

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ DE SAÏDA « DR. MOULAY TAHAR »

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire Élaboré en vue de l'obtention du diplôme de

Master en Biologie

Spécialité : Conservation de la biodiversité steppique et saharienne

Présenté par

Mme : *KADDOURI Naima*

--- ○○○○ ---

Sur le thème intitulé

Etude comparative de quelques paramètres physico-chimiques
des aiguilles de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) entre le
semi-aride et l'aride

--- ○○○○ ---

Soutenu le 29/06/2017

Devant la commission du jury, composée par :

Mr. TERRAS M.	Maître de conférences -A-	U T. M. de Saïda	Président
Mr. SAIDI A.	Maître de conférences -B-	U T. M. de Saïda	Examineur
Mr. KEFIFA A.	Maître conférences -B-	U T. M. de Saïda	Encadreur
Mr. ZOUIDI M.	Doctorant 3 ^{ème} cycle LMD	U T. M. de Saïda	Co-encadreur

Année académique 2016/ 2017

Remerciement

Avant tout je remercie Allah le tout puissant, de me guidé toutes mes années d'études et me avoir données la volonté, la patience et le courage pour terminer mon travail.

Mes remerciements seront adresser à tous qui ont servir à réalise ce travail et plus particulièrement à :

A mon promoteur monsieur KEFIJA .A qui me encadré pour réaliser ce projet. Je lui reconnaisse son entière disponibilité, son aide inestimable et ses conseils sans lesquels ce travail n'aurait pu aboutir.

A Mr Zouidi .A pour son aide et son accueil. Je lui suis reconnaissante pour tous ce qu'il a fait pour moi. Qu'il trouve ici toute notre sympathie

Aux membres jury, d'avoir accepté d'évaluer ce mémoire.

A monsieur Terras qui nous a fait l'honneur de présider mon jury de thèse. Mes respectueux hommages.

A monsieur Saïdi pour m'avoir fait l'honneur de prendre part à notre jury de thèse. Toute notre gratitude.

A mes chères amies qui mon donnent de leur temps et effort.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect A :

La mémoire de mes parents « rabî yerhamhom ».

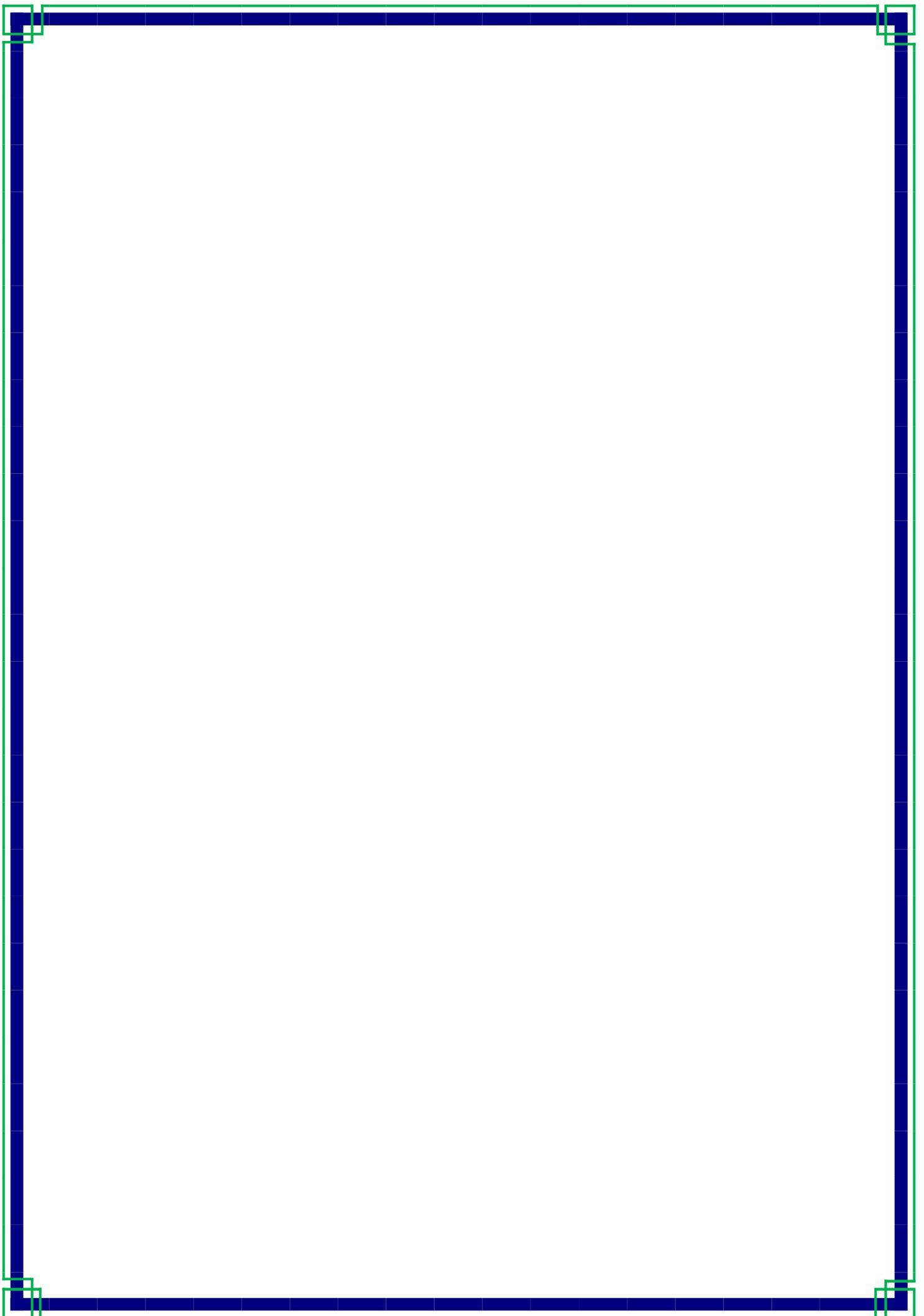
A ma petit famille surtout mon tressor : youcef.

Mes adorables sueurs et mon cher frère pour leurs soutiens moraux.

Mes oncles et toute la famille ; chacun par son nom.

Mes collègues de la promotion biologie et de travaille

Et tous Mes amis



Liste des tableaux

Tableau 01 : Superficies des zones arides d'Algérie en Km ² (Le Houérou, 1995).....	05
Tableau 02 : Caractéristiques de la station météorologique.....	26
Tableau03 : Répartition des terres forestières par commune (CFN, 2008).....	32
Tableau 04 : Caractéristiques des stations météorologiques.....	33
Tableau 05 : Précipitations moyennes mensuelle des (mm) (Sources : ONM-2016).....	34
Tableau 06 : Régime saisonnier des précipitations.....	35

Liste des figures

Figure 01: Carte bioclimatique de l'Algérie (Nedjraoui <i>et</i> Bédrani, 2008).....	05
Figure 02- Pin d'Alep : (a) jeune sujet, (b) vieux sujet (Photos personnelles) et (c) écorce (SiteWeb 1).....	13
Figure 03- Pin d'Alep : (a) Cône et aiguilles, (b) Cônes mâles et (c) Cônes femelles (Photos personnelles).....	15
Figure 04- (a) Graine ailée de Pin d'Alep (Site Web 2), (b) Cônes mûrs (Photo personnelle).....	15
Figure 05 : Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie (Seigue, 1985).....	20
Figure 06 : présentation de la zone de récolte.....	24
Figure 07 : Répartition des températures moyennes, maximales et minimale 2000 à 2015.....	27
Figure07 : Moyenne mensuelle de la précipitation (2000-2015).....	28
Figure08 : Histogramme du régime saisonnier.(2000-2015).....	28
Figure09 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (Station semi aride).....	29
Figure 10: Situation géographique de la wilaya de Naâma (DPSB, 2015).....	30
Figure 11 : Répartition des températures moyennes, maximales et minimale 2000 à 2015.....	33
Figure 12 : Variations des précipitations moyennes mensuelles (2000-2015).....	34
Figure 13 : Régime saisonnier des précipitations.....	35
Figure 14 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (Station aride).....	36
Figure15 : Localisation des stations d'échantillonnages dans les zones d'études (A : station semi aride. B : station aride).....	37
Figure 16: Les aiguilles de <i>pinushalepensis</i> broyés et misent en sachets	39
Figure17 : Détermination de teneur en cendre des aiguilles de <i>pinus halepensis</i> par technique de calcination.....	40
Figure18 : préparation des extraits par macération.....	40
Figure 19: Détermination de pH et salinité des aiguilles de <i>pinushalepensis</i>	41
Figure 20: Détermination de chlorophylle des aiguilles de <i>pinushalepensis</i> par.....	42

Liste des tableaux

Tableau 01 : Superficies des zones arides d'Algérie en Km ² (Le Houérou, 1995).....	05
Tableau 02 : Caractéristiques de la station météorologique.....	26
Tableau03 : Répartition des terres forestières par commune (CFN, 2008).....	32
Tableau 04 : Caractéristiques des stations météorologiques.....	33
Tableau 05 : Précipitations moyennes mensuelle des (mm) (Sources : ONM-2016).....	34
Tableau 06 - Régime saisonnier des précipitations.....	35

Liste des abréviations

C° : Degré Celsius

T : Température

P : Précipitation

Fig : Figure

µg/ml : micro gramme par millilitre

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

C.C.D : Convention de la lutte Contre désertification

D.G.F : Direction général des forêts

G.D.F : Gestion durable des forêts

FNUF : Forum des Nations Unis sur les Forêts

DPAT : Direction de planification et d'aménagement des territoires

AHPE : Automne, Hiver, Printemps, Eté

CFN : Conservation des forêts nationales

GPS : Global Positioning System

ONM : Office national météorologique

PAEH : Printemps, Automne, Eté, Hiver

Introduction

Introduction

En région méditerranéenne, actuellement la principale contrainte climatique sur les écosystèmes est la sécheresse estivale caractérisée par des températures élevées associée à de faibles précipitations en été (Le Houérou, 2005). Une sécheresse de forte intensité peut causer du stress hydrique aux arbres. Ceci se traduit par des diminutions de productivité et de capacité de survie des arbres, et peut ainsi avoir des conséquences délétères importantes sur les services écosystémiques. Un stress hydrique peut modifier le fonctionnement des arbres sur le long terme (Breda et *al.*, 2006) en diminuant la production et la surface foliaire, entraînant alors une diminution de la photosynthèse et par conséquent de la croissance de l'arbre.

Les arbres, ayant des cycles de vie très longs, apparaissent comme particulièrement vulnérables, que ce soit pour leur survie ou bien pour les services qu'ils fournissent, aux effets du changement climatique qui peuvent être rapides. Cette vulnérabilité risque notamment d'affecter les biens et les services que l'homme en retire (Lindner et *al.*, 2010) : la production de bois, le stockage de carbone, le fonctionnement du cycle de l'eau. D'autre part, associés à ces changements climatiques, d'autres facteurs comme les changements d'usage des sols ou l'usage de la biomasse comme énergie renouvelable (Didierjean, 2014)

Les forêts méditerranéennes constituent un milieu naturel fragile déjà profondément perturbé par les utilisations multiples, dont les origines remontent au début du néolithique. Les agressions qu'elles ont subies ont cependant considérablement varié en fréquence et en intensité au cours des âges en fonction de la démographie humaine, ce qui a déterminé des phases de régression ou de progression de leur surface (Quézel et Barbero, 1990).

Le pin d'Alep est l'essence résineuse la plus répandue dans le bassin méditerranéen et surtout en Algérie, comme elle est la plus rustique et capable s'adapter sur plusieurs types de sol et des climats les plus variés.

On compte près de 881 000 ha de pin d'Alep en Algérie en 2007 (DGF), issue d'un reboisement (généralement depuis l'époque coloniale) ou trouvé à l'état naturel qui ne cesse plus de régresser suite à des incendies répétés ou des pacages non contrôlés, et de changement climatique et parce qu'il est une richesse naturelle très importante et que nous sommes obligés de la protéger en développant des techniques d'adaptation avec les contraintes climatiques actuelles surtout en régions d'aridité.

Ce travail a pour objectif d'une étude comparative de quelques caractéristiques physico-chimiques des aiguilles de l'espèce de Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) entre l'étage bioclimatique semi-aride et l'aride représenté par la forêt de Djebel Sid Ahmed Zagai (Saïda) et la forêt de Djebel Antar (Nâama) afin de faire sortir l'impact des principales conditions climatiques régionales sur le comportement des aiguilles du pin d'Alep.

Pour concrétiser notre travail, quatre parties sont discutées afin d'atteindre l'objectif de notre étude :

- La première partie consacrée pour un aperçu général sur les forêts des zones aride et semi-aride.
- La seconde est destinée pour la monographie du pin d'Alep
- Une troisième partie est consacrée à la présentation de la zone de récolte du matériel végétal, et la méthodologie adoptée dans l'étude physico-chimique des aiguilles du pin d'Alep.
- Dans la quatrième partie, on exposera les principaux résultats et discussion que nous avons obtenus ainsi que les analyses effectuées.

Chapitre I
Généralité sur les Forêts des zones aride et semi aride

Introduction :

La forêt est une chance pour l'homme, alors même que l'on parle du réchauffement du climat, de la détérioration de la couche d'ozone et de la qualité de l'eau, de l'abondance des déchets, du bruit dans les villes ou de la pollution de l'air ... Même si les terres émergées ne représentent que 29,2% de la surface de la planète, elles supportent, sur près du tiers, un couvert forestier. A l'échelle mondiale ces peuplements se partagent grossièrement entre :

- Les conifères contrés nordiques et d'altitude ;
- Les feuillus des régions tempérées et intertropicales.

Compte-tenu de leur productivité moyenne et des dimensions habituelles de leurs constituants, les forêts sont le réservoir de 80 % de la biomasse planétaire !

La forêt est pour l'humanité un instrument de salut à la fois pour la régénération de l'atmosphère, pour la protection des sols, et pour le maintien des ressources hydrauliques (Boullard, 1992).

1.4. Présentation des zones semi-arides et aride:

1.4.1. Dans le monde :

Ce sont des régions où les précipitations sont moindres que l'évapotranspiration, au moins durant une période plus au moins longue de l'année. D'après Emberger, on peut distinguer trois domaines d'aridité d'après la pluviométrie annuelle:

Le domaine hyperaride ($P < 100$ mm)

Le domaine aride ($100 < P < 300-400$ mm)

Le domaine semi-aride ($300-400 < P < 600$ mm).

Ces trois domaines occupent environ 1/3 de la surface terrestre (figure 1), soit 46 millions de Km² englobant 55% de l'Afrique et plus de 2/3 de l'Australie, qui doivent nourrir près de 700 millions d'habitants.

Le déficit hydrique des sols s'avère évidemment une contrainte majeure pour le développement de la végétation, mais ce sont des zones également particulièrement sensibles à l'érosion éolienne, et souvent à l'érosion hydrique ; l'homme par une mauvaise exploitation ou trop intensive du milieu naturel a souvent contribué à la destruction du couvert végétal (Robert, 1996).

Les zones arides et semi-arides se trouvent surtout dans les régions tropicales et subtropicales dont les climats sont plus ou moins influencés par les variations de latitude de la zone de convergence intertropicale, cette dernière étant définie comme la région de basse pression atmosphérique où convergent les vents de l'hémisphère sud et de l'hémisphère nord. Dans de nombreuses régions arides situées au voisinage des tropiques, les hauteurs mensuelles maximales de précipitation sont liées à la position saisonnière de cette zone de convergence, dont l'éloignement par rapport à l'équateur détermine chaque année le volume des précipitations dans ces régions (Jones *et al.* 1981). Les facteurs précédents exercent une action réciproque sur les trois conditions généralement reconnues comme les causes principales de l'aridité (Reitan *et Green* 1968). Celles-ci sont d'abord l'isolement d'une région privée d'un important apport d'humidité océanique, par exemple en raison de la présence de hautes montagnes; deuxièmement, la formation de masses d'air sec et stable résistant aux courants de convection; et troisièmement, l'absence des systèmes de perturbation (Armitage, 1986).

Les caractéristiques des climats semi-arides sont encore plus variables que celles des régions arides, mais, comme on peut s'en douter, elles n'entravent pas autant la croissance des plantes. Fuchs (1973) considère comme semi-arides toutes les régions où l'insuffisance des précipitations nécessite l'irrigation des cultures au cours d'une partie de la période de végétation. Même s'il est possible de pratiquer l'aridoculture, les rendements sont faibles et limités à quelques espèces xérophiles.

On peut classer dans la zone semi-aride ainsi définie plusieurs climats: le climat tropical de savane, le climat subtropical méditerranéen et le climat steppique, néanmoins très différents sur le plan des températures, des précipitations (pouvant atteindre dans tous les cas 750 mm par an) et de leur répartition, ainsi qu'au niveau de leurs cycles annuels.

Le climat de savane, qui occupe la plus grande partie de la zone de convergence intertropicale, est suffisamment chaud pour permettre la croissance des plantes tout au long de l'année, les températures les plus élevées survenant au cours de la période de végétation.

Le climat méditerranéen bénéficie d'un hiver doux bien défini, au cours duquel survient la plus grande partie des précipitations. Par contre, l'été est généralement chaud et sec. On rencontre ce genre de climat dans les régions du globe situées entre la zone tropicale et la

zone tempérée. L'agriculture non irriguée se pratique donc en hiver (par exemple le blé), alors que les cultures estivales se limitent à un petit nombre d'espèces à croissance très rapide ou à des plantes dont le système racinaire s'enfonce profondément dans les couches humides du sol. La pluviosité est impossible à prévoir et les volumes annuels très variables.

Enfin, le climat steppique, qui comprend un grand nombre de variantes, constitue la zone climatique occupant la plus vaste superficie du globe. Il se situe entre, d'une part, les climats arides et, d'autre part, les climats de savane, méditerranéenne ou tempéré subhumide. Comme dans le cas des climats méditerranéens et de savane, le rayonnement solaire et les températures estivales offrent des conditions propices à une exploitation à haut rendement (Armitage, 1986).

2. En Algérie :

La classification bioclimatique d'Emberger a été largement adoptée en régions méditerranéennes. Cinq étages du bioclimat méditerranéen ont été définis pour l'Algérie : Saharien, aride, semi aride, sub- humide et humide (figure)

On distingue selon Nedjraoui (2003) :

- Le semi- aride : 300- 600 mm.

- L'aride : 300- 100 mm.

- Le Saharien < 100 mm qui occupe 89,5% la superficie totale de l'Algérie. La superficie des zones arides en Algérie selon le Houerou (1995) est de 216000 Km², et 386000 Km² de zones hyper arides supérieur (Tableau 1)

Tableau : Superficies des zones arides d'Algérie en 103 Km² (Le Houerou, 1995, modifie)

Pluviosité moyenne	La superficie
Semi- aride à humide P> 400	181
Aride supérieur 400> P> 300	59
Aride moyenne 300> P> 200	70
Aride inférieur 200> P> 100	87
Zone aride total	216
Hyper aride supérieur	386

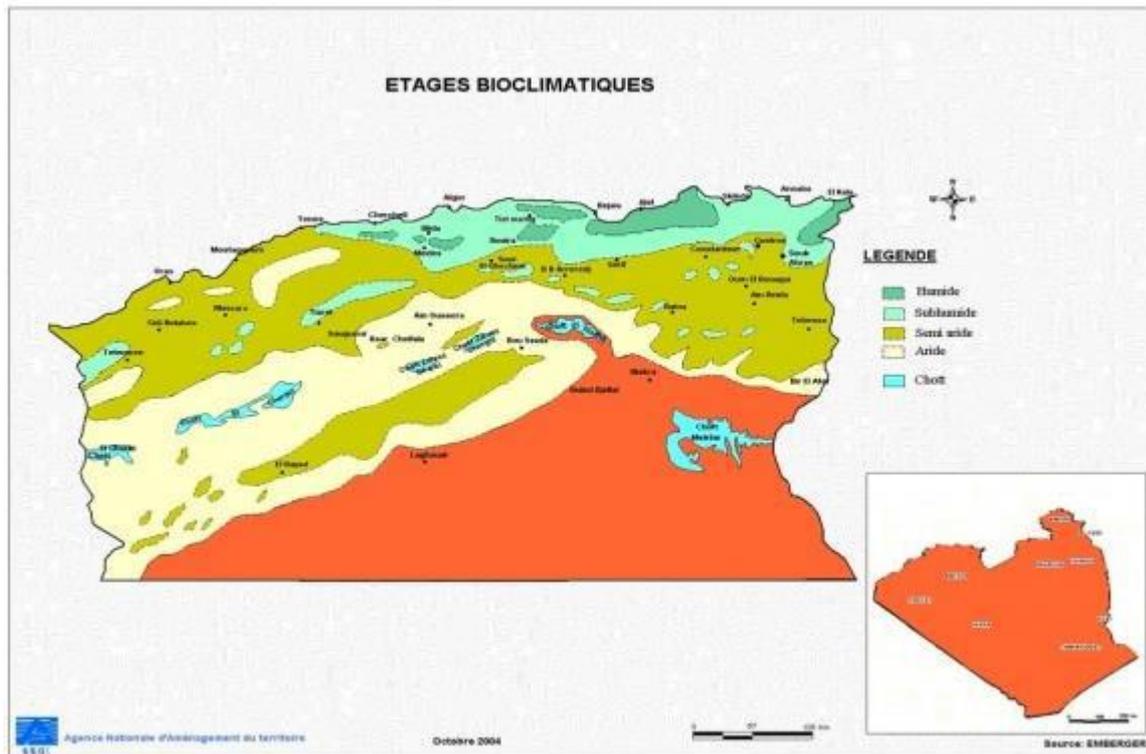


Figure : Carte bioclimatique de l'Algérie (Nedjraoui *et* Bédrani, 2008).

1.1.2.1. Situation géographique :

En Algérie malgré l'absence de d'élimination exacte on estime la superficie steppique a 20 millions d'hectares ce qui représente une parte de près de 8,5 du territoire nationale

la steppe algérienne présente une entité géographique bien différenciée en raison de l'aridité de son climat de son hydrologie de la nature de son sol de sa végétation de l'occupation des terres et de mode de vie de ses habitant c'est un ruban de 1000 km de long sur une largeur 300 km a l'ouest et au centre réduit a moins de 150 km de l'est (hlem, 1997)

Elle se localise entre deux chaines de montagne en l'occurrence l'atlas tellien au nord et l'atlas saharien au sud.

1.1.2.2. Spécificité climatique :

La zone aride se caractérise par une chaleur excessive et une précipitation insuffisante et variable ; on y trouve cependant des contrastes climatiques. Ceux-ci résultent en général des différences de température, de saison des pluies et de degré d'aridité. Lorsqu'on décrit la zone

aride, on distingue trois grands types de climats: le climat méditerranéen, le climat tropical et le climat continental.

Dans le climat méditerranéen, la saison des pluies se situe en automne et en hiver. Les étés sont chauds et secs; les températures hivernales sont douces. La Figure 1.1 illustre le climat méditerranéen, avec une saison humide commençant en octobre et se terminant en avril ou mai, suivie de cinq mois de saison sèche. (FAO, 1992)

1.1.2.3. Spécificité de la végétation :

Les sels, au sens large du terme, constituent les traits caractéristiques des paysages arides d'Algérie, plus de 95% de ces régions sont en effet soit calcaires, soit gypseux, soit salsodiques. (Halitim, 1988)

Ces différents composants ont un impact sur l'infiltration, le développement des plantes et la sensibilité du sol à l'érosion hydrique ou éolienne.

Dans les zones arides, le couvert végétal est rare. On peut néanmoins distinguer trois formes de plantes:

- annuelles éphémères;
- pérennes succulentes;
- pérennes non succulentes.

Les éphémères annuels, qui apparaissent après les pluies, accomplissent leur cycle de vie au cours d'une brève saison (+8 semaines). Leur croissance est limitée à une courte période humide. Les éphémères ne possèdent pas les caractéristiques xéromorphiques des pérennes. En général, elles sont de petite taille, ont des racines peu profondes et leur adaptation physiologique est constituée par une croissance active. Les éphémères survivent pendant la saison sèche, qui peut durer plusieurs années, sous forme de graines. Elles peuvent parfois former des peuplements denses et fournir du fourrage.

Les pérennes succulentes sont capables d'accumuler et de stocker de l'eau (qui peut être consommée pendant les périodes de sécheresse); ceci est dû à la prolifération du tissu parenchymal des tiges et des feuilles et aux faibles taux de transpiration qui les caractérisent. Les cactus sont des pérennes succulentes typiques.

Les pérennes non succulents constituent la majorité des plantes de la zone aride. Ce sont des plantes rustiques, qui comprennent les graminées, les petites plantes ligneuses, les buissons et les arbres qui supportent le stress de l'environnement des zones arides. Nombre de pérennes non succulents ont des graines "dures" qui ne germent pas facilement; ces graines doivent

souvent être traitées (par trempage dans l'eau ou l'acide) avant de germer. On peut distinguer trois formes de croissance des pérennes non succulentes:

- persistantes - actives biologiquement pendant toute l'année;
- caduques en période de sécheresse - biologiquement dormante en saison sèche;
- caduques en période froide - biologiquement dormantes en saison froide. (FAO, 1992)

Les forêts des zones semi-arides et arides :

Les forêts couvrent moins de 2 % de la superficie du pays. D'importants projets de reboisement ont été entrepris dans les années 1970. La production de bois reste modeste : 2,37 millions de m³ en 1993. La lutte contre la déforestation liée aux incendies répétitifs et d'origine aussi bien accidentelle que criminelle, mérite un effort soutenu d'autant que les métiers qu'ouvre la forêt constituent un réservoir d'emplois, dans un pays qui souffre d'un très fort taux de chômage. Par ailleurs la politique forestière constitue un instrument primordial pour lutter contre l'érosion des terres particulièrement en pente (C.C.D, 2004).

Avec une superficie totale de 238 millions d'hectares, l'Algérie ne compte que 3.670.000 hectares de forêts et 1.876.000 hectares de maquis et est classée de ce fait parmi les pays à faible taux de boisement. Les formations forestières de notre pays sont composées essentiellement d'espèces résineuses à raison de 70 % et d'espèces feuillus pour le reste soit 30 %. Les principales espèces peuvent être hiérarchisées selon le pourcentage de la surface qu'elles occupent comme suit : Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) 60 %, Chêne liege (*Quercus suber*) 15% ; Chêne vert (*Quercus ilex*) 7% ; Thuya (*Tetraclinis articulata*) 6%, Chênezeen (*Quercus mirbekii*) 3% ; (*Eucalyptus*) 3% ; Pin maritime (*Pinus pinaster*) 2% ; Cedres (*Cedrus atlantica*) 1% ; Genévrier (*Juniperus*) 1% et d'autres espèces 2%.

Les formations forestières algériennes se caractérisent par l'irrégularité de leur peuplement, la dominance d'une espèce avec tous les risques, un sous-bois développé et souvent dense encourageant les incendies, une régénération naturelle presque absente et une carence manifeste en aménagement et suivi. Le retard en matière de conduite de formations forestières dans leur ensemble s'est soldé par des incendies catastrophiques annuellement détruisant plus de 30.000 hectares en moyenne soit 0,5 % de la superficie forestière. Les principales causes de ces incendies destructeurs sont la faiblesse des aménagements, un réseau d'infrastructure inefficace et limité, l'extension des terres agricoles et la recherche d'espaces de parcours.

Le volume de matière ligneuse retiré au niveau national reste très faible et ne dépasse pas 100.000 mètre cube de bois d'oeuvre et 1.000.000 de stères de bois d'industrie et de

chauffage. La production forestière en matière de bois ne couvre qu'à peine 2 % des besoins alors que la valeur des importations dépasse les 1 milliard de dinars annuellement (Benabdeli, 2010).

Les forêts et le changement climatique

Les forêts sont à la base de la subsistance de plus d'un milliard de personnes vivant dans un état de pauvreté extrême dans le monde entier, et permettent de fournir des emplois salariés à plus de 100 millions d'individus. Elles renferment plus de 80 pour cent de la biodiversité terrestre de la planète et aident à protéger les bassins versants, essentiels à l'approvisionnement en eau propre de la majorité de l'humanité. Cependant, le changement climatique présente d'énormes défis pour les forêts et les populations.

L'adaptation et l'atténuation sont les deux réponses principales au changement climatique, l'atténuation cherchant à combattre ses causes et l'adaptation visant à réduire ses impacts.

Dans le secteur forestier:

- Les stratégies d'atténuation comprennent la réduction des émissions résultant de la déforestation; la réduction des émissions issues de la dégradation des forêts;
- le renforcement du rôle des forêts comme puits de carbone; la substitution des produits, par exemple l'utilisation du bois au lieu de combustibles fossiles pour la production d'énergie, ou l'utilisation de produits forestiers à la place de matériaux dont la fabrication provoquerait de fortes émissions de gaz à effet de serre;
- L'adaptation comprend les interventions visant à réduire la vulnérabilité au changement climatique des forêts et des populations qui en dépendent.

La mise en oeuvre de la gestion durable des forêts (GDF)¹ peut non seulement réduire les risques posés par le changement climatique, mais aussi créer des opportunités telles que l'emploi dans la restauration des forêts, leur conservation, la production de bois et la fabrication d'objets à base de bois; les réformes du régime foncier; et les paiements pour les services liés à la forêt. La promotion de la GDF et l'optimisation de son rôle dans l'atténuation du changement climatique et l'adaptation à ses effets exigeront souvent des changements dans les politiques, les stratégies et les pratiques. Retarder la mise en oeuvre de ces changements augmenterait leur coût et leur complexité et réduirait les opportunités qui en découleraient.

Les arbres jouent aussi un rôle crucial dans les systèmes de gestion de terres autres que les forêts telles que l'agriculture et l'environnement urbain. La gestion intégrée des paysages ou des territoires est une approche clé dans l'adaptation au changement climatique et son

atténuation et permettra d'assurer qu'une attention suffisante est prêtée aux arbres hors forêt.(FAO)

Chapitre II
Monographie du pin d'Alep

II.1 Systématique du genre *Pinus*

Le genre *Pinus* de la famille des **Pinacées (Abiétacées)** est divisé en 3 sous genres et les sous genres en sections (Gaussen, 1960 in Nahal, 1962).

Le sous genre *Pinus*, caractérisé par un nombre de feuilles variables, un cône ligneux à écailles dures est divisé en 5 sections. C'est la section des Halepensoïdes dans laquelle se trouve le Pin d'Alep qui nous intéresse. Dans cette section, les trachéides des rayons ont une paroi sinueuse à dents peu nettes. Les ponctuations sont de 1 à 4 chez *Pinus halepensis*.

La section des Halepensoïdes est divisée en 3 groupes :

Le groupe *halepensis* qui renferme le Pin d'Alep et le Pin brutia est caractérisé par des Pins à deux aiguilles et à cônes caduques ou sérotineux et renferme 5 espèces :

- *Pinus stankewiezii* Sukaczew vit en Crimée méridionale, au Cap Aya (Sud de l'Ukraine) et près de Soukak (Maroc). Il fut décrit pour la première fois en 1906 comme une variété de *Pinus pithyusa* STEV.

- *Pinus eldarica* MEDW. C'est un Pin endémique de la Transcaucasie centrale, il occupe une aire naturelle très restreinte, il est considéré comme une espèce en voie d'extinction, cependant, il est largement utilisé dans les reboisements.

- *Pinus pithyusa* STEV. Décrit par Stevenson (1838) près de Pitsunda sur la côte orientale de la mer noire, il existe aussi en Turquie (Ile Prinkipo), en Grèce (Thrace) et en Syrie.

- *Pinus brutia* TEN. Décrit en 1811 par l'italien Tenore. De nombreux auteurs le considèrent comme une variété du Pin d'Alep (Lindberg 1946, Fitschen et Charman 1954, Gombault 1954,... in Nahal, 1962 ; Boudy, 1950). Par contre Nahal (1962), le considère comme une espèce distincte.

- *Pinus halepensis* Mill. À la suite de Duhamel (1755) in Nahal (1962), qui lui donne le nom de *Pinus hierosolimitana*, Miller le redécrit en 1768 sous le nom de *Pinus halepensis* (Kadik, 1987).

Les pins du groupe *Halepensis* sont des pins à deux feuilles qui habitent la Région Méditerranéenne et sont souvent connus sous le nom de pins méditerranéens du groupe *Halepensis*. Ils appartiennent à la famille des *Pinacées (Abiétacées)*, au genre *Pinus*, au sous-genre *Pinus (Eupinus)* à la section *Halepensis* et au sous-groupe *halepensis* qui renferme *Pinus halepensis* Mill. et *Pinus brutia* Ten.

Ces Pins sont les suivants :

Pinus halepensis Mill

Pinus brutia Ten.

Pinus eldarica Medw.

Pinus stankewiczii Sukaczew.

Pinus pithyusa Stevenson.

Certains botanistes ont vu dans ces pins des espèces distinctes, alors que d'autres ont abaissé certains d'entre eux au rang de variétés. Au sein de la famille des Pinaceae, *Pinus halepensis* Mill. Et *Pinus brutia* Ten. occupent une situation qui a souvent été discutée.

Une révision taxonomique de ces pins a été effectuée (Nahal, 1962) en invoquant, en plus des critères morphologiques et anatomiques classiques, ceux tirés de la biochimie (composition de l'essence de térébenthine), de la biogéographie, de l'écologie et de la palynologie.

À partir des études biochimiques, palynologiques, anatomiques, phytogéographiques et morphologiques des Pins méditerranéens du groupe "*halepensis*", (Nahal.1986) fait ressortir les conclusions suivantes :

- *Pinus brutia* Ten. est une espèce bien définie et nettement distincte de *P. halepensis* Mill.
- *Pinus halepensis* Mill. également n'est pas une espèce homogène dans toute son aire géographique. Il se présente sous des formes se distinguant par le port, le caractère des cônes et la morphologie des pollens. Les formes suivantes ont été distinguées :
 - forme orientale (Liban)
 - forme occidentale (France)
 - forme nord-africaine (Algérie)

Il renferme également des races et des écotypes dont il faudra tenir compte pour le reboisement, en particulier les écotypes résistants à la sécheresse et au froid.

Systematique et critères d'identification du Pin d'Alep

Le pin d'Alep est, selon Nahal (1962), une essence appartenant au groupe des *halepensis*, il est classé comme suit :

Embranchement: Spermaphytes,
Sous embranchement: Gymnospermes
Classe : Conifères
Ordre : *Coniferales*
Sous ordre : *Abietales*
Famille : *Pinacées*
Genre : *Pinus*
Espèce : *Pinus halepensis* Mill.
Nom Scientifique : *Pinus halepensis* Mill
Nom Arabe : Sanaoubar al halabi
Nom Berbère : Thaydha
Nom Commun : Pin d'Alep
Nom local : Snouber

L'identification de l'espèce se base sur les critères suivants (Nahal, 1986) :

- Cône largement pédonculé et réfléchi vers la base du rameau.
- Feuilles très fines, inférieures à 1 mm, molles, très finement serrulées sur les bords, 5 à 10 cm de long ; réunies par deux, rarement par trois dans une gaine ; groupées en pinceaux à l'extrémité des rameaux ; couleur vert jaunâtre.
- Cônes isolés ou par paires, rarement verticillés ; écusson de l'écaille portant au centre un ombilic relevé et muni d'un petit mucron saillant ; graine à aile allongée et droite des deux côtés.
- Encore adulte formée d'écaillés minces et aplaties et non fissurée.

Description de *Pinus halepensis*

C'est un pin très commun dans les régions méditerranéennes où il peut former des forêts. Il se reconnaît de loin dans le paysage à son feuillage d'un vert clair. C'est un arbre souvent tortueux qui, quand il est âgé, prend le port du pin parasol avec lequel il ne faut pas le confondre (Site Web 1).

C'est un arbre toujours vert, vivace, de 5 à 20 mètres de haut, à écorce lisse, grise argentée au début puis épaisse et crevassée tournant au rouge-brun avec les années, à bourgeons non visqueux, au feuillage vert clair léger et aéré.

L'écorce et le bois contiennent des canaux contenant une substance visqueuse et collante: la résine (Site Web 1).

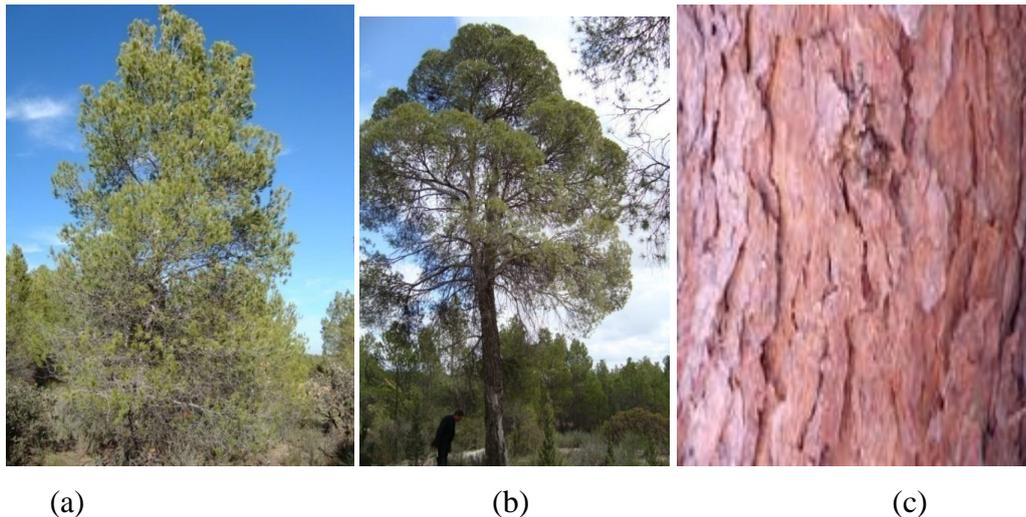


Figure 02- Pin d'Alep : **(a)** jeune sujet, **(b)** vieux sujet (Photos personnelles) et **(c)** écorce (SiteWeb 1)

Les feuilles ou aiguilles de 6-10 cm de long pour 1 mm de large, sont fines, molles, lisses et aiguës, groupées par 2 en pinceaux à l'extrémité des rameaux.

Le Pin d'Alep est une plante à fleurs mâles et femelles séparées (monoïque) situées sur le même individu ; elles sont groupées en épis. Les cônes violets de fleurs femelles s'apparaissent à l'extrémité des pousses de l'année (Fig.02). Les Chatons mâles sont oblongs, jaunes roussâtres, 6-7 mm de long, de fleurs à étamines sont situés à la base des pousses de l'année. Secoués par le vent, les chatons d'étamines libèrent les grains de pollen très légers, munis de ballonnets pleins d'air qui sont entraînés sur de longues distances par le vent (anémogamie)(SiteWeb1).

Le pollen pénètre entre les écailles d'un cône femelle, mûr à la fin de sa deuxième année, et féconde les 2 ovules nus non protégés par un ovaire (le Pin est une Gymnosperme) qui se trouvent à la face interne de chaque écaille constituant le cône (Site Web 2).

Les fruits sont des cônes allongés, oblongs-coniques aigus de 8 à 12 cm de long ; rouge brun luisant, portés par un pédoncule très épais et recourbé de 1 à 2 cm ; pendants et persistant plusieurs années sur les rameaux (Fig.03); écailles à écusson presque plan, faiblement caréné entra vers, muni au centre d'un ombilic généralement obtus ; graines d'environ 7 mm, mates, à aile 4 fois plus longue qu'elles (Fig.04), cette aile persistante permet une dissémination rapide, éloignée et efficace et la colonisation de nombreux milieux (anémochorie) (Site Web 2).



Figure 03 : Pin d'Alep : (a) Cône et aiguilles, (b) Cônes mâles et (c) Cônes femelles (Site Web 2).

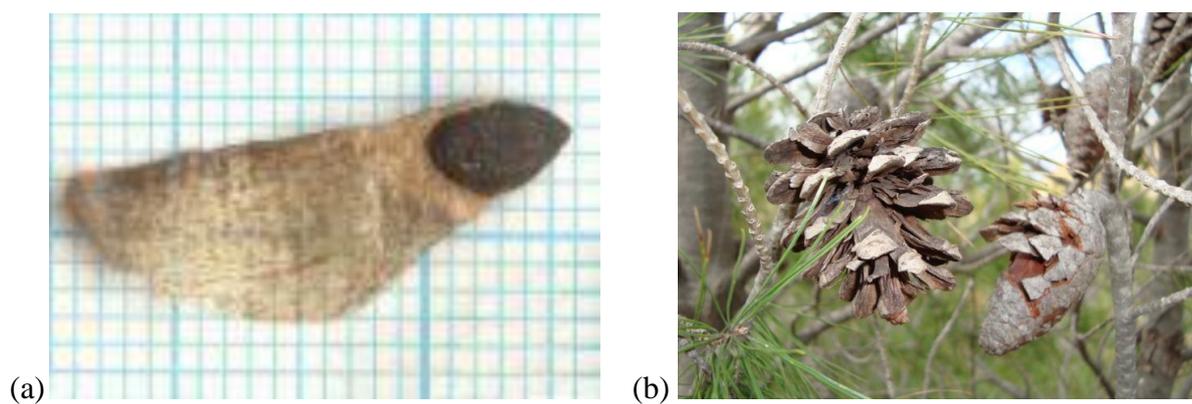


Figure 04- (a) Graine ailée de Pin d'Alep (Site Web 2), (b) Cônes mûrs (Site Web 2)

Les arbres jeunes ont une forme assez régulière. Les plus âgés, dégarnis à la base, ont un houppier plus dispersé, une cime irrégulière et peu dense.

Les fleurs mâles et femelles, encore appelées strobiles, ne sont pas réparties aléatoirement dans l'arbre. Il existe un gradient de sexualité au sein de la couronne, des branches et le long des rameaux (Bonnet-Masimbert, 1991 in Philippe et *al.*, 2006).

D'une manière générale, les fleurs femelles sont portées par des pousses vigoureuses, dressée sou horizontales. Elles apparaissent sur les verticilles supérieurs de la cime, dans la partie distale des branches et donc sur des rameaux ayant un ordre de ramification peu élevé. À l'inverse, les strobiles mâles se trouvent le plus souvent sur des pousses peu vigoureuses, horizontales ou pendantes. Ils se rencontrent de préférence dans le bas du houppier, dans la partie proximale des branches, sur des rameaux ayant un nombre de ramification élevé, (Debazac, 1963 ; Baradat, 1967 ; Lee, 1979 ; Greenwood, 1980 ; Owens, 1991 ; Clarke et Maloolm, 1998 in Philippe et *al.*, 2006). Quand des fleurs des deux sexes sont initiées sur une même pousse, les mâles occupent une position proximale tandis que les femelles se trouvent en position distale (Owens et Blake, 1986 in Philippe et *al.*, 2006).

Le Pin d'Alep de la région circum-méditerranéenne est souvent un arbre de taille moyenne ne dépassant pas 30 m de hauteur, à tronc généralement sinueux, à écorce d'abord écailleuse d'un gris argenté ou rougeâtre puis à rhytidome crevassé. Les aiguilles sont fasciculées par deux, fines de 1 mm environ d'épaisseur, souples, de 6 à 15 cm de longueur et de couleur vert clair ou foncé.

Les pousses vigoureuses sont polycycliques donnant à l'arbre une cime diffuse. Les cônes sont pédonculés, isolés ou par petits groupes, ovoïdes-coniques à écusson peu proéminent et toujours longuement persistants.

L'anatomie du bois est caractérisée par des parois minces et dépourvues d'ornementation et des trachéïdes horizontales (Kadik, 1987).

Exigences écologiques de l'espèce

Le Pin d'Alep est une essence méditerranéenne qui possède l'amplitude écologique la plus vaste (Nahal, 1962). Il pousse dans des zones où les précipitations annuelles sont comprises entre 200 et 1500 mm. La pluviométrie ne semble pas être un facteur déterminant de la répartition de l'espèce, même si c'est entre 350 et 700 mm de précipitations annuelles qu'elle présente son développement optimal (Quezel, 1986 a).

Un des facteurs climatiques majeurs limitant l'expansion du pin d'Alep est la température. On le rencontre dans des gammes de températures moyennes annuelles allant de 11 à 19 °C, ce qui correspond à peu près à des moyennes des minima du mois le plus froid comprises entre -2 et

6 °C. Le pin d'Alep peut supporter des froids accidentels de -15 à -18 °C, à condition qu'ils restent exceptionnels et de courte durée (Nahal, 1962).

Le Pin d'Alep pousse sur des substrats tels que la marne, le calcaire les schistes ou les micaschistes ; on ne le trouve par contre pas sur les granites ou les gneiss. En fait, le Pin d'Alep semble indifférent à la nature de la roche-mère, mais semble s'installer préférentiellement sur les substrats meubles ou friables (Loisel, 1976). On le trouve également sur des sols très variés qui vont de lithosols (recolonisation d'éboulis par exemple) aux sols évolués profonds (recolonisation de terrasses par exemple). Si la profondeur du sol est directement corrélée au niveau de production des peuplements, il n'existe par contre pas de relation entre cette profondeur et la présence ou l'absence de pin d'Alep (Abbas et al., 1985 a,b).

Les arbres qui se développent sur sol pauvre sont tout de même généralement chétifs et clairsemés (Nahal, 1962).

Le Pin d'Alep supporte beaucoup mieux que la plupart des autres essences provençales un taux élevé de calcaire actif (Loisel, 1976). Il tolère très mal les sols sablonneux, sans doute en raison de l'assèchement trop intense qu'ils subissent durant l'été. Il ne tolère pas non plus la présence de nappes aquifères permanentes qui provoquent l'asphyxie de son système racinaire (Quezel, 1986 b).

Le Pin d'Alep s'observe, sur toute l'étendue de son aire, essentiellement sur les calcaires marneux et les marnes, qui lui est le plus favorable. Malgré cette préférence, le Pin d'Alep colonise largement les substrats calcaires compacts fissurés au Maroc et en Algérie.

Même s'il laisse généralement la place à *Pinus pinaster* sur les substrats siliceux, le Pin d'Alep peut localement constituer des formations de belle venue sur sols acides en Provence et en Sardaigne, surtout en position sub-littorale (Molinier, 1954 in Quézel et Médail, 2003).

En Algérie, il est également présent sur grès, notamment dans l'Atlas saharien. En revanche, certains milieux l'excluent de façon absolue, notamment les substrats sablonneux, halo-gypseux ou limoneux. C'est ainsi qu'en Afrique du Nord steppique, il colonise largement les steppes rocailleuses à *Stipa tenacissima*, alors qu'il est exclu des steppes limoneuses à *Artemisia* (Le Houérou, 1995 in Quézel et Médail, 2003). Il est également absent des zones présentant des nappes aquifères superficielles, au moins pendant une partie de l'année.

C'est une essence de lumière (espèce héliophile) qui supporte de forts éclaircissements et de longues périodes de sécheresse (espèce xérophile), mais ne supporte pas les gelées

rigoureuses et des températures en dessous de -5°C plusieurs jours. Rusticité limitée, tolère jusqu'à -10°C .

Les forêts de pin d'Alep peuvent se développer sur tous les substrats et presque tous les bioclimats de la région méditerranéenne. Il peut être trouvé aux altitudes de 0–600 m dans le nord méditerranéen et 0–1400 m dans le sud méditerranéen (thermo et méso niveaux méditerranéens). Il peut atteindre plus hautes altitudes, par exemple 2.600 m dans l'Atlas le plus haut du Maroc.

Le développement optimal des forêts de *Pinus halepensis* produit à des précipitations annuelles de 350–700 millimètres et à des températures minimales absolues entre -2 et $+10^{\circ}\text{C}$ (bioclimats semi-aride et sub-humide) (Bruno et al., 2003).

On le rencontre sur les sols argilo-calcaires, chauds et ensoleillés (espèce thermophile) des massifs littoraux, les éboulis ou même encore dans les fentes de rochers en bordure de mer.

Il s'adapte très bien sur sols pauvres, superficiels, ou caillouteux. Indifférent à la nature du sol(calcaire ou acide). Réserve utile minimale : 50 mm d'eau/mètre.

Sur le littoral, les pins d'Alep subissent des déformations ou anémomorphoses sous l'effet des vents chargés d'embruns; les rameaux exposés qui subissent des pertes d'eau importantes et les effets néfastes de substances toxiques écumées par les vents sur la surface de la mer, se nécrosent et meurent alors que les parties abritées persistent. Comme tous les résineux, il est très sensibles au feu mais sa dissémination est favorisée par le feu, les cônes éclatent et sont projetés à plusieurs mètres de l'arbre lors des incendies (espèce pyrophile).

Il constitue des bois ou pinèdes dans le midi méditerranéen considéré comme des forêts de substitution à la forêt mixte de chêne vert et de chêne liège (Site Web 2).

Valeur écologique et syntaxonomique du Pin d'Alep

Dans la partie méridionale du bassin méditerranéen, le Pin d'Alep contribue largement à la reforestation des zones dégradées. Dans cette partie, il constitue de véritables forêts climaciques. Il possède aussi une grande affinité avec le Pin brutia avec lequel il peut s'hybrider.

C'est une espèce largement répandue dans le bassin méditerranéen et actuellement en pleine expansion en France. Cette essence résiste bien à la sécheresse et aux perturbations tout en étant d'une plasticité écologique remarquable (Rathgeber, 2002).

Le rôle des pins dans la dynamique de la végétation méditerranéenne a longtemps été débattu. En se fondant sur des observations réalisées surtout au nord-ouest du bassin, divers auteurs (notamment Braun-Blanquet, 1936 ; Molinier, 1937 in Quézel et Médail, 2003) ont refusé à ces espèces toute valeur dans l'organisation de la végétation potentielle ou climacique, les

considérant comme constituant de simples stades plus ou moins bloqués de végétation (paraclimax), évoluant normalement vers la constitution de véritables climax à base de chênes, le plus souvent sclérophylles. En fait, le développement des recherches notamment au sud et à l'est de la Méditerranée (Nahal, 1962 ; Achhal et *al.*, 1980 in Quézel et Médail, 2003

Répartition du pin d'Alep en Algérie

En Algérie, le pin d'Alep est présent dans toutes les variantes bioclimatiques avec une prédominance dans l'étage semi-aride. Sa plasticité et sa rusticité lui ont conféré un tempérament d'essence possédant un grand pouvoir d'expansion formant ainsi de vastes massifs forestiers.

Le pin d'Alep avec ses 35% de couverture reste bien l'espèce qui occupe la première place de la surface boisée de l'Algérie. Boudy (1950) rapporte que le pin d'Alep occupe une surface de 852.000 hectares, Mezali (2003) dans un rapport sur le Forum des Nations Unies sur les Forêts (FNUF) avance un chiffre de 800.000 hectares, alors que Seigue (1985) donne une surface de 855.000 hectares. 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 (Fig 5). Son optimum de croissance et de développement se situe au niveau des versants Nord de l'Atlas saharien où il constitue des forêts importantes et l'on peut citer à l'Est, les grands massifs de Tébessa avec leurs 90.000 hectares, celui des Aurès à plus de 100.000 hectares constitués principalement par les pinèdes des Béni-Imloul (72.000 ha), des Ouled Yagoub et celle des Béni - Oudjana. Selon Kadik (1987), ce sont les plus beaux peuplements du pin d'Alep en Algérie qui sont situés entre 1000 et 1400 m d'altitude. Au centre du pays, on peut signaler les forêts de Médéa- Boghar, de Theniet El Had qui totalisent respectivement 52.000 et 47.000 hectares et les vieilles futaies des Monts des Ouled Nail dans la région de Djelfa. A l'ouest du pays, en Oranie, on peut trouver de vastes massifs concentrés dans les régions de Bel Abbés, de Saida et de l'Ouarsenis.

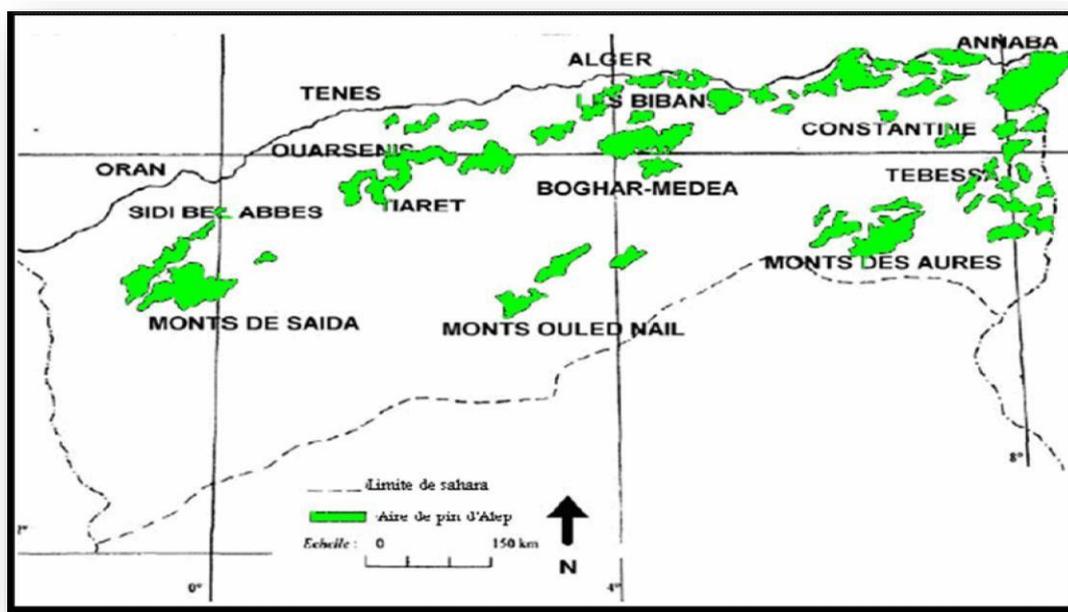


Figure 05 : Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie (Seigue, 1985).

Composition chimique de l'huile essentielle de pin d'Alep

Parmi toutes les espèces de pins employées dans les recherches scientifiques, le pin d'Alep occupe une place très importante dans les études récentes grâce à ses graines, qui sont caractérisés par leur richesse en huile. Ce résultat est illustré dans le tableau 01, représenté ci-dessous, dans le quel on peut remarquer que la teneur en huile dans les graines du genre *halepensis* montre le taux le plus élevé en huile par rapport aux autres espèces (Wolff R. *et al.*, 1998). L'obtention d'une teneur similaire en huile ouvre un champ très vaste d'utilisation de cette dernière dans plusieurs domaines (pharmaceutique, cosmétique et alimentaire), vu qu'elle représente une matière naturelle, facilement accessible.

L'huile de pin est riche en vitamines essentielles ainsi en substances macroéléments qui ont un pouvoir nutritif. Comme vitamines on peut citer : E, F, connues pour leur haut niveau physiologique et propriétés antiacides, B1; B2 ; B3; vitamine pro A (*bêta-carotène*) et d'autre caroténoïdes (Kissileff H. R, 2003).

Dans cette huile il y a aussi des micros éléments comme le magnésium; zinc; fer; cuivre; iode; calcium; phosphore; manganèse; cobalt et une grande quantité des acides gras polyinsaturé. Ces éléments, qui ont un effet bénéfique pour la santé, sont fortement présents dans les graines du pin *halepensis*, (Stephen.Cet *al.*, 2004). L'huile de pin contient également jusqu'à 5% de

substances azotés, dont 90% sont les acides aminés, parmi lesquels 70% sont des acides aminés essentiels.

Bienfaits du pin d'Alep

Selon (Bhar ,2011 ; Balouk ,2011) pin d'Alep, c'est un espèce largement utilisé en reboisement pour leur plasticité écologique. Le pin est très apprécié pour leur propriété et leur usage multiple : leur bois est couramment employé en menuiserie comme bois d'œuvre et bois de service.

L'utilisation de pin en médecine est très ancienne : Hippocrate les utilisait pour traiter les affections pulmonaires. L'écorce sert depuis longtemps au traitement des blessures et les bourgeons ont aussi une utilisation médicinale en tant que balsamiques et diurétiques.

La gemme, ou « résine naturelle », est considérée comme le plus ancien et le plus important des produits issus de pin. Sa distillation donne l'essence de térébenthine et la colophane, produits utiles aux industries chimiques (peintures), pharmaceutique et agro-alimentaire.

En aromathérapie, l'inhalation d'huile essentielle de pin produit une décongestion efficace des voies respiratoires. Elle est largement utilisée dans les pays nordiques.

La partie distillée est l'aiguille (et non l'écorce ou le fruit). Son parfum frais et résineux se marie parfaitement avec d'autres huiles essentielles.

En homéopathie, on recommande l'huile en usage contre Les rhumatismes, La sciatique, La trachéite chronique, La toux, La pneumonie et La néphrite. L'utilisation de cette plante déconseiller aux personnes souffrant d'inflammation des reins.

Économique de l'espèce

Le bois du Pin d'Alep est recherché tant pour les usages industriels (pâte à papier) que comme bois d'oeuvre, pour l'ameublement, les parquets et lambris, bois de mine et poteaux télégraphiques, etc. Son bois souple et dur fut utilisé pour l'étagage des mines, la construction navale et la charpenterie (Site Web 1).

Le Pin d'Alep donne environ 3 Kg de résine (la gemme) par arbre et par an (Parajoannou, 1954 in Kadik, 1987). La gemme pure contient 20 à 24 % d'essence de térébenthine et 75 à 80 % de cellophane. Son essence est plus appréciée que celle du Pin maritime et des autres Pins d'Amérique ou d'Europe. Cette gemme a aussi des usages médicaux (Kadik, 1987).

Les bourgeons de pin, très résineux, ont aussi une utilisation médicinale, comme balsamiques et diurétiques, transformés notamment en sirops et pastilles. Du bois, on extrait aussi par

distillation le goudron de Norvège, à propriétés balsamiques et antiseptiques. C'est une essence de reboisement, utilisée aussi pour l'ornement (Site Web 1).

Les pignons de pins sont comestibles et utilisés en pâtisserie et confiserie ou peuvent être mangés cru en cassant leur coque (Site Web 1).

Chapitre III
Matériels et méthodes

III.1. Caractérisation des régions d'études

III.1.1. La région semi-aride (Saida)

III.1.1.1. Situation géographique

La wilaya de Saïda est située au nord-ouest du pays, appartenant aux hauts plateaux ouest « HPO » selon l'agence nationale d'aménagement du territoire qui regroupe outre la wilaya de Saïda, les wilayas de Tiaret, Tissemsilet, Naâma et El Bayadh.

Du point de vue administratif, elle englobe 16 communes réparties à travers 6 daïras (voir figure 1 et tableau 1). Elle est limitée par la Wilaya de Mascara au nord, El Bayadh au sud, Tiaret à l'Est et Sidi Bel Abbés à l'ouest avec une superficie de 6.765,40 km² et une distance de 80 km de mascara, 200 km d'El Bayadh, 157 km de Tiaret et de 90 km de sidi Bel Abbés.

III.1.2. Présentation de la zone de récolte du matériel végétal

Le Djebel *Sidi Ahmed Zeggai* est situé à 4,5 km à l'Ouest de Saida en amont du douar des Ouled Hennoun. Un site, une forêt paradisiaque que nous vous invitons à explorer. Vous pourriez avoir une vue imprenable, une vue étendue, un vaste paysage où vous pouvez contempler de tous les côtés. Le panorama de la face Est du djebel qui se déroule, est fort beau ; d'un côté la ville de Rebahia et sa plaine, au milieu la ville de Saida entourée des monts de Tidernatine et de l'autre la forêt Irlém et plus loin au Sud la ville de Ain El Hadjar. Pour vous dire que de ce lieu vous embrasserez un immense horizon. Il va sans dire que le relief de la région est très accidenté.

Le Djebel de *Sid Ahmed Zeggai* fait partie des monts de Saida qui sont le prolongement oriental des monts de Dhaya faisant partie de l'Atlas Tellien.

Le site recèle une faune et une flore spécifiques à connaître et sa forêt englobe une multitude de paysages et de milieux très variés.

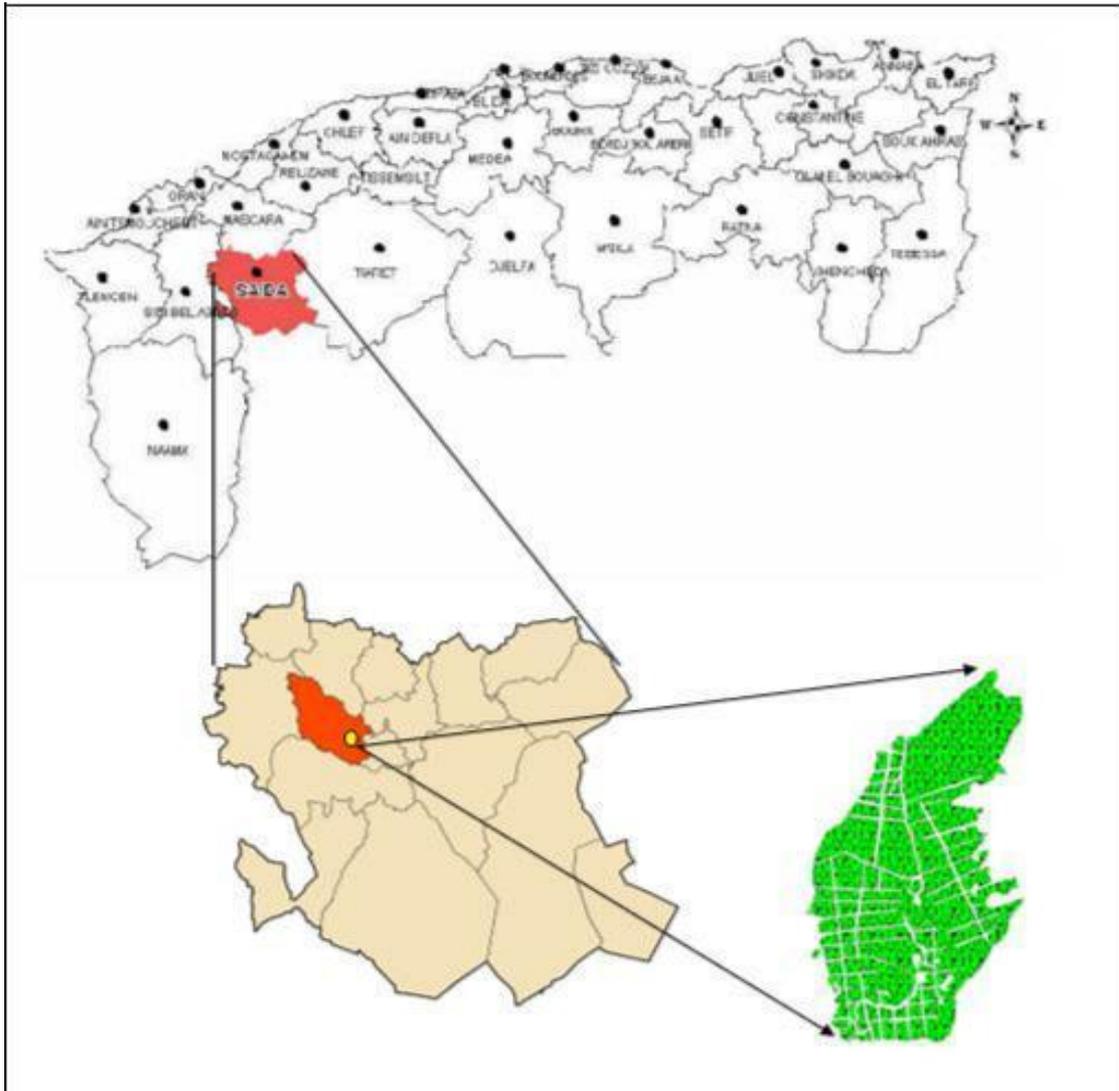


Figure 06 : présentation de la zone de récolte.

(Carte réalisée par le Map info 8.0 Fr)

III.1.3. Caractérisation de la zone d'étude

III.1.3 .1.Géologie du site

Du point de vue de la tectonique, l'atlas Tellien a été formé par la dernière phase du plissement Alpin. Le djebel *Sid Ahmed Zeggai* est d'âge Jurassique supérieur.

De bas en haut nous distinguons : L'alternance argilo-gréseuse du Callovo-oxfordien. Les argiles dominent et les bancs de grés ont une épaisseur de quelques centimètres à 1mètre voir 2 m. L'alternance du Callovo-oxfordien constitue l'essentiel de la lithologie du djebel *Sid Ahmed Zeggai*. Au sommet du djebel gisent les grés du Lusitanien (les grés de Sidi Amar, ex Franchetti) de forme tabulaire de quelques mètres d'épaisseur.

III.1.3 .2..Hydrogéologie du site

Le Callovo-oxfordien est pratiquement stérile à l'exception de quelques bancs de grés émergents pouvant contenir des nappes minéralisées de faible débit, drainées par des sources existantes.

Le Lusitanien à l'Ouest du djebel, constitue une formation aquifère très importante : forages de "Ayata1" (débit de 7 l/s) et "Ayata2" (débit de 35 l/s). Leurs eaux sont froides et de très bonne qualité ; leur minéralisation en général est de 900 mg/l, atteignant rarement le 1 g/l. Actuellement, le forage "Ayata2" alimente une partie de la ville de Saida.

Le djebel *Sid Ahmed Zeggai* reste un site à promouvoir dans le cadre touristique par son beau paysage champêtre qui se laisse contempler et la diversité de sa faune et de sa flore.

Il est à signaler qu'il serait très utile, eu égard aux grandes potentialités touristiques et hydrogéologiques du site, de procéder à la réalisation d'un forage d'une profondeur de 80 à 120 m à proximité de la maison forestière et cela dans le but de valoriser l'ensemble des djebels avoisinants.

A proximité du Djebel *Sid Ahmed Zeggai* nous découvrons avec une élévation au-dessus de la zone environnante le djebel Sidi Abdelkrim d'une altitude de 1203 m et où nous découvrons un site paradisiaque du nom de « Ain Djenane ». Plus loin vers le nord, nous pouvons apercevoir le djebel Kerdad d'une altitude de plus de 1004 m et plusieurs autres endroits qui offrent des sites naturels et qui valent le détour.(Mebrak et Laban,2016)

III.1.3 .3. Sur le plan de la Faune

La forêt abrite de nombreux animaux comme le sanglier, le chacal, le porc-épic, le lièvre, le lapin de garenne, la perdrix, la caille, le hérisson, la tortue, différents types de serpents, lézard et divers insectes,

III.1.3 .4. Sur le plan de la Flore

Le Pin d'Alep est la principale espèce présente sur le Djebel de Sidi Ahmed Zeggai, nous trouvons également l'Alfa de montagne, le lentisque, le romarin, le sparte, les genêts, le *Phillyrea angustifolia* ou *Filaria*. Ainsi que des essences secondaire du pin d'Alep notamment le Chêne vert « *Quercus ilex* » – le Thuya « *Thuja* » – le Genévrier de Phénicie *Juniperus phoenicea* – le Genévrier oxycèdre (taga) – le Romarin « *Rosmarinus officinalis* » – Muscardie (boussaila) – Genêt *Genistea* – *Phyllaria Phillyrea latifolia* – Ajonc *Ulex* – le Spinoza – le Palmier nain – le Diss – la Marrube blanche (merriwa) – le *Thymeliamyocarpis* – la Lavande – le Férule (klekh / el kebal) – l'Arbousier (sassnou) ...

Toute la couverture végétale est soumise presque en permanence à des agressions d'origine humaine, animale et naturelle face auxquelles la végétation, malgré ses facultés de résistance, n'arrive plus à riposter et se maintenir.

III.1.4. Etude climatique

La connaissance de climat est un élément fondamental de l'approche du milieu .Il est basé sur l'étude des températures et des précipitations du fait qu'elles constituent les facteurs limitant, mais cela n'exclue pas l'influence d'autres composants comme la neige, les vents et les gelées.

De nombreux auteurs (Seltzer, 1946 ; Stewart, 1968,) s'accordent sur l'intégration du climat de l'Algérie au climat méditerranéen. La synthèse des données climatiques présentée ci-dessous nous permet de mieux caractériser le climat de notre région.

III.1.4.1. Caractéristiques climatiques de la zone d'étude

Pour les besoins de notre étude, nous nous sommes référés aux données météorologiques de la station météorologique de Rebahia (commune : Ouled Khaled, wilaya de Saida) qui est à 3 km de la zone d'étude.

Tableau 02 : Caractéristiques de la station météorologique

Station	latitude	longitude	Altitude
Rebahia	34°52' N	00°10' E	750 m

III.1.4.2. Les températures

La température est un facteur écologique fondamental et un élément vital pour la végétation. Elle 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 espaces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 2003).

Les données climatiques de la température moyenne, maximale et minimale (°C) recueillis de la Station météorologique de Rebahia, sont représentées dans le tableau

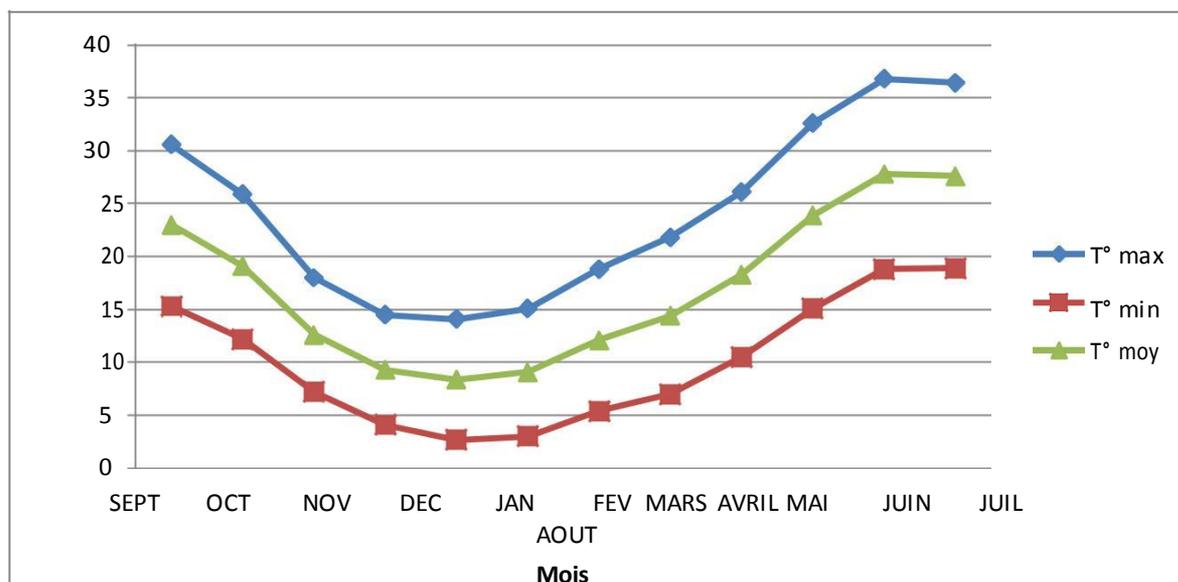


Figure 07 : Répartition des températures moyennes, maximales et minimale 2000 à 2015

III.1.4.3. Les précipitations

Les précipitations représentent la source principale d'eau nécessaire pour une production de la biomasse, caractérisées par trois principaux paramètres : leur volume, leur intensité et leur fréquence qui varient selon le jour, les mois et aussi selon les années (Guyot, 1997).

L'unité de mesure utilisée est le millimètre de hauteur de pluie, qui correspond à un volume d'eau de 1 litre par mètre carré.

Les précipitations mensuelles et annuelles sont présentées dans la figure 07.

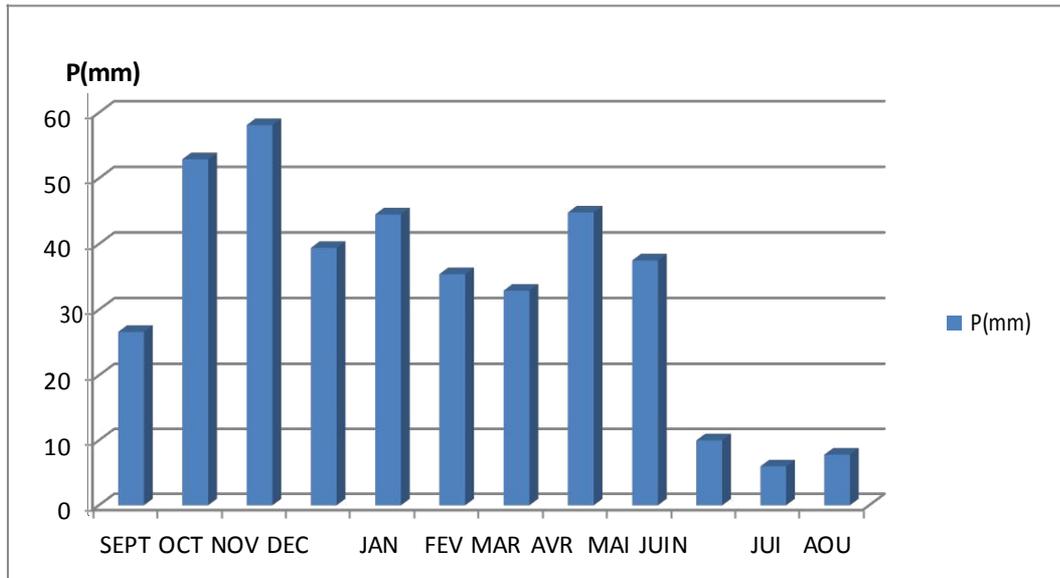


Figure08 : Moyenne mensuelle de la précipitation (2000-2015).

D'après la figure on constater que les mois les plus pluvieux sont les mois d'octobre et novembre avec une moyenne de (53-58mm), tandis les mois de juin, juillet, aout sont les plus sec avec des valeurs de (6-10 mm).

III.1.4.3.1 Répartitions saisonnières des précipitations

L'année pluviométrique peut être divisé en quatre saisons : automne (A) (septembre-octobre-novembre), hiver (H) (décembre (mars- avril- mai), été (E) (juin-juillet- aout).

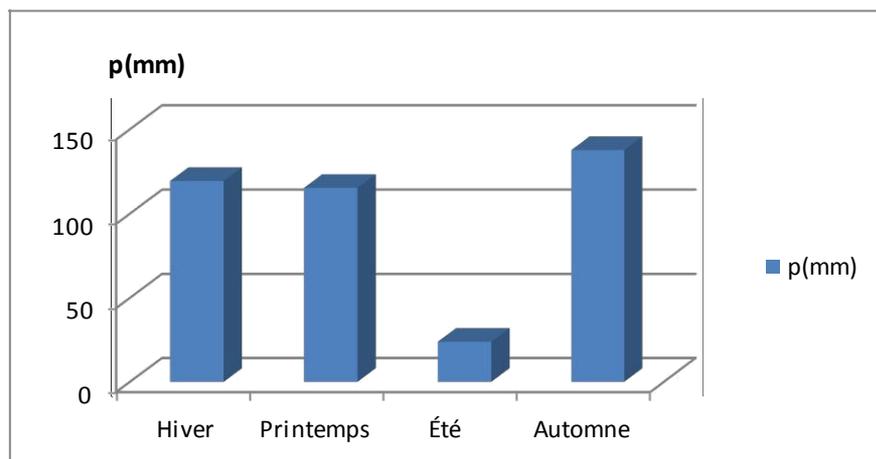


Figure09 : Histogramme du régime saisonnier. (2000-2015).

A partir des résultats de ce tableau on peut déduire que la région d'étude est caractérisée par un régime saisonnière de type : AHPE

III.1.4.4. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

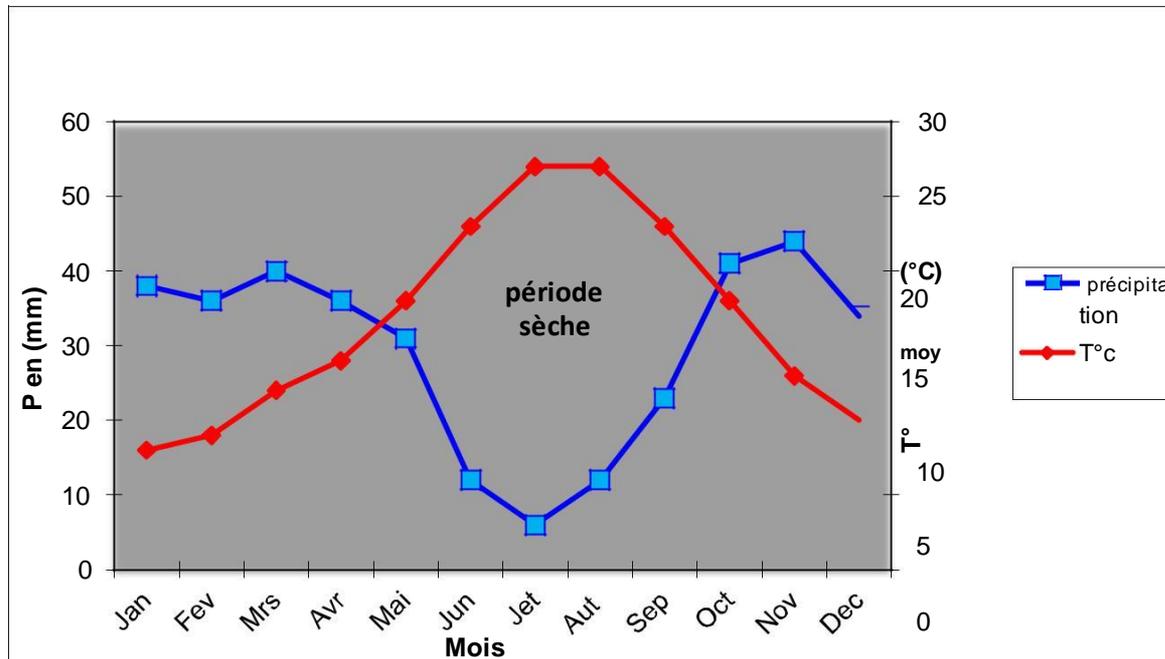


Figure 10 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен (Station semi aride).

À partir du diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен (Fig09.) On remarque que la saison sèche s'étale entre le mois de Mai jusqu'à début de mois d'Octobre en comptabilisant 6 mois sur les 12 mois de l'année concernée. L'amplitude de la période sèche est importante, ceci se traduit par un écart important entre les températures et les précipitations enregistrées.

III.1.2. La région aride (Naâma)

Notre région aride est représentée par la wilaya de Naâma, wilaya frontalière avec le royaume du Maroc sur 250 km, est située dans la partie sud-ouest des hauts plateaux entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien.

III.1.2.1. Situation géographique

Naâma, wilaya frontalière avec le royaume du Maroc sur 250 km, est située dans la partie sud-ouest des hauts plateaux entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien. Elle s'inscrit sur les coordonnées géographiques : $X_1 : 000^{\circ}11'28''$ W, $X_2 : 0001^{\circ}45'40''$ W, $Y_1 : 34^{\circ}18'21''$ N, $Y_2 : 32^{\circ}8'54''$ N.

La wilaya de Naâma est limitée (Fig.10) :

- Au Nord par les wilayas de Tlemcen et Sidi-Bel-Abbès,
- A l'Est par la wilaya d'El Bayadh,
- Au Sud par la wilaya de Béchar,
- A l'Ouest par la frontière Algéro-marocaine.

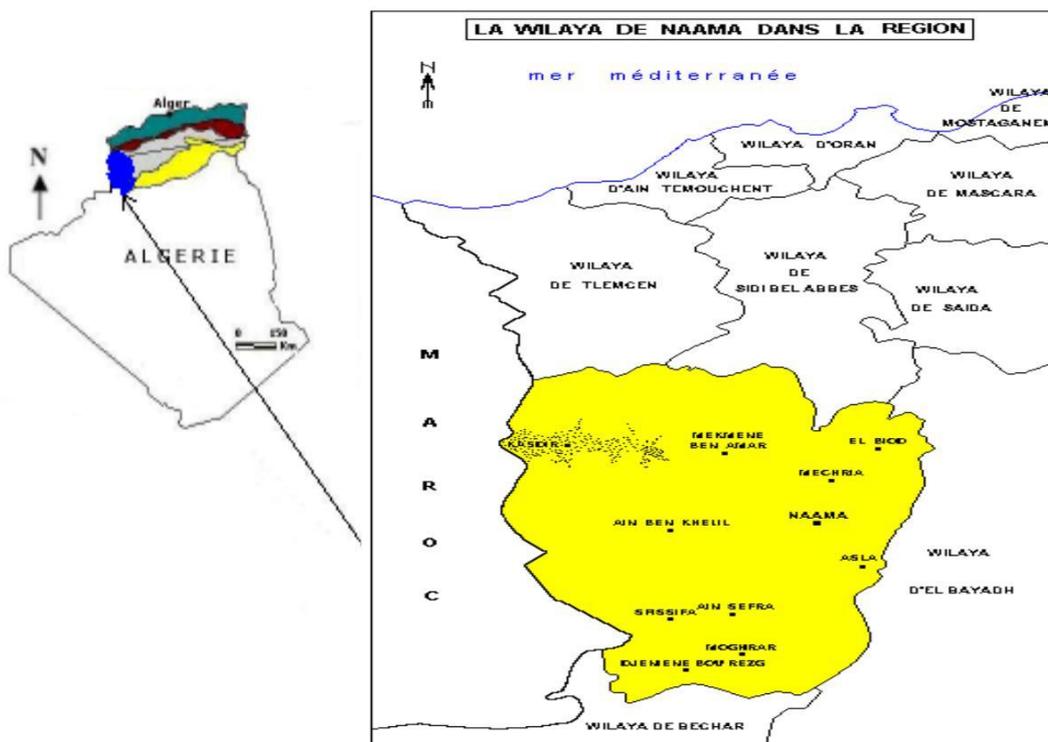


Figure 11: Situation géographique de la wilaya de Naâma (DPSB, 2015)

L'espace forestier, de par sa localisation, peut jouer un rôle primordial dans le développement de la wilaya sur le plan économique, écologique et socio-culturel et présente des opportunités d'investissement vu ses richesses multiples.

III.1.2.2. Paysage morphologique :

La wilaya de Naâma d'une superficie totale de 2 951 410 ha, se caractérise par trois grands espaces géographiques homogènes :

- Une zone steppique au nord occupant 74 % de la superficie de la wilaya soit 2 184 046 Ha
- Une zone montagneuse représentant 12% de la superficie du territoire de la wilaya soit 354 171 Ha.
- Une zone présaharienne au sud qui s'étend sur 14 % restant de la wilaya soit 413 197 Ha .L'agriculture est pratiquée principalement au niveau de cette zone, à travers les oasis - vallées et piémonts (Nedjraoui et al., 1999).

III.1.2.3. Les reliefs

La zone d'étude se présente sous forme d'ensembles massifs à structures complexes et plus ou moins allongées et étirées suivant l'axe général du plissement sud-ouest nord-est. Ces structures sont généralement liées à la tectonique, à la lithologie et à l'érosion.

Elle est constituée de roches dures (calcaire, calcaire dolomitique et grès) d'âge Jurassique dont la pente des versants est généralement forte. Parmi ces structures plissées il importe de citer l'anticlinal d'âge Jurassique culminant à 2136 m de djebel Morhad d'orientation sud ouest nord-est. Il a été affecté par un accident tectonique ayant provoqué un décalage de continuité dans sa partie sud-ouest (cuvette de Mekhizéne).Un autre anticlinal plus septentrional correspond au djebel Antar, petit chaînon avancé de l'Atlas Saharien à tracé en forme d'arc de cercle ouvert vers le nord-ouest et dont l'altitude n'atteint pas les 2000 mètres (Remaoun K., 1998).

III.1.2.4. Aspects édaphiques:

Les sols de la zone d'étude peuvent être regroupés comme suit :

- Les sols minéraux bruts :
- Sols calcimagnésiques : Cette classe renferme trois groupes de sols
 - o Groupe des sols rendzine
 - o Groupe des sols bruns calcaires
- Sols peu évolués, appartenant au groupe des sols d'apport alluvial, ils sont assez profonds, et sont pauvres en matière organique (Nedjraoui et al ., 1999).

III.1.2.5. La couverture forestière

Le patrimoine forestier de la wilaya (Tab.03) s'étale sur une superficie de 137.600 ha. Il est constitué principalement de 92 % de matorral occupant les monts des ksours et les reliefs isolés, et 08 % de peuplements artificiels (bandes, ceintures, boisements de masse, fixation de dunes...) objet de notre étude.

Tableau03 : Répartition des terres forestières par commune (CFN, 2008)

Commune	couverture forestière (HA)			Terres à vocation forestière (*)
	Peuplements artificiels	Peuplements naturels	Superficie totale	
Naâma	2.161	2.800	4.961	6.644
Mecheria	2.113	6.800	8.913	3.295

III.1.3. Présentation de la zone de récolte (Mechria)

La deuxième zone dans l'aride caractérisé par la forêt de djebel Antar situé au niveau de la commune de Mécherai Est de la wilaya de Naâma

Cette zone située entre Djebel Antar et la commune de Mecheria - zone piedmont de Djebel joue un rôle protecteur, la formation dominante dans la zone est le pin d'Alep.

Mécheria couvre une superficie de 73625 hectares soit 736,25 km². la commune dont la mairie se situe à 891 mètres d'altitude n'accueille aucune réserve naturelle sur son territoire.

Pour une localisation aisée de la ville de Méchria, dont le code postal est, sur une carte, dans une application web ou avec un GPS, vous pouvez utiliser ses coordonnées géographiques qui vous sont proposées dans les principaux systèmes de projection pour répondre aux besoins les plus courants.

Les coordonnées géographiques de Méchria en décimales sont : 33.55° de latitude et - 0.283333° de longitude.

Les coordonnées géographiques sexagésimales de Méchria sont : latitude nord 33° 33' et longitude ouest 0° 16' 60".

III.3.1. Etude climatique

Le climat par ses différents facteurs joue un rôle déterminant dans le comportement du végétal qui traduit la réussite ou l'échec des reboisements.

Pour les données climatiques de notre zone d'étude, nous sommes référés aux station météorologique de Mecheria, (Tab04).

Tableau 04 : Caractéristiques des stations météorologiques

Station	Localisation	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Mecheria	A 30 km Nord du chef-lieu de wilaya	33°31' N	00°17' W	1149

III.3.1.1. Les températures

La température est un facteur écologique fondamental et un élément vital pour la végétation. Elle 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 espaces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade,2003)

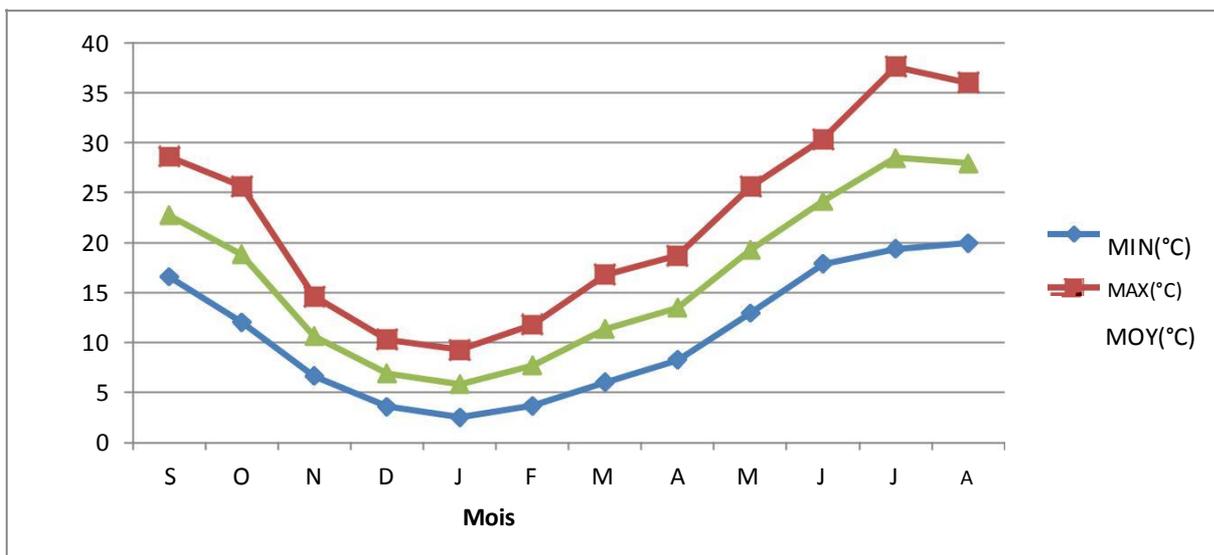


Figure 12: Répartition des températures moyennes, maximales et minimale 2000 à 2015

III.3.1.2.Précipitations

La diminution des pluies au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral s'explique en partie par la grande distance parcourue par les dépressions et surtout à leur appauvrissement progressif lors de la traversée des chaînes montagneuses des Atlas Telliens et Sahariens.

D'une manière générale, l'année climatique de la Steppe Sud Oranaise est distinguée par deux grandes saisons:

- Une saison froide ou fraîche et relativement humide qui s'étend de Novembre à Avril.
- Une saison chaude et sèche de Mai à Octobre.

III.3.1.2.1.Précipitations moyennes mensuelles et annuelles

A travers le tableau (N°05) nous pouvons constater que le minimum pluviométrique, pour la station de Mecheria, apparaît en Juillet avec 6,0 mm alors que le maximum en Avril avec 26,8 mm.

Tableau 05 : Précipitations moyennes mensuelle des (mm) (Sources : ONM-2016)

Station	Précipitations moyennes mensuelle des (mm)											
	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Mecheria (2000-2015)	20,1	15,7	22,8	26,8	18,6	15,9	6,0	10,2	24,1	23,7	24,1	14,7

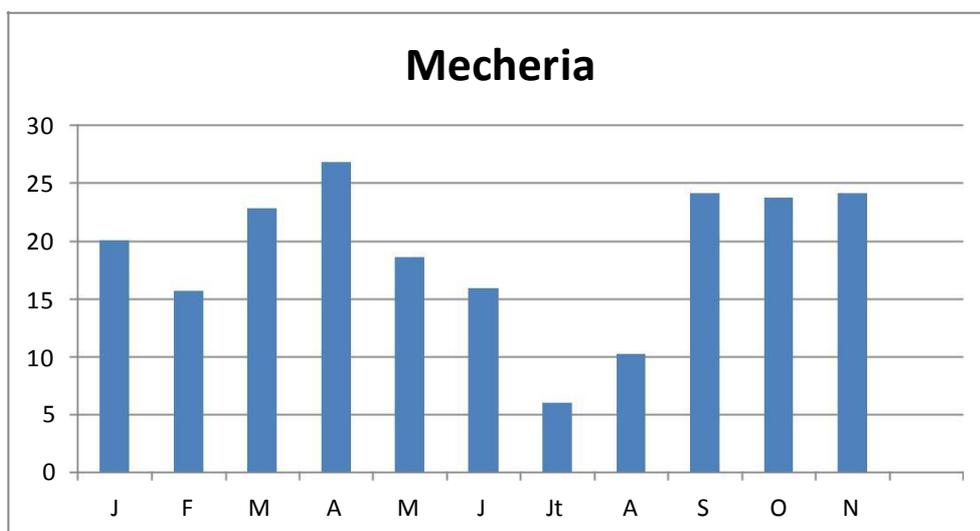


Figure 13 : Variations des précipitations moyennes mensuelles (2000-2015)

III.3.1.2. Régime saisonnier

D'une manière générale, les précipitations sont réparties inégalement durant les saisons, comme le montre le Tableau Les précipitations les plus importantes sont celles qui tombent en automne et au printemps, par rapport à celles de l'hiver, bien que ces dernières constituent un apport non négligeable

Nous avons remarqué aussi que la station Mecheria présente un régime saisonnier (PAEH),

Tableau 06 - Régime saisonnier des précipitations

Station	hiver	Automne	Eté	Printemps	Régime
Mecheria (1985-2016)	38,3	61,7	33,8	88,3	PAEH

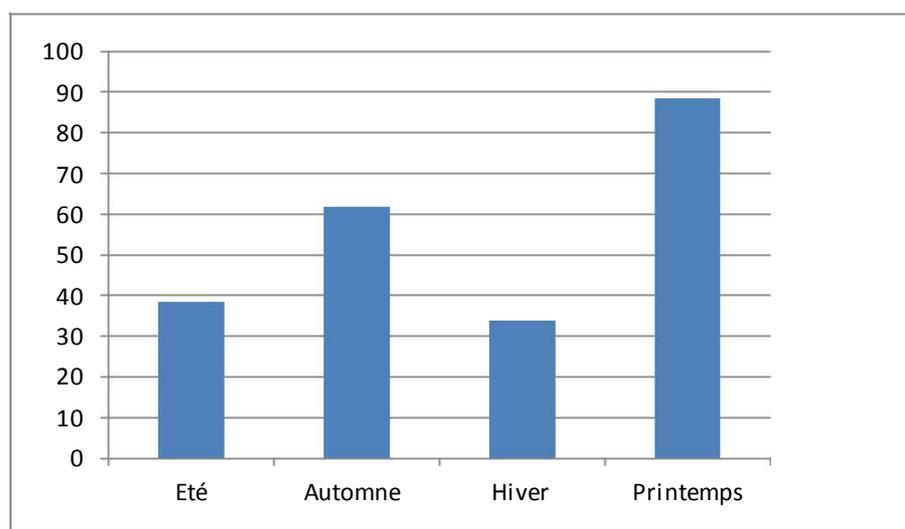


Figure 14 : Régime saisonnier des précipitations

III.3.1.3. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

L'examen des diagrammes ombrothermique montre que la station de Mecheria présente 8 mois de sécheresse ; généralement de Mars à Novembre

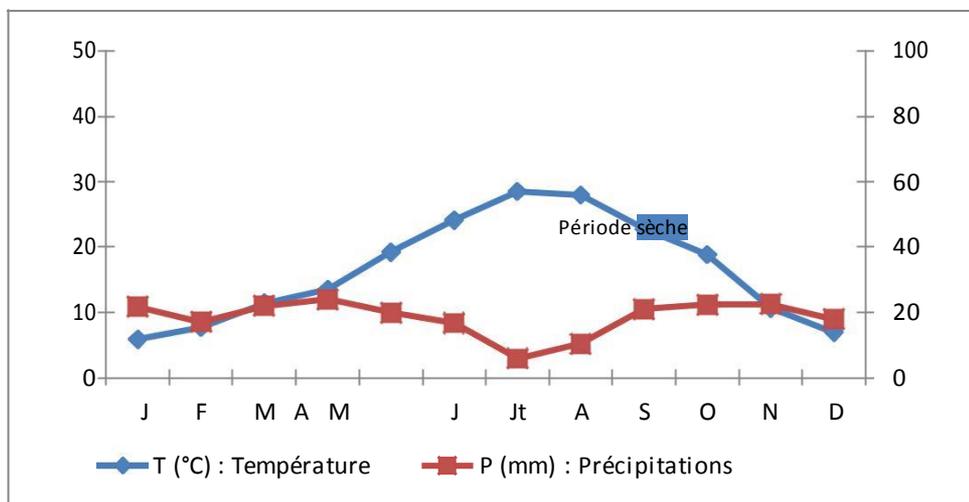


Figure 15 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен (Station aride).

III.4. Choix des stations et prélèvement du matériel végétal

Cinq placettes d'échantillonnage d'une superficie de 400 m² chacune, ont été sélectionnées pour chaque zone de récolte suivant un échantillonnage subjectif dirigé. Toutes les placettes sont situées à une altitude comprise entre 970 et 1280 m et avec la même exposition.

Les échantillons (les aiguilles du pin d'Alep) ont été prélevés par individu, pendant le mois de Mars 2017, à raison de plusieurs individus choisis au hasard dans chacune des placettes suivant la méthode de prélèvement de Arbez et Millier (1971). Les aiguilles prélevées sont issus des rameaux d'un âge de moins de 2 ans (Mooney et Gulmon, 1982; Schulzee, 1983; Aerts, 1995) puis mis dans un sac spécial et conservé 4°C dans une glacière avant d'être analysé, dans la semaine de prélèvement, au niveau de notre laboratoire de biologie Ain el Hadjar.

III.4.1. Géolocalisation des placettes :

Les stations ont été localisées sur le terrain par le GPS 72 Garmin, le 28 février 2017 (figure 16)

Tableau07 : données géographique des stations d'études.

Zone	Station	Altitude (m)	Longitude X	Latitude Y
Zone semi aride	Station 01	975	N 34°.52'.137''	E 00°.05'.095''
	Station 02	1067	N 34°.51'.223''	E 00°.04'.409''
	Station 03	1146	N34°.50'.295''	E 00°.04'.576''
	Station 04	1160	N 34°.49'.318''	E 00°.05'.226''
	Station 05	1081	N34°.49'.237''	E 00°.04'.338''
Zone aride	Station 01	1280	N 33°.32'023''	W 00°.19'.131''
	Station 02	1240	N 33°.32'.237''	W 00°.18'.251''
	Station 03	1219	N 33°.32'.516''	W 00°.17'.550''
	Station 04	1185	N 33°.31'.527''	W 00°.17'.553''
	Station 05	1208	N 33°.31'.527''	W 00°.18'.256''

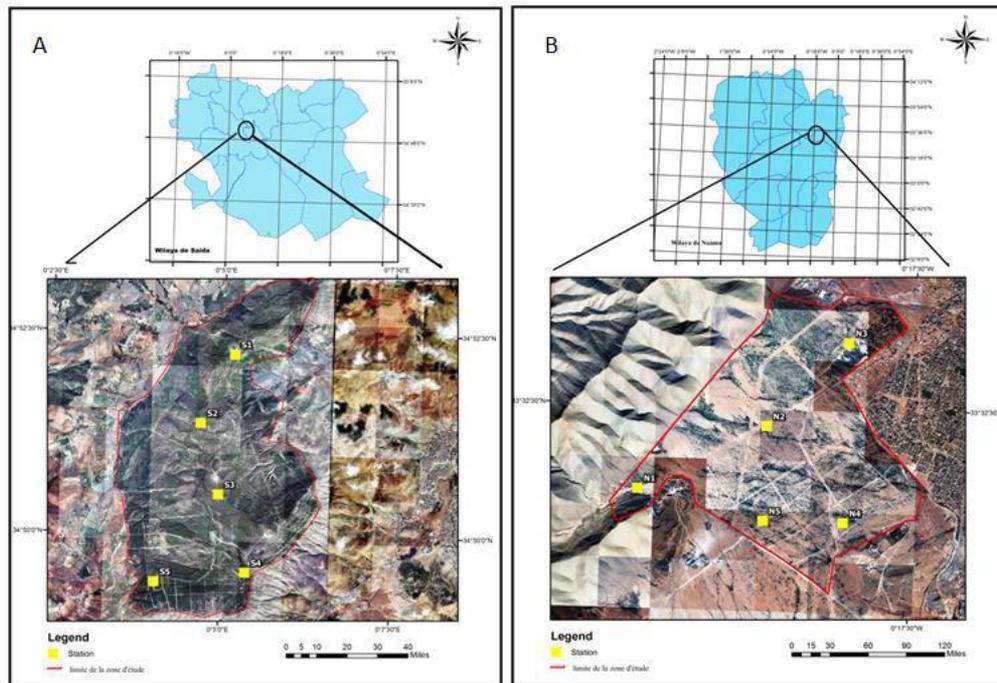


Figure16 : Localisation des stations d'échantillonnages dans les zones d'études (A : station semi aride. B : station aride)

III.5. Caractéristiques morphologiques et chimiques des aiguilles du Pin d'Alep

Plusieurs paramètres ont été étudiés pour faire comparer l'effet du bioclimat sur les caractéristiques morphologiques et chimiques des aiguilles du Pin d'Alep récoltées au niveau de deux zones à étages bioclimatiques différents aride et semi-aride représentés par la région de Naâma et Saida, et qui sont les suivants :

III.5.1. Morphologie des aiguilles

Pour caractériser les aiguilles on a suivi un protocole standard utilisé par Garnier et *al.* (2001) et Vile et *al.*, (2005). Les aiguilles de chaque échantillon seront scannées et la longueur et l'épaisseur en millimètre sont déterminées par le logiciel Mesurim.

III.5.2. Détermination de la teneur en eau

La teneur en eau est donnée par la méthode gravimétrique (détermination de la perte de poids par dessiccation). Une quantité de la plante fraîche est placée dans une capsule tarée puis mis dans une étuve, préalablement chauffée, à 105°C jusqu'à poids constant.

Mode opératoire

- Peser dans la capsule préalablement tarée 5 g d'échantillon et les placer dans l'étuve réglée à 105°C pendant 24 heures;
- Retirer les capsules de l'étuve, les placer dans le dessiccateur.
- Peser la capsule après refroidissement. L'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant.

La teneur en eau, en pour cent de l'échantillon frais, est donnée par la formule suivante:

$$H\% = (E - M) / E \times 100$$

E: masse initiale, en gramme, de la prise d'essai,

M: masse, en gramme, de la prise d'essai

sèche. Soit H% : teneur en eau ou humidité

III.5.3. Traitement des aiguilles

Le matériel végétal a été laissé sécher à l'ombre à une température ambiante dans une pièce aérée pendant une période de 10 à 15 jours. Après le séchage il a été broyé en poudre à l'aide d'un moulin électrique.



Figure 17: Les aiguilles de *pinushalepensis* broyées et mises en sachets (Cliché, KADDOURI, 2017)

III.5.4. Détermination de la teneur en cendres :

La poudre sèche et pulvérisée (5g) est placée dans un creuset préalablement calciné et taré (M_1). On incinère au four à moufle pendant 4 heures à 550°C . Après refroidissement dans le dessiccateur, le résidu a été pesé (M_2).

Mode opératoire

- Peser 5g de matière sèche dans une capsule préalablement tarée
- Mettre la capsule au four à la température de 550°C pendant 4 heures
- Après refroidissement dans le dessiccateur, retirer la capsule et prendre leur poids

Expression des résultats

$(M_2 - M_1/P) \times 100 = \%$ de matières minérales

M_1 : masse du creuset vide.

M_2 : masse du creuset et des cendres brutes (après calcination).

P: prise d'essai en grammes.



Figure 18 : Détermination de teneur en cendre des aiguilles de *pinus halepensis* par technique de calcination (Cliché, KADDOURI, 2017).

III.5.5. Détermination de la teneur en Matière organique :

La teneur en matière organique a été calculée après la détermination de la teneur en cendre (matière minérale) par la formule suivante :

$$\text{Taux de M.O(\%)} = 100 - \text{M.M\%}$$

M.O : matière sèche.

M.M : matière minérale

III.5.6. Macération (préparation des extraits):

Il existe différentes méthodes d'extraction qui sont particulièrement adaptées à l'extraction des composés naturels. Parmi celles-ci, la macération, technique simple et facile. Une quantité de 10 g de poudre végétale est mise à macérer dans 100 ml d'un mélange Ethanol/eau à 95/5 (v/v), pendant 24 heures sous agitation, Après filtration. (Harborne, 1998).

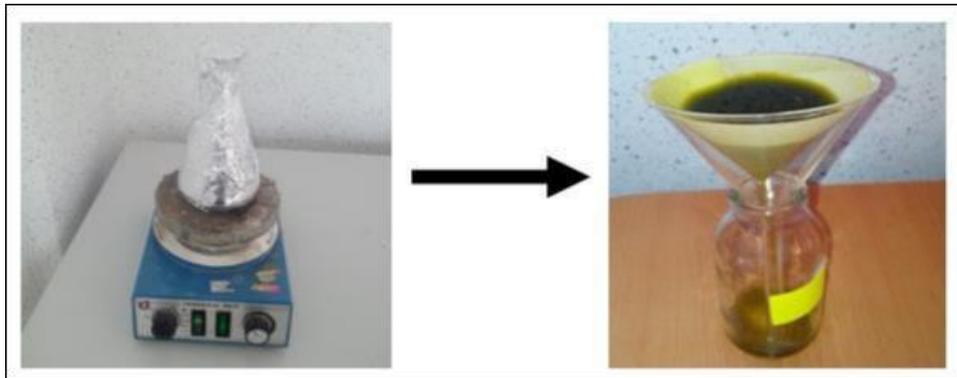


Figure 19 : préparation des extraits par macération

III.5.7. Détermination du pH et salinité des aiguilles

La mesure du pH et la salinité d'un échantillon solide est effectuée sur une suspension de l'échantillon (10 g) dans l'eau distillée (100 mL). (Aouidi, 2012)



Figure 20: Détermination de pH et salinité des aiguilles de *pinushalepensis* (Cliché, KADDOURI, 2017).

III.5.8. Détermination de chlorophylle par spectrométrie

La détermination quantitative de la chlorophylle dans un ensemble Extrait de tissu végétal vert par UVVIS La spectroscopie est compliquée par le choix de l'échantillon, du système de solvants et du spectrophotomètre utilisé. Les différents pigments végétaux absorbent la lumière dans des régions spectrales qui se chevauchent, selon le système sélectionné. Cette unité Discute des méthodes utilisées pour tenir compte de se chevauchent en appliquant une équations pour une précision détermination quantitative de Chlorophylle.

Après la préparation des extrais on passe par l'étape de centrifugation des extrais puis on place l'échantillon dans la cuve avec la calibrer à zéro absorbance en utilisant un blanc de l'éthanol pur mesurer l'absorbance du blanc et les échantillons à 645 et 663 nm .

$$\text{Total Chl (g l-1)} = 0.0202 A_{663} + 0.00802 A_{645}$$



Figure 21: Détermination de chlorophylle des aiguilles de *pinus halepensis* par spectrométrie
(Cliché, KADDOURI, 2017)

III.5.9. Calcule des rendements en extrais secs :

Nous pouvons déterminer le rendement de différentes parties pour la plante en extrait sec en calculant le rapport suivant : (Hadri , 2015)

$$\text{Rdt\%} = \frac{P1 - P2}{P3} * 100$$

P1 : poids du ballon après évaporation

P2 : poids avant évaporation de ballon

P3 : poids de la matière végétale de départ

III.6. Traitement statistique :

L'étude statistique des résultats, a été effectuée en utilisant logiciel STATISTICA version 8 française, pour comparer les résultats des analyses effectués en fonction de la variabilité des zones à l'aide d'un test ANOVA un facteur de variation, puis une analyse en composante principale effectuée pour la corrélation des stations de chaque zone en fonction des paramètres étudiés.

Chapitre IV

Résultats et discussion

IV. Résultats et discussion :

IV.1. Morphologie des aiguilles

La morphologie des aiguilles est un paramètre important pour la taxonomie des Pin (Gausсен, 1961) La structure anatomique des aiguilles peut être utilisée pour étudier la variabilité d'une espèce dans son milieu naturel (Calamassi, 1986) mais aussi une forte corrélation a été trouvées entre tous les caractères des aiguilles et quelques caractéristiques (latitude, longitude, et altitude) des régions dont proviennent les semences.

Les caractères morphologiques et anatomiques des feuilles des arbres, et particulièrement des résineux, ont été étudié par un certain nombre d'auteurs (Daguillon, 1890), mais peu d'entre eux (Mer, 1883, Dufour, 1887) se sont attachés à l'étude de l'influence des facteurs écologiques sur les feuilles. Ainsi, la morphologie et l'anatomie comparée des aiguilles de conifères croissant en conditions microclimatiques différentes sont mal connues.

IV.1.1. La longueur

Les résultats obtenus, montrent que la longueur des aiguilles de *Pinus halepensis* Mill dans la zone du semi-aride est la plus élevée (8,89 cm et 10,16 cm) par rapport de la zone aride (7,89 cm et 8,22 cm).

D'après la figure 23, l'analyse de la variance montre qu'il existe une différence hautement significative entre la longueur des aiguilles de *Pinus halepensis* des deux zones ($P=0,00045$).

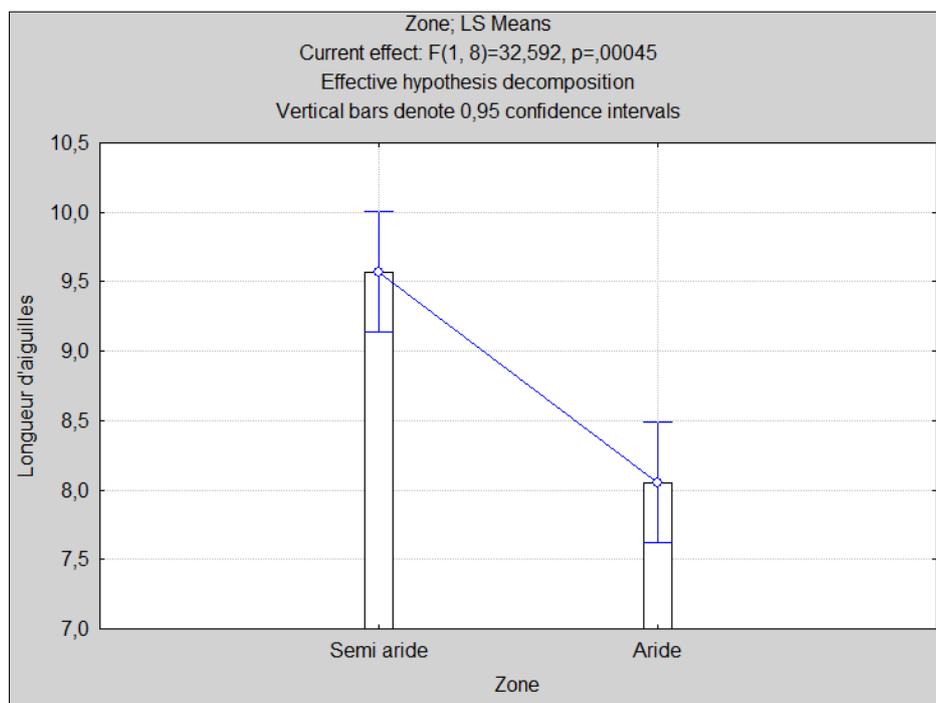


Figure 22: La longueur des aiguilles de pin d'Alep entre le semi-aride et l'aride

IV.1.2. La largeur

Les résultats obtenus, montrent aussi que la largeur des aiguilles de *Pinus halepensis* Mill dans la zone du semi-aride est la plus élevée (0,136 cm et 0,187 cm) par rapport de la zone aride (0,068 cm et 0,101 cm).

Les résultats de l'analyse de la variance (figure 24), révèlent qu'il existe une différence très hautement significative entre la largeur des aiguilles de *Pinus halepensis* des deux zones ($P=0,00010$).

Ce qui explique aussi que cette différence varie en fonction de l'étage bioclimatique.

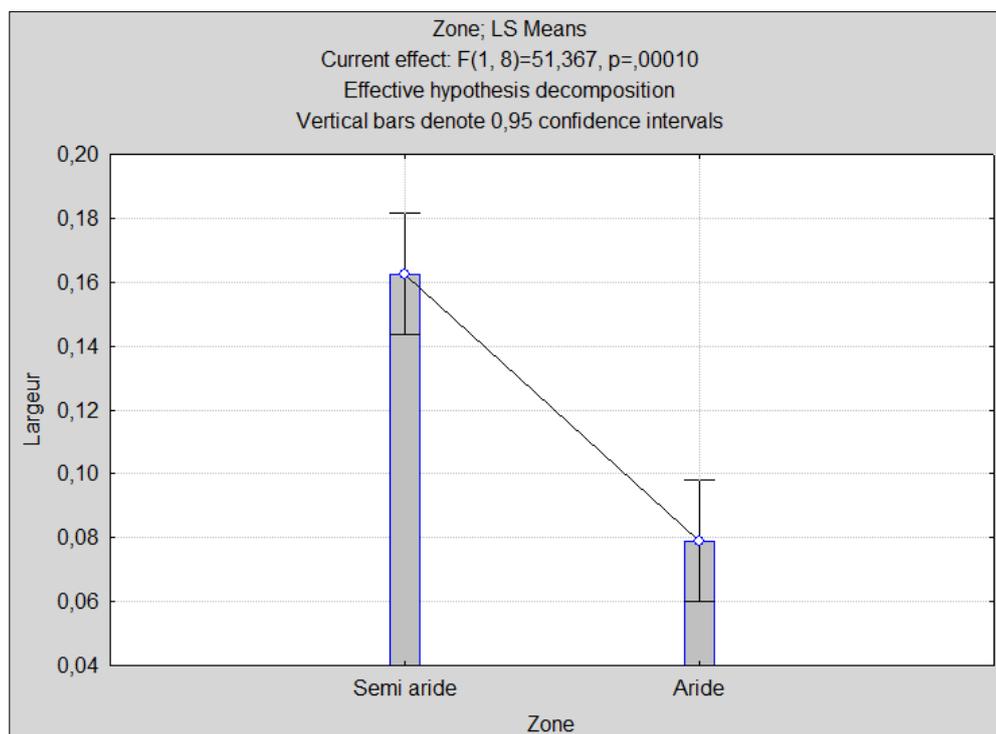


Figure 23 : la largeur des aiguilles de pin d'Alep entre le semi-aride et l'aride

D'après les résultats obtenus on peut dire que de la longueur et la largeur des aiguilles du Pin d'Alep changent en fonction de l'étage bioclimatique. Ce qui confirme les travaux Vennetier et al (2011) où a démontré que la sécheresse et l'exclusion des pluies diminue d'une façon significative la vitesse de croissance des aiguilles.

Ce qui a été démontré par Calamassi (1986) que les dimensions des aiguilles des plantes du milieu moyennement humide sont plus grandes que celles du milieu xérique.

Mergen et al. (1965) remarquent que la longueur de l'aiguille des résineux varie au sein de la même espèce en impliquant la forte influence du milieu.

Toutefois Mergen lui-même (1963), Gllini (1968), Lee (1968) et Claone (1971), ont trouvé que des différences significatives existent entre la longueur des aiguilles des plantes cultivées dans leur propre milieu d'origine et celle des plantes qui proviennent d'autres régions avec les aiguilles les plus réduites, sont en fait originaires d'un milieu plus xérique que les autres (walter et Lieth 1967).

IV.2. La teneur en eau

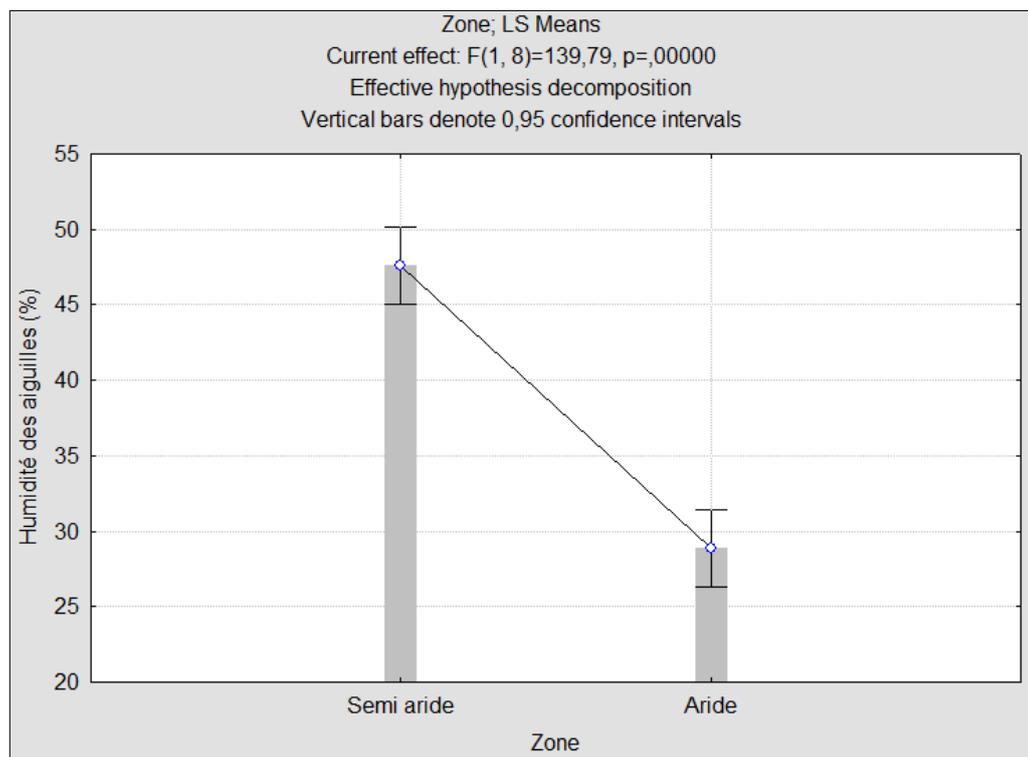


Figure 24 : La teneur en eau des aiguilles de pin d'Alep entre le semi-aride et l'aride

Les mesures d'humidité soulignent l'empreinte de l'étage climatique sur chaque zone et montre une différence très hautement significative ($p < 0,0001$), où la proportion la plus élevée est enregistrée dans la zone semi-aride (45,84% et 51,42%) par rapport aux aiguilles de la zone aride (24,85% et 31,39%). Cela indique sans doute que cette teneur en eau est liée probablement à l'humidité de l'air et les précipitations ce qui influe sur la variabilité de l'évapotranspiration et la conservation de l'eau dans les aiguilles au niveau de chaque zone.

La perte de la quantité d'eau dans la zone aride est expliquée, d'après Benssaid (2007), par la diminution de l'humidité de l'air et la sécheresse exercé dans cette zone, et cela sous l'effet des températures élevé, qui augmente l'évaporation au niveau du sol et l'évapotranspiration.

IV.3. pH:

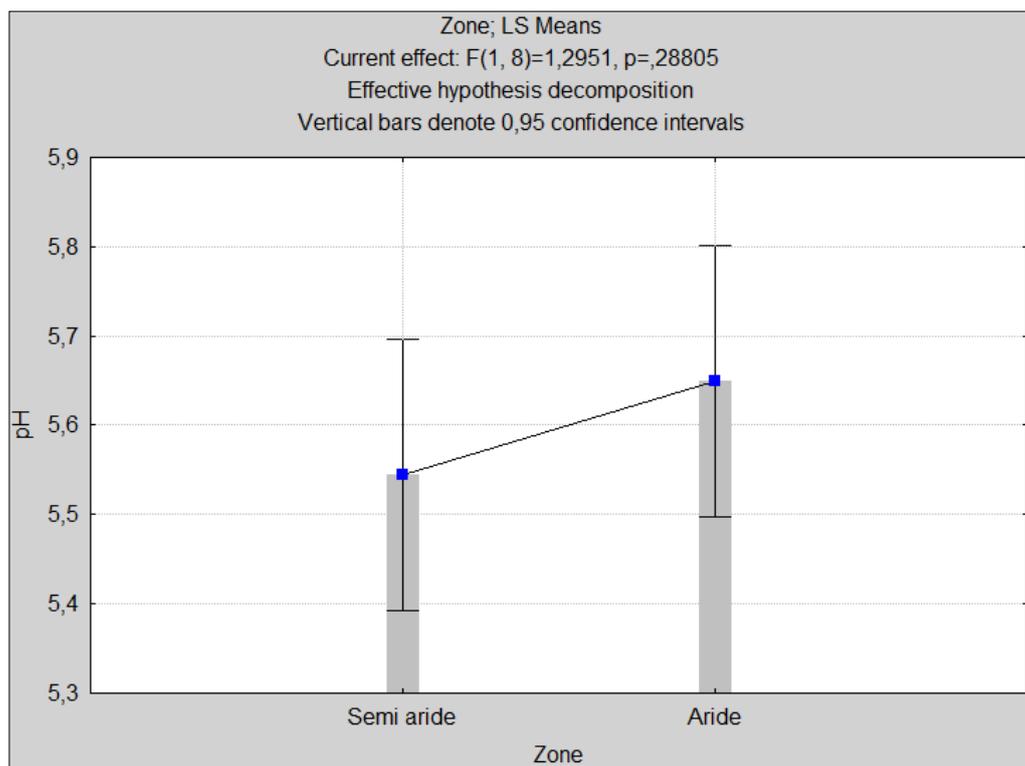


Figure 25 : la variation de pH des aiguilles de pin d'Alep entre le semi-aride et l'aride

La mesure de pH a montré que les aiguilles de pin d'Alep sont acides pour les deux zones (5,27 et 5,74). L'analyse de la variance entre les deux zones ne présente aucune différence significative ($p > 0,005$)

L'origine de cette acidité, Selon Van Aufsess (1976), est due à la quantité de résine produite par cet arbre sous forme de gemme qui est composée d'un mélange de différents acides résiniers constituant la colophane, des terpènes distillables formant l'essence de térébenthine

La légère augmentation d'acidité dans la zone semi-aride par rapport à la zone aride est sous l'effet des précipitations et la fertilité des sols entre les deux zones. D'après Audin (1938), il semblerait que la quantité de résine produite est liée à la vigueur de l'arbre, ainsi les arbres vivant sur les sols fertiles produisent plus de résine que ceux qui vivent sur des stations pauvres en matière organique.

IV.4. La salinité

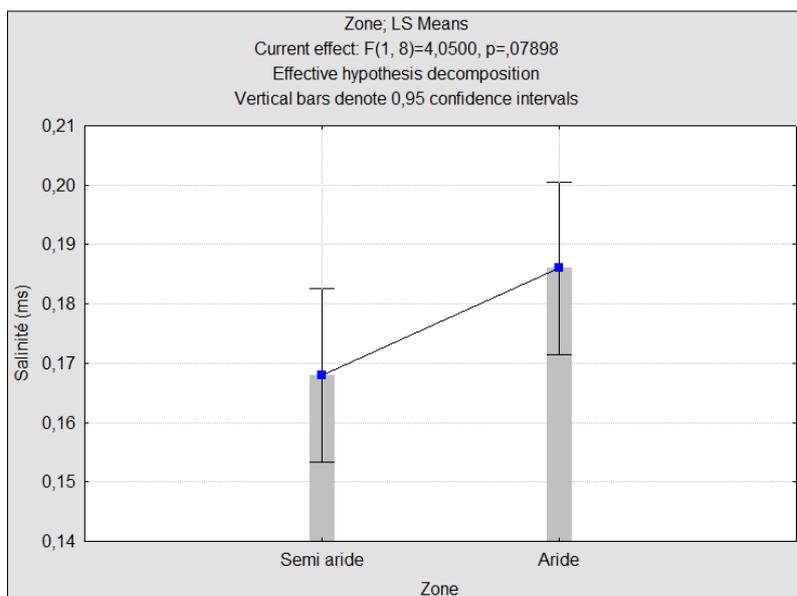


Figure 26 : la teneur en salinité des aiguilles de pin d'Alep entre le semi-aride et l'aride

En comparant les résultats obtenus avec les normes de salinité d'Aubert (1978), on constate que les aiguilles de pin d'Alep ne représentent aucune salinité pour les deux zones d'étude. Cela confirmé par l'analyse de la variance où il n'y a aucune différence significative ($p > 0,05$) marqué entre les deux pinèdes. On peut expliquer ça par la nature du sol calcaire non salée dans la zone semi-aride de djebel Sid Ahmed Zeggai (Zouidi et Borsali, 2016) et dans les pinèdes de Naàma (Zadi, 2014).

IV.5. La teneur en matière organique et matière minérale

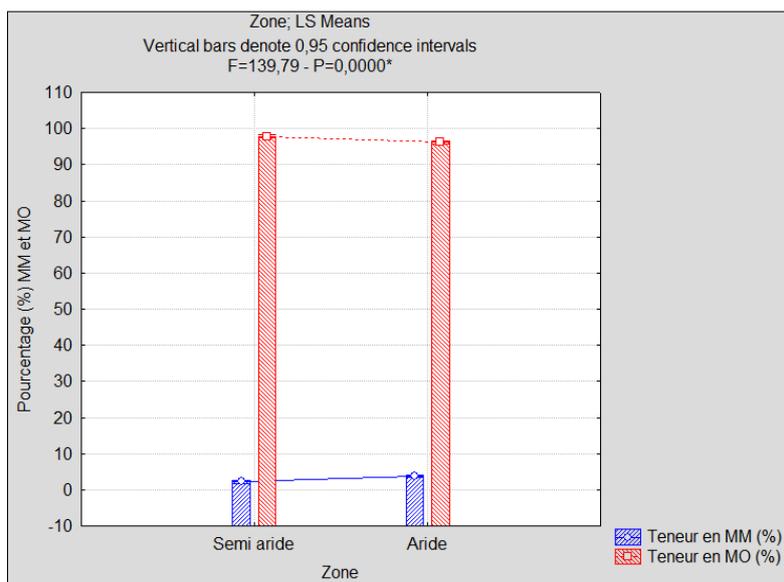


Figure 27: la teneur en matière organique et la matière minérale des aiguilles de pin d'Alep entre le semi-aride et l'aride

La matière organique est variée entre 97,34% et 98,34% pour les aiguilles de la station semi-aride et entre 96% et 96,67% pour les aiguilles de la station aride.

La matière minérale présente un pourcentage entre 1,66% et 2,% pour la zone semi-aride et entre 3,33% et 4% pour la station aride.

Les résultats de l'analyse statistiques (figure 27) montrent une différence très hautement significative ($p < 0,001$) pour le taux de matière organique et minérale entre la zone aride et semi-aride.

Le taux de la matière organique est très élevé en comparaison avec le taux de la matière minérale. Selon Lehner (2014), la composition minérale des plantes déterminée sur résidu sec après incinération, mis à part les éléments considérés comme organiques et qui représente en masse plus de 90% du résidu sec.

Cette variation en taux de la matière organique et matière minérale est due au l'état physiologique de l'espèce dans son milieu de vie donné présente des caractéristiques physiques et chimiques déterminées. Certains facteurs du milieu comme les conditions climatiques (température, précipitations, éclaircissement ...) ou les caractéristiques chimiques (composition des eaux ...) exercent une influence directe sur les végétaux : ce sont des facteurs écologiques. D'autres, comme l'altitude ou la profondeur n'ont qu'une influence indirecte par des modifications de température, de pression ou de lumière qu'ils peuvent entraîner.

Les facteurs écologiques indépendants des êtres vivants sont les facteurs abiotiques : il peut s'agir des facteurs climatiques et édaphiques (composition chimique et structure des sols). Mais l'évolution des végétaux est aussi influencée par les relations que peuvent présenter entre eux les organismes. Ces relations constituent des facteurs écologiques dits biotiques. Il s'agit par exemple de la compétition entre les arbres pour la lumière. Les facteurs écologiques déterminent la répartition géographique des végétaux.

Dans notre zone aride l'eau et le sol présente les facteurs stressant peuvent modifier le fonctionnement des arbres sur le long terme (Breda et al., 2006) en diminuant la production de la matière organique.

IV.6. La teneur en chlorophylle

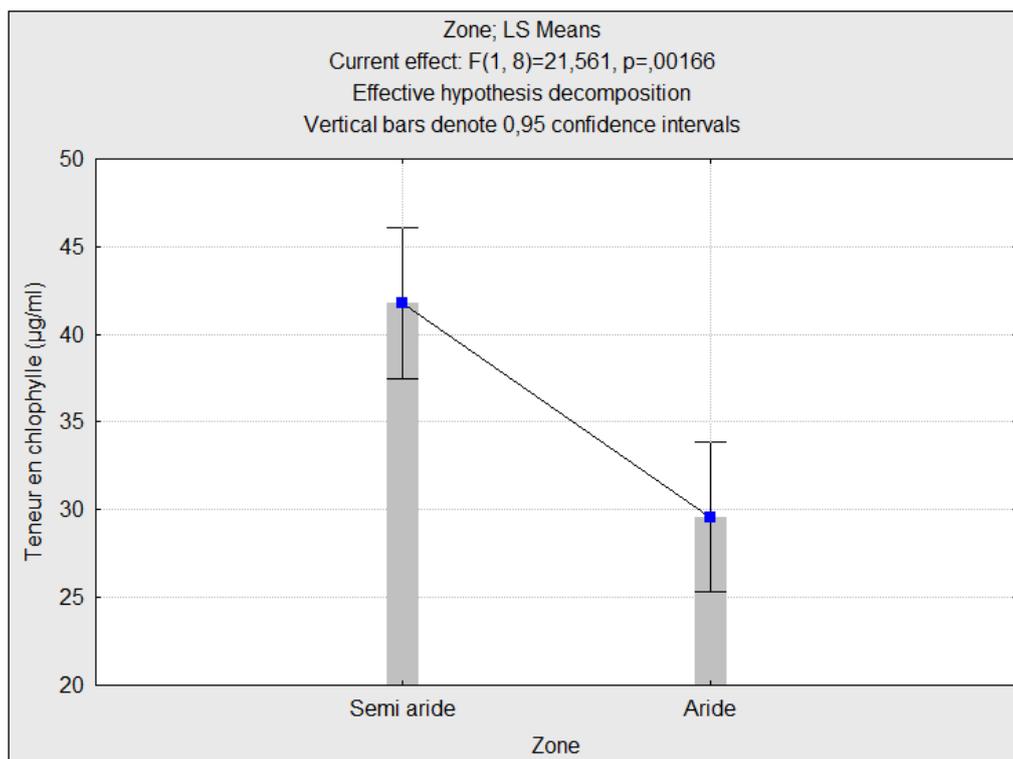


Figure 28 : Variation de taux chlorophylle dans le pin d'Alep entre le semi-aride et l'aride

La teneur en pigments foliaires (Chlorophylle) constitue une des principales signatures de l'état physiologique des plantes, Les pigments foliaires sont aussi importants dans le monde végétal que les cellules sanguines dans le monde animal : ils permettent l'assimilation de l'énergie lumineuse par la plante, interviennent lors de sa croissance et la protègent contre une multitude de facteurs tout au long de sa vie (Jean, 2009).

L'importance des pigments foliaires s'explique en premier lieu par leur rôle central dans la photosynthèse, qui permet la synthèse de matière organique constituant les parois cellulaires des cellules végétales.

La mesure de taux de chlorophylle par spectrophotométrie nous a montré que la teneur la plus élevée en pigment chlorophyllienne des aiguilles du Pin d'Alep est celle de la zone semi-aride (36,91µg/ml et 47,01µg/ml) par rapport à la zone aride (24,03 µg/ml et 31,81µg/ml).

Les résultats de l'analyse de la variance ont montré une différence moyennement significative ($P < 0,01$) entre les deux zones. Cela peut être expliquer par les facteurs bioclimatiques en premier lieux (température et lumière)

La répartition des chloroplastes dans la feuille résulte elle aussi d'une adaptation des végétaux aux conditions lumineuses. Miller (1993) a démontré que les températures élevées peuvent

provoquer la dénaturation de protéines, l'inactivation des enzymes et la réduction de l'activité photosynthétique du chloroplaste. Aussi Loggini et al (1999) ont montré que la réduction des pigments chlorophylliens due au système photosynthétique qui peut endommager par les températures stressantes, ces températures stressant provoquent un abaissement de contenu en protéines thylacoïdal associé à la chlorophylle qui peut dénaturer sous l'effet des températures élevée Miller (1993) ce qui a été remarqué dans les aiguilles de la zone de Nâama par rapport à la zone de Saïda (figure 30).



Figure 29 : l'effet de l'intensité de sécheresse sur la couleur des aiguilles.

(Cliché KADDOURI, 2017)

Jean (2009) a montré aussi qu'une lumière trop intense provoque une photo-inhibition qui se traduit par une réduction importante de l'activité photosynthétique et par fois la destruction de pigment photosynthétique (chlorophylle), aussi les éléments nutritifs peuvent considérer comme facteur limitant de la photosynthèse (C, N)

Un stress hydrique réduit aussi la conductance stomatique pour limiter la perte d'eau. Cette régulation des échanges gazeux provoque une baisse de la disponibilité en CO₂ qui devient un

élément limitant pour la photosynthèse. Le déséquilibre provoqué conduit au passage de la chlorophylle à un état excité et pouvant aboutir à la production de radicaux libres qui endommagent les pigments (Jean ,2009).

On plus du déficit hydrique constater dans la zone aride, on peut ajouter la pollution atmosphérique, qui entraîne un brunissement, une décoloration et une nécrose des tissus foliaires, consécutifs à la destruction des pigments chlorophylliens. Cette pollution est causée par la carrière de calcaire au niveau de djebel Antar ce qui représente un impact négatif pour la végétation présente au niveau de cette zone comme il a été montré par les travaux de Norby et al. (1985) ; Emberson et al.(2003) et Karacan (2006).

IV.7. Le rendement en extrait sec

Le rendement déterminé par rapport à 10 grammes de matériel végétal sec et broyé est exprimé en pourcentage. Les rendements d'extraction sont représentés dans l'histogramme illustré dans la figure 30

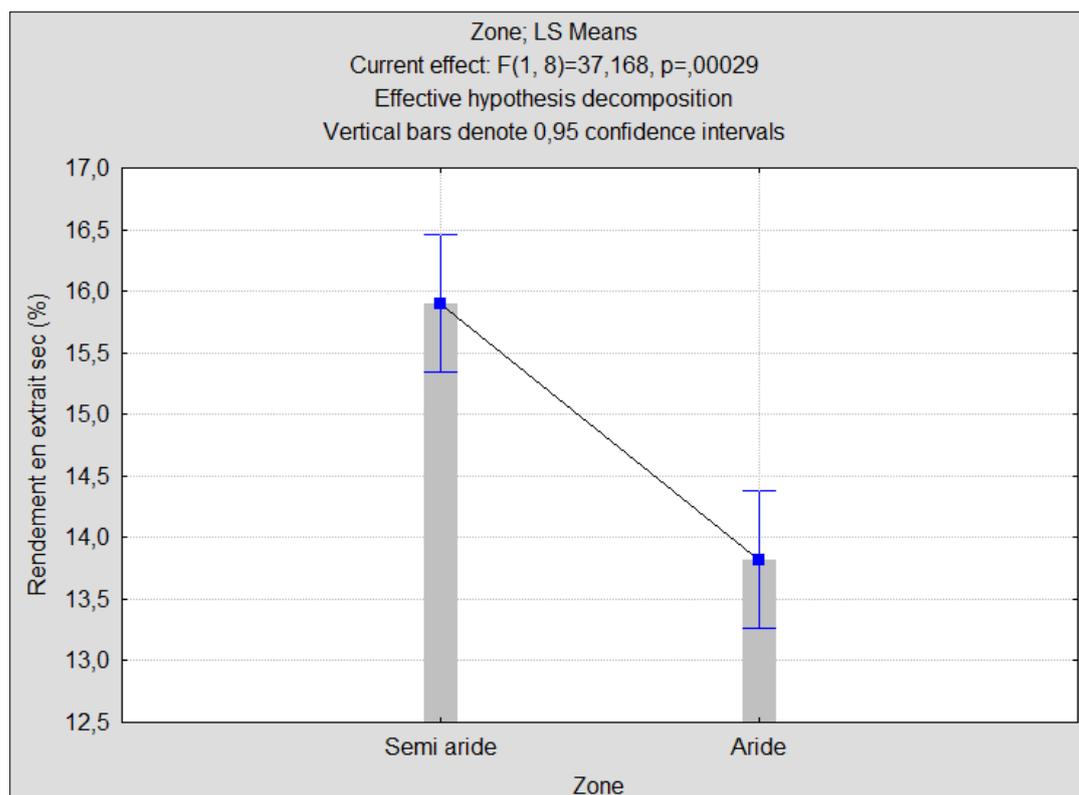


Figure 30 : Rendement des aiguilles le pin d'Alep en extrait sec entre le semi-aride et l'aride

D'après la figure au-dessus, nous remarquerons que l'extrait présent le rendement des aiguilles de la zone semi-aride est élevé (entre 15,4% et 16,9%) par rapport à l'extrait des aiguilles du Pin d'Alep de la zone aride (13,4% et 14,2%).

L'analyse de la variance (ANOVA) montre une différence hautement significative entre les extraits des aiguilles des deux zones. Cette différence de rendement peut être expliquée par plusieurs facteurs, à savoir : différence de provenance de l'espèce, le climat, la nature du sol et les conditions édaphiques.

Rodrigues-Calcerrasa et al (2014) montre que dans les conditions xérique la plante ferme ses stomates ce qui induit une diminution de l'entrée du CO₂, une baisse de rendement de la photosynthèse et une baisse de la production primaire. Or la demande en carbohydrates, via la respiration, reste positive pour assurer le métabolisme de la plante même si le stress hydrique peut entraîner aussi une baisse de la respiration.

La sécheresse peut également entraîner une baisse du rendement photosynthétique en agissant sur la mortalité des organes notamment les feuilles ou bien en agissant sur les mécanismes de turgescence

La pénurie de carbone peut également faciliter l'attaque des agents pathogènes car cela va affaiblir l'individu qui pourra moins résister aux différentes attaques. (Didierjean, 2014)



Figure 31 : effet de l'attaque parasitaire sur les aiguilles de pin d'Alep au niveau de la forêt de Djebel Antar. (Cliché, KADDOURI, 2017)

IV.8. Analyse en composantes principale (ACP)

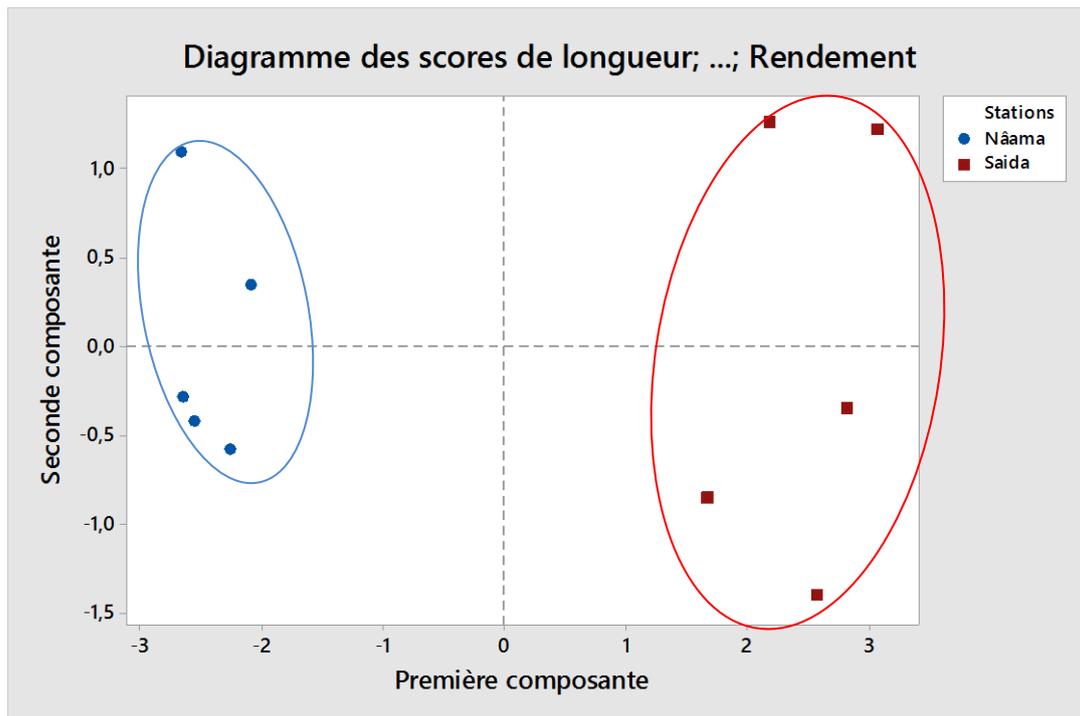


Figure 32 : Corrélation des stations en fonction des paramètres étudiées par Analyse en composantes principale (ACP)

D'après l'analyse des composante principale on constate la corrélation de deux groupe en fonction des paramètres étudiier, le groupe A caractérise les stations de la zone aride au niveau de Naàma qui représente les faible valeur des différentes paramètres physico-chimique mesuré (morphologie, humidité, rendement,...) corrélé négativement avec les stations de la zone semi aride au niveau de Saida représenté par le cercle B.

Cette analyse par l'ACP nous confirme aussi l'empreinte de l'étage bioclimatique sur les caractéristiques physico-chimique de la partie aérienne de pin d'Alep.

Conclusion

Conclusion

Les pinèdes en Algérie quel soit dans l'aride ou le semi-aride sont généralement fragile et vulnérables et ceci pour plusieurs raisons : l'influence du climat d'un côté tel que les précipitations irrégulières et la sécheresse ralentissent la production de nutriments et la croissance des végétaux.

L'étude du milieu physique nous a montré que les zones étudiées sont caractérisées par une longue sécheresse estivale (6 mois) dans l'étage bioclimatique semi-aride et entre (7 à 8 mois) dans l'étage bioclimatique aride et par des conditions édapho-climatiques très contraignantes à la survie spontanée des êtres vivants et plus particulièrement les végétaux qui doivent être adaptés avec l'importance de l'évapotranspiration par rapport aux précipitations.

L'étude des paramètres physico-chimiques des aiguilles de l'espèce *Pinus halepensis* Mill., au niveau des deux différentes zones bioclimatiques (semi-aride et aride) a montré une différence significative entre ces deux zones et nous donne une idée sur l'impact du climat sur cette espèce et comment elle s'adapte avec ces conditions xériques en changeant la morphologie de l'aiguille en premier lieu et par conséquent l'influence sur les autres caractéristiques foliaires.

La morphologie des aiguilles plus particulièrement la longueur et la largeur des aiguilles montre une différence significative où la zone de semi-aride enregistre les valeurs les plus élevées par rapport à la zone aride (8,89 cm et 10,16 cm pour le semi-aride et 7,89 cm et 8,82 cm pour la zone aride) ce qui explique un grand signe d'adaptation avec la sécheresse pour diminuer l'évapotranspiration de la plante.

En ce qui concerne les autres paramètres étudiés à savoir la teneur en eau, le taux de la matière organique, le taux de chlorophylle et le rendement, les résultats montrent une différence significative entre les deux zones d'études et les valeurs les plus élevées sont toujours observées au niveau de la zone semi-aride ce qui explique aussi que le facteur climat joue un rôle primordial et limitant dans les différents types d'adaptation morphologiques et physiologiques du pin d'Alep. Ces résultats sont confirmés par plusieurs auteurs à savoir : Calamassi (1986) où il a démontré que les aiguilles des plantes du milieu moyennement humide sont plus grandes que celle du milieu xérique s'ajoute aussi les travaux de Mergen et al (1965) concernant la longueur des aiguilles en fonction de l'influence du milieu.

La différence de la quantité d'eau entre les deux zones, nos résultats concorde avec les travaux de Beansaid (2007) où il a démontré l'effet de température élevé sur l'augmentation de l'évaporation du sol et l'évapotranspiration

Le taux de rendement est varié en fonction de taux de chlorophylle. Ces deux paramètres présentent l'état physiologique de la plante. Les valeurs les plus élevés sont enregistrées dans la zone semi-aride par rapport la zone aride. Ce qui explique aussi une autre fois que le climat agit sur ces deux paramètres ce qui confirme les travaux de Miller (1993) et Loggini et *al* (1999) qui ont montré l'effet stressant de température qui provoque l'abaissement de la chlorophylle et par conséquence la productivité végétale.

Par l'opposé, les résultats obtenus nous à montrer que le dosage de pH et salinité des aiguilles de pin d'Alep ne présente qu'une légère différence non significative entre les deux zones, cela est expliqué, pour le pH, par la présence de la quantité de résine produite par le pin d'Alep, et la nature du substrat pour la salinité.

Suite aux résultats obtenus nous recommandent :

- L'augmentation des programmes de reboisement et repeuplement des zones dégradées pour assurer une ambiance biologique afin d'augment la production de la litière qui joue le rôle d'une éponge en gardant l'humidité et assurant la protection du sol conte l'évaporation.
- Sensibilisé la population locale pour contribuer à la protection des écosystèmes fragilisé contre le déclanchement de phénomène de désertification.
- La mise en défend des forêts afin d'assurer la régénération naturelle des pinèdes.
- Eviter la monoculture dans le cadre de reboisement pour éviter la propagation de l'attaque parasitaire surtout la chenille processionnaire au niveau des pinèdes.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **Abbas H., Barbero M., Loisel R. & Quezel P. 1985 a.** Les forêts de pin d'Alep dans le sud-est méditerranéen français. Analyses écodendrométriques, première partie. *Forêt Méditerranéenne* 7 (1) : 35-42.
- **Abbas H., Barbero M., Loisel R. & Quezel P. 1985 b.** Les forêts de pin d'Alep dans le sud-est méditerranéen français. Analyses écodendrométriques, deuxième
- **Aerts, R. 1995-** The advantages of being evergreen. *Trends in Ecology and Evolution* 10, 402–407.
- **Ahmed Laala Malika Rached -Kanouni Djamel Alatou 2013 :** Les Variations thermiques saisonniers et leurs impacts sur le Comportement éco physiologiques des semis de pin d'Alep .*European Scientific Journal* edition vol.9,No.24ISSN: 1857 –7881 (Print) e -ISSN 1857-7431.
- **Aouidi F., 2012 -** Etude et valorisation des feuille d'Olivier « Olea europaea »dans l'industrie Agro-alimentaire .Thèse de Doctorat Université de Carthage Tunisie, 213p.
- **Arbez M and Millier C. 1971-** Contribution à l'étude de la variabilité géographique de *Pinus nigra* Arn. : étude comparative de quelques caractères morphologiques des aiguilles au stade juvénile. conséquences pour la systématique de l'espèce et les tests variétaux, volume 28/N01 ;23-49.
- **Armitage F-B. 1986-** Foresterie irriguée en pays arides et semi-arides : une synthèse, 195p.
- **Aubert G., 1978-** *Méthodes d'analyse des sols*. CRDP, Marseille, 189 p.
- **Audin. A, 1938-** Le gemmage des pins en France -ED Berger ,121 p.
- **Benabdeli K, 2010 –** 50 Connaissances pour préserver l'environnement, 51p.
- **Bensaid. A 2007-**. SIG et télédétection pour l'étude de l'ensablement dans une zone aride : le cas de la wilaya de Naàma (Algerie).. Géographie. Université Joseph-Fourier - Grenoble I, 2006. Français. 319p
- **Bentouati A. 2006.** Croissance, productivité et aménagement des forêts de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) du massif de Ouled Yaagoub (Khenchela-Aurès).Thèse Doctorat, 116 p.
- **Bhar H et balouk A., 2011. –** les plantes aromatiques et médicinales; ces plantes odorantes qui soulageant la douleur!. L'espace Marocain N° 68 / 2°trimestre
- **Boudy P., 1950-** : Economie forestière nord - africaine. (Monographie et traitement des essences forestières). Tome II, Edit La Rose, 887p.
- **Boullard B ., 1992-** Petite encyclopedie de la foret, N° de réf. du libraire 000633
- **Breda N, Huc R, Granier A, Dreyer E, 2006-** Temperate forest trees and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long-term consequences. *Annals of Forest Science*, 63, 625-644.
- **C.C.D. 2004 –** Programme d'action national sur la lutte contre la désertification, 104 p.
- **Calamassi R, 1986.** Caract_erisation de quelques provenances de *Pinus halepensis* Mill. sur la basede la structure anatomique et morphologique des aiguilles. *Annales des sciences foresti_eres*, INRA/EDP Sciences, 1986, 43 (3), pp.281-298.
- **Claone M., 1971.** Indagini preliminari sui caratteri anatomici degli aghi di alcune provenienze di Piiitis Pinaster Ait. e Piiiiiis halepensi5' Mill. *Il. For. Mont.*, XXVI, 164-171.

- **D.P.A.T, 2011** : Rapport de localisation de la wilaya de saïda, La direction de la Planification et l'Aménagement du Territoire Saïda
- **Daguillon A., 1890.** Recherches morphologiques sur les feuilles de conifères. Thèse Paris, Klincksieck, 85.
- **Didierjean C., 2014** - Comparaison inter-spécifique de traits impliqués dans les réponses à la sécheresse d'arbres méditerranéens :une approche par méta-analyse. Mémoire de dominante d'approfondissement Gestion Forestière 92p.
- **DPSB 2013-** Monographie de la wilaya de Nâama. 164p
- **Dufour L., 1887.** Influence de la lumière sur la forme et la structure des feuilles. Thèse Paris, Masson, 413.
- **Emberger L., 1930** - La végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. Revue Gen. Bot. N° 42-46.
- **Emberson L. 2003-** "Air pollution impacts on crops and forests: an introduction", Air pollution impacts on crops and forests (Emberson L., Ashmore M.R. et Murray F., eds), World Scientific Publishing Company. 300 pp.
- **FAO., 1992-**Foresterie en zones arides - Guide à l'intention des techniciens de terrain...
Produit par: département des forêts.
<http://www.fao.org/docrept/t0122f/t0122f00.htm#contents>
- **Fuchs, M. 1973-** Climate and irrigation. In Yaron, B., Danfors, E., Vaadia, Y., éd., Arid zone irrigation. Springer-Verlag, New York, NY, USA. 3-9.
- **Garnier, E., Shipley, H., Roumet, C., & Laurent, G. (2001).** A standardized protocol for the determination of specific leaf area and leaf dry matter content. *Functional Ecology*, 15, 688–695.
- **Guyot .,1997-** Climatologie de l'environnement de la plante aux écosystèmes, édition Masson, Paris, 505 p.
- **Halem M., 1997-** La steppe algérienne, causes de la désertification et proposition pour un développement durable. Thèse de magister UNIV Sidi Bel Abes.180P.
- **Halitim A., 1988** -Sols des régions arides d'Algérie. OPU, Alger, 384 p
- **Harborne JB., 1998.** Phytochemical methods.A guide to modern techniques of plants analysis.Third Edition. ISBN: 0-412-57260-5 (HB) and 0-412-57270-2 (PB). 203-214.
- **Jean-Baptiste Féret 2009** - Apport de la modélisation pour l'estimation de la teneur en pigments foliaires par télédétection these de doctorat université pierre et marie curie 214p
- **Jones, B. H., Brink, K. H., Dugdale, R. C., Stuart, D. W., van Leer, J. C., Blasco, D., Kelly, J. C. .,1981-** Observations of a persistent upwelling center off Point Conception. California. In: Suess, E., Thiede, J. (ed.) Coastal upwelling. Plenum Press, New York, p.
- **Kadik B. 1987.** Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) en Algérie : Ecologie, Dendrométrie, Morphologie. Office des publications universitaires (Alger). 585 p .70.
- **.Karacan M.S. 2006-**. "Monitoring of changing chlorophyll content of Buxus sempervirens and Euonymus japonica leaves affected with air pollutants in Ankara", World Journal of Agricultural Science, 2(2):213-216.
- **Kissileff H. R., 2003-** Carretta J. C., Geliebter A., Xavier F. P. Cholecystokinin and stomach distension combine to reduce food intake in humans. American Journal of Physiology, PP 285-998.

- **Le Houerou H. N., 1995-** Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertisation. Options Méditerranéennes Ser B 1995(10) : 1-396.
- **Le Houérou HN., 2005 -** The isoclimatic mediterranean biomes: bioclimatology, diversity and phytogeography, vols 1, 2. Copymania Publication, Montpellier.
- **LE Houerou HN. 1980.** L'impact de l'homme de ses animaux sue la forêt méditerranéenne. foréts méditerranéennes, II.I, 31-34.
- **Lee C.H., 1968.** Geographic variation in European black pine. *Silv., Genet.*, 17, 165-172.
- **Lihner, 2014-** La nutrition hydrique et minérale chez les plantes, partie 1/2. Laboratoire de Glycobiologie et Matrice Extracellulaire Végétale. Université de Rouen 118p.
- **Lindner M., Maroschek M., Netherer S., Kremer A., Barbat A., Gordi-Gonzalo J., Seidl R., Delzon S., Corona P., Kolström M., Lexer M.J., Marchetti M., 2010-** Climate change impacts, adaptative capacity, and vulnerability of european forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 259(4) ,698-709
- **Loggini B, Scartazza A, Brugnoli E, and Flavia Navari-Izzo .,1999-** Antioxidative Defense System, Pigment Composition, and Photosynthetic Efficiency in Two Wheat Cultivars Subjected to Drought, *Plant Physiology*, March 1999, Vol. 119, pp. 1091–1099, www.plantphysiol.org © 1999 American Society of Plant Physiologists
- **Loisel R. 1976-** Place et rôle des espèces du genre *Pinus* dans la végétation du sud-est méditerranéen Français. *Ecologia Mediterranea 2* : 131-152.
- **Mebrak et laban, 2016** : contribution a l'étude des caractères physico-chimique des sols du « pistacia lentesus » dans le semi aride cas de djebel sid ahmed zeggai Saida – Algérie.
- **Mer M . E., 1883.** De l'influence de l'ombre et de la lumière sur la structure et la végétation des aiguilles d'*Abies excelsa*. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 30, 2, 40-50.
- **Mergen F., 1963.** Ecotypic variation in *Pinus strobus* L. *Ecology*, 44, 716-727.
- **Mergen F., Stairs R.G., Synder E.B., 1965.** Natural and controlled loblolly X short-Leaf hybrids in Mississippi. *For. Sci.*, '11, 306-314.
- **Mezali M. 2003-** Rapport sur le secteur forestier en Algérie. 3ème session du forum des Nations Unis sur les forêts, 9 p.
- **Miller, N. 1993-** Expression d'une thermotolérance au niveau de la fonction du photosystème II. *Mémoire présenté à l'université du Québec pour la maîtrise en biophysique*, 159p.
- **Mooney, H.A. & Gulmon, S.L. 1982-** Constraints on leaf structure and function in reference to herbivory. *BioScience* 32, 198–206.
- **Nahal I., 1962-** Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill). Etude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole. *Ann de l'Ecole nationale des Eaux et Forêts* 19 (4), p.533-267.
- **Nedjraoui D Hirche A. Boughani A., Salamani M, 1999-** Suivi diachronique des processus de désertification in situ et par télédétection des Hautes Plaines Steppiques du Sud-Ouest Oranais. Rapport annuel 1999, P.28

- **Nedjraoui D. 2003** - Country pasture, forage resource profiles. ed. FAO. Grassland and pasture crops Algérie, pp: 1-29.

- **Norby R.J., Richter D.D et Luxmoore R.J. (1985).** “Physiological processes in soybean inhibited by gaseous pollutants but not by acid rain”, *New Phytologist*, 100:79-85.
- **Philippe G., Baldet P., Héois B., Ginisty C. 2006-** Reproduction sexuée des conifères et production de semences en vergers à graines. Ed : Cemagref. Pp : 40-74.
- **Quezel P. & Médail F. 2003-** Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Paris, pp. 28-125, 571p.
- **Quezel P. 1986 a-** Les pins du groupe « *halepensis* ». Ecologie, végétation, écophysologie Options Méditerranéennes. Série Etude CIHEAM 86/1, 11-24.
- **Quezel P., Barbero M., 1990 -** Les forêts Méditerranéennes, problèmes posés par leur signification historiques, écologique et leur conservation. *Acta. Botanica Malacitana* 15 pp : 145-178 (33 p).
- **Ramade F, 2003-** Eléments d’écologie, Ecologie fondamentale. 3^{ème} édition. Paris, p 690.
- **Rathgeber C. 2002-** Impact des changements climatiques et de l’augmentation du taux de CO₂ atmosphérique sur la productivité des écosystèmes forestiers : exemple du pin d’Alep (*Pinus halepensis* Mill) en Provence calcaire (France). Thèse de doctorat, Université d’Aix-Marseille III, France. 312 p.
- **Reitan, C.H., Grenn, C.R. 1968-** Appraisal of research on weather and climate of desert environments. *In* McGinnies, W .G., Goldman, B.J ., Paylore, P., éd., *Deserts of the World*. University of Arizona Press, Tucson, AZ, USA. 21-92.
- **Robert M. 1996-** Interface dans l’environnement. Ressource pour le développement. 3^{ème} cycle, Paris, 244 p., 83 fig., 35 tab, 11 ph.
- **Schulze, E.-D. 1983-** Root–shoot interactions and plant life forms. *Netherland Journal of Agricultural Science* 4, 291–303.
- **Seigue A. 1985-** La forêt circum méditerranéenne et ses problèmes. Ed. Maison neuve et Larose. Paris. 502 p.
- **.Seltzer, 1946-** Le climat de l’Algérie, institut de météo et de Phys. Du globe de l’Univ. D’Alger, 219 p. et une carte couleur H-T.
- **Stephen C. 2004-** Woods Gastrointestinal Satiety Signals I. An overview of gastrointestinal signals that influence food intake, *American Journal of physiology*, 286: G7-G13.
- **Stewart P., 1968-** Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 59, pp. 23-36.
- **Van.Aufsess., 1976-** Enquête sur la possibilité de distillation de gomme du pin d'Alep dans le massif des Aurès, *Ministre de l'agriculture* P49
- **Vennetier M, F. Girard, C. Didier, S. Ouamim, C. Ripert, 2011.** Adaptation ph_enologique du pin d'Alep au changement climatique. *For^et m_editerran_enne*, 2011, 32 (2), p. 151 - p. 167.
- **Vile D, Garnier E, Shipley B, Laurent G, Navas ML, Roumet C 2005-** Specific leaf area and dry matter content estimate thickness in laminar leaves. *Annals of Botany*. 2005;96:1129–1136
- **Walter, H. and H. Lieth, 1967.** Klimadiagramm Weltatlas. VEB Gustaf Fischer Verlag, Jena.

- **Wolff R .L., Comps B., Deluc L.G., Marpeau A. M.** Fatty Acids of the Seeds from Pine species of the *Ponderosa-Banksiana* and *Halepensis* Sections. The Peculiar Taxonomic position of *Pinus pinaster* . Journal of the American Oil Chemists' Society, 1998, Volume 75, Number 01, pp. 45-50.
- **Zadi F, 2014** - Contribution à l'étude des caractères physico-chimiques des sols des Pinèdes (*Pinus halepensis*) de la wilaya de Naâma, thèse de Master. Université de Saida
- **Zouidi M, Borsali AH 2016** : Contribution à l'étude des caractères physico-chimiques et microbiologiques des sols forestiers sous l'espèce « *Pistacia lentiscus* L » dans le semi-aride. Cas de Djebel Sidi Ahmed Zeggai, Saida, Algérie. *2eme workshop international gestion et amelioration genetique des ressources vegetales et microbiennes « Grpm2017 » Recueil des résumés p66.*
- Site Web 1: <http://www.wikipédia.com>
- Site Web 2: <http://www.tela-botanica.org>
- Site Web 3: <http://www.guidechampignon.com/>

Résumé

En Algérie, les pinèdes se concentrent principalement dans les zones arides et semi arides là où les conditions climatiques limitent sérieusement le potentiel de production, le mécanisme de tolérance s'avère la stratégie la plus efficace dans les situations de stress. Dans un contexte de changement climatique nous nous sommes intéressés à la détermination de stratégies adaptatives du pin d'Alep dans les zones arides et semi aride, mises en place pour faire face à des épisodes de sécheresse plus intenses et plus long et à une diminution des précipitations. Pour cela, nous avons étudié les caractéristiques quelques paramètres physico-chimique des aiguilles du pin d'Alep récolte de deux zones avec étage bioclimatique différente.

Nos résultats ont montré que les aiguilles pin d'Alep dans chaque étage bioclimatique présente ces propre caractéristique : la morphologie, la teneur en eau, la matière organique et la matière minérale, le taux de chlorophylle et le rendement sont plus élevées dans la zone semi aride et l'analyse de variance nous prouvé la différence significative entre les deux zone ce qui souligne l'empreinte de l'étage bioclimatique sur l'espèce *pinus halepensis* dans chaque zone.

Mots clé : *pinus halepensis*, Aiguilles, semi aride, aride, paramètres physicochimiques

المخلص :

في الجزائر، تتركز غابات الصنوبر بشكل رئيسي في المناطق الجافة وشبه الجافة حيث الظروف المناخية تحد بشدة من إمكانات الإنتاج، وآلية التسامح تثبت الإستراتيجية الأكثر فعالية في المواقف العصيبة. في سياق عالمي من التغيير نحن مهتمون في تحديد استراتيجيات التكيف من الصنوبر الحلبي في المناطق القاحلة وشبه القاحلة في المكان للتعامل مع الجفاف أكثر حدة وأطول وأقل الأمطار. لهذا، قمنا بدراسة خصائص بعض المعلمات الفيزيائية من الإبر حلب الحصاد الصنوبر من منطقتين مع مرحلة المناخية البيولوجية المختلفة.

وأظهرت النتائج التي توصلنا إليها الإبر في كل المناخية البيولوجية الصنوبر الحلبي تظهر هذه التشكل الخاص المميز، ومحتوى الرطوبة والمواد العضوية والمواد المعدنية، فإن معدل الكلوروفيل والعائد هي أعلى في شبه تحليل القاحلة والتباين أثبتنا الفرق كبير بين المنطقة التي يؤكد الانطباع الطابق الحيوي المناخي على الحلبي صنوبر الأنواع في كل منطقة.

كلمات البحث: صنوبر حلبي، آجوي وشبه القاحلة والأراضي القاحلة والمعلمات الفيزيائية

Summary

In Algeria, pine forests are concentrated mainly in arid and semi-arid areas where climatic conditions seriously limit the production potential, the tolerance mechanism is the most effective strategy in stressful situations. In the context of climate change, we focused on the identification of Aleppo pine adaptive strategies in arid and semi-arid zones, set up to deal with more intense and longer drought episodes, rainfall. For this, we studied the characteristics of some physical-chemical parameters of the pine needles of Alep harvest from two areas with different bioclimatic stage.

Our results have shown that the Alep pine needles in each bioclimatic stage have their own characteristic: morphology, water content, organic matter and mineral matter, chlorophyll and yield are higher in the semi-zone Arid and variance analysis showed us the significant difference between the two zones which underlines the footprint of the bioclimatic stage on the *pinus halepensis* species in each zone.

Key words: *pinus halepensis*, Aiguiles, semi arid, arid, physicochemical parameters