes frères et Mes sœurs.*

*Mon binôme Hani Nour Eddine pour son soutien moral,
sa patience.*

*Mon amie Achouak pour sa fidélité et son
encouragement,*

Mon enseignant Mr Fellag Mustapha pour ses efforts.

A tous ceux que j'aime.



Sommaire

LISTE DES ABREVIATIONS.....	I
LISTE DES FIGURES.....	II
LISTE DES TABLEAUX.....	III
Introduction.....	1
Première partie : Etude bibliographique	
CHAPITRE I : SYNTHÈSE DES DONNÉES SUR LE PIN D’ALEP ET LE PIN BRUTIA	
I. 1. Le pin brutia (<i>Pinus brutia</i> Ten).....	5
I. 1. 1. Taxonomie du pin brutia.....	5
I. 1.2. Aire géographique.....	6
I.1.2. a. <i>Pinus brutia</i> subsp. <i>brutia</i>	6
I. 1. 2. b. <i>Pinus brutia</i> subsp. <i>pithyusa</i>	6
I. 1. 2. c. <i>Pinus brutia</i> subsp. <i>eldarica</i>	6
I. 1. 3. Écologie.....	7
I. 1. 3. a. Pluviométrie.....	7
I. 1. 3. b. Températures.....	7
I. 1. 3. c. Étages bioclimatiques.....	7
I. 1. 4. Propriétés et utilisation du bois.....	8
I. 1. 5. Ravageurs du pin brutia.....	9
I. 2. Le pin d’Alep (<i>Pinus halepensis</i> Mill.).....	10
I. 2. 1. Taxonomie du pin d’Alep.....	10
I. 2. 2. Répartition biogéographique.....	11
I. 2. 2. 1. Dans le monde.....	11
I. 2. 2. 2. En Algérie.....	12
I. 2. 3. Ecologie et exigences écologiques pin d’Alep.....	13

I. 2. 4. La productivité du pin d'Alep	14
I. 2. 5. L'accroissement du pin d'Alep.....	14
I. 2. 6. Ravageurs du pin d'Alep.....	15
I.2.6.1. En Algérie	15

CHAPITRE II : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

II. 1. Présentation de la forêt de Senalba Chergui.....	18
II. 2. Situation géographique de Senalba Chergui.....	19
II. 3. Relief et hydrographie	19
II. 4. Situation administrative et juridique enseignante vacataire	20
II. 5. Géologie	20
II. 6. Pédologie	21
II. 7. Végétation.....	21
II. 8. Cadre climatique	22
II. 8. 1. Précipitations	22
II. 8. 2. Températures	23
II. 8. 3. Synthèse Climatique	23
II. 8. 3. 1. Diagramme Ombrothermique	23
II. 8. 3. 2. Quotient pluviothermique d'Emberger.....	24

Deuxième Partie : Etude Expérimentale

CHAPITRE III : Matériel et méthodes

III. 1. Objectif du travail	28
III. 2. Méthodologie.....	28
III. 2. 1. Choix des stations d'étude	28
III. 2. 2. Choix du type d'échantillonnage.....	29
III. 2. 3. Les placettes d'échantillonnage	30

III. 2. 3. 1. Forme des placettes	30
III. 2. 3. 2. Surface des placettes	30
III. 3. 1. Variables dendrométriques mesurées	31
III. 3. 1. 1. Mesure de la circonférence	31
III. 3. 1. 2. Mesure de la hauteur totale.....	32
III. 4. 1. 2. La hauteur dominante.....	33
III.4. 1. 4 . La densité.....	34
III. 5 Matériel utilisé.....	34
III. 6. Analyse statistique.....	34

CHAPITRE IV : Résultats et discussion

IV. 1. Matrice des données de pin d'Alep	37
IV. 1.1. Discussion des données	37
IV. 1.1. 1. Hauteur.....	37
IV.1.1.2. Hauteur dominante.....	38
IV. 1.1.3. Densité	38
IV. 1.1.4. La circonférence	39
IV. 1.1.5. Surfaces terrière.....	39
IV.1.1.6. La profondeur du sol.....	39
IV. 2. Matrice des données de pin brutia	40
IV.2.1. Discussion des données	41
IV.2.1.1. Hauteur.....	41
IV.2.1.2. Hauteur dominante.....	41
IV.2.1.3. Densité	41
IV.2.1.4. La circonférence	41

IV.2.1.5. surface terrière	42
IV.2.1.6 La profondeur du sol.....	42
IV.3. Relations dendrométriques.....	42
IV.3.1. Relation hauteur-circonférence	42
IV.3.1.1. Pin d'Alep	42
IV.3.1.2. Pin brutia	45
Conclusion	49
Références Bibliographiques	52
ANNEXES	
Résumé	

LISTE DES ABREVIATIONS

- % : Pourcentage.
- C° : Degré Celsius.
- **B.N.E.F** : Bureau National des Etudes Forestiers.
- **BV** : Bas versant.
- **Cm** : Centimètre (Unité de mesure de longueur).
- **C_{moy}** : Circonférence Moyenne de l'arbre à 1,30 m.
- **E/O** : East-Oust
- **FAO**: Food Agriculture Organisation.
- **FNUF** : Forum des Nations Unis sur les Forêts.
- **g** : Surface terrière.
- **GPS** : Global Positioning System
- **ha** : Hectare.
- **H_{dom}** : Hauteur Dominante.
- **hi** : Hauteur totale de l'arbre.
- **H_{moy}** : Hauteur moyenne arithmétique (m).
- **HV** : Haut Versant.
- **Km** : Kilomètre (Unité de mesure de longueur).
- **M** : Température maximale du mois le plus chaud en °C.
- **m** : Température minimale du mois le plus froid en °C.
- **m** : Mètre (Unité de mesure de longueur).
- **mm** : Millimètre (Unité de mesure de longueur).
- **Moy Glo** : Moyenne Globale.
- **Moy** : Moyenne.
- **MV** : Mi- Versant.
- **N/S** : Nord-Sud
- **Nt** : Nombre d'arbre mesurés.
- **P** : Pluviosité moyenne annuelle exprimée en mm.
- **P** : *punis*.
- **P.T** : Position topographique.
- **Pl** : Placette.
- **Q₂** : Quotient pluviométrique d'EMBERGER.
- **T** : Température.
- **U.R.S.S** : Union des Républiques Socialistes Soviétiques.
- **P.S** : Profondeur du sol

LISTE DES FIGURES

Figure 1:Cônes femelles du pin brutia	5
Figure 2:Cônes femelles de <i>Pinus halepensis</i>	10
Figure 3:Aire de répartition de <i>Pinus halepensis</i> dans le monde.....	12
Figure 4:Aire de répartition de <i>Pinus halepensis</i> en Algérie	13
Figure 5:Vue générale de la forêt de Senalba Chergui.....	18
Figure 6:Carte hypsométrique de Senalba Chergui.....	19
Figure 7:Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (Zone de Senalba Chergui) pour la période (1990-2020).....	24
Figure 8:Localisation de la région de Senalba chergui sur le Climagramme d'Emberger	25
Figure 9:Vue générale des deux parcelles de pin brutia et pin d'Alep.....	28
Figure 10:Localisation de la zone d'étude.....	29
Figure 11:Installation d'une placette sur terrain	31
Figure 12:Mesure de la circonférence à 1.30 m avec le ruban mètre.....	32
Figure 13:Corrélation hauteur-circonférence. Bas versant.....	43
Figure 14:Corrélation hauteur-circonférence. Mi-versant.....	44
Figure 15:Corrélation hauteur-circonférence. Haut versant.....	45
Figure 16:Corrélation hauteur-circonférence. Bas versant.....	46
Figure 17:Corrélation hauteur-circonférence. Mi-versant.....	46
Figure 18:Corrélation hauteur-circonférence. Bas versant.....	47

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:Liste des Insectes Xylophages Recensés sur le pin d'Alep des monts des Traras...	15
Tableau 2:Précipitations moyennes mensuelles (mm) pour la zone d'étude (1990 -2020).....	22
Tableau 3: Moyenne des températures maximales et minimales en (°C) durant la période (1990-2020).....	23
Tableau 4:Matrices des données du pin d'Alep	37
Tableau 5:Matrices des données du pin brutia.....	40

Introduction

Introduction

La région méditerranéenne est connue par son climat spécifique qui contribue dans la plupart des cas à des contraintes d'adaptation. La pluviométrie estivale est très faibles et nulle dans certains cas, les températures sont élevées et provoquent un stress hydrique conduisant les plantes à se mettre en stratégie de tolérance ou d'évitement par opposition, l'hiver est plus ou moins froid suivant les régions. Ce type de climat, et ses conséquences écologiques, domine la région méditerranéennes depuis plus de 2,8 millions d'années (BLONDEL et ARONSON, 1999).

L'Atlas saharien : Les plus importantes pinèdes se trouvent au niveau des Oued Naïls. Les montagnes de Djelfa sont boisées des plus beaux peuplements de cette essence. (Forêt méditerranéen t. XV n° 7, janvier 1994) (BOYRIE, 1994).

Sénalba Chergui est une pinède naturelle qui s'étale sur une superficie de 20.000 Ha, située au centre de l'Atlas saharien, elle forme un dernier rempart contre le phénomène d'ensablement. C'est une forêt qui était considérée comme une pinède altière caractérisée par des sujets à fûts droits (DELLOULI, 2006).

En Algérie, les forêts de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) couvrent plus de 850.000 hectares. Cette espèce qui est présente dans tous les étages bioclimatiques, depuis le littoral jusqu'à l'Atlas saharien, trouve son optimum de croissance essentiellement en zone semi-aride. Sa grande plasticité et son tempérament robuste ont fait d'elle une essence pionnière des grands reboisements (MEZALI, 2003).

Le Pin brutia (*Pinus brutia* Ten.) est une espèce de la partie orientale de la Méditerranée proche parent du pin d'Alep. Dans l'espoir de disposer d'une alternative de valeur pour le reboisement, les forestiers algériens ont, dès les années 1950, introduit cette espèce dans un certain nombre d'arboretums implantés à travers le pays et sous des bioclimats variés. Les anciennes introductions de *P. brutia* en Algérie ont été effectuées d'une façon empirique, sans dispositif statistique et souvent sans identification des provenances (HARFOUCHE et al., 2004).

La présente étude porte sur une étude dendroécologique et la croissance du pin d'Alep et pin brutia en fonction des paramètres stationnels (accroissement, exposition, altitude et position topographique) dans les massifs forestiers de Senalba Chergui, qui constituent une des plus importantes forêts naturelles de pin d'Alep et pin brutia de l'Atlas saharien algérien.

Le présent manuscrit Comprend 4 chapitres :

- Le premier chapitre comporte une synthèse bibliographique sur Le pin d'Alep et le pin brutia.
- Le second est consacré à la présentation de la zone d'étude.
- Dans le troisième Chapitre, nous exposerons la méthodologie adoptée sur terrain ainsi que le matériel utilisé.
- Enfin, un dernier chapitre étalera les principaux résultats obtenus ainsi que leurs discussions.

**Première partie : Etude
bibliographique**

**CHAPITRE I : SYNTHÈSE
DES DONNÉES SUR LE PIN
D'ALEP ET LE PIN BRUTIA**

I. 1. Le pin brutia (*Pinus brutia* Ten)

I. 1. 1. Taxonomie du pin brutia

Selon NAHAL (1986), Il ressort des études biochimiques, palynologiques, anatomiques, phytogéographiques et morphologiques des pins méditerranéens du groupe "halepensis" les conclusions suivantes :

1. *Pinus brutia* Ten. est une espèce bien définie et nettement distincte de *P. halepensis* Mill.
2. Les *Pinus stankewiczii*, *P. eldarica* et *P. pithyusa* sont voisins de *P. brutia* Ten. et pas à des entités spécifiques distinctes. Cependant, les caractères biochimiques, palynologiques, phytogéophysiques et morphologiques qui les distinguent nous permettent de les considérer comme sous-espèces de *Pinus brutia* Ten. *Pinus brutia* Ten. est donc une espèce complexe formée des sous-espèces suivantes :
 - *P. brutia* Ten. subsp. *brutia*.
 - *P. brutia* Ten. subsp. *eldarica*
 - *P. brutia* Ten. subsp. *pithyusa*
 - *P. brutia* Ten. subsp. *stankewiczii*

Pinus brutia renferme, de plus, un certain nombre de races et dont il faudrait tenir compte lors des récoltes des graines pour les reboisements (NAHAL, 1986).



Figure 1: Cônes femelles du pin brutia (Original, 2022)

I.1.2. Aire géographique

Le pin brutia sensu lato occupe une aire géographique strictement localisée. C'est un élément typique de la Méditerranée orientale, au sens large du terme. Bien que ce pin fût décrit par TENORE, en 1811, en Italie, il semble bien que cette description ait été faite à partir d'échantillons provenant du Moyen-Orient. En effet, ce pin n'a jamais été retrouvé en Italie (NAHAL, 1983).

Le pin brutia sensu lato se rencontre dans les régions suivantes :

I.1.2. a. *Pinus brutia* subsp. *brutia*

- Grèce (Thrace, Rhodes, Crète).
- Turquie (Nord-Ouest, Ouest et Sud-Ouest : côte de la Mer Noire, la Mer Marmara, la Mer Egée, la Mer Méditerranée, le Taurus et l'Amanus).
- Syrie (Montagnes côtières du Baer-Bassit et des Alaouites, Montagnes des Kurdes au Nord d'Alep).
- Liban (Mont Liban et spécialement sur le versant occidental, et en particulier dans les régions de Akkar, Liban central, Bkassine dans le Sud. Les peuplements de Pin brutia dans le Sud du Liban représente la limite la plus méridionale dans l'aire géographique de ce pin.
- Irak (partie septentrionale, région de Zawita).
- Chypre (Chaîne des montagnes du Nord, région de Paphos, et de Trodos).

I. 1. 2. b. *Pinus brutia* subsp. *pithyusa*

Stations littorales de la région de Pitsound, ancien Pityum de l'antiquité, sur la côte orientale de la Mer Noire en Union Soviétique. D'après ALLEGRI (1973), il existerait en Turquie, sporadiquement çà et là.

c - *Pinus brutia* subsp. *stankewiczii* :

Crimée méridionale, au Cap Aya et près de Soudak et Union Soviétique.

I. 1. 2. c. *Pinus brutia* subsp. *eldarica*

- Azerbeïdjan Soviétique, près du désert d'Eldar dans le massif d'Eller Oukhi. Azerbeïdjan d'Iran, de Tabriz à la Mer Caspienne, près de la Frontière avec l'U.R.S.S. (NAHAL, 1983)

Les aires géographiques des sous-espèces *pithyusa*, *stankewiczii* et *eldarica* ne sont pas bien explorées, et, par conséquent, sont encore mal connues. D'après KOLESNIKOV

(1963), les aires géographiques de ces pins en Union Soviétique sont, à l'heure actuelle, relativement bien connues, mais, il n'en est pas de même en dehors de l'Union Soviétique. Quant au pin brutia (sensu stricto) (*Pinus brutia* subsp. *brutia*), son aire géographique est presque complètement explorée et relativement bien délimitée (NAHAL, 1984)

I. 1. 3. Écologie

Pinus brutia subsp. *brutia* est un élément caractéristique de la Méditerranée Orientale. Dans toute son aire géographique naturelle, il est soumis au climat méditerranéen. Il se rencontre dans différents étages bioclimatiques et, peut être considéré comme un arbre relativement plastique du point de vue de ses exigences pluviométriques et thermiques. (NAHAL, 1983).

I. 1. 3. a. Pluviométrie

NAHAL (1977) a montré que cet arbre constitue des peuplements naturels dans des zones recevant une pluviométrie annuelle variant entre 350 et 1300 mm, en Méditerranée Orientale. Cependant, il a été introduit en plantations artificielles dans des sites recevant entre 400 et 200 mm/an, avec des irrigations estivales durant les trois premières années.

Dans son aire naturelle, cet arbre est adapté aux irrégularités des pluies mensuelles et annuelles qui caractérisent le climat méditerranéen oriental. (NAHAL, 1983).

I. 1. 3. b. Températures

La moyenne des températures minimales du mois le plus froid (m) varie, à l'intérieur de l'aire naturelle, entre + 9 °C comme dans les forêts côtières du littoral grec, turc, chypriote, syrien et libanais et – 4 °C, comme dans certaines stations nordiques très froides dans la région de la Mer Marmara en Turquie (ex. station Eskisehir) (NAHAL, 1982 ; NAHAL, 1983)

I. 1. 3. c. Étages bioclimatiques

Dans son aire naturelle, ce pin se rencontre dans les étages bioclimatiques suivants (au sens d'EMBERGER) : humide tempéré, et chaud ; subhumide frais, tempéré et chaud ; semi-aride très froid, froid tempéré et chaud ; aride supérieur chaud (NAHAL, 1983).

I. 1. 4. Propriétés et utilisation du bois

Le bois de *Pinus brutia* subsp. *brutia* peut être classé, au point de vue de ses qualités physiques, parmi les bois mi-lourds, moyennement nerveux, et au point de vue de ses qualités mécaniques, parmi les bois supérieurs en compression axiale et moyens en flexion statique ; il est très souple quant à la côte de raideur (NAHAL, 1983)

Au point de vue de la valeur papetière, il est plus adapté à la cuisson Kraft (au sulfate). Son rendement en fibres est moyen à assez élevé ; les caractères physiques et mécaniques des papiers obtenus sont remarquables par la longueur de leurs fibres (NAHAL, 1983).

Les travaux de RAHME (1972) et NAHAL (1984), sur des bois de pin brutia d'origine syrienne, par l'application de la méthode micro-densitométrique ont montré qu'il y avait :

- Une liaison positive étroite entre le rendement en fibres, et d'une part l'hétérogénéité du bois, et le retrait tangentiel, d'autre part.
- Une liaison négative entre le rendement et, d'une part, la densité maximale, et l'âge des arbres, d'autre part.

Ces deux liaisons sont d'une importance économique certaine, car les bois jeunes, hétérogènes et anisotropes qui ne conviennent pas pour certaines utilisations importantes du bois, peuvent être avantageusement utilisés en papeterie du fait de leur rendement papetier très satisfaisant (NAHAL, 1984).

Une liaison négative très étroite entre la teneur en résine et la charge de rupture en compression axiale, d'une part et le module d'élasticité, d'autre part. Un bois de pin brutia, très riche en résine, ne convient donc pas à la construction, surtout quand la charge s'exerce en direction axiale (NAHAL, 1984).

Une liaison entre la pente du terrain et certaines caractéristiques du bois dans les peuplements de pin brutia dans les stations de basse altitude à moindre pluviosité. En effet, la pente agit sur le contenu du sol par le ruissellement de l'eau dans les peuplements clairs à faible sous-étage et par le drainage oblique sous-terrain. Il est utile de rappeler ici que l'influence de la pente sur la qualité du bois dans les montagnes en climat méditerranéen est différente de celle dans les montagnes en climat tempéré, où la pente peut être un élément écologique bénéfique dans quelques régions très humides où elle favorise le drainage. De plus, il semble démontré que la pente (contrairement à ce qui est connu pour d'autres essences) n'est pas responsable de la formation du bois anormal, tel que le bois de compression, chez *Pinus brutia*, de provenance syrienne (RAHME, 1972 ; NAHAL, 1984)

I. 1. 5. Ravageurs du pin brutia

Deux insectes sont à l'origine de la moitié des dégâts observés sur le pin brutia : l'hylésine destructeur (*Tomicus destruens*) et la processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*) (NICOLAS et al., 2019).

L'étude de la sensibilité à la chenille processionnaire de pin (*Thaumetopoea pityocampa*) chez deux espèces de pins (*P. halepensis* et *P. brutia*), dans le reboisement de Senalba Chergui, a permis d'obtenir une comparaison préliminaire de la résistance entre ces deux essences forestières par l'estimation des dégâts causés par cet insecte ravageur (KHADOUMI et al., 2014).

Ces résultats ont montré que les peuplements à base de *P. brutia* sont particulièrement attractifs et plus sensibles aux attaques de la chenille processionnaire de pin en comparaison avec *P. halepensis*. Cette attractivité peut être due à la teneur en composés organiques volatils produits par les deux espèces, selon NAHAL (1962), la teneur en térébenthine chez le pin d'Alep est supérieure à celle chez le pin brutia lui confère un effet répulsif des insectes ravageurs. Le même auteur a déterminé une teneur de cette substance de l'ordre de 24 % chez *P. halepensis* par rapport à 15 % chez *P. brutia* (KHADOUMI et al., 2014).

- L'hylésine destructeur, coléoptère sous-cortical de 4 à 6 mm de longueur, est un ravageur de faiblesse qui peut devenir épidémique sur les pins suite à des chablis ou des périodes de sécheresses successives. Insecte méditerranéen et atlantique de plaine, c'est un des rares scolytes au développement larvaire hivernal (à partir de 6°C). Il entraîne la mortalité des arbres atteints de manière isolée ou sous forme de petits foyers visibles au cours de l'hiver et au printemps ainsi que le rougissement apical des pousses en été (forage des adultes) (BRUNO, 2019).

Parmi les autres parasites on peut citer la maladie chancreuse des rameaux (*Crumenulopsis sororia*), détectée à un niveau faible en zone méditerranéenne. La cicadelle des aiguilles des pins (*Haematoloma dorsata*) est un homoptère piqueur-suceur de 7 à 8 mm de long, aux élytres rouges avec 3 taches noires qui effectue des piqûres alimentaires sur les aiguilles provoquant leur roussissement et leur chute. Les attaques du *Sphaeropsis* des pins se sont multipliées dans le méso-méditerranéen inférieur depuis plusieurs années, limitées cependant à des pertes de rameaux (NICOLAS et al., 2019).

Il est intéressant de noter que *Dothistoma septospora*, un des agents de la maladie des bandes rouges, pathogène très dommageable des pins laricios, a été détecté en 2018 sur des

pins brutia de provenance « Oriental Taurus Mountains Mersin-Findikpinari » dans un jeune arboretum du programme REINFFORCE dans l'Orne (NICOLAS et *al.*, 2019).

I. 2. Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.)

I. 2. 1. Taxonomie du pin d'Alep

Le genre *Pinus*, appartenant à la famille des Pinacées (Abiétacées). Il est divisé en trois sous-genres qui sont : *Pinus*, *Ducampopinus* et *Cembrapinus*. Alors, ces sous-genres sont divisés en sections. En effet, l'espèce *Pinus halepensis* Mill., fait partie de la section *Halepensoïdes* qui est divisée en trois groupes parmi lesquels le groupe *halepensis* qui se caractérise par des feuilles à deux aiguilles et à cônes caducs (NAHAL, 1962 ; KADIK, 2005 ; GUEMIRI et KAROUCHE, 2017)

La systématique de *Pinus halepensis* établie par FARJON (1996) (in GUIT, 2015) se résume comme suit :

- **Règne** : *Plantae*
- **Embranchement** : *Spermaphyta*
- **Sous-embranchement** : *Gymnospermae*
- **Classe** : *Pinopsida*
- **Ordre** : *Abietales*
- **Famille** : *Pinaceae (Abietaceae)*
- **Sous-famille** : *Pinoideae*
- **Genre** : *Pinus*
- **Sous-genre** : *Eupinus*
- **Espèce** : *Pinus halepensis* Mill.



Figure 2: Cônes femelles de *Pinus halepensis* (TALBI, 2019)

I. 2. 2. Répartition biogéographique

I. 2. 2. 1. Dans le monde

L'aire de répartition géographique de *Pinus halepensis* se limite au bassin méditerranéen et occupe plus de 3,5 millions d'hectares (QUÉZEL, 1986). L'espèce domine les écosystèmes forestiers dans les zones semi-arides du bassin méditerranéen. En plus de son aire de répartition naturelle, cette espèce a été largement utilisée dans les projets et les programmes de boisements au cours du XX^{ème} siècle (MAESTRE et al., 2003 ; GUIT, 2015).

Cette espèce est surtout cantonnée dans les pays du Maghreb et en Espagne où elle trouve son optimum de croissance et de développement (PARDE, 1957; QUÉZEL et al., 1987; GUIT, 2015).

Les pays du Maghreb constituent la zone où il offre son plus grand développement puisqu'on le rencontre à peu près partout sur les massifs montagneux, à l'exception cependant du Maroc atlantique ainsi que des zones littorales du Tell constantinois et de Kroumirie. (QUEZEL et al., 1992)

Au Maroc, le pin d'Alep est rare. Il constitue toute-fois quelques peuplements généralement isolés sur le pourtour des grands massifs montagneux et en particulier du Rif où il est relativement fréquent, sur le versant méditerranéen du Moyen-Atlas (régions d'Azrou, Ahermoumou et versant moulouyen des hautes chaînes orientales), et aussi du Haut Atlas où il est assez répandu dans les vallées internes du versant septentrional jusqu'au sud-ouest de Marrakech. Il existe encore en quelques colonies isolées sur le versant saharien de la chaîne. Il forme enfin quelques peuplements dans le Maroc Oriental et en particulier sur les monts de Debdou (QUEZEL et al., 1992).

En Espagne il est bien développé sur les chaînes littorales de Catalogne, de la région de Valence et de Murcie ; par contre, il est moins fréquent en Andalousie. Vers l'intérieur il existe en colonies disjointes dans la haute vallée du Tage ainsi que sur tout le pourtour de la vallée de l'Ebre. Il est présent dans toutes les îles Baléares. En France, le pin d'Alep est assez peu répandu et épars à l'ouest du Rhône mais beaucoup plus fréquent en Provence. Il remonte dans la vallée du Rhône jusqu'aux environs de Montélimar. En Corse, il n'existe, avec une spontanéité douteuse, que dans la région de Saint-Florent (QUEZEL et BARBERO, 1992).

En Italie, le pin d'Alep n'est jamais abondant; il s'observe çà et là, notamment dans le sud et en de rares localités de Sicile et de Sardaigne. Dans les Balkans, il est présent sur le littoral adriatique surtout au sud de Split et réapparaît en abondance en certaines zones de la

péninsule hellénique notamment dans le Péloponnèse nord occidental, en Attique, en Eubée et en Chalcidique occidentale (KADIK, 1987). Au Proche-Orient, sa présence en Turquie n'est certaine qu'au Nord-est d'Adana (QUÉZEL et PAMUKCUOGLU, 1973). En Syrie, il constitue quelques boisements sur le revers occidental de la chaîne des Alaouites (BARBERO et *al.*, 1976). et se retrouve ensuite çà et là sur le littoral libanais (ABI-SAJEH, BARBERO, NAHAL et QUEZEL, 1976 ; QUEZEL et BARBERO, 1992).



Figure 3: Aire de répartition de *Pinus halepensis* dans le monde (TALBI, 2019)

I. 2. 2. 2. En Algérie

En Algérie, le pin d'Alep est très fréquent sur tous les massifs montagneux, du Tell littoral à l'Atlas Saharien, et s'il a souvent été fort maltraité par l'homme il en reste néanmoins de vastes peuplements en Oranie (régions de Bel Abbes, Saida, Ouarsenis), dans l'Algérois (Médéa, Boghar, Monts de Bibans, Monts des Ouled Nail), et dans le Constantinois (Aurès, région de Tebessa surtout) (KADIK, 1983). Avec 35% de couverture, le pin d'Alep occupe la première place de la surface forestière de l'Algérie, et il a une surface de 852.000 hectares (BOUDY, 1952). SEIGUE (1985) donne une surface de 855.000 hectares. MEZALI (2003) dans un rapport sur le Forum des Nations Unis sur les Forêts (FNUF) avance un chiffre de 800 000 hectares. Il existe dans toutes les variantes bioclimatiques avec une prédominance dans l'étage semi-aride (BOUDY, 1952). Il est présent partout, d'Est en Ouest, allant du

niveau de la mer aux grands massifs montagneux du Tell littoral et de l'Atlas saharien. Sa plasticité et sa rusticité lui ont conféré un tempérament d'essence possédant un grand pouvoir d'expansion formant ainsi de vastes massifs forestiers (BENTOUATI et *al.*, 2005).

Il existe dans toutes les variantes bioclimatiques avec une prédominance dans l'étage semi-aride. Il est présent partout, d'Est en Ouest, allant du niveau de la mer aux grands massifs montagneux du Tell littoral et de l'Atlas saharien. Sa plasticité et sa rusticité lui ont conféré un tempérament d'essence possédant un grand pouvoir d'expansion formant ainsi de vastes massifs forestiers (TALBI, 2019).

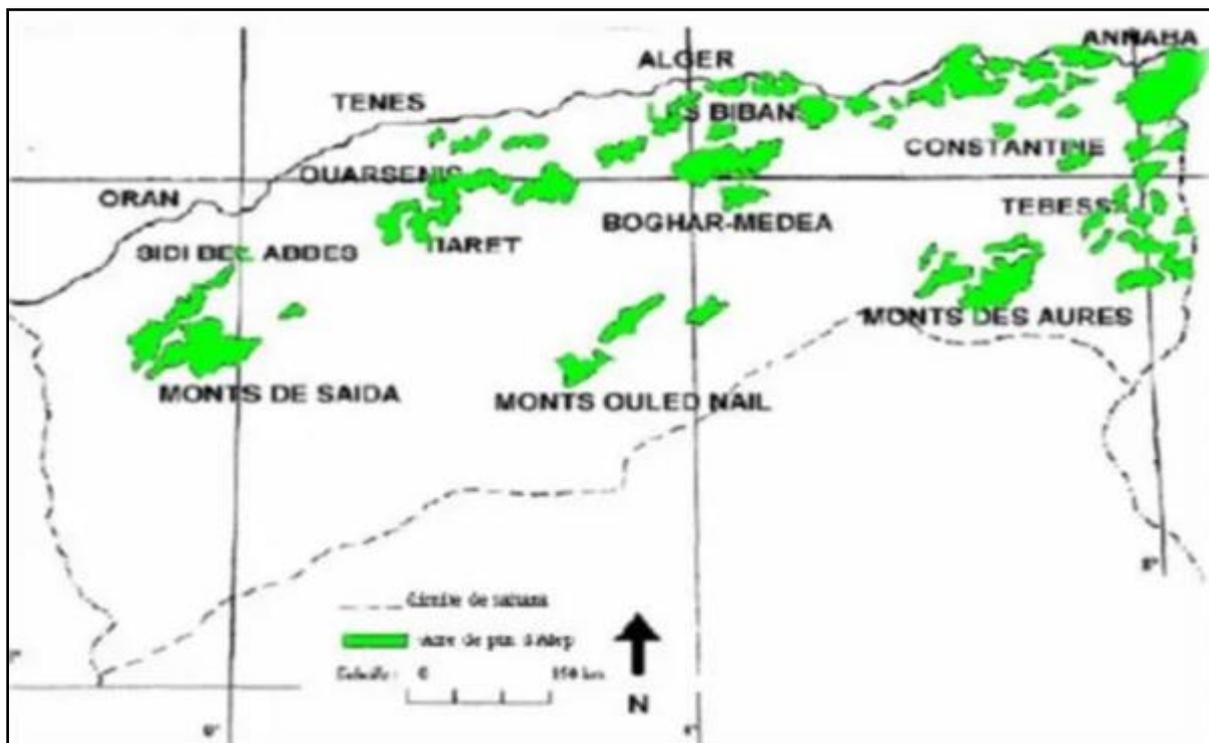


Figure 4: Aire de répartition de *Pinus halepensis* en Algérie (BENTOUATI, 2006)

I. 2. 3. Ecologie et exigences écologiques du pin d'Alep

Selon QUÉZEL (1986), le pin d'Alep se caractérise par une plasticité exceptionnelle. Il est considéré comme l'un des pins les plus tolérants à la température et la sécheresse prononcées (SCARASCIA-MUGNOZZA, 1986 ; GUIT, 2015).

Le pin d'Alep elle supporte un taux élevé de calcaire actif surtout dans les substrats chauds et bien drainés, en particulier les sols squelettiques. Il préfère les sols calcaires ou argilo-calcaires. Il ne tolère ni les sols sablonneux dont la perméabilité ne permet pas de retenir de l'eau, ni les bas-fonds limoneux et il comporte très mal sur les schistes et les micaschistes (SEIGUE, 1985 ; TALBI, 2019)

Il est à la fois thermophile et héliophile, supportant des températures élevées mais craint les humidités excessives, le gel et la neige (NAHAL, 1962 ; VENNETIER et *al.*, 2010; GUIT, 2015).

L'étude conduite par INCLA et *al.*, (2005) a fait ressortir que le stress hydrique diminue la croissance de *Pinus halepensis*. En Tunisie EL KHORCHANI et *al.*, (2007) ont observé, qu'après l'année 1978, les sécheresses périodiques et fréquentes ont significativement réduit sa croissance radiale et augmenté le taux de mortalités. De similaires observations ont été rapportées après l'année 2003 au Sud de la France (VENNETIER et RIPERT, 2010). Ces constatations sont en accord avec les modèles et les longues séries d'observations concluant que l'espèce est de plus en plus menacée par les dommages causés par la sécheresse, particulièrement au printemps et en été (RATHGEBER et *al.*, 2000 ; OGAYA et *al.*, 2003 ; BORGHETTI et *al.*, 2004 ; SARDANS et PEÑUELAS, 2007 ; VILA et *al.*, 2008). La croissance en hauteur du *Pinus halepensis* dépend en premier lieu du bilan hydrique stationnel (BROCHIÉRO, 1997 ; RIPERT et VENNETIER, 2001 ; RATHGEBER et *al.*, 2005; GUIT, 2015).

I. 2. 4. La productivité du pin d'Alep

Les estimations de la productivité du pin d'Alep sont sujettes à de grandes variations selon les auteurs. LELEUX (1985) soulignait que le pin d'Alep n'a pas de potentialités bien connues, et en tous cas rien ne permet d'affirmer que son rendement ne pourrait dépasser 1 à 2 m³/ha/an. De son côté PARDE (1957), considère qu'actuellement une production de 4,5 à 5,5 m³/ha/an est excellente. Il ajoute qu'en Algérie il atteint 8 m³/ha/an sans toutefois préciser dans quelles conditions écologiques et sur quel type de sol. Enfin, cette différence de productivités entre peuplement de pin d'Alep peut être interprétée de manière diverse. La plus part des auteurs y voient une influence conjointe de la nature du sol ou de la roche mère et des bilans hydriques au niveau de ce sol, il y a d'autres qui évoquent plutôt les facteurs génétiques (CHERFAOUI, 2017).

I. 2. 5. L'accroissement du pin d'Alep

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

L'accroissement moyen en circonférence varie de 1 à 2 cm par an en moyenne de 1,5 cm. Elle atteint son maximum à l'âge 75 ans (BOUDY, 1950 ; CHERFAOUI, 2017).

I. 2. 6. Ravageurs du pin d'Alep

I.2.6.1. En Algérie

Les insectes xylophages interviennent très souvent dans le processus de dépérissement, soit comme facteur primaire déclenchant le phénomène, soit comme facteur secondaire accentuant et amplifiant le processus au cours du temps (LIEUTIER *et al.*, 1992 ; NICHANE *et al.*, 2014)

On signale ci-dessous une première liste des insectes xylophages recensés en 2011 sur le pin d'Alep des monts des Traras (Tableau 1).

Tableau 1:Liste des Insectes Xylophages Recensés sur le pin d'Alep des monts des Traras (NICHANE *et al.*, 2014).

Famille	Espèce
Scolytidae	<i>Tomicus piniperda</i>
	<i>Orthotomicus erosus</i>
	<i>Orthotomicus laricius</i>
	<i>Pityogenes calcaratus</i>
	<i>Pityogenes bidentatus</i>
	<i>Crypturgus mediterraneus</i>
	<i>Hylurgus ligniperda</i>
	<i>Rhyncolus sp.</i>
Cerambycidae	<i>Monochamus galloprovincialis</i>
	<i>Criocephalus rusticus</i>
Buprestidae	<i>Chalcophora mariana</i>
Curculionidae	<i>Curculio sp.</i>
Colydiidae	<i>Colydium elongatus</i>
Histeridae	<i>Platysona angustatus</i>
Stricidae	<i>Sirex noctilio</i>

Parmi les insectes ravageurs du pin d'Alep en Algérie, on cite La chenille processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*), et divers groupes de xylophages, nous citons particulièrement d'après TALBI (2019) :

- **Les Scolytidae** : *Tomicus piniperda*, *Tomicus destruens*, *Orthotomicus erosus*, *Orthotomicus laricius*, *Orthotomicus proximus*, *Pityogenes bidentatus*, *Pityogenes calcaratus*, *Pityogenes bidentatus*, *Crypturgus cribrellus*, *Crypturgus numidicus*, *Crypturgus mediterraneus*, *Hylurgus ligniperda*, *Hylurgus micklitzii*, *Hylastes apacus*, *Hylastes cunicularius*, *Rhyncolus sp.*, *Procryphalus sp.*
- **Les Buprestidae** : *Chalcophora mariana*, *Perotis unicolor*, *Phaenops cyanea*, *Anthaxia rugicollis*.
- **Les Cerambycidae** : *Monochamus galloprovincialis*, *Crioccephalus rusticus*, *Arhopalus ferus*, *Arhopalus rusticus*, *Arhopalus syriacus*, *Ergates faber*, *Hesperophanes sericeus*
- **Les Curculionidae** : *Curculio sp.*
- **Les Colydiidae** : *Colydium elongatus*
- **Les Histeridae** : *Platysoma angustatus*
- **Les Stricidae** : *Sirex noctilio*.

**CHAPITRE II :
PRÉSENTATION DE LA
ZONE D'ÉTUDE**

II. 1. Présentation de la forêt de Senalba Chergui

Selon le procès-verbal de délimitation signé le 19 octobre 1885 par Boude Paule, garde général des forêts du service ordinaire, M. Menvielle Jean Louis, Lieutenant au bureau arabe de Djelfa et en présence de M. Versault géomètre de 1ère classe du service topographique chargé des opérations du lever, la forêt domaniale des Senalba Chergui, s'étend sur les territoires des tribus de Sahari Khabbeizet, Ouled Si Ahmed, Ouled Raggad. Elle a été délimitée et bornée sous le nom de canton BAB AIN MESSAOUD par la décision du gouverneur général de l'Algérie du 24 juin 1885 qui prescrivait sa remise au service des forêts (BOUDE, 1885). Elle a été soumise au régime forestier par arrêté gouvernemental du 16 avril 1887 (ANONYME, 1887) (GASMI, 2017).

Pour BOUDY (1955), la forêt de Senalba Chergui s'étend sur une surface de 19.833 ha 68 ares 8 centiares. La superficie mesurée par un planimètre sur une carte topographique au 1/50.000 agrandie au 1/20.000 et corrigée à l'aide de photographies aériennes a donné une surface de 19.670,40 Ha (BNEF, 1984).



Figure 5: Vue générale de la forêt de Senalba Chergui (FAO, 2016)

II. 2. Situation géographique de Senalba Chergui

Selon GASMI (2017), la forêt du Senalba Chergui est située sur les monts des Ouled Naïl, à environ 300 Km au Sud d'Alger et à quelques kilomètres à l'ouest de la ville de Djelfa. Elle est le prolongement de la forêt du Senalba Gharbi. Elle est comprise entre 34° 36' et 34° 42' de latitude Nord, et 3° 00' et 3° 12' longitude Est, Le massif du Senalba Chergui est le principal chaînon des monts des Ouled Naïl, elle est limitée :

- Au Nord : par la dépression de Zoubia avec les altitudes oscillant entre 960 m et 1100 m.
- A l'Est : par la route nationale N° 1 reliant Alger aux villes du Sahara en passant par Djelfa avec un tronçon de 10 Kilomètres environ limitant la forêt.
- Au Sud : par la route N° 164 reliant Djelfa à Charef (tronçon de 3,5 Kilomètres limitant la forêt).
- A l'Ouest : par un large couloir de terre dénudée entaillée par les affluents de l'Oued Zoubia (BNEF, 1984a).

II. 3. Relief et hydrographie

La forêt est située sur les collines et les hauts plateaux de l'Atlas Saharien. Elle occupe deux crêtes principales, respectivement le djebel Senalba Chergui orienté Sud-Ouest, d'une longueur de 17 km et le djebel Haouas, orienté Nord-Est, d'une longueur de 20 km. L'altitude est comprise entre 1200 et 1492 m (FAO, 2016).

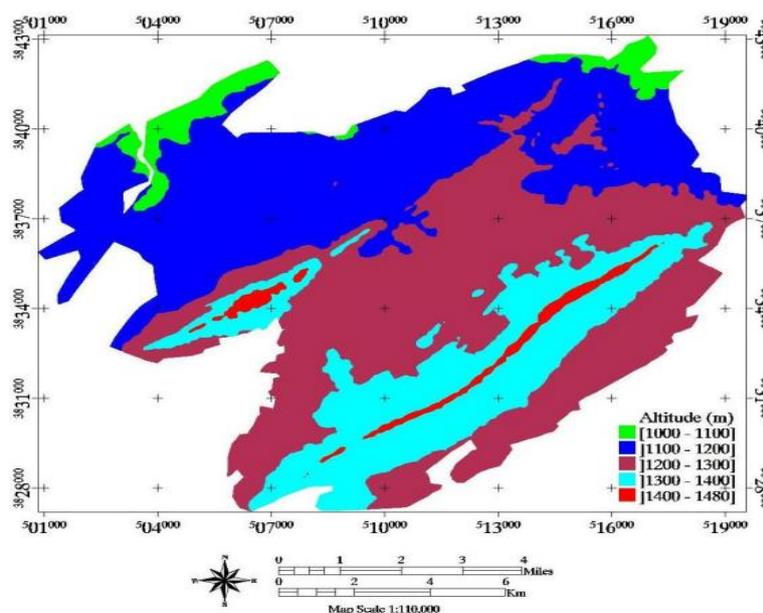


Figure 6: Carte hypsométrique de Senalba Chergui (FAO, 2016).

Ces deux crêtes descendent en pentes douces au Sud, abruptes au Nord vers les hautes plaines. Il existe une série de crêtes secondaires mais elles sont moins accentuées. Le réseau hydrographique est constitué de nombreuses chabets déversant dans trois directions essentielles :

- Ouest-Est : Pour alimenter Oued Djelfa.
- Est-Ouest : Pour alimenter l'Oued Oum Djerane.
- Sud-Nord : Pour alimenter l'Oued El Meguesmat et l'Oued Amgar (FAO, 2016).

II. 4. Situation administrative et juridique

La forêt du Senalba Chergui est gérée par la circonscription de Djelfa relevant de la conservation des forêts de la Wilaya de Djelfa. Les limites juridiques de la forêt suivent le piémont du massif du Senalba à une altitude variant entre 960 m et 1400 m. Elle renferme uniquement deux districts qui sont : Haouas et Djelfa (BNEF, 1984).

II. 5. Géologie

Le Senalba Chergui fait partie de l'Atlas saharien qui est nettement moins élevé que l'Atlas tellien. Le matériel rocheux est constitué essentiellement de terrain crétacé, qui est présent depuis le néocomien jusqu'au sénonien à l'exception du gargasien et du barrémien (BNEF, 1984). Toujours d'après BNEF (1984), l'ensemble du crétacé se décompose comme suit :

- ❖ **Le Sénonien** : Constitué de l'alternance de marnes et de calcaires tufeux, ce dernier se localise au Sud du Mont Senalba ainsi que dans la vallée d'oued Zoubia.
- ❖ **Le Turonien** : Constitué de calcaire très dur, il forme l'arête du Mont Senalba.
- ❖ **Le Cénomaniens** : repose directement sur l'albien et constitué de bancs marneux et de Grés, sa base est une formation de calcaires lités.
- ❖ **L'Albien** : Constitué par un complexe de grés lités en bancs de un à plusieurs mètres d'épaisseur.
- ❖ **L'Agro-optien** : Il est composé de plusieurs bancs calcaires alternant avec des bancs marneux et contient plusieurs fossiles. Cette formation constitue la crête du Mont Haouas, qui s'enfuit sous les couches albiennes pour réapparaître plus loin au Sud au niveau de Salaa-El-Beida.
- ❖ **Le Néocomien** : Il est caractérisé par des faciès marneux peu profonds, constitués par des marnes détritiques, grés fins tendres et argiles versicolores et calcaire en petit bancs, il est enfui en profondeur.

- ❖ **Quaternaire** : Il est constitué d'alluvions anciens et récents, et moyens localisés dans les bas-fonds et les terrasses d'oued.

II. 6. Pédologie

Selon KADIK-ACHOUBI (2005) Les pinèdes de pin d'Alep de l'Atlas saharien présentent des sols situés sur calcaire dur plus ou moins dolomitique, sur marnes calcaires et marnes. À partir de ces deux grandes catégories de roches carbonatées (roches dures et tendres), deux grands ensembles de sols sont distingués :

- Les sols sur calcaires durs plus ou moins dolomitiques à texture moyenne à fine ou sur grès siliceux à texture grossière et sont perméables ;
- Les calcaires tendres représentés aussi par les marnes calcaires qui sont le plus souvent intercalés avec des strates calcaires durs.

Selon KADIK (1983), les types de sols reconnus dans la forêt de pin d'Alep de l'Atlas saharien sont généralement des sols bruns calcaires avec un horizon (B) plus calcaire que l'horizon A, à structure polyédrique subanguleuse nette. Les sols bruns calcaires à encroûtement ne se forment généralement pas dans les formations forestières ; on les trouve sur les piémonts où la dégradation des massifs entraîne l'accumulation du calcaire sous des formes diverses (encroûtement diffus).

II. 7. Végétation

KADIK (2005) distingue sur le plan physionomique dans la région centrale des Monts Ouled Naïl (Senalba, Djellal Gharbi, Sahari Guebli, Sfaï, etc.) trois grands types de formations ont été distingués :

- Les forêts à pin d'Alep qui se cantonnent sur les mi de versants et les bas de versants. La hauteur des arbres est supérieure à 7 m et atteint parfois 16 m dans des conditions optimales de développement. Deux types de forêts ont été distingués au Senalba : les forêts à *Pinus halepensis*, *Quercus rotundifolia*, *Juniperus turbinata* et *Stipa tenacissima* et les forêts à *Pinus halepensis*, *Juniperus turbinata* et *Stipa tenacissima*.
- Les matorrals hauts qui sont des faciès de dégradation de la forêt se situent surtout en bas de versant et sur les hauts de glacis. Les formations arborescentes deviennent rares et sont remplacées par la steppe à alfa qui devient envahissante. La hauteur des arbres et arbustes se situe entre 4 et 7 m ; six matorrals ont été recensés dans la wilaya de Djelfa (KADIK, 1987) mais seulement trois types de matorrals sont bien représentés : les matorrals hauts à

Quercus rotundifolia et *Juniperus oxycedrus* ; les matorrals hauts à *Pinus halepensis* et *Quercus rotundifolia* ; les matorrals hauts à *Pinus halepensis* et *Juniperus turbinata*.

- Les matorrals bas résultent d'une déforestation plus prononcée et se localisent dans des conditions de milieu difficiles sur les sommets et les hauts de versants. La hauteur des nanophanérophytes n'atteint guère les 2 m et en moyenne reste égale à 50 cm. Deux faciès sont bien individualisés : les matorrals bas à *Quercus rotundifolia*, *Juniperus oxycedrus* et *Pistacia terebinthus* ; les matorrals bas à *Juniperus turbinata* et *Stipa tenacissima*.

II. 8. Cadre climatique

Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution des êtres vivants (FAURIE et al., 1980). Les principaux paramètres pris en considération restent les précipitations et les températures. Ils nous permettent de situer la zone d'étude au niveau de l'étage bioclimatique qui s'approprie à partir du quotient pluviométrique d'EMBERGER (1955) et de déterminer la période sèche par le diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953).

II. 8. 1. Précipitations

Les données pluviométriques de la station d'étude s'étalant sur 31 ans (1990 - 2020) sont mentionnées sur le tableau suivant :

Tableau 2: Précipitations moyennes mensuelles (mm) pour la zone d'étude (1990 -2020)

Mois	J	F	M	A	M	J	JL	AO	S	O	N	D
P(mm)	32,12	25,13	23,6	31,3	29,53	16,09	9,07	19,80	33,88	27,48	21,11	23,38

Source : (ONM, Djelfa, 2020)

Les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale pour la répartition des groupements végétaux ainsi que son fonctionnement (ZAOUI, 2012). D'après le tableau 2, nous pouvons constater que le minimum pluviométrique, pour la zone de Senalba Chergui apparaît en Juillet avec 9,07 mm alors que le maximum est en Septembre avec 33,88 mm.

La répartition saisonnière des précipitations est particulièrement importante pour le développement des annuelles dont le rôle est souvent prédominant dans la physionomie de la végétation (MUSSET, 1935).

II. 8. 2. Températures

La température est également un élément écologique fondamental en tant que facteur climatique vital et déterminant dans la vie des végétales. Elle conditionne en effet la durée de la période de végétation. La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'être vivants dans la biosphère (RAMADE, 2003).

Des valeurs des moyennes annuelles «T» et mensuelles et les valeurs moyennes des minima du mois le plus froid « m » et des maxima du mois le plus chaud « M » (EMBERGER, 1930). Dans le tableau 3, la température mensuelle la plus chaude est de 35,37°C constatée au mois de juillet, et la température mensuelle la plus froide est du mois de janvier qui a la valeur de 0,44°C.

Tableau 3: Moyenne des températures maximales et minimales en (°C) durant la période (1990-2020).

MOIS	J	F	M	A	M	J	JL	AO	S	O	N	D
T min	0,44	1,24	3,67	6,10	10,95	15,6	19,15	18,53	14,67	9,96	4,63	1,87
T max	9,84	11,59	15,11	18,01	23,95	29,21	35,37	33,36	27,34	21,04	14,39	16,7
Moy °C	5,14	6,42	9,39	11,99	17,45	22,39	27,32	25,95	21,01	15,50	9,51	9,28

Source : (ONM, Djelfa, 2020)

II. 8 .3. Synthèse Climatique

II. 8. 3. 1. Diagramme Ombrothermique

Le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) permet de calculer la durée de la saison sèche. Il tient compte de la pluviosité moyenne mensuelle et la température moyenne mensuelle de la période indiquée, Dans notre cas l'examen du diagramme ombrothermique (figure 7) montre que la station Senalba chergui présentent 4 mois de sécheresse ; généralement de Mai à Septembre. Ce qui confirme l'intensité de sécheresse dans la région.

Le climat est caractérisé par deux périodes :

- Une saison pluvieuse et froide s'étalant de début du Novembre jusqu'à la fin du mois de Avril.
- Une saison sèche et chaude qui s'étale de début du Mai jusqu'à la fin du mois de Octobre.

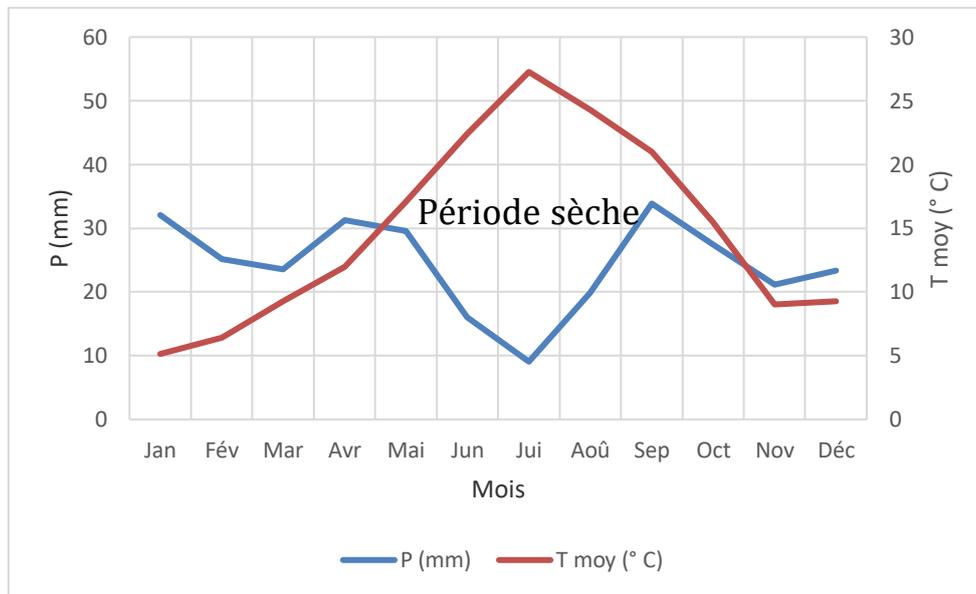


Figure 7:Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (Zone de Senalba Chergui) pour la période (1990-2020)

II. 8. 3. 2. Quotient pluviométrique d'Emberger

Le quotient pluviométrique d'Emberger " Q_2 " permet de situer l'étage bioclimatique de la zone d'étude. Selon STEWART (1969), le quotient pluviométrique d'Emberger est déterminé selon la formule suivante : $Q_2 = 3,43 P / (M-m)$

- Q_2 : Quotient pluviométrique d'EMBERGER.
- P : Pluviosité moyenne annuelle exprimée en mm
- M : température maximale du mois le plus chaud en °C.
- m : température minimale du mois le plus froid en °C.

Pour notre zone d'étude, les constantes sont : $P = 309,72 \text{ mm}$; $M = 35,37 \text{ °C}$. $m = 0,44 \text{ °C}$.

$$Q_2 = 30,41$$

D'après les données climatiques de la zone d'étude pour la période allant de 1990 à 2020 est égale à $Q_2 = 30,41$. Donc, notre station d'étude est située dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais. (Fig. 8).

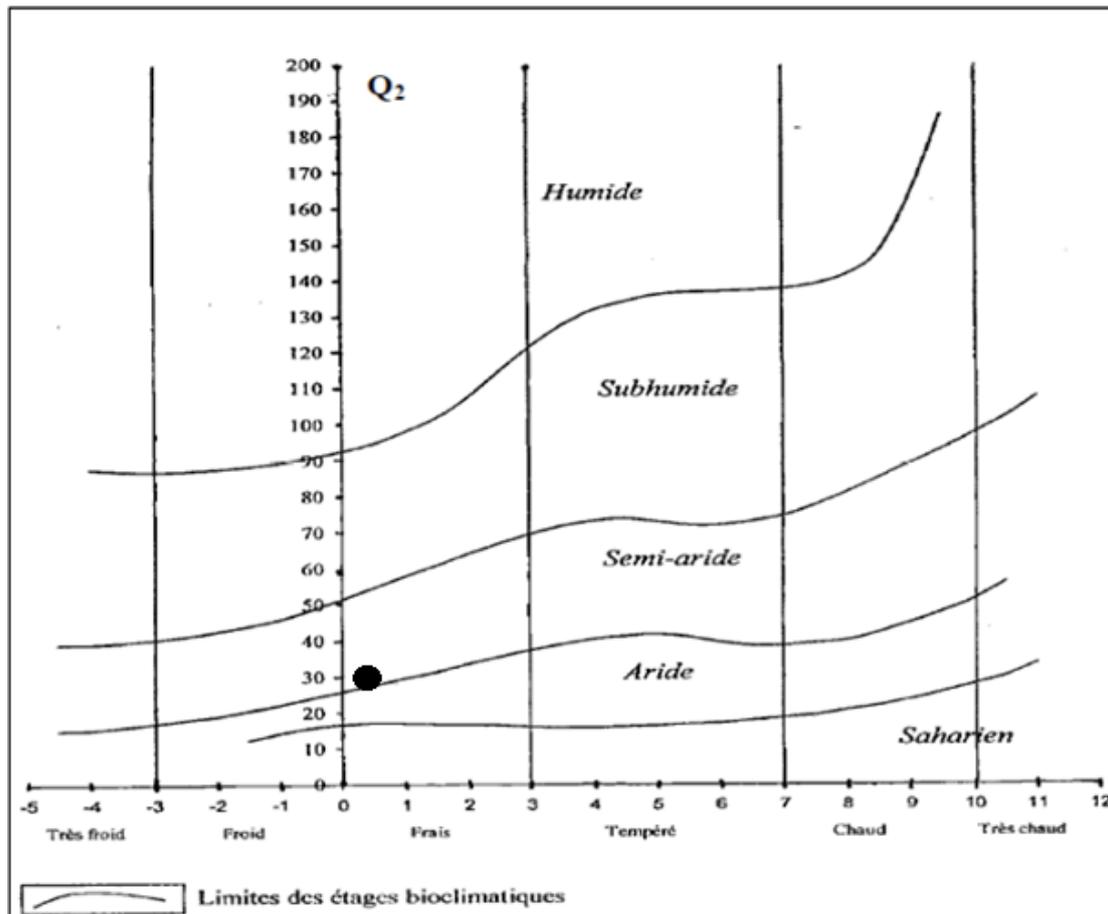


Figure 8: Localisation de la région de Senalba chergui sur le Climagramme d'Emberger (1990-2020)

Deuxième Partie : Etude Expérimentale

CHAPITRE III : Matériel et méthodes

III. 1. Objectif du travail

Le présent travail est une étude dendrométrique comparative de la croissance du pin d'Alep (*Pinus halpensis* Mill.) et du pin brutia (*Pinus brutia* Ten) au niveau du massif forestier de Senalba Chergui (Région de Djelfa). Il s'agit de comparer les caractéristiques dendrométriques des deux essences dans les mêmes conditions pédoclimatiques et topographiques (Figure 10).



Figure 9: Vue générale des deux parcelles de pin brutia et pin d'Alep (Original, 2022)

III. 2. Méthodologie

III. 2. 1. Choix des stations d'étude

Le choix des stations d'étude a été dicté par la présence d'une seule parcelle de pin brutia plantée au niveau du versant Nord de la forêt de Senalba Chergui et d'une parcelle de pin d'Alep se trouvant à proximité de celle-ci pour pouvoir comparer le comportement de ces deux essences dans les mêmes conditions topo-climatiques.

Les coordonnées géographiques de la zone d'étude sont :

- 34° 41'01,81'' Latitude Nord ;
- 3° 13'24,11'' Longitude Est ;
- Altitude moyenne : 1180 m.



Photo extraite de Google Earth ;

Échelle approximative : 1/50.000

Figure 10: Localisation de la zone d'étude

III. 2. 2. Choix du type d'échantillonnage

Dans un peuplement forestier on a recours aux inventaires forestiers dits inventaires par échantillonnage qui apportent une solution satisfaisante au problème de temps et d'argent. On distingue trois types d'échantillonnage :

- ❖ **Échantillonnage aléatoire** : L'avantage de cet inventaire et que le calcul de l'erreur à craindre est valable. De plus, il est facile de modifier le taux de sondage en cours d'exécution mais ses inconvénients sont la répartition non homogène des placettes échantillons et qu'il est difficile à matérialiser sur terrain.
- ❖ **Échantillonnage stratifié** : Repose sur les types de strates existantes au niveau d'une forêt. Parmi les avantages de ce type c'est de tenir compte de la stratification de la forêt et qu'on peut changer le taux d'échantillonnage en fonction de la variation de la strate. Il approche de près la variabilité de la forêt. L'inconvénient de l'échantillonnage stratifié réside dans le calcul de l'erreur qui est très difficile.
- ❖ **Échantillonnage systématique** : C'est l'échantillonnage qu'on a utilisé au cours de notre inventaire au niveau de la forêt de Senalba Chergui. On choisit les placettes

toujours de la même façon, cet échantillonnage est très facile à matérialiser sur une carte aussi bien qu'à réaliser sur terrain (PARDÉ et BOUCHON, 1988).

III. 2. 3. Les placettes d'échantillonnage

III. 2. 3. 1. Forme des placettes

En pratique la surface utilisée est un cercle, un carré ou un rectangle. Dans la pratique courante il ne fait nul doute que la forme circulaire, de plus en plus adoptée, a des avantages qui doivent l'imposer :

- Cette forme ne comporte pas de direction privilégiée, elle est donc particulièrement bien objective.
- Les arbres limites, c'est-à-dire ceux qui sont exactement à cheval sur la ligne délimitative de la placette, posent un problème désagréable. On a donc intérêt à réduire le nombre, donc à prendre, à surface égale, la forme géométrique qui a le plus court périmètre : c'est précisément le cercle (PARDÉ et BOUCHON, 1988). C'est cette forme qui est retenue lors de notre échantillonnage.

III. 2. 3. 2. Surface des placettes

Nous avons pris en considération des placettes de 400 m² (4 ares). Pour délimiter un cercle on utilise un topo-fil de 11,28 mètres dont une extrémité est fixée à un piquet planté au centre de la placette.

Dans chaque placette on mesure les arbres entrant dans le cercle.

Les arbres périphériques sont selon les cas pris en considération ou rejetés :

- Si plus de la moitié du tronc est située à l'intérieur de la ligne de délimitation, l'arbre est compté. Il demeure en dehors de l'inventaire dans le cas contraire.

- Les arbres limites (moitié-moitié) ne sont pris qu'une fois sur deux.



Figure 11: Installation d'une placette sur terrain (Original, 2022)

Sur terrain, nous avons pris deux transects un N/S et l'autre E/O. dans chaque transect, ont été installées 3 placettes, la distance entre le centre d'une placette et l'autre est de 200 m, un individu en pointe en saisit une extrémité d'une main et la boussole de l'autre en gardant toujours la même direction.

III. 3. 1. Variables dendrométriques mesurées

Dans chaque placette ont été mesurées des variables dendrométriques : circonférence à 1,30 m du sol de tous les arbres, hauteurs totales, hauteur dominante, surface terrière, densité.

III. 3. 1. 1. Mesure de la circonférence

Les circonférences ont été mesurées à l'aide d'un ruban mètre. Nous avons mesuré toutes les circonférence à 1,30 m du sol des arbres dont la hauteur totale est supérieure à 1,30 m. Pour les arbres dont la hauteur est inférieure à 1,30 m. On n'a pas fait des mesures de circonférences.



Figure 12: Mesure de la circonférence à 1.30 m avec le ruban mètre. (Original, 2022)

III. 3. 1. 2. Mesure de la hauteur totale

La mesure de la hauteur totale doit se faire normalement par l'appareil BLUME-LEISS chose rendue impossible par la forte densité des arbres qui ne peuvent favoriser une visée rapprochée.

Donc on a fait recours à une règle graduée de 5 m de longueur, la lecture se fait directement en plaçant la règle en position verticale près de l'arbre.

Pour les arbres dépassant 5 m de hauteur il était obligé de faire remonter la règle au-delà de 2 m du sol qu'on fixe sur l'arbre et la lecture se fait en ajoutant les 2 m à la valeur lue.

III. 4. 1. Variables dendrométrique calculées

III. 4. 1. 1. Hauteur moyenne

Elle représente la moyenne arithmétique des hauteurs. Elle est calculée par la formule suivante :

$$\bar{H} = \frac{\sum hi}{Nt} \quad (\text{m}) \quad \text{PALM (1977)}$$

Où :

- \bar{H} : Hauteur moyenne arithmétique (m)
- hi : Hauteur totale de l'arbre
- Nt : Nombre d'arbre mesurés.

III. 4. 1. 2. La hauteur dominante

La hauteur dominante d'un peuplement est la hauteur moyenne des 100 plus gros arbres à l'ha (PARDE et BOUCHON, 1988), Dans notre cas, les placettes d'échantillonnage ont une superficie de 4 ares ceci correspond donc à :

$$\frac{100 \text{ tiges / ha} \times 4 \text{ ares}}{100 \text{ ares / ha}} = 4 \text{ tiges / pl}$$

Donc la hauteur dominante de la placette est la moyenne des hauteurs totales des 4 plus gros arbres de celle-ci.

La hauteur moyenne d'un peuplement est un généralement sensible, non seulement à l'âge et la fertilité mais aussi à la densité c'est pour cette raison qu'il est préférable de définir la hauteur d'un peuplement par sa hauteur dominante qui est presque totalement insensible aux variations de densité (ANONYME, 1985).

III. 4. 1. 3. La surface terrière

La surface terrière de la placette est la somme des surfaces terrières de tous les arbres de cette placette. La surface terrière d'un arbre est la surface de la section transversale de cet arbre à 1,30 m (M'HIRIT, 1982). C'est un excellent critère à la fois de densité du peuplement et du volume sur pied :

$$g = \frac{\sum Ci^2}{4\pi \cdot \text{SUPERFICIE}} \quad (\text{m}^2 / \text{ha}) \quad (\text{PARDÉ et BOUCHON, 1988})$$

Puisque la superficie des placettes étant de 400 m², on aura donc :

$$g = \frac{\sum Ci^2}{1600 \pi} \quad (\text{m}^2 / \text{ha})$$

Où :

- ❖ Ci : circonférence de l'arbre à 1,30 m.

- ❖ g : Surface terrière.

III.4. 1. 4 . La densité

Le nombre de tiges à l'hectare est obtenu en divisant le nombre total d'arbres de la placette par la surface totale exprimée en ha.

$$\text{Nombre de tiges} = \frac{Nt}{4 \text{ ares}}$$

- Nt : nombre total des arbres.

III. 5 Matériel utilisé

Le matériel utilisé pour l'inventaire sur terrain est constitué de :

- Une règle graduée de 5 m ;
- Un ruban mètre pour la mesure de la circonférence ;
- Un GPS pour la géo-localisation des placettes, la détermination des altitudes ;
- Une corde de 11,28 mètre et deux piquets pour l'installation des placettes d'échantillonnage ;
- Un marqueur rouge pour marquer les arbres limites à mesurer.

III. 6. L'analyse statistique

L'analyse statistique utilisée pour le traitement des résultats obtenus lors des expériences réalisées, et leur représentation graphique, est effectuée à l'aide du logiciel EXCEL 2010 et d'une feuille de calcul incluse dans la suite Web (GOOGLE SHEET 2022).

CHAPITRE IV : Résultats et discussion

IV. 1. Matrice des données de pin d'Alep

Les résultats relatifs aux différents paramètres dendrométrique à savoir densité à l'hectare, hauteur moyenne, hauteur dominante, circonférence à 1,30 m, surface terrière et profondeur du sol sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 4: Matrices des données de pin d'Alep

P.T	Pl	D _{moy} (Pieds/ ha)	H _{moy} (m)	H _{dom} (m)	C _{moy} (Cm)	g (m ² / ha)	Prof du sol
BV	1	700	5,48214286	8,75	44,2678571	3,84775038	60
	2	675	6,2037037	10,125	130,727273	33,5553901	59
	3	550	6,69545455	10,25	58,7727273	6,78237156	51
	4	750	6,55	11,5	53,33333333	5,58505361	65
	5	525	5,71904762	9,125	51,4761905	5,20286657	63
	6	425	7,23529412	10,775	63,2941176	7,86604796	69
	7	400	6,75	9,375	61,0625	7,32114574	60
Moy		575	6,37652041	9,98571429	66,1334284	10,0229466	61
MV	1	775	5,53870968	10,75	42,2741935	3,50897725	49
	2	750	5,86	9	41,38333333	3,36264351	56
	3	775	6,28387097	10,5	54,9032258	5,91869027	43
	4	525	5,92857143	9,75	51,0952381	5,12614332	47
	5	475	6,53684211	9,875	60,9473684	7,29356415	51
	6	625	6,52	11,125	57,68	6,53251467	52
	7	950	7,35394737	11,75	58,9473684	6,82273862	49
Moy		696,428571	6,28884879	10,3928571	52,4615325	5,50932454	49,5714286
HV	1	950	5,91578947	10,375	45,6578947	4,09318765	37
	2	1000	5,8775	10	46,15	4,1818967	40
	3	1100	5,63181818	9,5	45,5454545	4,07305216	39
	4	775	6,09677419	10,25	49,0322581	4,7205617	25
	5	700	5,78571429	9,375	48,9285714	4,70061803	29
	6	725	5,63448276	10,125	45,3793103	4,04339037	31
Moy		875	5,82367982	9,9375	46,7822482	4,30211777	33,5
Moy Glo		715,47619	6,16301634	10,1053571	55,1257364	6,61146295	48,0238095

IV. 1.1. Discussion des données

IV. 1.1. 1. Hauteur

La hauteur moyenne varie entre 5,48 m et 7,35 m.

La valeur maximale qui est de 5,48 m et celle de la placette 1 du bas versant.

La valeur Minimale qui est de 7,35 m et celle de la placette à 7 du mi-versant.

La valeur moyenne maximale qui est de 6,37 m et celle du bas versant.

Donc la valeur moyenne minimale qui est de 5,82 m est celle du haut versant.

La valeur moyenne des trois versants est de 6,16 m.

Dans la forêt communale ceyreste (Bouches du Rhône Région du paca En France, le peuplement de pin d'Alep, âgé de 47 ans à une hauteur moyenne de 10,6 m (GRULOIS et PEETERS, 2004).

IV.1.1.2. Hauteur dominante

La hauteur dominante varie entre 8,75 m et 11,75 m.

La valeur maximale qui est de 11,75 m et celle de la 7 du mi-versant.

La valeur minimale qui est de 8,75 m Et celle de la placette 1 du bas versant.

La valeur moyenne maximale qui est de 10,39 m est celle du mi-versant.

Donc la valeur moyenne minimale qui est de 9,93 m est celle du bas versant.

La valeur moyenne des trois versants et de 10,10 m.

La hauteur dominante du pin d'Alep des massifs d'Ouled -Yakoub et des Béni-Oudjana a été établie à partir d'analyses de tiges d'arbres abattus. Elle varie de 16,5 m à 11,4 m (BENTOUATI ,2006).

La moyenne globale de la hauteur dominante dans la forêt de Senalba Chergui enregistre des valeurs inférieures à celles de la forêt d'Ouled-Yakoub et de Béni-Oudjana et la forêt communale de ceyreste.

IV. 1.1.3. Densité

En France, dans la forêt communale de ceyreste (Bouches du Rhône), GRULOIS et PEETRES (2004), ont trouvé Que la densité moyenne du peuplement de pin d'Alep et de 885 Pied à l'ha.

Dans notre zone d'étude la densité varie de 400 et 1100 pieds à l'hectare.

La valeur maximale qui est de 1100 pied à l'hectare, et celle de la placette 3 du haut versant.

La valeur minimale qui est de 400 pieds à l'hectare, et celle de la placette 7 du bas versant.

La valeur moyenne maximale qui est de 875 pieds l'hectare est celle du haut versant.

La valeur moyenne minimale qui est de 575 pieds à l'hectare, est celle du bas versant.

La valeur moyenne des trois versants et de 715,42 pieds à l'hectare.

Pour la zone d'Ouled Yakoub let des Béni-Oudjana de la densité varie de 322 et de 407 pieds à l'ha (OUDJEHIH, 2005).

La valeur maximale de densité dans la forêt de senalba chergui est supérieure à celle du peuplement en France et des deux forêts d'Ouled-Yakoub et des Béni-Oudjana.

IV. 1.1.4. La circonférence

La circonférence à 1,30 m des arbres varie de 41,38 Cm à 130,72 Cm.

La valeur maximale et celle de la placette 2 du BV.

La valeur minimale et celle de la placette 2 du MV.

La valeur moyenne maximale qui est de 66,13 Cm est celle du BV.

La Valeur moyenne minimale qui est de 46,78 Cm est celle du HV.

La valeur moyenne des trois versants et de 55,12 Cm.

Les peuplements de pin d'Alep (*pinus halepensis* Mill.) Étudiés En Tunisie à l'âge de 45 ans a été réalisée à partir de 348 placettes temporaires de 4 ares, ont la circonférence moyenne de 46,9 Cm (SGHAIER et PALM, 2001).

La Conférence moyenne dans notre zone d'étude et supérieure à celle mesurée en Tunisie.

IV. 1.1.5. Surfaces terrière

La surface terrière varie de 3,36 à 33,55 m²/ha.

La valeur maximale est calculée pour la placette 2 du BV.

La valeur minimale est calculée pour la placette 2 du MV.

La valeur moyenne maximale qui est de 10,02 m²/ha, est celle du BV.

La valeur moyenne minimale qui est de 4,30 m²/ha, est celle du HV.

La valeur moyenne des trois versants est de 6,61 m²/ha.

Selon OUDJEHIIH, (2005), cette variable comprise entre 21.3 et 27,4 m² /ha, dans la station de Ouled-Yakoub et des Béni-Oudjana.

La valeur maximale de la surface Terrière dans la forêt de Senalba Chergui est supérieure à celle mesurée dans les deux autres forêts.

IV.1.1.6. La profondeur du sol

Le sol est peu profond, il varie de 25 Cm à 69 Cm.

La valeur de 69 Cm est mesurée dans la placette 6 du BV.

La valeur 25 Cm est mesurée dans la placette 4 du MV.

La valeur moyenne maximale qui est de 61 Cm est celle du BV.

La valeur moyenne minimale, qui est de 33,5 est celle du HV.

La valeur moyenne des trois versants est de 48,02 Cm.

On remarque que le sol est plus profond dans le bas versant que dans le haut versant.

IV. 2. Matrice des données de pin brutia

Les résultats relatifs aux différents paramètres dendrométrique à savoir densité à l'hectare, hauteur moyenne, hauteur dominante, circonférence à 1,30 m, surface terrière et profondeur du sol sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 5: Matrices des données de pin brutia

P.T	Pl	D _{moy} (Pieds/ ha)	H _{moy} (m)	H _{dom} (m)	C _{moy} (Cm)	g (m ² / ha)	Prof du sol
BV	1	850	3,49117647	5,625	37,2352941	2,72232184	51
	2	600	4,0625	7	39,1666667	3,0120565	63
	3	450	4,40555556	7,75	38,1944444	2,86437771	68
	4	675	3,47037037	6	38,4444444	2,90199773	59
	5	400	4,14375	7	39,0625	2,99605623	60
	6	775	4,80967742	8,2	43,1290323	3,65232417	65
	7	600	4,00416667	7,025	35,6666667	2,49778433	68
Moy		621,428571	4,05531378	6,94285714	38,6998641	2,94955978	62
MV	1	550	3,98863636	7,875	36,5909091	2,62891345	40
	2	650	4,59285714	7,625	37,8846154	2,81809517	50
	3	700	4,59285714	8	42,8571429	3,60642014	60
	4	400	4,08125	6,8	37,75	2,79810368	50
	5	475	4,15263158	7,125	40,4736842	3,21643936	58
	6	500	3,9	6,625	41,7	3,41430253	50
	7	450	3,95555556	6,875	38,1111111	2,85189224	53
Moy		532,142857	4,18054111	7,275	39,338209	3,04773808	51,5714286
HV	1	625	3,424	6,5	35	2,40528188	45
	2	400	2,665625	4,45	30,28125	1,80043517	46
	3	550	2,71409091	4,875	25,0454545	1,23165118	40
	4	350	2,96785714	5,375	34,9285714	2,39547442	43
	5	500	3,9175	4,5	38,85	2,9635478	40
	6	275	4,60909091	8	47,9545455	4,5153295	35
Moy		450	3,38302733	5,61666667	35,3433036	2,55195332	41,5
Moy Glo		534,52381	3,87296074	6,61150794	37,7937922	2,8497504	51,6904762

IV.2.1. Discussion des données

IV.2.1.1. Hauteur

La hauteur moyenne varie entre 2,66 m et 4,80 m

La valeur maximale qui est de 4,80 m et celle de la placette 6 du bas versant.

La valeur minimale qui est de 2,66 m et celle de la placette à 2 du haut versant.

La valeur moyenne maximale qui est de 4,18 m et celle du mi-versant.

Donc la valeur moyenne minimale qui est de 3,38 m est celle du haut versant.

La valeur moyenne des trois versants est de 3,87 m.

IV.2.1.2. Hauteur dominante

La hauteur dominante varie entre 4,45 m et 8,2 m.

La valeur maximale qui est de 8,2 m et celle de la 6 du bas versant.

La valeur minimale qui est de 4,45 m et celle de la placette 2 du haut versant.

La valeur moyenne maximale qui est de 7,27 m est celle du mi-versant.

Donc la valeur moyenne minimale qui est de 5,61 m est celle du haut versant.

La valeur moyenne des trois versants est de 6,61 m.

IV.2.1.3. Densité

Dans notre zone d'étude la densité varie de 275 et 850 pieds à l'hectare.

La valeur maximale qui est de 850 pieds à l'hectare, et celle de la placette 1 du bas versant.

La valeur minimale qui est de 275 pieds à l'hectare, et celle de la placette 6 du haut versant.

La valeur moyenne maximale qui est de 621,42 pieds l'hectare est celle du bas versant.

La valeur moyenne minimale qui est de 450 pieds à l'hectare, est celle du haut versant.

La valeur moyenne des trois versants est de 534,52 pieds à l'hectare.

IV.2.1.4. La circonférence

La circonférence à 1,30 m des arbres varie de 25,04 Cm à 47,95 Cm.

La valeur maximale et celle de la placette 6 du HV.

La valeur minimale et celle de la placette 3 du HV.

La valeur moyenne maximale qui est de 38,69 Cm est celle du BV.

La Valeur moyenne minimale qui est de 35,34 Cm est celle du HV.

La valeur moyenne des trois versants est de 37,79 Cm.

IV.2.1.5. surface terrière

La surface terrière varie de 1,23 à 4,51 m²/ha.

La valeur maximale est calculée pour la placette 6 du HV.

La valeur minimale est calculée pour la placette 3 du HV.

La valeur moyenne maximale qui est de 3,04 m²/ha, est celle du MV.

La valeur moyenne minimale qui est de 2,55 m²/ha, est celle du HV.

La valeur moyenne des trois versants est de 2,84 m²/ha.

Les valeurs calculées sont généralement très faible à cause des faibles circonférences ou encore non mesurées pour les arbres n'ayant pas une hauteur supérieure à 1,30 m

IV.2.1.6 La profondeur du sol

Le sol est peu profond, il varie de 35 Cm à 68 Cm.

La valeur de 68 Cm est mesurée dans les placettes 3 et 7 du BV.

La valeur 35 Cm est mesurée dans la placette 6 du HV.

La valeur moyenne maximale qui est de 62 Cm est celle du BV.

La valeur moyenne minimale, qui est de 41,5 est celle du HV.

La valeur moyenne des trois versants est de 51,69 Cm.

On remarque que le sol est plus profond dans le bas versant que dans le haut versant.

IV.3. Relations dendrométriques

IV.3.1. Relation hauteur-circonférence

IV.3.1.1. Pin d'Alep

Après avoir effectué des mesures de hauteurs et de circonférence à 1,30 m des arbres hauteur dominant, densité, surface terrière, profondeur du sol au niveau de chaque placette on établit la relation entre les circonférences et leurs hauteurs respectives, sous forme d'une équation de régression: $y = ax + b$

$$\text{Le coefficient de corrélation : } R^2 = \frac{\sum (xi - \bar{x}) (yi - \bar{y})}{\sum (xi - \bar{x})^2 (yi - \bar{y})^2}$$

Les droites linéaires, exprimant la relation Entre les circonférences à 1,30 m du sol et leurs hauteurs, ont pour équations :

$$\text{Bas versant : Haut} = \text{Circ} * 0,086 + 1,61$$

$$R^2 = 0,68$$

Mi-versant : $\text{Haut} = \text{Circ} \cdot 0,086 + 1,87$

$$R^2 = 0,63$$

Haut versant : $\text{Haut} = \text{Circ} \cdot 0,09 + 1,19$

$$R^2 = 0,84$$

Les coefficients de corrélation qui sont de 0,68 ; 0,63 et 0,84 montrent qu'il existe une bonne corrélation entre les circonférences des arbres et leurs hauteurs. On a des coefficients de corrélation qui diminuent du bas versant, mi-versant et haut versant

Les figures 13, 14, 15 ci-dessous illustrent la relation hauteur circonférence au niveau des 3 stations.

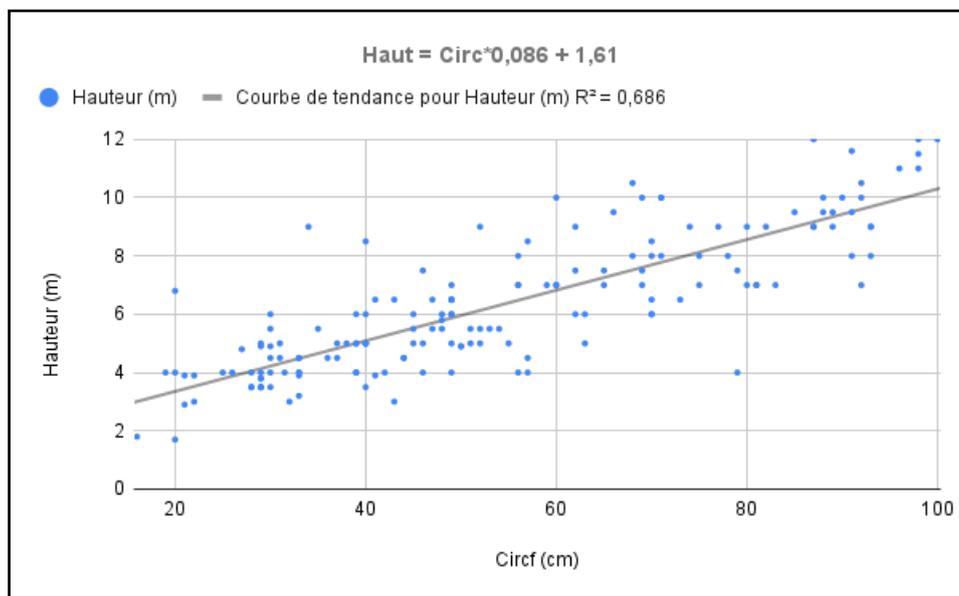


Figure 13: Corrélation hauteur-circonférence. Bas versant

Le nuage des points des trois graphiques ci-dessus, formé par la relation entre la hauteur, la circonférence et l'altitude du peuplement prend une courbe ascendante. Une fois l'altitude augmente (bas, mi et haut versants), la hauteur et la circonférence n'en font pas de même. À partir des trois graphiques, on peut classer nos placettes en trois catégories :

- Une catégorie de haut-versant de faible altitude avec des hauteurs et circonférences faibles, elle donne une moyenne de hauteur égale à 5,8 m et une moyenne de circonférence à 46,4 cm.

- Une catégorie constituée des placettes de mi-versant, se caractérisant par des hauteurs et des circonférences plus importantes que la position topographique précédente et qui présente une hauteur moyenne égale à 6,3 m et une circonférence moyenne égale à 52,5 cm.
- Une catégorie renfermant un nombre de placettes caractérisées par des hauteurs et des circonférences plus importantes (BV), elle présente une valeur moyenne de hauteur égale à 6,4 m et une valeur moyenne de circonférence égale à 66,1 cm.

Il est constaté que les hauteurs et les circonférences diminuent avec l'altitude. Cependant, nos résultats sont contradictoires à ceux reportés par GUIT et *al.*, (2022), qui reportent que l'altitude favorise une meilleure croissance du Pin d'Alep.

L'analyse de la régression multiple a révélé que la profondeur du sol et l'altitude sont corrélées à la hauteur dominante, mais en sens inverse. Au niveau des trois versant, plus on monte en altitude et moins le sol est profond et inversement.

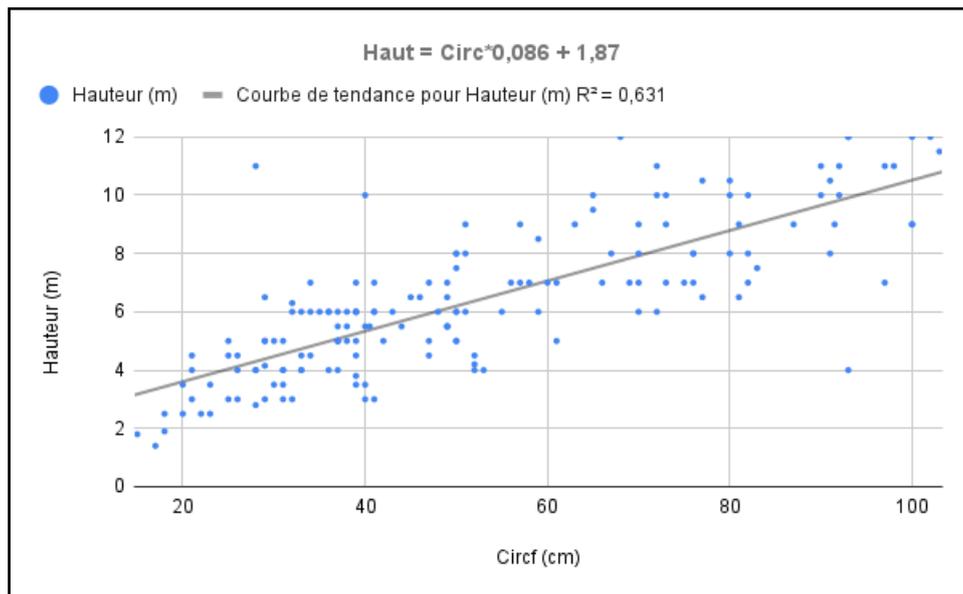


Figure 14:Corrélation hauteur-circonférence. Mi-versant.

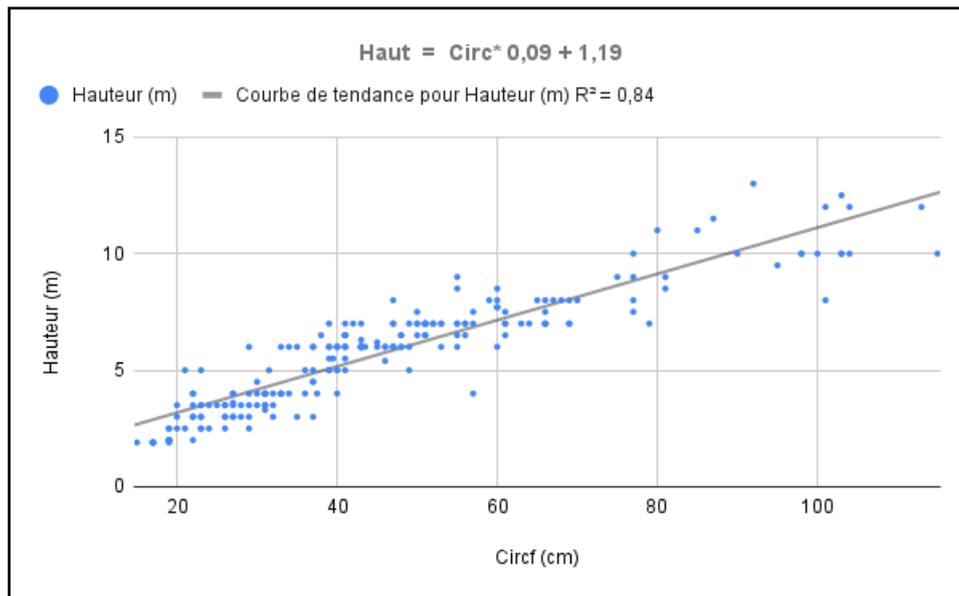


Figure 15:Corrélation hauteur-circonférence. Haut versant.

IV.3.1.2. pin brutia

Après avoir effectué des mesures de hauteurs et de circonférence à 1,30 m des Arbres hauteur dominant, densité, surface terrière, profondeur du sol au niveau de chaque placette on établit la relation entre les circonférences et leurs hauteurs respectives, sous forme d'une équation de régression: $y = ax + b$

$$\text{Le coefficient de corrélation : } R^2 = \frac{\sum (xi - \bar{x}) (yi - \bar{y})}{\sum (xi - \bar{x})^2 (yi - \bar{y})^2}$$

Les droites linéaires, exprimant la relation Entre les circonférences à 1,30 m du sol et leurs hauteurs, ont pour équations :

$$\text{Bas versant : Haut} = \text{Circ} * 0,088 + 0,55$$

$$R^2 = 0,62$$

$$\text{Mi-versant : Haut} = \text{Circ} * 0,085 + 0,72$$

$$R^2 = 0,61$$

$$\text{Haut versant : Haut} = \text{Circ} * 0,09 + 0,07$$

$$R^2 = 0,56$$

Les coefficients de corrélation qui sont de 0,62 ; 0,61 et 0,56 montrent qu'il existe une bonne corrélation entre les circonférences des arbres et leurs hauteurs. On a des coefficients de corrélation qui diminuent du bas versant, mi- versant et haut versant

Les figures 16, 17, 18 ci- dessous illustrent la relation hauteur circonférence au niveau des 3 stations.

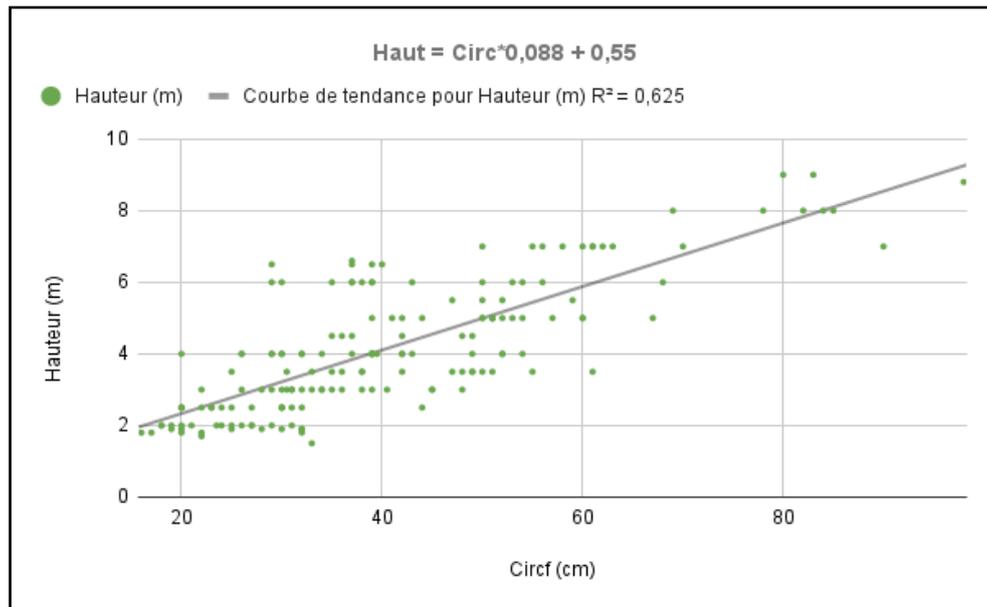


Figure 16:Corrélation hauteur-circonférence. Bas versant.

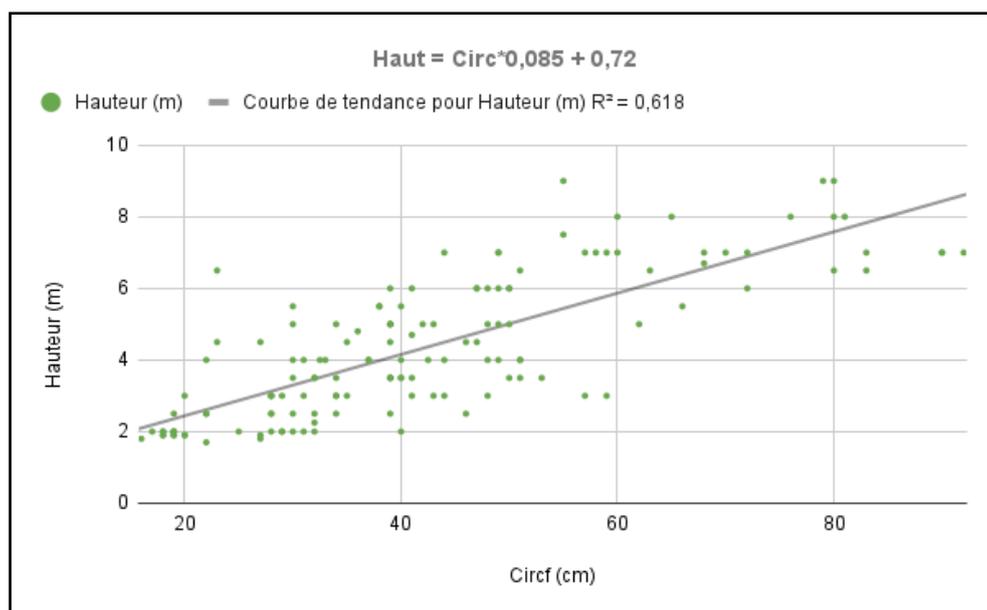


Figure 17:Corrélation hauteur-circonférence. Mi-versant.

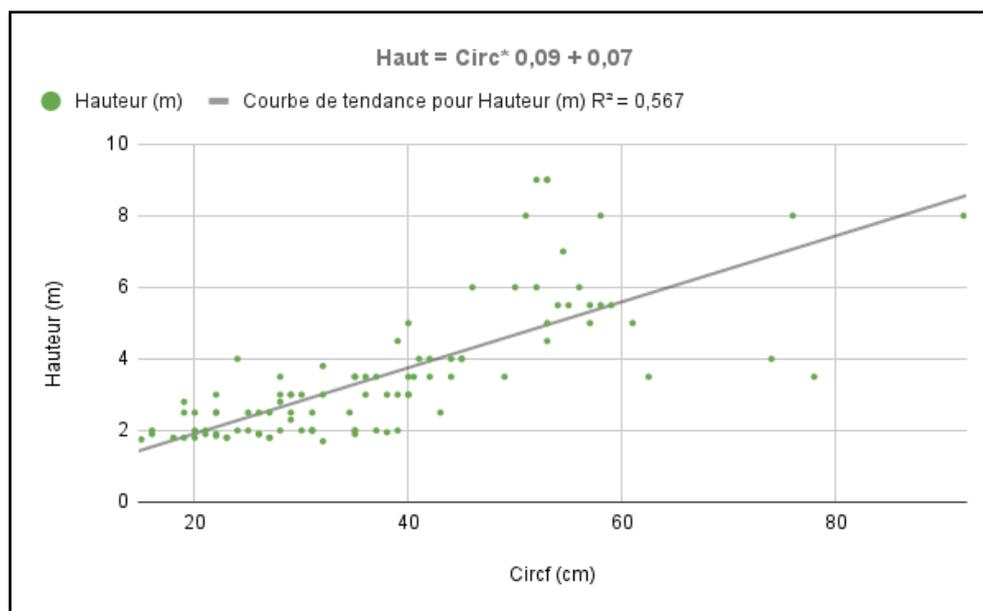


Figure 18:Corrélation hauteur-circonférence. Bas versant.

Les figures ci-dessus (Fg 16, 17, 18) présentent le nuage des points formé par la relation entre l'altitude, la hauteur et la circonférence du peuplement. On remarque que la majorité des arbres de pin brutia de mi- versant sont les plus hauts que les arbres de BV et HV. Sa hauteur moyenne est de 4,2 m et sa circonférence moyenne est de 39,3 cm.

La hauteur moyenne des placettes de HV varie entre 2,7 m et 4,6 m et sa circonférence varie entre 25 cm et 48 cm.

La hauteur moyenne des placettes de BV varie entre 3,5 m et 4,8 m et sa circonférence varie entre 37,2 cm et 43,1 cm.

CONCLUSION

Conclusion

Afin de contribuer modestement à l'étude de la croissance du pin d'Alep et du pin brutia dans la forêt naturelle de Senalba Chergui qui est située sur les hautes plaines de l'atlas saharien. Chaque versant comprend 20 placettes pin brutia et 20 placettes pin d'Alep 400 m², au niveau de chaque versant il est étudié les relations entre les paramètres dendrométriques et les paramètres écologiques facilités par les techniques numériques telles que l'analyse factorielle des correspondances (AFC) et la classification ascendante hiérarchique (CAH).

À la lumière des résultats du pin d'Alep obtenus, on peut conclure que:

- La hauteur dominante varie entre 4,45 m et 8,2 m. La valeur maximale est celle de la placette 6 du bas versant, et la valeur minimale est celle de la placette 2 du haut versant.
- Dans notre zone d'étude la densité varie de 1100 et 400 pieds à l'hectare respectivement de la placette 3 du haut versant et de la placette 7 du bas versant.
- La circonférence à 1,30 m des arbres varie de 41,38 Cm à 130,72 Cm respectivement de la placette 2 du MV et la placette 2 du BV.

Les résultats des pins brutia nous ont permis de conclure :

- La hauteur dominante varie entre 4,45 m et 8,2 m respectivement de la placette 2 du haut versant et de la placette 6 du bas versant.
- Dans notre zone d'étude la densité varie de 275 et 850 pieds à l'hectare respectivement de la placette 6 du haut versant et de la placette 1 du bas versant.
- La circonférence à 1,30 m des arbres varie de 25,04 cm à 47,95 cm respectivement de la placette 3 du HV et la placette 6 du HV.

Lorsque nous comparons les valeurs des trois versants de pin d'Alep, nous avons enregistré de faibles valeurs de hauteurs, de circonférences, de surfaces terrières et de profondeur du sol dans le haut versant par rapport aux autres versants. Mais les valeurs de hauteurs, de circonférences, de surfaces terrières, de profondeur du sol et de densité de pin brutia étant faibles dans le haut versant par rapport aux MV et BV pour un même milieu forestier. La profondeur du sol a montré de plus grandes valeurs dans le BV par rapport aux autres versants.

Conclusion

Les résultats obtenus montrent qu'il y a une corrélation linéaire significative entre la hauteur dominante et circonférence dans les 3 versants de pin d'Alep et pin brutia.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références Bibliographiques

- ABI - SALEH B. BARBERO M. NAHAL et QUÉZEL P., 1976 - Les séries forestières de végétation au Liban. Essai d'interprétation schématique. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 123: 541 -560.
- ALLEGRI E., 1973 - Contributo alla conosenza dei Pius brutia ten. Anna/i Dell'Istituto sperimentale Per la Selvico/tura, Arezzo, Vol. IV, pp. 3 - 4 1.
- BAGNOULS F. et GAUSSEN H., 1953 - Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse (88)* : 3- 4. 193-239.
- BARBERO M. CHALA B I N. NAHAL 1. et QUEZEL P., 1976 - Les formations à Conifères méditerranéens en Syrie littorale. *Ecol. Medit. Marseille*, 2: 87-99.
- BARBÉRO M., BONIN G., LOISEL R. & QUÉZEL P., 1990 - Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the Western part of the Mediterranean basin. *Vegetao*, 87 : 151 -173.
- BENTOUATI A., 2006 - *Croissance, productivité et aménagement des forêts de pin d'Alep (Pinus halepensis Mill.) du massif de Ouled Yagoub (Khenchela – Aurès)*. Thèse de doctorat. Inst. d'Agronomie. Univ. Batna .107 p.
- BENTOUATI A., OUDJEHIH B et ALATOU D., 2005 - Croissance en hauteur dominante et classes de fertilité du pin d'Alep dans le massif de Ouled Yakoub et des Beni Oudjana (Khenchela- Aurès). *Sci. Tech.* 23: 57-62.
- BLONDEL J., ARONSON J., BODIOU J.-Y. and BOEUF G., 2010 - *The Mediterranean Region: Biological Diversity in Space and Time*. Oxford University Press Inc., NewYork.2.
- BNEF., 1983 - *Procès-verbal d'aménagement de la série VIII. Forêt domaniale Senalba Chergui – Djelfa*. Alger, 75p.
- BORGHETTI M., MAGNANI F., FABRIZIO A., SARACINO A., 2004 - Facing drought in a Mediterranean post-fire community: tissue water relations in species with different life traits. *Acta Oecol.* (25) 1 -2 : 67-72.
- BOUDY P., 1950.- *Economie forestière Nord-Africaine. II: Monographie et traitement des ensembles forestiers*, Paris, Larose, 887 p. en 2 fasc.
- BOUDY P., 1952 - *Guide du forestier en Afrique du nord. La maison rustique*, Paris. 245-258.
- BOUDY P., 1955 - Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Larose, Paris, 483 p.

- BOYRIE, J.C., 1994 - *Urbanisme et forêt en région méditerranéenne*. Forêt Méditerranéenne, XV (2), pp.181-182.
- BROCHIÉRO F., 1997 - *Écologie et croissance du pin d'Alep en Provence calcaire*. Mémoire de fin d'étude CEMAGRF AIX en Provence, ENREF. 73 p.
- BUREAU NATIONAL DES ETUDES FORESTIERES (B.N.E.F.), 1984 - Rapport de synthèse.
- CHERFAOUI T., 2017 - *Etude de la Croissance et de l'accroissement du pin d'Alep dans la forêt Senalba Gharbi (Djelfa). Cas de la Série 13*. Mém. Master en Aménagement et Gestion des Forêts. Univ, de Tlemcen, Tlemcen, 53p.
- DELLOULI S., 2006 - *Ecologie De Quelques Groupes De Macro-arthropodes (coléoptéra – Araneae) Associés À La Composition Floristique En Fonction Des Paramètres ; Altitude-Exposition, Cas De La Forêt De Sénalba Chergui (djelfa)*. Thèse de Doctorat. Univ, Ziane Achour, Djelfa.
- EL KHORCHANI A., GADBIN-HENRY C., BOUZID S., KHALDI A., 2007 - The impact of drought on the growth of three forest species in Tunisia (*Pinus halepensis* Mill., *Pinus pinea* L. et *Pinus pinaster* Sol.). *Sécheresse*, (18) 2 : 113-121.
- EMBERGER L., 1930 - La végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. *Rev. Gen. Bot.* 42 :705-721.
- EMBERGER L., 1955 - Une classification biogéographique des climats. *Rec. Trav. Lab. Géol. Bot. Zool. Fac. Sci. Montpellier.* (7) .pp : 1 - 47.
- FAO., 2016 - *Analyse de vulnérabilité au changement climatique du couvert forestier Forêt de Senalba (Algérie). Optimiser la production des biens et services par les écosystèmes boisés méditerranéens dans un contexte de changements globaux*. 85p.
- FARJON A.K., 1996 - Biodiversity of *Pinus* (*Pinaceae*) in Mexico: Speciation and palaeoendemism. *Bot. J. Linn. Soc.* (London) 121(4) : 365-384.
- FAURIE C. FARRA C. et MEDORI P., 1980 - *Écologie*. Éd. Baillière J.-B. Paris, 168 p.
- GASMI B.S., 2017 - *Approche socio-économique des pratiques agroforestières pour le développement de l'agriculture de la forêt de Senalba Chergui W. de Djelf*. Mém. en Magister. Univ. Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, 105p.

- GUÉMIRI H et KAROUCHE I., 2017 - *Evaluation de l'activité antibactérienne et antifongique de deux plantes médicinales locales : Pinus halepensis Mill. Et Pinus pinea L.* Mém. Master en biologie. Univ. AKLI MOHAND OULHADJ, BOUIRA, 44p.
- 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).* Thèse de Doctorat, École Nationale Supérieure d'Agronomie, El Harrach, 108p.
- INCLA N. R., GIMENO B.S., DIZENGREMEL P. and SANCHEZ M., 2005 - Compensation processes of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) to ozone exposure and drought stress. *Environmental Pollution*, 137: 517-524.
- KADIK B., 1983 - *Contribution à l'étude du Pin d'Alep (Pinus halepensis Mill.) en Algérie. Ecologie, dendrométrie, morphologie.* O.P.U. Alger. 581 p.
- KADIK B., 1987 - *Influence du climat sur la répartition naturelle du pin d'Alep (Pinus halepensis Mill.) en Algérie* *Ann.Rech.Forest.Algérie.*, vol. II N°2, pp. 61-106.
- KADIK-ACHOUBI L., 2005 - *Étude phytosociologique et phytoécologique des formations à pin d'Alep (Pinus halepensis Mill.) de l'étage bioclimatique semi-aride algérien.* Thèse de Doctorat. USTHB, Alger, 341 p.
- KHADOUMI A., NEDJIMI B. and DAOUDI B., 2014 - Sensibilité à la chenille processionnaire (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.) chez deux espèces de pins (*Pinus halepensis* Mill. et *Pinus brutia* Ten.): cas du reboisement de Senelba Chergui (Djelfa). *Algerian journal of arid environment*, 2170 (1318) : 20-25.
- LIEUTIER F., VOULAND G., KHOUS M.G., 1992 - *Rapport de mission sur les dépérissements forestiers en Algérie et le rôle des insectes xylophages.* Projet de coopération INRA, France. INRF Algérie.
- MAESTRE F., CORTINA J., BAUTISTA S., BELLOT J., 2003 - Does *Pinus halepensis* facilitates the establishment of shrubs in Mediterranean semi-arid afforestations. *Forest Ecology and Management*, 176: 147-160.
- MEZALI M., 2003 - *Rapport sur le secteur forestier en Algérie.* 3ème session du forum des Nations Unis sur les forêts. 9 p.
- M'HIRIT O., 1982 - *Etude écologique et forestière des cédraies du rif marocain. Essai sur une approche multidimensionnelle, de la phytoécologie et de la production du Cèdre.* (*Cedrus atlantica* Manett). Th. Doc. Unv. D'Aix. Marseille, P, 436.

- MUSSET R., 1935 - Les régimes pluviométriques de la France de l'Ouest .Vo XLIV. 15 mai. 311-313.
- NAHAL I., 1962 - Le Pin d'Alep. Étude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole. *Annales de l'école nationale des eaux et forêts*, 19, (4) : 533- 627.
- NAHAL I., 1983 - Le pin brutia (*Pinus brutia* Ten. subsp. *brutia*). 1^{er} partie. *Forêt Méditerranéenne*, VI (2), 165-172.
- NAHAL I., 1984 - Le pin brutia (*Pinus brutia* Ten. subsp. *brutia*). 2^{ème} partie. *Forêt Méditerranéenne*, VI (1), 5-18.
- NAHAL I., 1986 - Taxonomie et. Aire géographique des pins du groupe *halepensis*. *CIHEAM Options Méditerranéennes*, 86 (1) : 1- 9.
- NICHANE M., BOUCHIKHI-TANI Z. and KHELIL M.A., 2014 - Les Insectes Xylophages et leur rôle dans le dépérissement du Pin d'Alep (*Pinus Halepensis* Mill.) dans les Monts des Traras (Tlemcen-Algérie). *Lebanese Science Journal*, 15 (1) : 19-26.
- OGAYA R., PEÑUELAS J., MARTÍNEZ-VILALTA J., MANGIRÓN M., 2003 - Effect of drought on diameter increment of *Quercus ilex*, *Phillyrea latifolia*, and *Arbutus unedo* in a holm oak forest of NE Spain. *For. Ecol. Manag.*, (180) 1-3: 175-184.
- PALM R. 1977 - *Dendrométrie*. Polycopié. INA. Alger. 112p.
- PARDÉ J., 1957 - La productivité des forêts de Pin d'Alep en France. *Annales de l'école nationale des eaux et forêts*, T. XV, Fasc. 2 : 365-414.
- PARDE J et BOUCHON J., 1988 - *Dendrométrie*. 2^{ème} éd. Ecole nationale du génie rurale des eaux et foret. p 328.
- QUEZEL P and BARBERO M., 1992 - Le pin d'Alep et les espèces voisines : répartition et caractères écologiques généraux, sa dynamique récente en France méditerranéenne. *Forêt méditerranéenne*, XIII (3) : 158-170.
- QUEZEL P. PAMUCKCUOG LU A., 1973 - Contribution à l'étude phytosociologique et bioclimatique de quelques groupements forestiers du Taurus. . Feddes Repertorium, Berlin, Vol. 84 no 3, pp. 1 85-229.
- QUEZEL P., 1986 - Les Pins du groupe «*halepensis*»: Écologie, Végétation, Écophysologie. *Options Méditerranéennes. Série Étude CIHEAM 86/1* : 11 - 24.

- QUEZEL P., BARBERO M. et BENABID A., 1987 - Contribution à l'étude des groupements forestiers et pré-forestiers du haut Atlas oriental (Maroc). *Ecologia Mediterranea*. Tome XIII. Fasc. 1 -2: 107-113.
- RAMADE F., 2003 - *Elément d'écologie, écologie fondamentale* .3ème édition .Paris. 690p.
- RATHGEBER C., MISSON L., NICAULT A., GUIOT J., 2005 - Bioclimatic model of tree radial growth: application to French Mediterranean Aleppo pine forests. *Trees*, 19: 162-176.
- RATHGEBER C., NICAULT A., GUIOT J., KELLER T., GUIBAL F., ROCHE P., 2000 - Simulated responses of *Pinus halepensis* forest productivity to climatic change and CO2 increase using a statistical model. *Glob Planet Change*, (26) 4 : 405-421.
- RIPERT C. et VENNETIER M., 2001. *Croissance et écologie du pin d'Alep en France*. CEMAGREF. Division agriculture. Groupement d'Aix en Provence. Le Tholonet-BP 31. 38p.
- SARDANS J., PEÑUELAS J., 2007 - Drought changes the dynamics of trace element accumulation in a Mediterranean *Quercus ilex* forest. *Environ. Pollut.*, (147) 3: 567-583.
- SCARASCIA-MUGNOZZA G., 1986 - Recherches sur l'écophysiologie de *Pinus halepensis* Mill. (Research on the ecophysiology of *Pinus halepensis* Mill.). *Options Méditerranéennes*, 1: 89-97.
- SEIGUE A., 1985 - *La forêt circum méditerranéenne et ses problèmes*. Ed. Maison neuve et Larose, Paris. 502 p.
- TALBI S., 2019 - *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)*. Mém. Master en écologie. Univ, de Tlemcen, Tlemcen, 64p.
- VENNETIER M. et RIPERT C., 2010 - Climate change impact on vegetation: lessons from an exceptionally hot and dry decade in South-eastern France. *In: Climate Change and variability, Rijeka, Croatia: Sciyo* : 225-241.
- ZAOUÏ H., 2012 - *Ecologie, systématique et phénologie de genre Rosmarinus L. la région de sud algérois dans Wilaya de Djelfa*. Mémoire de Magistère en Ecologie et Environnement P P57-86.
- ZOHARY M., 1962 - *Plant life of Palestine and Jordan*, New-York. Ronald Press.
- ZOHARY M., 1973 - *Geobotanical Foundations of the Middle East*. Geobotanica.

ANNEXES

Annexes

Arbre N°	Station : pin brutia P.T : haut versant PI N° : 2 P.S : 46 Cm		Station : pin brutia P.T : haut versant PI N° : 3 P.S : 40 Cm		Station : pin brutia P.T : haut versant PI N° : 4 P.S : 43 Cm		Station : pin brutia P.T : haut versant PI N° : 5 P.S : 40 Cm		Station : pin brutia P.T : haut versant PI N° : 6 P.S : 35 Cm	
	Hauteur (m)	Circf (cm)								
1	1,9	16	3,5	62,5	6	46	2	39	1,9	26
2	2,5	19	3,5	40,5	3	22	5,5	59	2	31
3	2,5	34,5	2,5	22	2,5	43	1,8	23	7	54,5
4	1,85	22	2	25	1,8	27	1,2		8	51
5	3	40	2,8	19	1,95	38	1,75	15	3,5	49
6	4	45	4	44	2	31	2	24	2	35
7	3,8	32	2	21	3,5	35	2,5	22	9	53
8	1,8	23	3,5	28	3,5	36	3	39	3,5	78
9	1,9	35	1,29		1,7	32	5	61	4	74
10	2	37	1,28		4	41	4	45	1,8	18
11	1,2		3	29	5,5	54	6	56	8	58
12	1,8	27	2,5	20	2	35	5,5	57		
13	2,5	31	1,25		1,8	20	3,5	40		
14	1,9	26	8	76	2,3	29	1,1			
15	5	40	1,2				3	32		
16	5	57	2	31			4,5	39		
17			4	24			9	53		
18			1,9	21			3	29		
19			2,8	28			8	92		
20			1,19				6	52		
21			2	16						
22			3,5	44						

Annexes

Arbre N°	Station : pin d'Alep P.T : bas versant PI N° : 1 P.S : 60 Cm		Station : pin d'Alep P.T : bas versant PI N° : 2 P.S : 59 Cm		Station : pin d'Alep P.T : bas versant PI N° : 3 P.S : 61Cm		Station : pin d'Alep P.T : bas versant PI N° : 4 P.S : 65 Cm		Station : pin d'Alep P.T : bas versant PI N° : 5 P.S : 63 Cm	
	Hauteur (m)	Circf (cm)	Hauteur (m)	Circf (cm)	Hauteur (m)	Circf (cm)	Hauteur (m)	Circf (cm)	Hauteur (m)	Circf (cm)
1	5,5	30	5	49	4	56	3,5	28	4	49
2	4	33	3,8	29	9	87	4	42	4,9	30
3	3	43	6	70	7,5	62	7	59	7	60
4	4,9	29	4	20	5,5	45	5	38	5	40
5	3,5	40	3,9	41	5	51	6	63	5,5	47
6	4,5	36	7	92	9	93	4,5	31	3,9	21
7	3	22	3,5	29	4,5	33	9	74	6,5	49
8	4	26	5,5	52	3,8	29	4,5	30	4	33
9	7	56	3	32	8,5	70	3,5	29	4,5	57
10	6,5	49	6	45	7	83	10	90	5,5	54
11	4	57	5	40	6,5	70	5,5	51	7	56
12	3,5	28	4	46	4	28	6,5	73	8	93
13	4	31,5	8,5	57	6	40	9	87	7	81
14	5	31	10	92	8	78	7	80	5,5	53
15	3,5	30	6	49	7	49	4,5	44	6	30
16	6	49	9	34	10	60	3,9	33	3,5	29
17	6,5	41	5	37	3,2	33	12	98	1,8	16
18	7	65	4	25	9,5	88	9,5	91	4	39
19	5	39	5	46	10	69	1,7	20	9	89
20	4,5	33	9,5	89	2,9	21	8,5	40	8	70
21	7	60	10	71	4,9	50	6	39	9,5	85
22	8	75	8	68	11,5	98	9	62		
23	7,5	69	5	45			12	87		
24	5,8	48	6	62			7,5	46		
25	4	79	4,8	27			12	100		
26	6,8	20	9	93			4	19		
27	9	52	11	98			5,5	48		
28	10,5	68					5	29		
29							3,9	22		
30							6,5	47		

Annexes

Arbre N°	Station : pin d'Alep P.T : bas versant Pl N° : 6 P.S : 69 Cm		Station : pin d'Alep P.T : bas versant Pl N° : 7 P.S : 60 Cm		Station : pin d'Alep P.T : mi-versant Pl N° : 1 P.S : 49 Cm		Station : pin d'Alep P.T : mi-versant Pl N° : 2 P.S : 56 Cm		Station : pin d'Alep P.T : mi-versant Pl N° : 3 P.S : 43 Cm	
	Hauteur (m)	Circf (cm)	Hauteur (m)	Circf (cm)	Hauteur (m)	Circf (cm)	Hauteur (m)	Circf (cm)	Hauteur (m)	Circf (cm)
1	7	69	5	39	5,5	40,5	3	31	5	33
2	5	40	4	29	6	37	6	43	4	29
3	5,5	35	7,5	79	4	31	7	39	7	70
4	7	81	4,5	44	2,5	23	7,5	50	5,5	61
5	4,5	37	8	91	7	49	4	36	6	44
6	10	71	5	63	5	37	10	40	3,9	20
7	8	56	9	77	6	41	9	100	5	30
8	7,5	65	4	30	3	40	8	76	4,9	32
9	6,5	49	8	71	4	28	6	35	8	79
10	4,9	50	7	75	10	73	7	47	7	66
11	4	39	9,5	66	6	38	4	26	6	41
12	5	55	9	82	5	31	4,5	34	6,5	59
13	6	70	6	48	3,5	30	5	42	9	86
14	10,5	92	5	52	3	25	3,5	23	5	50
15	11,6	91	10	88	4,5	39	6	36	7,5	60
16	9	80	6,5	43	1,9	18	7	56	8,5	90
17	11	96			10,5	77	6	36	4	33
18					6,5	46	5,5	37	1,7	18
19					12	102	3	26	5	49
20					3,5	40	1,8	15	5,5	51
21					10,5	80	4	33	9	59
22					5,5	49	7	41	11	96
23					2,8	28	9	91,5	7	83
24					3,5	31	6	34	6	49
25					4	37	7	34	8	77
26					5	39	8	50	2,6	31
27					6	41	4	21	1,2	
28					6,5	29	5	37	10	91
29					4	31	6	33	12	100
30					6,5	49	6	39	9	88
31					8	51			4	27

Annexes

Arbre N°	Station : pin d'Alep P.T : mi-versant PI N° : 4 P.S : 47 Cm		Station : pin d'Alep P.T : mi-versant PI N° : 5 P.S : 51 Cm		Station : pin d'Alep P.T : mi-versant PI N° : 6 P.S : 52 Cm		Station : pin d'Alep P.T : mi-versant PI N° : 7 P.S : 49 Cm		Station : pin d'Alep P.T : haut versant PI N° : 1 P.S : 37 Cm	
	Hauteur (m)	Circf (cm)	Hauteur (m)	Circf (cm)	Hauteur (m)	Circf (cm)	Hauteur (m)	Circf (cm)	Hauteur (m)	Circf (cm)
1	4	33	7	69	5	50	9	70	8	68
2	6	59	4	28	12	93	4	93	11	85
3	5	47	5,5	49	4,5	47	4,5	33	7	43
4	5,5	38	3,5	20	6	39	7	66	7,5	50
5	7	61	8	70	7	82	6,5	45	6	43
6	4,5	52	10,5	91	6,5	77	8	76	3	37
7	6	39	7	73	4,5	26	9	87	11,5	87
8	1,4	17	6	72	8	80	11	28	8	60
9	7	75	5	61	5	38	5	25	7	51
10	10	80	4,2	52	7	57	4	52	4	27
11	9	73	8	82	11,5	103	10	65	6	43,5
12	4,5	21	6,5	81	3	41	12	100	5,5	39,5
13	3,8	39	7	58	2,5	20	5	30	10	103
14	6	50	10	92	9	100	8	91	7	42
15	1,3		2,5	18	9,5	65	7	76	4,5	37
16	9	51	11	90	6	50	10	90	9	81
17	6	70	6	32	5	29	6	55	7	47
18	7	97	5	37	10	72	11	97	5,5	39
19	5	29	7,5	83	4	53	9	81	6	35
20	5,5	44			7	70	7	60	3	26
21	11	98			5,5	40	8,5	59	5	40
22					11	92	4,5	25	1,9	19
23					3	29	12	68	3,5	32
24					8	67	3	32	6,5	48
25					2,5	22	5,5	49	7	53
26							11	72	4	37,5
27							12	93	5	41
28							6	48	9	75
29							6,3	32	7	50
30							9	63	2,5	29
31							4,15	29	4	33
32							3	21	6,5	41
33							5	50	5	36
34							6	51	1,9	15
35							8	50	6,5	41
36							3,5	39	5	31,5
37							9	57	6	47
38							10	82	2	22

Annexes

	Station : pin d'Alep P.T : haut versant PI N° : 2 P.S : 40 Cm		Station : pin d'Alep P.T : haut versant PI N° : 3 P.S : 39 Cm		Station : pin d'Alep P.T : haut versant PI N° : 4 P.S : 25 Cm		Station : pin d'Alep P.T : haut versant PI N° : 5 P.S : 29 Cm		Station : pin d'Alep P.T : haut versant PI N° : 6 P.S : 31 Cm	
Arbre N°	Hauteur (m)	Circf (cm)								
1	6	37	6	48	10	100	4	29	2,5	19
2	4	31	6,5	50	3,5	27	6	41	3,5	25
3	3	27	4	31	4	31	7,5	66	10	98
4	2,5	20	3	27	6,2	45	2,5	24	8	67
5	7	50	4	32	3,5	30	5	37	7	56
6	6	47	10	104	2,5	21	6	46	6,5	41
7	6,5	38	12	113	4	36	7	52	4,5	37
8	6	29	8	65	3,3	31	6	49	5	49
9	7	51	6	48	7	52	4	33	6	43
10	10	103	7	51	3,5	23	3	29	3,5	20
11	3,5	26	6	39	4	22	2,5	26	4	27
12	6	40	6	43	7	41	2	19	2	19
13	7	47	3,5	22	8,5	55	3,6	27	3	23
14	9,5	95	2,5	19	9	77	4	40	7	51
15	12,5	103	4	30	6,3	43	13	92	4	33
16	7	63	8	66	3	20	6	33	6	40
17	7,5	77	7	53	4,5	30	11	80	8	59
18	6	47	3	22	6	53	10	77	3	35
19	6	39	6	45	6	60	3	23	3,5	24
20	3	28	6,5	51	7,7	60	6,5	55	1,9	17
21	4	31	7	56	5	40	7	79	2	19
22	5	23	8	70	7	61	6,5	56	7	66
23	7	51	7	61	12	101	3,5	23	10	90
24	7,7	60	7,5	57	10	98	1,9	17	12	104
25	6	43	6	43	6	40	8	101	7	49
26	5	39	5	39	4	57	7	69	8,5	60
27	6	41	5,5	41	7	64	8,5	81	6	55
28	3	26	3,5	26	8	47	7	66	7	69
29	7	66	3	22	9	55			5	21

Annexes

30	6	46	4	34	8	69				
31	7,5	61	7	57	3,5	31				
32	8	77	6,5	61						
33	3,5	31	7	39						
34	2,5	23	2,5	23						
35	1,9	17	2	19						
36	3,5	29	1,9	17						
37	6	41	7	55						
38	7	55	6	34						
39	6,5	51	6,5	48						
40	6	37	3	32						
41			4	22						
42			5,4	46						
43			10	115						
44			3,5	28						

Résumé

Cette étude a pour objectif d'étudier la croissance de deux espèces de pin dans la forêt naturelle du Sénalba Chergui situé sur les hautes plaines de l'Atlas saharien, en région semi-aride.

Pour chacun des trois versants, intégrant les variations écologiques, l'installation de 20 placettes d'échantillonnage nous a permis de recouvrir les unités physiognomique au quelques appartient *Pinus halpensis* Mill et *Pinus brutia* Ten.

Pour évaluer la production ont été pris en considération au sein de chaque placette différents paramètres dendrométriques dont on à chercher les éventuelles corrélations avec les facteurs écologiques.

Traiter et analysées, ces données nous ont permis de distinguer quatre facteurs déterminants (l'altitude, la hauteur dominante, la circonférence et la densité)

Mot clés : Croissance ; pin d'Alep ; pin brutia ; Sénalba Chergui ; versant ; paramètres dendrométriques.

ملخص

يهدف هذا العمل إلى دراسة نمو نوعين من الصنوبر في غابة سن الباء شرقي الواقعة على السهول المرتفعة لأطلس الصحراء في المنطقة شبه القاحلة..

إنطلاقاً من ثلاثة مقاطع لكل من المنحدرات الثلاثة ، مع دمج الاختلافات البيئية ، سمح لنا تركيب 20 قطعة عينات بتغطية الوحدات الفيزيولوجية التي ينتمي إليها نوعا الصنوبر الحلبي والبروسي.

لتقييم الإنتاج، تم أخذ متغيرات قياس شجرية مختلفة في الاعتبار داخل كل قطعة أرض، وكان من المطلوب البحث عن العلاقات المحتملة مع العوامل البيئية.

سمحت لنا هذه البيانات، التي تمت معالجتها وتحليلها، بالتمييز بين ثلاثة عوامل محددة (الارتفاع المهيمن والمحيط والكثافة).

كلمات مفتاحية: نمو؛ الصنوبر الحلبي ؛ الصنوبر البروسي ؛ سن الباء شرقي ؛ منحدر؛ معطيات شجرية.

Abstract :

This study aims to study the growth of two species of pine in the natural forest of Sénalba Chergui located on the high plains of the Saharan Atlas, in a semi-arid region.

For each of the three slopes, integrating ecological variations, the installation of 20 sampling plots enabled us to cover the physiognomic units to which *Pinus halpensis* Mill and *Pinus brutia* Ten belong.

To evaluate the production, various dendrometric parameters were taken into consideration within each plot, the possible correlations of which with ecological factors were to be sought.

Processed and analyzed, these data allowed us to distinguish three determining factors (dominant height, circumference and density)

Keywords: Growth; Aleppo pine; brutia pine; Senalba Chergui; slope; dendrometric parameters.