

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المسيلة جامعة محمد بوضياف -

Université Mohamed Boudiaf - M'Sila

FACULTE SCIENCES

DEPARTEMENT DES SCIENCES
AGRONOMIQUES

N° : 07/DSA/2022



جامعة محمد بوضياف - المسيلة
Université Mohamed Boudiaf - M'Sila

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE
ET DE LA VIE

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : SCIENCE DU SOL

Mémoire présenté pour l'obtention
du diplôme de Master Académique

par: ABDESSLAM Sara

BERRABAH Sarra

Intitulé

Caractérisation éco-pédologique de formations
forestières de pin d'Alep à El Haourane
(Wilaya de M'Sila).

Soutenu devant le jury composé de:

M. MIMECHE Fateh	Prof	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Président
M. ZEDAM Abdelghani	Prof	Université Med BOUDIAF - M'SILA	Rapporteur
Melle TIR Chafia	MAA	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Examinatrice

Année universitaire : 2021 /2022

Remerciement

*Nous tenons à remercier en premier lieu **Dieu** le tout puissant de nous avoir guidé durant tous ces années et m'a permis de réaliser ce travail en me donnant la face, la patience et la volonté.*

*Au terme de ce mémoire, Je remercie beaucoup mon estime professeur pour ses efforces **M.Zadam Abdelghani**, pour son aide et ses en couragement dans les différentes étapes de ce travail pour développer cette thèse.*

*Je remercie également les membres des jury d'avoir accepté et humble travail. **M. Mimche Fathe**, président de jury **Tir Chafia**, se remet en tant qui examinateur une grand merci à tout ceux qui nous ont permis d'acquérir des connaissance et qui ont contribue à notre formation, je merci également tous ceux qui ont contribué directement ou indirectement dans une large mesure à la réalisation de la travail.*

Dédicace

La recherche a traversé de nombreux obstacles, mais j'ai essayé de les surmonter avec persévérance, louange à Dieu et de sa part Pour mes parents, mon mari, mes frères et sœurs, mes amis surtout Sara et ma petite fille, ils ont été comme un soutien et un soutien pour mener à bien la recherche Je ne dois pas oublier mes professeurs qui ont eu le plus grand rôle en me soutenant et en me donnant de Précieuses informations je vous présente cette recherche, et j'espère qu'elle vous satisfera.

Dédicace

Avec beaucoup de joie et d'honneur je dédie ce travail à mon mari qui a été à mes côtés du début des travaux jus'qu'à leur fin.

Je remercie ma petite famille, mon père, ma mère, mes frères Khawthar, Raouf, Marwane.

Je remercie beaucoup mes amies Aldjia, Warda, Somiya, Sarah, Khawla, Samia d'avoir été mes côtés tout au long des étapes de travail.

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale..... 1

Chapitre 1: Caractéristiques de pin d'Alep

1. Systématique.....	3
2. Aire de répartition.....	3
2.1. Dans le monde	3
2.2. En Algérie.....	4
3. Description botanique.....	5
4.Caractères écologique de pin d'Alep.....	7
4.1. Zonation altitudinale.....	7
4.2. Cycle de reproduction et fructification.....	8
4.3.Conservation de la biodiversité des forets de pin d'Alep.....	9
4.4.Paradigmes modernes de conservation des forets	9
4.5. Conservation des ressources.....	9

Chapitre 2: Matériel et méthode

1. Situation.....	11
1.1. Présentation et limites.....	11
1.2. Localisation administrative et géographique.....	12
2. Conditions naturelles	12
2.1. Caractéristique physiques	12
2.1.1. Hydrologie.....	12
2.1.2. Géologie	12
2.1.3. Pédologie	14
2.1.4. Climat	14
3. Méthodologie de Travail	21
3.1. Site d'étude.....	21
3.2. Le sol	22
3.2.1. Echantillonnage de sol.....	22
3.2.2. Matériel utilisé.....	23
3.2. 3. Période d'échantillonnage	23
3.2. 4. Préparation des échantillons	23
3.2.5. Méthodes d'analyses au laboratoire des caractéristiques physico-chimiques du sol	23

3.3. La végétation	24
3.3.1. Matériel de prélèvement	25
3.3.2. Période des relevés de végétation.....	25
3.3.3. Identification des espèces	25

Chapitre 3: Résultat et Discussion

Introduction	27
1. Les paramètres du sol	27
1.1. Humidité	27
1.2. Le pH	28
1.2.1. pH _{eau}	28
1.2.2. pH _{KCl}	29
1.3. CE	29
1.4. Le calcaire.....	30
1.4.1. Calcaire total.....	30
1.4.2. Calcaire actif.....	31
1.5. Matière organique (MO).....	32
1.6. Gypse	33
2. PARAMETRE VEGETAL.....	34
2.1. Richesse botanique	34
2.2. Aspect écologique de la végétation	35
2.2.1. Type biologique.....	35
2.2.2. Type morphologique.....	36
Conclusion	37
Références bibliographiques.....	39

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Aire de répartition du pin d'Alep.....	4
Figure 2: Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie	5
Figure 3: Groupe des figure de description de pin d'Alep.....	7
Figure 4: Cycle de reproduction du pin d'Alep.....	8
Figure 5: Situation de la zone d'étude	11
Figure 6: Géologie de la zone d'étude El-Haourane	13
Figure 7: Variation mensuelle de la pluviométrie de la région El-Haourane (2006/2016).	15
Figure 8: Répartition saisonnière des précipitations	16
Figure 9: Evolution des températures durant l'année.....	18
Figure 10: Amplitude thermique de la région El-Haourane (période 2006-2016).....	19
Figure 11: Diagramme Ombrothermique de la région d'étude (2006/2016).....	20
Figure 12: Climagramme d'Emberger pour la zone El-Haourane	21
Figure 13: Reboisement	22
Figure 14: Forêt naturelle	22
Figure 15: Variation de l'humidité du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement	28
Figure 16: Variation du pH_{KCl} du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement	29
Figure 17: Variation de la CE du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement	30
Figure 18: Variation du Calcaire total du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement	31
Figure 19: Variation du Calcaire actif du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement	32
Figure 20: Variation de la matière organique du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement	33
Figure 21: Variation du gypse du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement	34
Figure 22: Importance des espèces par famille botanique.....	35
Figure 23: Répartition des types biologiques dans la forêt naturelle	36
Figure 24: Répartition des types biologiques dans le reboisement	36

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Répartition du pin d'Alep dans quelque pays du monde.....	3
Tableau 2: Répartition de la pluviométrie de les régions de M'Sila et El-Haourane (2006/2016).	15
Tableau 3: Répartition de la pluviométrie par saison de la région d'El-Haourane (2006/2016).	16
Tableau 4: Températures mensuelles maximales (M), minimales (m), moyennes (M+m)/2 et amplitude thermique (M-m) de la région El-Haourane (Période 2006 à 2016)	17
Tableau 5: Quotient pluviométrique d'Emberger de la région El-Haourane (2006-2016)	21
Tableau 6: Analyse de la variance de l'humidité dans la forêt naturelle et le reboisement	27
Tableau 7: Analyse de la variance de pH eau dans la forêt naturelle et le reboisement.....	28
Tableau 8: Les moyennes de pH eau du sol dans la a Forêt naturelle et le reboisement.....	29
Tableau 9: Analyse de la variance de pH _{KCl} dans la forêt naturelle et le reboisement	29
Tableau 10: Les moyennes du pH _{KCl} dans la forêt naturelle et le reboisement.....	29
Tableau 11: Résultat de l'analyse de la variance de la conductivité électrique	30
Tableau 12: les moyennes de conductivité électrique	30
Tableau 13: résultat de l'analyse de la variance du calcaire total	31
Tableau 14: les moyennes du calcaire total	31
Tableau 15: résultat de l'analyse de la variance du calcaire actif	31
Tableau 16: les moyennes de calcaire actif	32
Tableau 17: résultat de l'analyse de MO	32
Tableau 18: les moyenne de la MO	33
Tableau 19: Résultat de l'analyse de la variance du gypse	33
Tableau 20: les moyennes du gypse	33
Tableau 21: Espèces végétales inventoriées dans la zone d'étude de El Houarane	34

Liste des abréviations

Fod and agriculture organization **FAO**:

M: Temperature maximale

m: Temperature minimale

M-m: Amplitude thermique

Q₂ : Quotient pluviométrique d'EMBERGER

PS: prélèvement superficiel

PP: prélèvement profonde

pH: potentiel hydrogène

CE: Conductivité électrique

CaCO₃ : Calcaire

Ca SO₄ ,2H₂ O: Gypse

BaSO₄: Sulfate du baryum

uS/cm: micro siemens par cm

MO: matière organique

KCl: chlorure de potassium

BaCl₂: chlorure de barium

CRP: chantiers population de reboisement

P: pluviosité moyenne annuelle

INTRODUCTION

GENERALE

INRODUCTION GENERALE

En algerie, le pin d'Alpe (*Pinus halepensis*) couvre une superficie de 850.00 ha et s'étend essentiellement dans la partie septentrionale du pays (Kadik, 1987 in Bobbou, 2016). C'est L'essence la plus largement utilisée dans les reboisements pour la protection des sols.elle résiste à la sécheresse et peu tolérante aux autress facteures à savoir les sols peu fertiles.climat aride (Bobbou, 2016).

Les pins de groupe 'halepensis' représentent un capital forestier majeur sur le pourtour de méditerranée. D'après Le (Houerou, 1980). Ils occupent en effet environ 6.8 millions d'héctares Te dupoint de vue des surfaces ne sont surpassés que par les chenes sclérophylles et caducif Oliés (environ 8 millions d'héctares chacun). Ces pins offrent par ailleurs, des exigences ecologiques très modestes pour des productivités faibles mais acceptables, ce qui a entrain les forestiers à les utiliser à très grande échelle comme essences de reboisements.

La région méditerranéenne comport des forets variées des feuillus et des résineux; Les résineux jouent un role considirable et forment parfois des foretes importantes.Leurs les valeurs écologiques et climatique sont variables.

En Algerie,pour restaurer les terrains forsetiers l'Etat algerien, soucieux de la régression de la couverture végétale au lendemain de l'indépendance, à adopté des programmes de reboisement (CPR; Chantiers Populaire de Reboisement, barrage vert, programmes sectoriels....).qui avaient plusieurs objectifs : lutte contre la désertification, fixation des sols,production de matière ligneuse

A titre d'exemple le reboisement à base de pin d'Alep,d'El Haourane dans la wilaya de M'sila, illustre bien ce type d'action. C'est un reboisement réalisé durant les années 70 à Coté d'une pinède naturelle existante.

L'objectif de notre étude sur le pin d'Alpe au cours de l'année universitaire 2021-2022 consiste à une comparaison de certaines caractéristiques éco-pédologique entre les foret naturelle avec une foret artificielle potentielle.

Pour ce faire notre étude se partage comme suit :

- En premiere partie les caractéristiques de pin d'Alpe et présentera le milieu d'étud.
- La seconde partie oncerne la méthodologie de travail, le matriel utilisé.
- La dernière partie est consacrée aux résultats à leurs discussions et qui sera suivie.

Par une conclusion générale sur notre travail.

Chapiter 1

Caractéristiques de pin d'Alep

1. Systématique

Selon (NAHAL, 1962; in ATHMANI et MASMOUDI, 2008) Le pin d'Alepe *Pinus Halepensis* Mill est l'essence caractéristique de l'étage bioclimatique méditerranéen.

- ❖ Embranchement : Phanérogames.
- ❖ Sous embranchement : Gymnospermes.
- ❖ Classe : Conifères.
- ❖ Ordre : Coniférales.
- ❖ Sous ordre : Abiétales.
- ❖ Famille : Pinacées.
- ❖ Genre : *Pinus*.
- ❖ Sous genre : *Eupinus*.
- ❖ Espèce : *Pinus halepensis*.
- ❖ Nom scientifique : *Pinus halepensis*.
- ❖ Nom commun : pin d'Alepe.
- ❖ Nom arabe : Sanaoubar al-halabi.

2. Aire de répartition

2.1. Dans le monde

L'aire de répartition du pin d'Alepe est limitée au bassin de la méditerranée (Fig. 1) dont il occupe plus de 3.5 millions d'hectares (QUEZEL, 1986). Cette espèce est surtout contournée dans les pays du Maghreb et en Espagne (Tab. 01) ou elle trouve son optimum de croissance et de développement (PARDE, 1957 in QUEZEL et al., 1992).

Tableau 1: Répartition du pin d'Alep dans quelque pays du monde.

Pays	Superficie (ha)	Sources
Algérie	800 000	(MEZALI, 2003)
Maroc	65 000	(BAKHIYI, 2000)
Tunisie	170 000 à 370 000	(CHAKROUN, 1986)
France	202 000	(COUHERT et DUPLAT, 1993)
Espagne	1 046 978	(MONTERO, 2000 in BENTOUATI, 2006)
Italie	20 000	(SEIGUE, 1985)



Figure 1: Aire de répartition du pin d'Alep (QUEZEL,1980).

C'est une espèce largement répandue sur le pourtour méditerranéen où son aire de répartition a été précisée par de nombreux autres et en particulier par Nahal (1962). C'est une essence fréquente surtout en région méditerranéenne occidentale, mais qui se rencontre également en divers points du bassin méditerranéen oriental. Ses forêts occupent sans doute au total plus de 3.5 millions d'hectares.

Le pin d'Alep est rencontré un peu partout sur les massifs montagneux en Algérie.

2.2. En Algérie

D'après ZENZEN (2016), le pin d'Alep est fréquent surtout sur les massifs du littoral et l'Atlas saharien, il s'étend à lui seul sur plus de 800 000 ha, il occupe 37 % de la surface boisée d'Algérie. Selon BOUDY (1955), le pin d'Alep présente de vastes peuplements en oranais (Sidi-Bel-Abbès, Saida, Tlemcen, Tiaret ...) dans l'Algérois (Médeä, Boghar, Monts des Bibans) sur l'Atlas saharien (Monts des Ouled Nail) et dans le sud constantinois (Aurès, région de Tébessa) (Fig. 2).

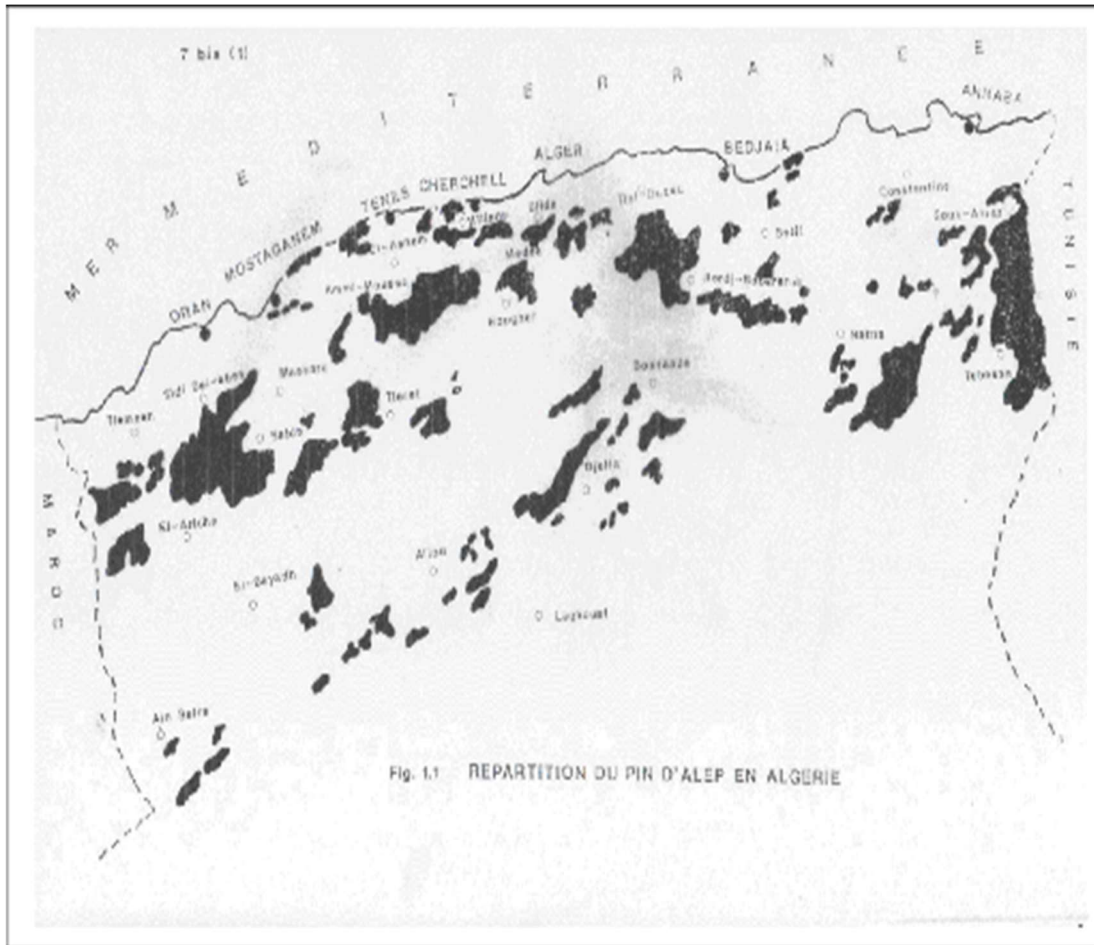


Figure 2: Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie

3. Description botanique

Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) est une espèce qui existe à l'état spontané presque dans tout le nord algérien où il peut atteindre 30m de hauteur.

Sa longévité est estimée à 150ans avec une moyenne de 100 à 150 ans (Kadik, 1987). Ses feuilles ont un caractère xérophytique, ce sont des aiguilles. L'écorce est grise argentée et lisse chez les jeunes arbres, puis brune rougeâtre, en écaille mince et large chez les plus âgés (NAHAL, 1962). Le pin d'Alep est un arbre polycyclique, susceptible d'effectuer plusieurs pousses par an et de produire des faux cernes (SERRE, 1973).

Le système racinaire et sa nature dépend de la nature du sol et de sa fertilité. Il est pivotant dans les sols profonds (Cherfaoui, 2017).

Les graines sont de petites tailles comestible (1kg de cônes renferme environ 6000 graines), grises mouchetées sur une des faces, de 5 à 7 mm à ailes 4 fois plus longues. La fructification est en automne de l'année suivante. Le pin d'Alep fructifie très tôt vers 10 à 12 ans. Mais les graines ne sont fertiles qu'à partir de 18 à 20 ans.

(Boutchiche et Boutrighe, 2016).

Chapitre 1: Caractéristiques de pin d'Alep

Les aiguilles sont groupées par deux, de 5 à 10 cm de long et 1mm de diamètre de couleur vert clair, persistant 2 ans, à marge finement denticulée. Le sommet est brusquement atténué en pointe rigide. (Boutchiche et Boutrighe, 2016); les cônes sont gros avec une taille de 6 à 12 cm, avec un pédoncule épais de 1 à 2 cm, souvent isolés et réfléchis. Ils sont pourpres puis brun lustré avec des écussons aplatis. Persistant plusieurs années sur l'arbre (Boutchiche et Boutrighe, 2016).

Le bois présente un cœur brun rougeâtre clair et un aubier jaunâtre. Le bois de pin d'Alep est léger et se dessèche rapidement. Sa densité varie de 0.352 à 0.866. Les canaux résinifères sont gros, bien apparents assez espacés et sécrétant une résine abondante (Cherfaoui, 2017).



Fig n°1: Cône et graines



Fig n°2: Cône mûr



Fig n°3: Arbre de pin d'Alep



Fig n°4: Aiguilles de pin d'Alep

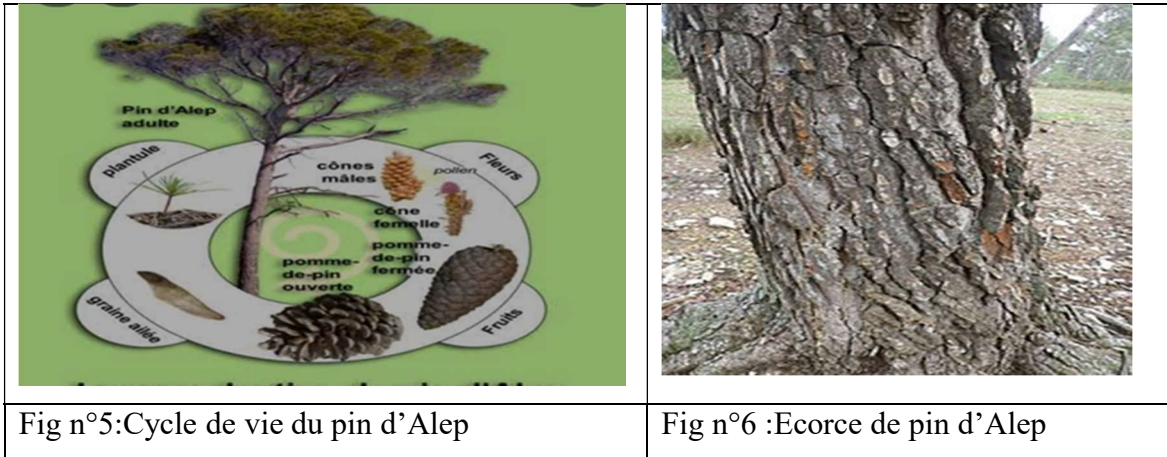


Figure 3: Groupe des figure de description de pin d'Alep

4. Caractères écologique de pin d'Alep

4.1. Zonation altitudinale

Les pins du groupe « halpensis » comme d'ailleurs les autres essences, ont tendance à occuper certaines cieuxures altitudinales correspondant à des étages de végétation, et bien entendu à des ensembles bioclimatiques, que se retrouvent sur tout le pourtour de la Méditerranée. Cette notion d'étage de végétation a été précisée par Gaussen (1926), par Schmid (1966), et par de nombreux autres auteurs (Ozenda, 1974; Quézel, 1974). Sans entrer dans le détail rappelons qu'il est possible d'envisager sur le pourtour méditerranéen, les étages altitudinaux suivants :

- ✓ étage infra-méditerranéen (sensu Benabid, 1976);
- ✓ étage thermo_méditerranéen ou méditerranéen inférieur;
- ✓ étage eu-méditerranéen ou méditerranéen supérieur;
- ✓ étage montagnard méditerranéen;
- ✓ étage oro-méditerranéen.

Le pin d'Alep (*Pinus halpensis*) est une essence méditerranéenne à caractère continental de tempérament robuste et très plastique puisqu'elle s'adapte à des conditions écologiques difficiles c'est une essence aussi xérophile, thermophile et héliophile (Letruch, 1991).

Le pin d'Alep peut se rencontrer de la basse altitude jusqu'à 2200m. C'est une essence qui se rencontre dans la tranche altitudinale qui va depuis le littoral jusqu'au l'Atlas saharien (Soltani, 2016).

On peut trouver le pin d'Alep dans tous les étages bioclimatiques, les grandes forêts de pin d'Alep se trouvent principalement dans la zone aride caractérisée par une tranche pluviométrique de 300 à 600 mm. Le pin d'Alpe demande une tranche pluviométrique

annuelle de 400 mm et une température moyenne de 14°C. Il peut supporter des amplitudes thermiques très élevées et une forte de sécheresse atmosphérique. Il résiste au froid et supporte rarement des températures inférieure à 10°C Le pin d'Alep est une essence indifférente à la nature de la roche mère et au pH (Boudy, 1955).

4.2. Cycle de reproduction et fructification

Le pin d'Alep est une espèce monoïque: les organes sexuels males et femelles sont nettement séparés dans l'architecture de l'arbre, les inflorescences femelles (cones) apparaissent en position terminale sur des pousses vigoureuses, alors que les inflorescences males (chatons) sont regroupées en un pseudo verticille généralement sur des rameaux inférieurs. La figure 9 reproduit le cycle de roproduction du pin d'Alep. Ce cycle a été établi au départ d'observations régulières sur une période de 3 ans. Murs l'année même de leur formation, les chaton males tombent après l'émission de leur pollen au printemps, alors que les cones femelles conntinuent à se développer après la fécondation (mars- avril), ne murissent qu'à la deuxieme année et laissent échapper leurs grraines qu'au cours de la troisième année. Quant à la pollinisation, elle est assurée essentiellement par le vent.

Le pin d'Alep est une espèce diploide qui compte 24 chromosomes (2n), comme c'est le cas pour la plupart des pins (Chokri, 2005).

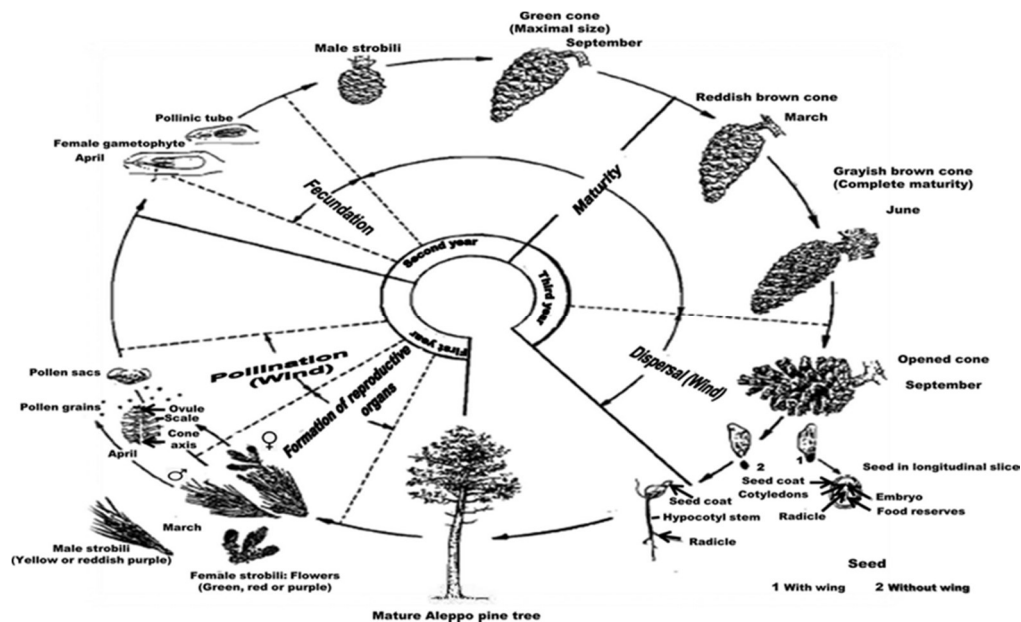


Figure 4: Cycle de reproduction du pin d'Alep (Chokri, 2005).

4.3. Conservation de la biodiversité des forêts de pin d'Alep

Les forêts de pin d'Alep sont des entités biologiques qui assurent des fonctions écologiques et font partie du patrimoine de l'humanité. Ces forêts denses et forêts claires contiennent une large diversité d'espèces qui présentent ou pourraient présenter une grande importance socioéconomique à l'échelle mondiale, nationale ou locale, y compris les animaux sauvages, les végétaux sauvages apparentés, les arbres produisant du bois d'œuvre et de bois de feu, du fourrage, des fruits, des gommes et d'autres produits. Les forestiers sont mieux placés que quiconque pour veiller à la conservation et à l'utilisation rationnelles de ces précieuses ressources (FAO, 1988).

4.4. Paradigmes modernes de conservation des forêts

Diverses typologies de paradigmes de conservation ont été élaborées. La classification utilisée ici s'inspire de celle de Eckersley (1992) du fait de sa pertinence avec la conservation des forêts. Eckersley a identifié plusieurs paradigmes (que l'on peut subdiviser), embrassant un éventail d'anthropocentrisme décroissant, de la « conservation des ressources » traditionnelle à « l'écocentrisme ». Ces paradigmes s'inspirent des courants élitiste et populaire de conservation à divers degrés.

4.5. Conservation des ressources

Gifford Pinchot a été cité comme initiateur de la conservation moderne des ressources (Eckersley (1992)). Pinchot considérait la conservation comme l'utilisation prudente des dons de nature, en opposition avec l'exploitation sans restriction des forêts.

Il avait fondé la conservation sur trois principes: L'aménagement des ressources naturelles sous gestion scientifique, la réduction des déchets et l'accès équitable aux ressources.

La conservation des ressources est une démarche anthropocentrique fortement tributaire des scientifiques et des professionnels pour une gestion durable. Le concept d'utilisation multiple, employé par certains services forestiers dans le monde tire ses origines de la conservation des ressources (Kennedy et Quigley, 1994).

Chapitre 2

Matériel et méthode

1. Situation

1.1. Présentation et limites

La zone d'étude d'El Haourane fait partie de la forêt domaniale de Dréate dont la superficie est de 16879 ha et comptabilisant ainsi 23 cantons forestiers.

Elle est localisée au nord de la commune de Hammam Dalaà à environ 5km. La zone d'étude s'étend sur une superficie de 994.56ha, soit 5.9 de la superficie totale du foret de Dréate.

Elle est limitée:

- ❖ au Nord par Djebel Touchanat,
- ❖ à l'Est par Douar Dréate,
- ❖ à l'Ouest par le Canton de Sidi Amar et le Canton de Mecharire,
- ❖ au Sud par le Canton Boustéila. (Voir figure 5).



Figure 5: Situation de la zone d'étude (Source : Carte de TARMOUNT de (1/50000).



Limite de la zone d'étude

Du point de vue forestier ; elle fait partie de :

- ❖ La conservation des forêts de la wilaya de M'sila.
- ❖ Circonscription de Hammam Dalaà.
- ❖ District de Hammam Dalaà.
- ❖ Canton d'El Haourane.

1.2. Localisation administrative et géographique

Administrativement, la zone d'étude fait partie de :

- ✓ La commune de Hammam Dalaà.
- ✓ Daïra de Hammam Dalaà.
- ✓ Wilaya de M'sila.

Géographiquement, elle est située entre les coordonnées cartographiques et les coordonnées Lambert suivantes :

- Latitude: (35°56 -35°59) X: (651.80- 657.85)
- Longitude: (4°23-4°27°) Y: (295°.15- 299.55)

2. Conditions naturelles

2.1. Caractéristique physiques

2.1.1. Hydrologie

Les principaux Oueds sont :

- Oued El Hammam : appelé aussi Oued Sidi Amar début à l'extrémité Nord-Est de la chaîne Méchât- El Graf pour atteindre enfin à quelque mètres du centre du village Oued El-Haourane. Ces deux oueds forment un seul affluent traversant la partie Sud-Est et qui déverse dans Oued El-Dalla situé à l'Est de la zone d'étude.
- Oued El-Haourane : qui prend naissance du point le plus élevé de la zone, draine-la partie Est et se déverse enfin dans l'Oued El Hammam à proximité du chef lieu de la commune.

2.1.2. Géologie

Les principales formations géologiques de la zone d'étude sont :

- ✓ Le Quaternaire:

Cette ère se démarque au niveau de la zone d'étude essentiellement par des alluvions récentes qui sont dues à sédimentation des parties fines arrachées et transportées par les agents d'érosion, au dépend des parties situées en forte altitude. Ces parties alluvionnaires occupent le bas de la zone dont la pente ne dépasse pas en Général les 12.5%.

- ✓ Le Tertiaire:

Caractérisé par deux périodes:

- Le Miocène inférieur: formé par des marnes sur les bordures des Oueds.
- L'Eocène: occupe la partie Ouest de la zone et apparaît sur les sommets d'altitude moyenne formés de grès calcaire et de calcaire.

✓ Le Secondaire:

La seule période représentée dans notre zone se limite au CRETACE supérieur qui est caractérisé par la dominance de grés et calcaire érodés. Ces roches se représentent plus ou moins par bandes et occupent la partie Nord la plus élevée de la zone ou la pente moyenne avoisine les 40%.

✓ Le Céno-manien-Vraconien (Eocène):

C'est une série presque totalement marneuse, le sommet est constitué par une séquence calcaire-dolomitique des marnes vertes à gypse (Fig. 6).

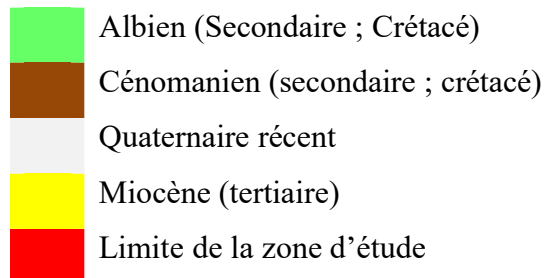
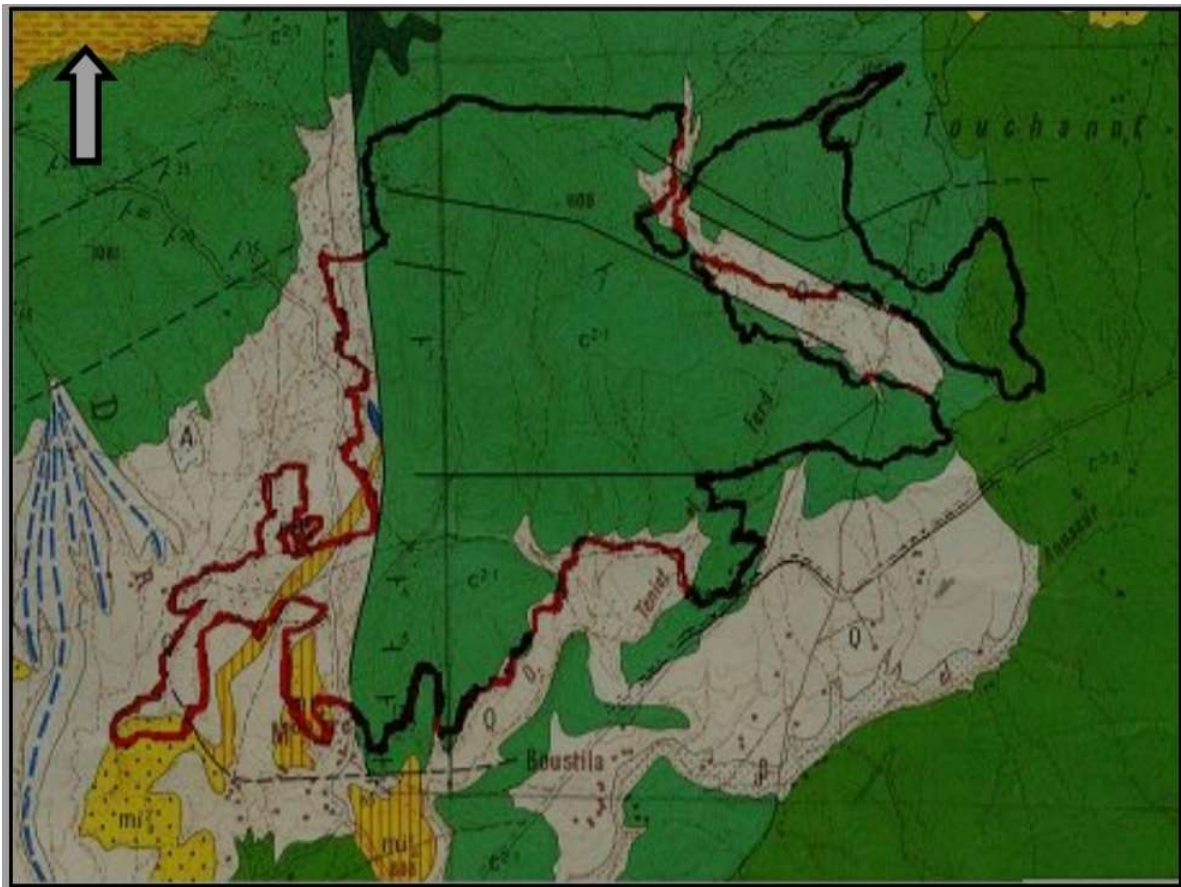


Figure 6: Géologie de la zone d'étude El-Haourane (Extrait la carte géologique de Tarmount)

2.1.3. Pédologie

En absence de cartes pédologiques de la région ; les principaux types de sols sont :

- Les sols minéraux bruts :

Ce sont des sols de profile (A)C, (A)R ou R contenant que des traces de matière organique dans les 20cm supérieur. Ils sont définis par une altération chimique et biologique nulle ou quasi nulle.

- Les sols isohumiques :

Cette classe est représentée par des sols de couleur noire liée à la matière organique tout au long de la profondeur. Ils sont caractérisés par un taux élevé d'argile.

- Les sols calcimagnésiques :

Ce sont des sols évolués avec une coloration liée rougeâtre aux oxydes de fer
Ces types des sols peuvent se forme à partie d'une roche mère calcaire ou enrichie en calcaire par altération des minéraux constitutifs.

- Les vertisols :

Ce sont des sols argileux du type 2/1 c'est-à-dire contenant une couche d'oxyde d'aluminium. Ils se gonflent et se rétractent alternativement sous l'action successive des périodes très humides et très sèche en général. Les vertisols sont de couleur foncée en rapport avec leur teneur en matière organique.

2.1.4. Climat

Pour d'étude climatique, nous avons utilisé les données récentes fournies par la station météorologique de M'sila

D'après le rapport de la F.A.O 1999, sur la région du HODNA, on relève un gradient de 40mm pour 100m pour la partie Nord et un gradient de 20mm pour 100mm pour la partie Sud.

Selon SELTZER (1946), pour l'Algérie non littorale, la température maximale diminue de 0.7°C pour une augmentation de 100m d'altitude par contre la température minimale diminue de 0.4°C pour la même tranche altitudinale.

A. Les précipitations

Les précipitations sont les apports d'eau parvenant au sol sous forme liquide (pluie ou rosée) ou solide (neige ou grêle) en provenance directe ou indirecte de la condensation de la vapeur d'eau atmosphérique. Les précipitations (pluie ou neige) sont mesurées à la surface de la terre en millimètres. Le "mm" correspond en volume, à une hauteur d'eau de 1 mm sur une surface plane de 1 m² (soit 1L).

Tableau 2: Répartition de la pluviométrie de les régions de M’Sila et El-Haourane (2006/2016).

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Aout	Totale	Moyenne
P(mm) Hammam dalâa	22.75	24.94	16.54	17.54	14.34	17.44	15.4	31.84	17.9	10.44	6.94	196.2	17.06
P(mm) El haourane	23.49	25.69	17.29	18.29	15.09	18.19	16.19	32.59	18.69	11.19	7.69	213.7	17.81

Source : Station météorologique de M'sila

D’après l’analyse des données recueillies aux prés du service météorologique de M'sila, les précipitations pour la période (2006/2016) dans la région de M'sila sont d’environ 204.5 mm de pluie annuellement et la région d'El-Haourane reçoit 213.47 mm de pluie par an. La répartition des pluviométries mensuelles à El-Haourane est illustrée dans la figure 12 ci-dessous.

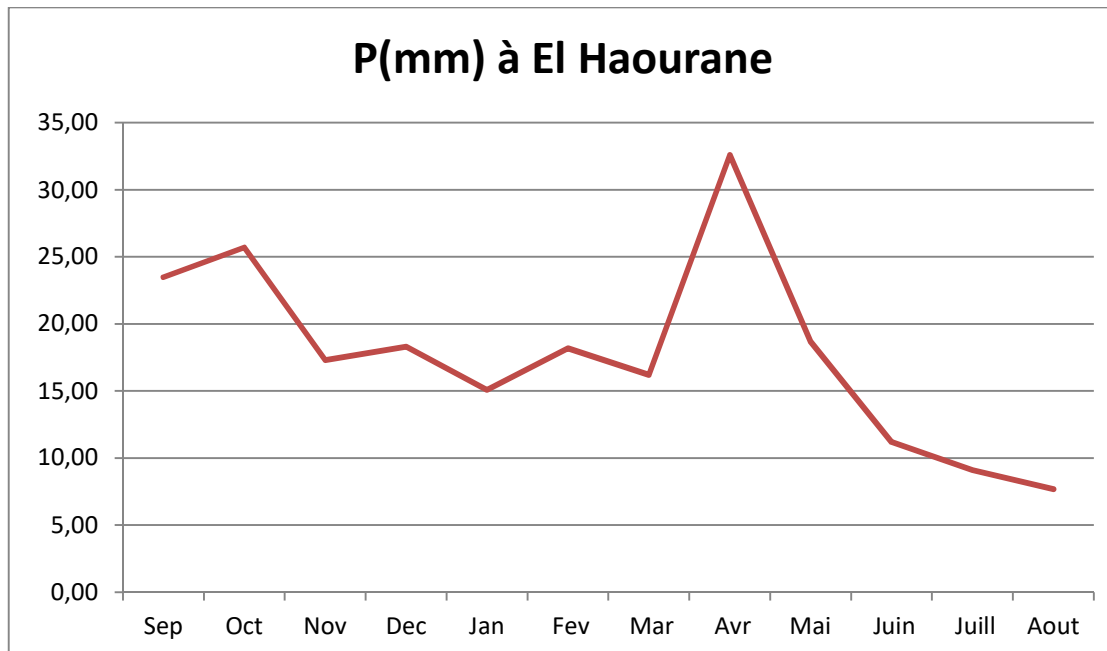


Figure 7: Variation mensuelle de la pluviométrie de la région El-Haourane (2006/2016).

Le maximum des précipitations est enregistré pendant le mois de Avril est de 32.59 mm, par contre le minimum est enregistré pendant le mois d’Août de 7.69 mm. Environ 55.27 % des précipitations tombent en Hiver et en Automne.

B. Le régime saisonnier

Il faut savoir que les saisons suivent exactement le cumul des précipitations de leurs mois respectifs (Tab. 3).

Tableau 3: Répartition de la pluviométrie par saison de la région d'El-Hourane (2006/2016).

	Mois	P(mm)	Précipitations saisonnières	Précipitations saisonnières en (%)	Régime saisonnier
Hiver	Septembre	23.49	22.16	31.07	H
	Octobre	25.69			
	Novembre	17.29			
Printemps	Décembre	18.29	17.27	24.22	P
	Janvier	15.09			
	Février	18.44			
Eté	Mars	16.44	22.57	31.65	E
	Avril	32.59			
	Mai	18.69			
Automne	Juin	11.19	9.32	13.07	A
	Juillet	9.08			
	Aout	7.69			
/	Totale	213.97	71.32	100	/

La figure 8 qui indique les précipitations saisonnières, montre que globalement les saisons automne (A) et printemps (P) sont les plus arrosées (62.71%) par rapport aux précipitations annuelles.

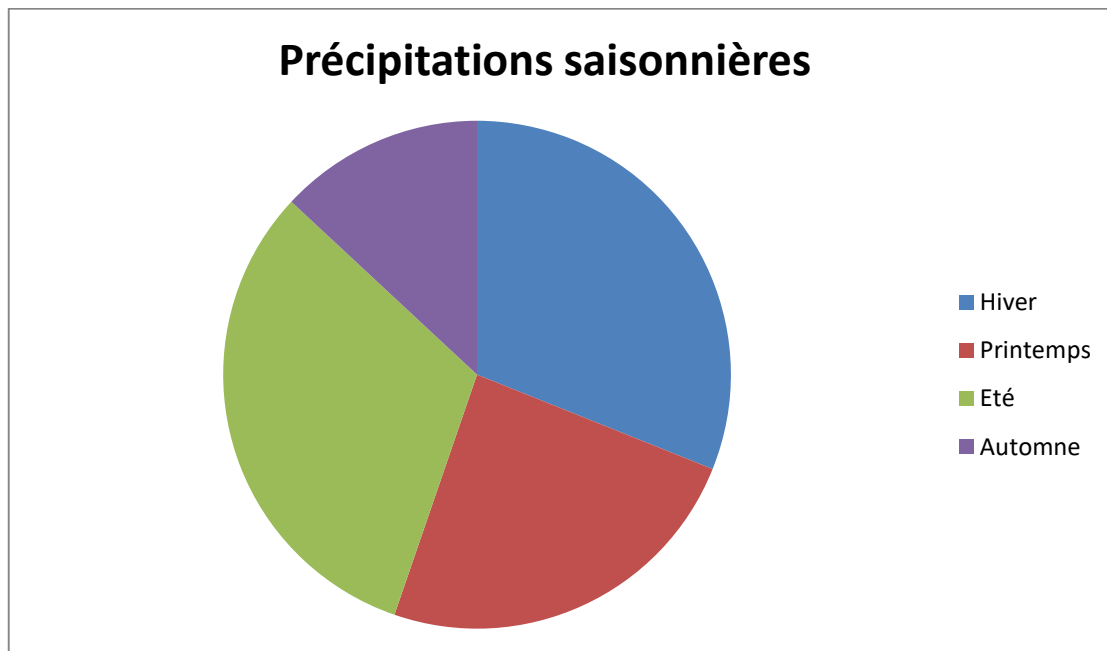


Figure 8: Répartition saisonnière des précipitations

Le pin d'alep se développe dans les zones semi-arides à faible pluviométrie de 300 à 450mm. (MAATOUG, 1998). Notre région d'étude, le graphique révèle que la station d'EL-Hourane figure dans le régime saisonnier de type PAHE, où l'été est la saison la moins arrosée (13.07%), alors que l'automne (31.07%) et le printemps (31.65%) sont les saisons

les plus pluvieuses de l'année. Ce caractère montre l'appartenance du climat de la région au climat méditerranéen selon DAGET (1977).

C. Les températures

Les températures résultent avant tout du rayonnement solaire, dont l'intensité varie en fonction de son angle d'incidence (l'intensité est d'autant plus forte que le rayonnement est proche de l'équateur). En effet la production de chlorophylle est influencée par la température ainsi que la production de matière sèche (rendement).

Tableau 4: Températures mensuelles maximales (M), minimales (m), moyennes (M+m)/2 et amplitude thermique (M-m) de la région El-Haourane (Période 2006 à 2016)

Température	Max	Min	(M-M)/2	M-m
Septembre	33.65	-1.36	16.15	35.01
Octobre	29.02	-1.84	13.59	30.86
Novembre	20.04	-2.35	8.845	22.39
Décembre	14.69	-2.13	6.28	16.82
Janvier	15.18	-4.13	5.525	19.31
Février	17.07	-4.48	6.295	21.55
Mars	23.01	-2.08	10.47	25.09
Avril	27.55	1.97	14.76	25.58
Mai	32.19	6.37	19.28	25.82
Juin	36.29	11.58	23.94	24.71
Juillet	36.29	16.57	26.43	19.72
Aout	39.09	17.14	28.12	21.95
Moyenne	27.01	2.9383	14.97	24.07

C.1. Températures moyennes mensuelles

Nous observons que pour l'ensemble des données, le mois de février est le mois le plus froid (moyenne de -4.38 °C). Cette moyenne correspond aux températures favorables au développement du Pin d'Alep .

On constate que la température et l'éclairement varient au cours de l'année: progressivement, ils augmentent de l'hiver jusqu'à l'été et diminuent de l'été jusqu'à l'hiver. Cela s'explique par la hauteur du Soleil qui varie selon les saisons : le Soleil est plus haut à midi dans un ciel d'été que dans un ciel d'hiver. Ceci divise l'année en deux saisons distinctes: une saison froide et une saison chaude (caractéristiques du climat méditerranéen):

* Une saison froide de six (06) mois s'étalant de Novembre jusqu'à Avril.

* Une saison chaude de six (06) mois qui s'étale du mois de Mai au mois d'Octobre

C.2. Températures maximales

La température maximale (M) est la plus élevée observée au cours de la journée. Elle se produit le plus souvent en cours d'après-midi.

C.3. Températures minimales

La température minimale (m) est la plus basse observée au cours d'une journée de 24 heures. Elle se produit le plus souvent vers le lever du jour ou dans l'heure qui suit.

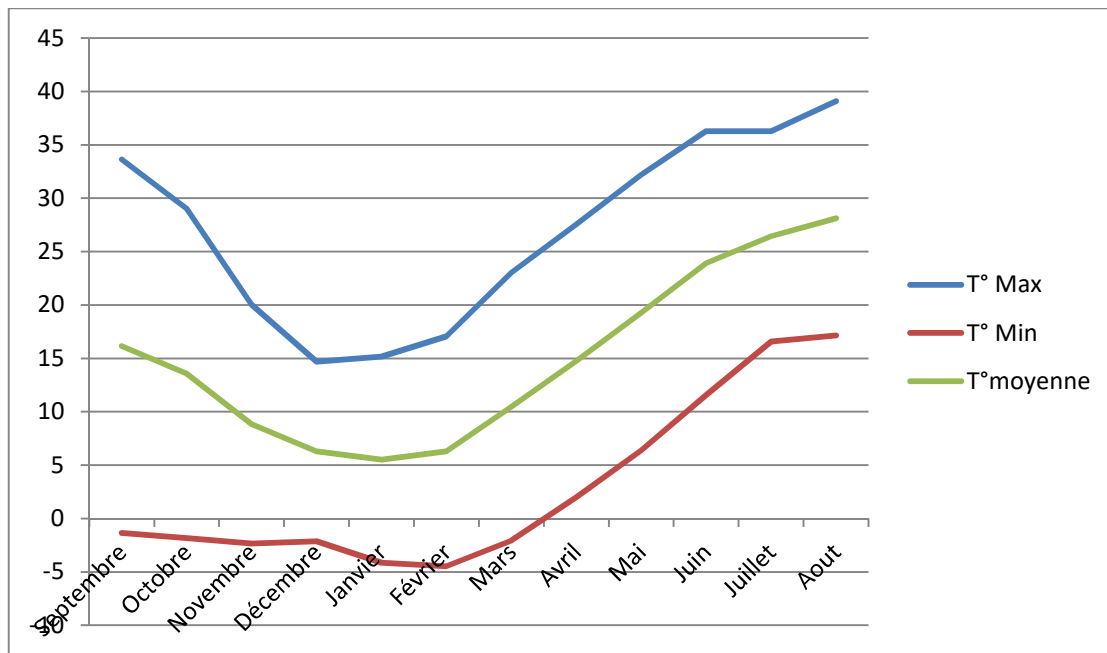


Figure 9: Evolution des températures durant l'année (Période 2006-2016)

C.4. L'amplitude thermique

L'amplitude thermique est la différence entre la température la plus élevée et la température la plus basse, à un endroit précis et pendant une période déterminée. Celle-ci peut être calculée quotidiennement, mensuellement ou annuellement.

La figure 10 correspond de station de El-haourane et montre les amplitudes thermiques. Elles sont importantes en été (juin; juillet et août) par contre elles sont moins importantes en hiver (décembre; Janvier et Février).

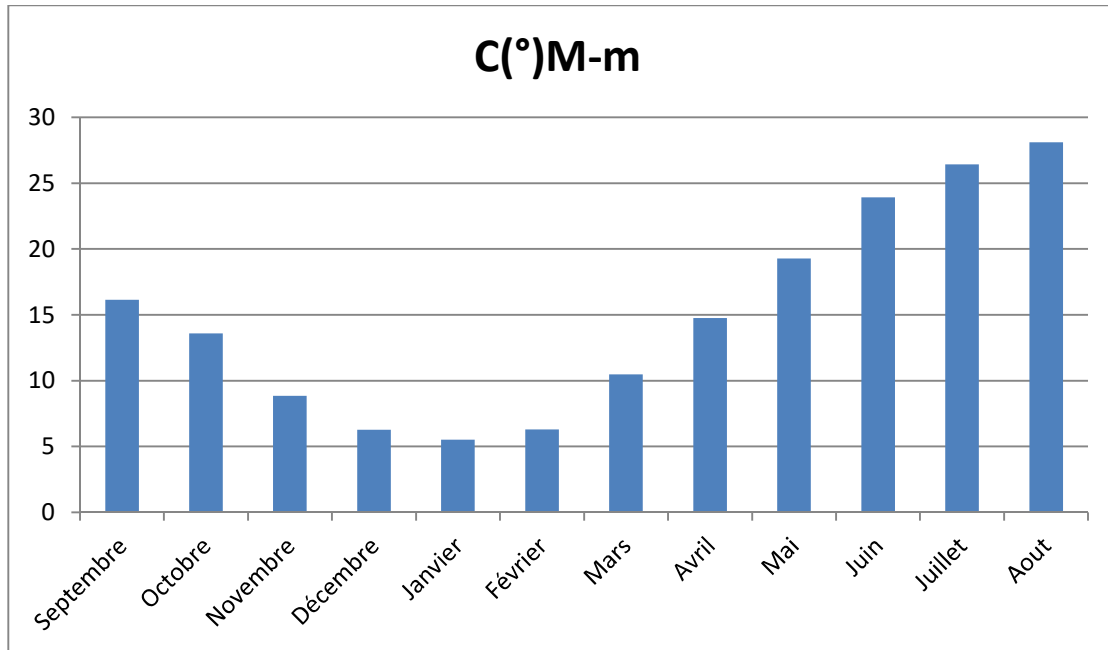


Figure 10: Amplitude thermique de la région El-Haourane (période 2006-2016)

D- Synthèse bioclimatique

Selon BOURBOUZE et al. (1987) la diversité climatique de la steppe se caractérise par trois contraintes majeures :

- * L'aridité notamment en saison chaude.
- * La plus ou moins grande rigueur de la saison froide.
- * Une importante variabilité climatique d'un mois à l'autre et d'une année à l'autre.

D.1. Diagramme ombrothermique de Gaussen

Le diagramme ombrothermique de Gaussen permet de calculer la durée de la saison de sèche. Il tient compte de la pluviosité moyenne mensuelle et de la température moyenne mensuelle qui sont portées sur un axe où l'échelle de la pluviosité est double de celle de la température.

Un mois est considéré comme «sec» si la pluviosité (mm) est égale ou inférieure au double de la température T°C ($P \leq 2 T$). (Fig. 11).

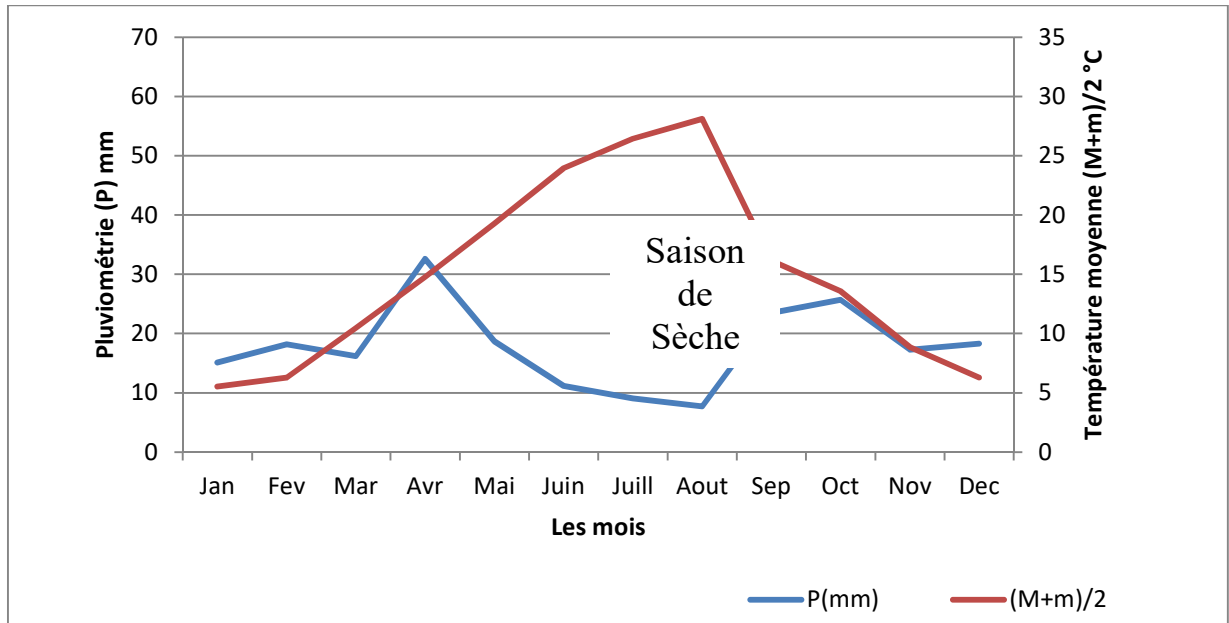


Figure 11: Diagramme Ombrothermique de la région d'étude (2006/2016)

La région d'étude présente une saison de sèche (déficit hydrique pour la végétation) qui s'étale de la fin du mois d'Avril à la fin du mois d'Octobre (Fig. 11) ce qui dénote le caractère méditerranéen de la zone d'étude.

D.2. Quotient pluviothermique d'EMBERGER

Il s'agit d'un indice climatique visant à traduire d'un écosystème dont l'équation est:

$$Q_2 = \frac{2000 P}{M^2 - m^2}$$

Avec :

P : pluviosité moyenne annuelle (en mm)

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en Kelvin;

m : moyenne des minima du mois le plus froid en Kelvin.

EMBERGER a précisé 5 étages bioclimatiques: humide, sub-humide, semi-aride, aride et saharien et avec 4 variantes thermiques correspondantes (Fig. 12):

*A hiver froid : $m < 0^\circ\text{C}$

*A hiver frais : $0 < m < 3^\circ\text{C}$

*A hiver doux ou tempéré: $3 < m < 5^\circ\text{C}$.

*A hiver chaud $m > 7^\circ\text{C}$.

Application de quotient pluviométrique d'EMBERGER :

Tableau 5: Quotient pluviométrique d’Emberger de la région El-Haurane (2006-2016)

Caractéristiques du climat d’El-Haurane						
P(mm)	Mois le plus chaud	M(°C)	Mois le plus froid	m(°C)	Q ₂	Etage bioclimatique
213.47	Aout	27.01	Janvier	2.93	49.4	Semi-aride à hiver frais

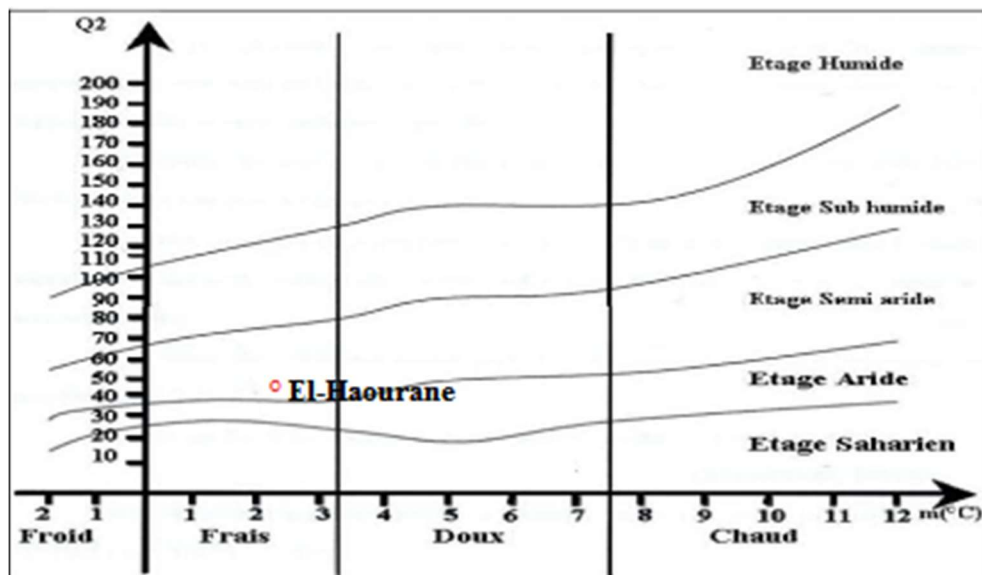


Figure 12: Climagramme d’Emberger pour la zone El-Haurane

3. Méthodologie de Travail

Introduction

Cette partie a pour but de présenter la méthodologie de travail adoptée lors de notre étude réalisée sur le pin d’Alep au cours de l’année universitaire 2021-2022 ou l’objectif de ce travail est de comparer entre une forêt naturelle et une forêt artificielle potentielle.

3.1. Site d’étude

La zone de notre d’étude se situe sur deux versants différents du foret du Haouran, le versant nord est une distribution naturelle de pin d’Alep (Fig. 15), tandis que le versant sud est un reboisement artificiel avec une structure différente (Fig. 14).



Figure 13: Reboisement



Figure 14: Forêt naturelle

3.2. Le sol

Le sol un complexe dynamique prend naissance et évolue en constituant un profil. Le sol est une des composantes essentielles de la 'terre' et de écosystèmes qui sont tous deux concepts plus larges englobant la végétation, l'eau et le climat dans le cas des terres, et en plus de ces trois aspects, des considération sociales et économiques dans le cas des écosystèmes.

3.2.1. Echantillonnage de sol

La zone d'étude présente à la fois un reboisement au stade perchis et une forêt naturelle bien venante au même stade sylvicole mais avec la présence de quelque pieds de sujets âgés de stade sylvicole futaie et vieille futaie.

Ces deux formations reposent sur la même nature géologique à savoir le cénomaniens qui ne se caractérise par une série presque totalement marneuse, le sommet est constitué par une séquence calcaire-dolomitique des marnes vertes à gypse.

Nous avons procédé à un échantillonnage subjectif dans la forêt naturelle et le reboisement où afin de caractériser pédologiquement nous nous sommes intéressés à la prise des premiers centimètres dans chaque type de formation avec un prélèvement superficiel « PS » et un autre profond « PP ». Selon **Smettan et al. (1993)**, le niveau de prélèvement du sol concerne non une étude pédologique détaillée mais plutôt une caractérisation pédologique du milieu d'étude d'une part et de l'autre **Halitim (1988)** rapporte que dans les régions steppiques, les relations sol-végétation ne font intervenir que les horizons superficiels.

Après collecte des échantillons de sol au nombre de **04** à raison de deux (**02**) échantillons de sol du lieu d'étude pour chaque type de formations, ces derniers ont été numérotés et étiquetés pour être analysés.

3.2.2. Matériel utilisé

Pour mener à bien l'examen du sol en place, nous avons eu recours au matériel suivant :

- Des outils pour creuser (pioche);
- Des sachets pour recueillir et transporter les échantillons de sol;
- Une caméra pour prise de photo sur place;
- Etiquettes pour identification des prélèvements des échantillons de sol.

3.2.3. Période d'échantillonnage

La date de prélèvement des échantillons du sol a eu lieu le courant du mois de Février 2022.

3.2.4. Préparation des échantillons

Les échantillons de sol ont été séchés à l'air libre, broyés et tamisés à 2 mm, pour obtenir de la terre fine qui va servir à toutes les analyses physico-chimiques du sol (Photos 1 et 2).

Photo 1 : Broyage des échantillon de sol



Photo 2 : Tamisage des échantillons de sol



3.2.5. Méthodes d'analyses au laboratoire des caractéristiques physico-chimiques du sol

Sur la fraction fine nous avons effectué les analyses suivantes :

- Le pH

Les mesures ont été réalisées à l'aide pH-mètre à l'électrode de verre sur une suspension de terre fine avec un rapport sol/eau 1/5. Ces mesures ont intéressé la détermination de pH_{eau} , et du pH_{KCl} par la méthode d'Aubert (1978).

- pH_{eau} : Le pH eau du sol mesuré dans une suspension sol/eau après un repos d'eau moins une heure. la lecture se fait sur le pH mètre lorsque l'aiguille est stabilisée.
- pH_{KCl} : se fait de la même manière que le pH eau mais après une nuit de contact entre le sol et la solution de KCl une fois normale (KCl 1N).

- La conductivité électrique (CE)

Elle est réalisée de la même manière que le pH eau (1/5), elle à été mesurée à l'aide d'un conductimètre selon un rapport sol/eau : 1/5. Elle est exprimée en (uS/cm à 25°C). La détermination de la CE a été par la méthode d'Aubert (1978).

- Dosage de calcaire total (CaCO_3)

Le taux du calcaire total est déterminé par la méthode volumétrique ; le volume de gaz carbonique dégagé lors de la réaction est mesuré à l'aide d'un burette à gaz (le Calcimètre de Bernard) (DAKAR ,2008).

- Dosage de calcaire actif (Drouineau- Galet)

Le calcaire active est une partie de calcaire total qui se trouve dans le sol à des dimensions Très fines.

Pour doser le calcaire active, on exploité la propriété de calcaire à se combiner aux oxalates Pour précipiter sous forme d'oxalate de calcium.

- Analyse de gypse ($\text{Ca SO}_4 ,2\text{H}_2 \text{O}$)

Pour le gypse, on a utilisé la méthode de BaCl_2 .

Cette méthode se base sur la détermination du taux des sulfates par calcination, puis calcul du taux de gyps.

- Le carbone organique et la matière organique

La teneur en carbone organique est déterminée directement par la méthode de (Walkley et Black), qui basé sur oxydation de la matière organique par une quantité en Excès de bichromate de potassium en milieu sulfurique à température contrôlée.

La teneur en matière organique est déduite à partir de la valeur issue de l'analyse Du carbone organique par la formule suivant:

$$\text{Matière organique} = \text{Carbone organique} * 1.724$$

3.3. La végétation

Le couvert végétal a été étudié dans les zones ou l'enquête a été effectuée. Nous avons effectué un relevé floristique et ses compléments dans la forêt naturelle et de même dans la forêt artificielle (reboisement). Nous avons obtenu des relevés précis de la répartition du couvert végétal. Nous avons mené des relevés dans différentes direction d'ouest en est et

du nord au sud, la longueur du cercle atteint dans lequel la couverture végétale a été relevée était d'environ 5m et entre chaque station et une autre il y a environ 100m.

3.3.1. Matériel de prélèvement

- Un coteau et un Pichon;
- Des sachets en plastique;
- Appareil photo;
- Etiquettes.

3.3.2. Période des relevés de végétation

La date prélèvement de la végétation a eu le 10/03/2022 en raison des apparitions massives des espèces végétales.

3.3.3. Identification des espèces

Pour établir la liste des espèces végétales, les espèces collectées ont été bien manipulées et emportées au laboratoire en vue de confirmer l'identification ou de les identifier.

Pour ce faire, nous avons eu recours à:

- ✓ La flore de l'Algérie et des régions méridionales (**Quézel et Santa, 1962 et 1963**).
- ✓ La flore du Sahara (**Ozenda, 2004**).

Les spécimens de la végétation ont été déterminés par les enseignants **Dj. Sarri** et **A. Zedam** de l'Université de M'Sila (Faculté des Sciences) où la nomenclature adoptée étant celle de **Quézel et Santa (1962 et 1963)**.

Chapitre 3 :

Résultat et

Discussion

Introduction

L'analyse des résultats est une étape déterminante afin d'en tirer hypothèses, certitudes et conclusions sur le facteur influençant les variations ou la confirmation d'absence de relation entre la sol et la végétation.

1. Les paramètres du sol

Les analyses physico chimiques de sol concernent les variables suivantes :

- ✓ Humidité
- ✓ L'acidité actuelle (pH eau)
- ✓ L'acidité potentielle (pH KCL)
- ✓ La conductivité électrique (uS/cm)
- ✓ Le calcaire total
- ✓ Le calcaire actif
- ✓ Matériel organique
- ✓ Gypse

1.1. Humidité

L'analyse de la variance a montré une différence hautement significative pour le facteur humidité (tableau 6). La forêt naturelle présente une moyenne de 10.86 par contre le reboisement présente 8.04 (tableau 6).

Tableau 6: Analyse de la variance de l'humidité dans la forêt naturelle et le reboisement

	Les station	PS	PP	Moyen de humidité
Foret naturelle	ST(1)	10,02	10,22	10,86
	ST(2)	11,4	11,8	
Reboisement	ST(1)	8,3	8,55	8,04
	ST(2)	7,4	7,9	

Malgré que les deux valeurs ne sont pas vraiment loin l'une de l'autre, mais on peut expliquer cette différence par le fait que les deux stations se différencient dans l'une des trois propriétés à savoir: texture, structure et porosité (Fig. 15). Ce ci traduit et définit bien le volume de la réserve hydrique du sol (CALVET, 2003).

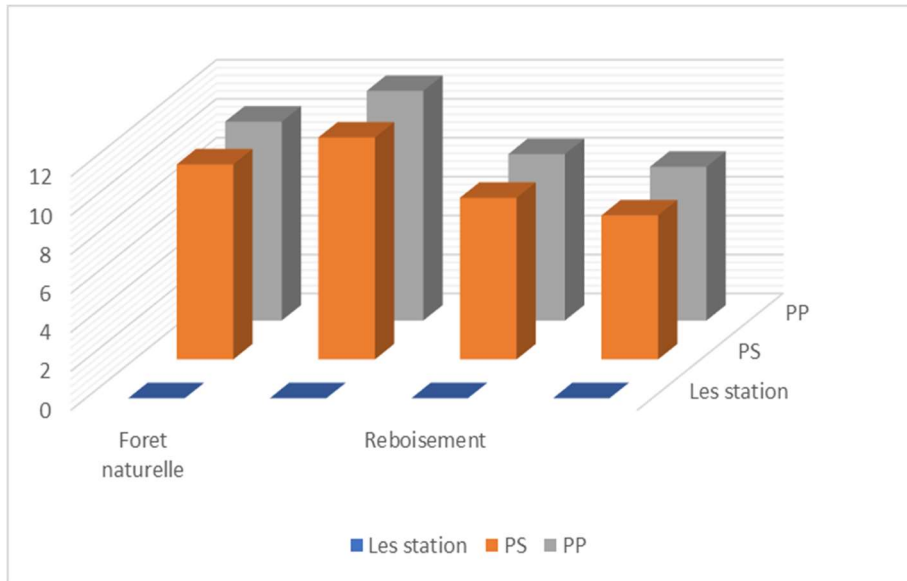


Figure 15: Variation de l'humidité du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement

D'une autre part le prélèvement profond présente du moins des valeurs d'humidité supérieures à son homologue superficiel où cette différence peut s'expliquer par la position du premier loin des vents desséchants et la température relativement élevée des couches superficielles du sol.

1.2. Le pH

1.2.1. pH_{eau}

L'analyse de la variance a montré une différence non significative (Tab. 7). En effet les analyses du laboratoire ont indiqué que les deux stations possèdent un pH neutre avec des valeurs très voisines à savoir 7.74 pour la forêt naturelle contre 7.48 pour le reboisement. L'inexistence de différence est probablement due à la même formation géologique du sol ce qui veut dire une même roche mère et peut être mêmes les propriétés chimique du sol.

Tableau 7: Analyse de la variance de pH_{eau} dans la forêt naturelle et le reboisement

	Les station	PS	PP
Foret naturelle	ST(1)	7,92	7,8
	ST(2)	7,4	7,86
Reboisement	ST(1)	7,85	7,2
	ST(2)	7,6	7,3

La différence entre les valeurs des moyennes de Ph_{eau} du sol dans la a Forêt naturelle et le reboisement et de même est relativement faible ce qui sous-entend peut être les mêmes les propriétés chimique du sol (Tab. 8).

Tableau 8: Les moyennes de pH eau du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement

Reboisement	Forêt naturelle
7.48	7.74

1.2.2. pH_{KCl}

La différence entre le pH eau et pH KCl montre que le sol est désaturé. L'analyse de la variance a montré une différence non significative (Tab. 9) ou les moyennes sont respectivement de 6.5 et 6.6 pour la Forêt naturelle et le reboisement (Tab. 10 et Fig. 16).

Tableau 9: Analyse de la variance de pH_{KCl} dans la forêt naturelle et le reboisement

	Les station	PS	PP
Foret naturelle	ST(1)	6,33	6,7
	ST(2)	6,4	6,58
Reboisement	ST(1)	6,48	6,6
	ST(2)	6,4	6,3

Tableau 10: Les moyennes du pH_{KCl} dans la forêt naturelle et le reboisement

Reboisement	Forêt naturelle
6.6	6.5

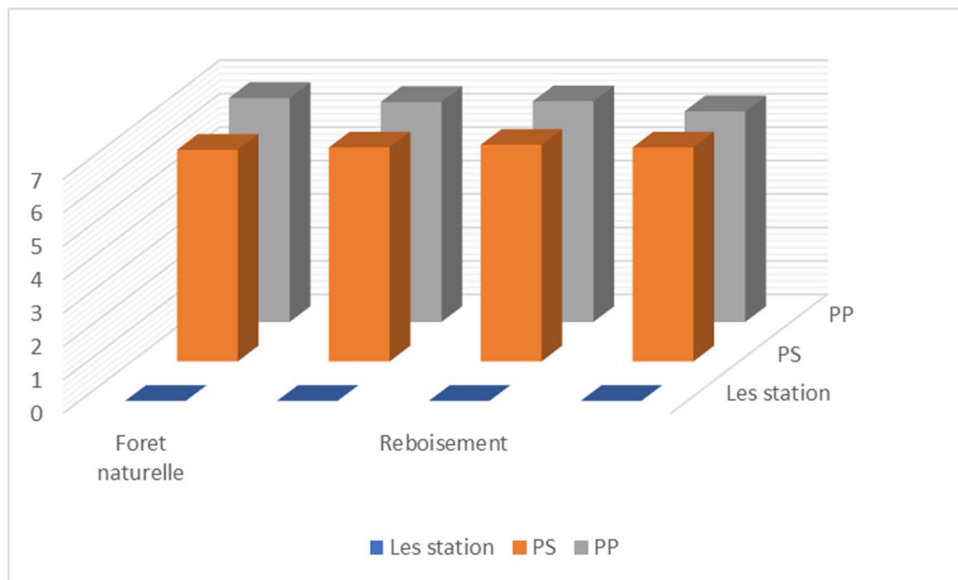


Figure 16: Variation du pH_{KCl} du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement

1.3. CE

En utilisation l'échelle européenne les résultats des deux Forêt s naturelle et artificielle indiquent que les deux sols sont non salés ou l'analyse de la variance a montré une différence non significative (Tab. 11). Ce paramètre édaphique présente des moyennes

de 149.25 uS/cm pour la Forêt naturelle et 138.58 uS/cm pour la reboisement (Tab. 12 et Fig.17).

Tableau 11: Résultat de l'analyse de la variance de la conductivité électrique

	Les station	PS	PP
Foret naturelle	ST(1)	155	143
	ST(2)	178	121
Reboisement	ST(1)	138	119
	ST(2)	170,33	127

Tableau 12: les moyennes de conductivité électrique

Reboisement	Forêt naturelle
138.58 uS/cm	149.25uS/cm

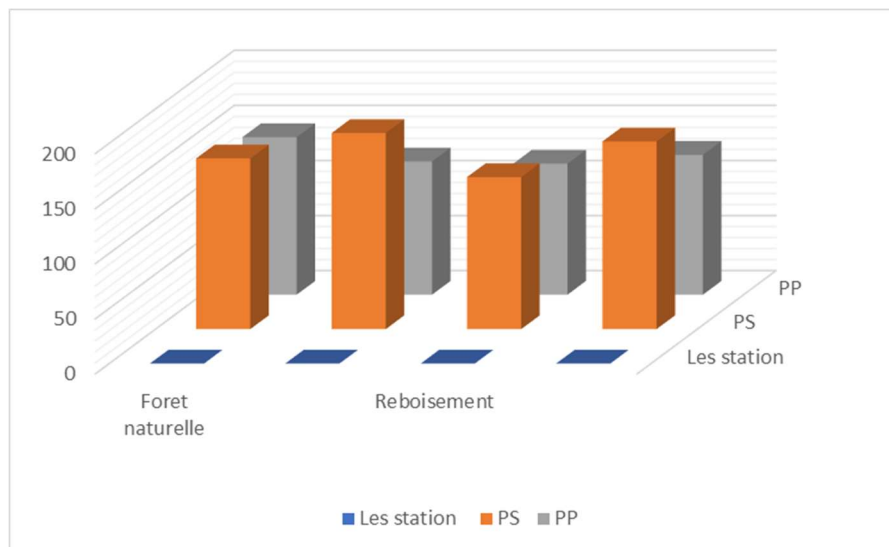


Figure 17: Variation de la CE du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement

1.4. Le calcaire

1.4.1. Calcaire total

Les résultats obtenus on a trouvé que le sol de la forêt naturelle est fortement calcaire par contre le sol du reboisement est moyennement calcaire. L'analyse de la variance à indique une différence très hautement significative ou les moyenne de cette caractéristique sont respectivement 36.375 et 18.182 pour la forêt naturelle et le reboisement (Tab. 13 et 14 et Fig. 18). Cette différence est due à la nature et substrat géologique.

Tableau 13: résultat de l'analyse de la variance du calcaire total

	Les station	PS	PP
Foret naturelle	ST(1)	25	30
	ST(2)	40,55	49,88
Reboisement	ST(1)	7	16
	ST(2)	31	18,33

Tableau 14: les moyennes du calcaire total

Reboisement	Forêt naturelle
18.182	36.357

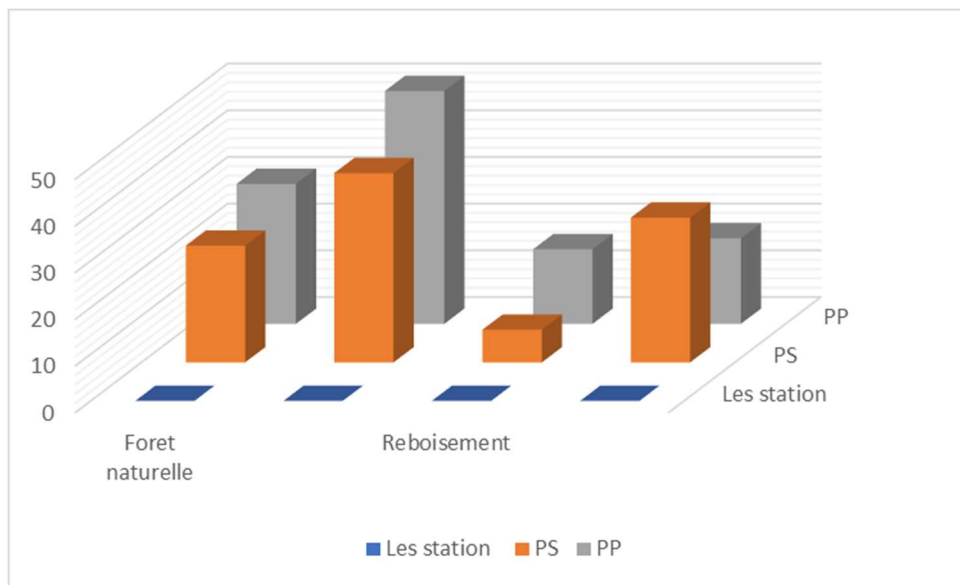


Figure 18: Variation du Calcaire total du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement

1.4.2. Calcaire actif

Ce paramètre a montré une différence très hautement significative (Tab. 15) avec des moyenne 19.8 Pour la Forêt naturelle et 10.2 pour le reboisement (Tab. 16). Cette différence peut être due toujours à nature géologique des roche mères (Fig. 19).

Tableau 15: résultat de l'analyse de la variance du calcaire actif

	Les station	PS	PP
foret naturelle	ST(1)	17	20
	ST(2)	12	30,55
reboisement	ST(1)	8,4	5
	ST(2)	11,5	16

Tableau 16: les moyennes de calcaire actif

Reboisement	Forêt naturelle
10.225	19.887

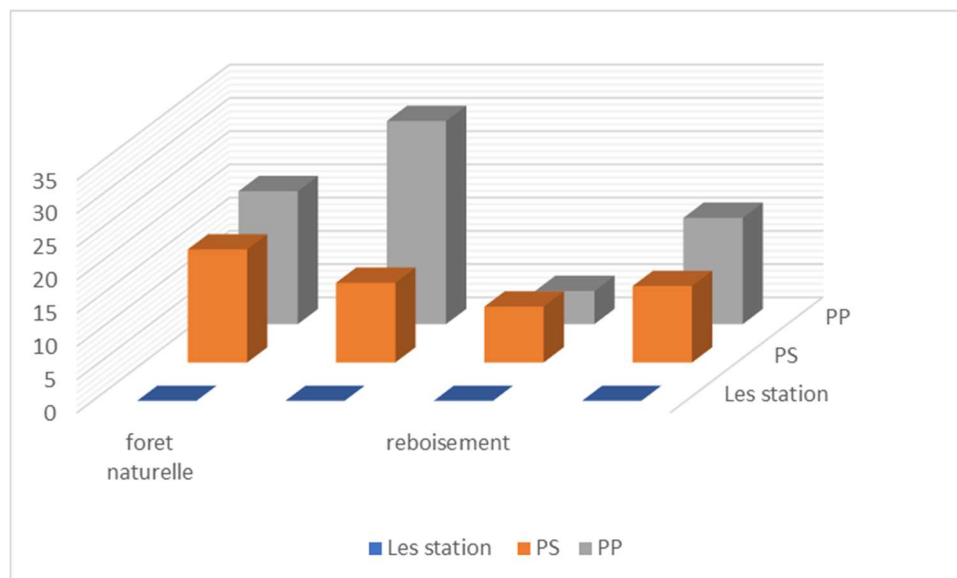


Figure 19: Variation du Calcaire actif du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement

1.5. Matière organique (MO)

Les résultats obtenus ont montré que le sol de la forêt naturelle est riche en matière organique

Par rapport au sol de reboisement l'analyse de variance indique une différence très importante. Ou les moyennes de cette caractéristique sont respectivement de 22.1 et 4.325 pour les forêts naturelles et reboisement (tableaux 17-18) Figure (20) cette différence est due à la nature et Base géologique.

Tableau 17: résultat de l'analyse de MO

	Les station	PS	PP
Forêt naturelle	ST(1)	16,2	33,2
	ST(2)	17	22
Reboisement	ST(1)	2,3	3,3
	ST(12)	1,25	1,8

Tableau 18: les moyenne de la MO

Reboisement	Forêt naturelle
4.325	22.1

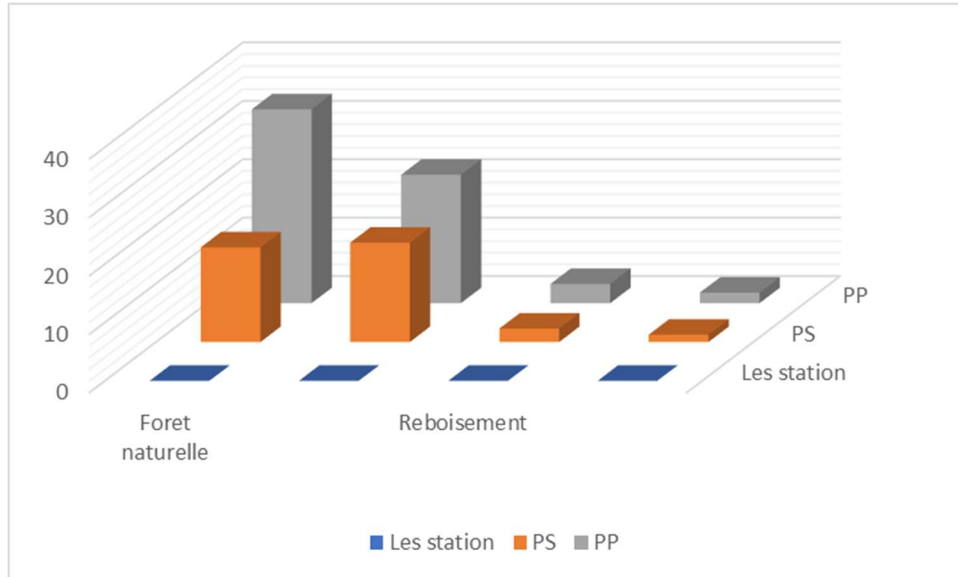


Figure 20: Variation de la matière organique du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement

1.6. Gypse

L'analyse de la variance a décollé une différence pour cette caractéristique ou la Forêt naturelle présente une moyenne de 1.37 face au reboisement qui présente 2.99 (voir les tableaux 19 et 20). Ces valeurs font que les deux sols sont classés dans la même gamme du point de vue leur richesse en gypse; il s'agit de sols non gypseux (Fig. 21).

Tableau 19: Résultat de l'analyse de la variance du gypse

	Les station	PS	PP
forêt naturelle	ST(1)	1,5	1,8
	ST(2)	1,05	1,13
reboisement	ST(1)	3,5	4,5
	ST(2)	2,24	1,73

Tableau 20: les moyennes du gypse

reboisement	Forêt naturelle
2.992	1.37

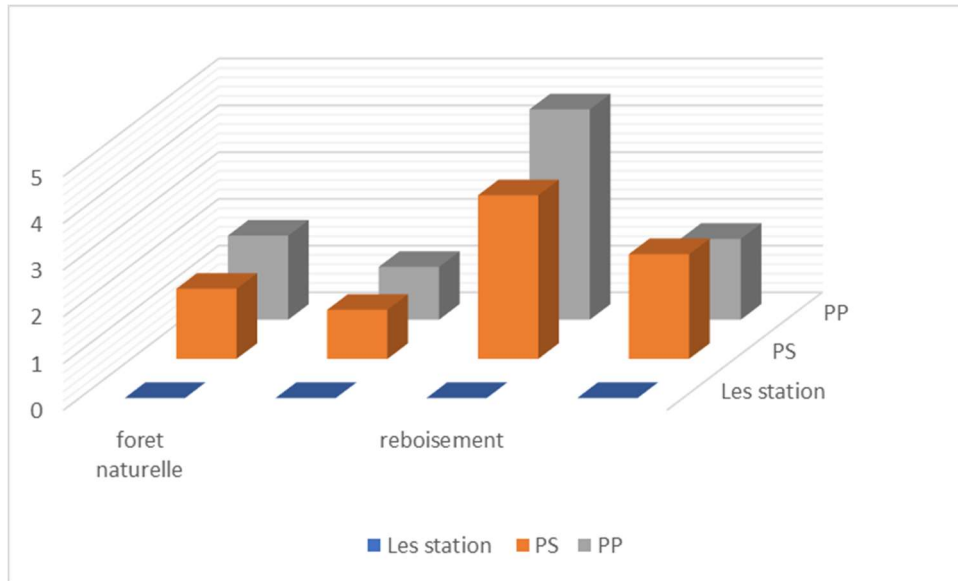


Figure 21: Variation du gypse du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement

2. PARAMETRE VEGETAL

2.1. Richesse botanique

L'issue de l'inventaire floristique menée dans notre zone d'étude d'El Houarane, les espèces inventoriées la forêt naturelle sont montées dans le tableau 21 ci-dessous.

Tableau 21: Espèces végétales inventoriées dans la zone d'étude de El Houarane

	Espèces	Famille	Type biologique	Type
Forêt naturelle	<i>Pinus halepensis</i> Mill	Pinaceae	Phanérophyte	Ligneuse Vivace
	<i>Cortaderia selloana</i> Asch. &	Poaceae	Hémicryptophyte	Hérbacée Vivace
	<i>Juniperus phoenicea</i> L.	Cupressaceae	Phanérophyte	Ligneuse Vivace
	<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	Oleaceae	Phanérophyte	Ligneuse Vivace
	<i>Salvia rosmarinus</i> Spenn.	Lamiaceae	Chaméphyte	Hérbacée Vivace
	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Anacardiaceae	Phanérophyte	Ligneuse Vivace
	<i>Retama sphaerocarpa</i> (L.) Boiss.	Fabaceae	Phanérophyte	Ligneuse Vivace
Reboisement	<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav.	Brassicaceae	Thérophyte	Hérbacée
	<i>Matthiola longipetala</i> (Vent.) DC.	Brassicaceae	Thérophyte	Hérbacée
	<i>Muscari neglectum</i> Guss. ex Ten.	Asparagaceae	Géophytes	Hérbacée vivace
	<i>Plantago lagopus</i> L.	Plantaginaceae	Thérophyte	Hérbacée
	<i>Isatis tinctoria</i> L.	Brassicaceae	Hémicryptophytes	Bisannuelle
	<i>Erodium botrys</i> (Cav.) Bertol.	Geraniaceae	Thérophyte	Hérbacée
	<i>Globularia alypum</i> L	Globulariaceae	Chaméphyte	Ligneuse vivace
	<i>Senecio leucanthemifolius</i> Poir.	Asteraceae	Thérophyte	Hérbacée
	<i>Anthemis arvensis</i> L.	Asteraceae	Thérophyte	Hérbacée
	<i>Bunias erucago</i> L.	Brassicaceae	Thérophyte	Hérbacée
	<i>Erodium ciconium</i> (L.) L'Hér.	Geraniaceae	Thérophyte	Hérbacée
	<i>Iberis amara</i> L.	Brassicaceae	Thérophyte	Hérbacée
	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	Poaceae	Hémicryptophyte	lignneuse vivace
	<i>Filago pyramidata</i> L.	Asteraceae	Thérophyte	Hérbacée
	<i>Tulipa sylvestris</i> L.	Liliaceae	Géophyte	Hérbacée vivace

Il ressort du tableau 21 ci-dessus que la forêt naturelle présente uniquement 05 espèces végétales contre 15 espèces végétales pour la forêt artificielle (Reboisement). Pour ce qui est de l'abondance des familles la première renferme 05 familles et la seconde présente 08. La famille la plus abondante dans la région est celle des Brassicaceae et qui englobe 05 espèces suivie de la famille des Asteraceae avec 03 espèces, les Poaceae avec 02 espèces et les Geraniaceae avec 02 espèces. Le reste des familles sont les moins abondantes et sont toutes monospécifiques (Fig. 22).

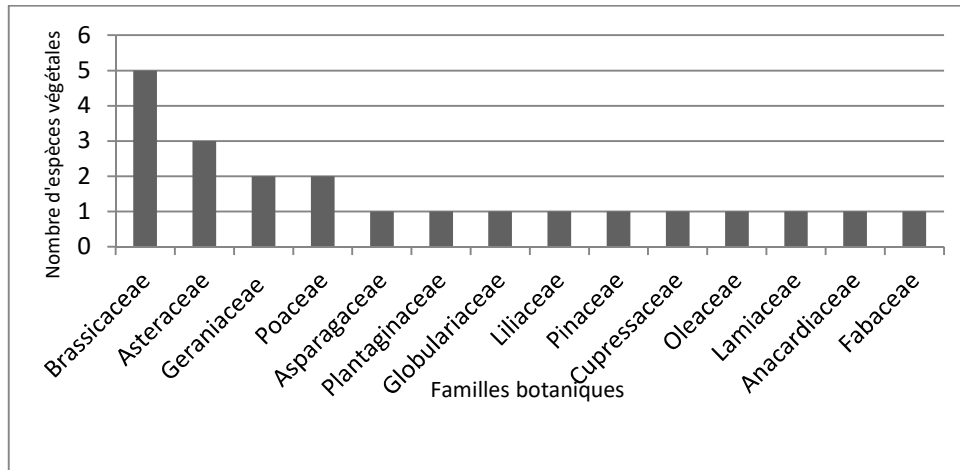


Figure 22: Importance des espèces par famille botanique

2.2. Aspect écologique de la végétation

2.2.1. Type biologique

Le type biologique d'une plante est une expression de cette plante face aux influences des processus biologiques imposés (compétition, concurrence ...) et qui sont sous l'influence du milieu de vie (Polumin,1967).

Le système de Rankiaer (1934) qui tient en compte la dormance et de la situation des bourgeons qui abritent les tissus méristémateux de croissance organisés pour traverser la période critique du cycle saisonnier qui peut être l'hiver à cause du froid ou l'été à cause de la sécheresse, et distingue ainsi les catégories suivantes de type biologique : Phanerophytes, Chaméphytes, Hémicryptophytes, Géophytes et Thérophytes.

Les figures 23 et 24 montrent la répartition des types biologiques en fonction du nombre d'espèces présentes respectivement dans la forêt naturelle et le reboisement.

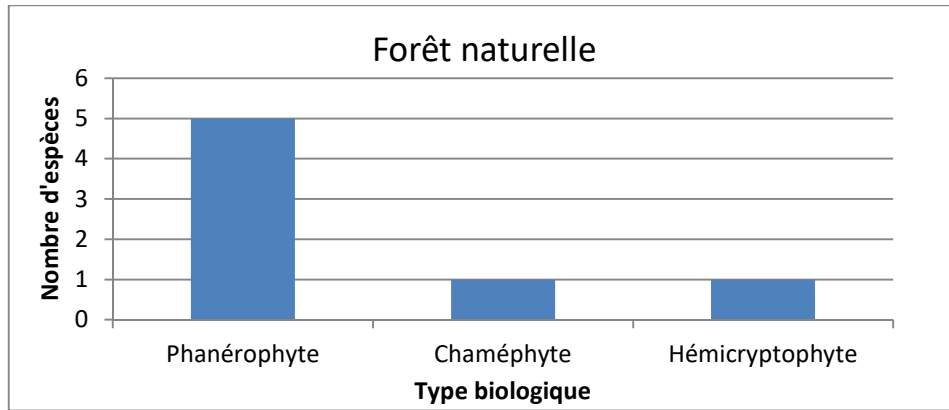


Figure 23: Répartition des types biologiques dans la forêt naturelle

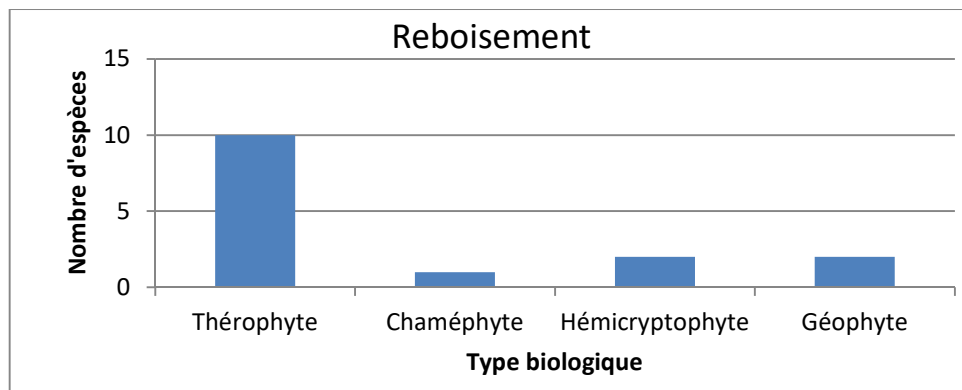


Figure 24: Répartition des types biologiques dans le reboisement

En effet en comparaison de la forêt naturelle avec celle artificielle, dans le reboisement le type biologique le plus dominant est celui des thérophytes qui sont représentés avec 10 espèces. Les autres types sont moins représentés. Cet état de fait traduit et témoigne que cette formation est ouverte c'est-à-dire qu'il existe des vides permettant une pénétration suffisante des rayons solaires au sol ce qui favorise bien cette présence massive de thérophytes.

Du point de vue structure végétale, la forêt naturelle présente une structure de strates qui sont plus ou moins proches les unes aux autres et de ce fait la structure est fermée avec relativement moins de lumière pénétrante et delà moins d'espèces thérophytes qui s'installent dans le sol.

2.2.2. Type morphologique

La forêt naturelle présente des espèces toutes vivaces (Ligneuse et herbacée) et ceci en rapport avec ce qui a été rapporté plus haut dans le type biologique où les espèces herbacées annuelles sont inexistantes. Quant au reboisement, les espèces herbacées annuelles sont dominantes avec 67% de présence.

Conclusion

Conclusion

Notre étude a été menée dans la forêt d'El Haourane (Wilaya de M'Sila) et a intéressé deux parties éloignées géographiquement et différentes écologiquement mais intéressent une même formation: c'est une forêt de pin d'Alep où l'une est naturelle et l'autre est artificielle ou reboisement. Ce travail vise donc une caractérisation pédologique et écologique de ces deux formations forestières.

La méthodologie de travail adoptée a consisté en un échantillonnage subjectif dans la forêt naturelle et le reboisement où en premier afin de caractériser pédologiquement nous nous sommes intéressés à une prise des premiers centimètres dans chaque type de formation avec un prélèvement superficiel « PS » et un autre profond « PP » où 04 échantillons de sol ont été pris à raison de deux (02) échantillons de sol pour chaque lieu d'étude. En second nous avons effectué un relevé floristique et ses compléments dans la forêt naturelle et de même dans la forêt artificielle (reboisement). Les résultats ont abouti à :

Pour le paramètre sol, l'analyse de la variance de l'humidité a montré une différence hautement significative où la forêt naturelle présente une humidité moyenne de 10.86 contre 8.04 pour le reboisement. Le pH, le pH eau n'a pas décelé de différences: 7.74 pour la forêt naturelle contre 7.48 pour le reboisement ce qui sous-entend peut être les mêmes les propriétés chimique du sol mais le pH KCl a montré que le sol est désaturé. La conductivité électrique nous a révélé que les deux sols sont non salés. Pour ce qui est du calcaire, le calcaire total a donné des résultats où le sol de la forêt naturelle est fortement calcaire par contre le sol du reboisement est moyennement calcaire et le calcaire actif a montré une différence très hautement significative avec des moyenne 19.8 pour la forêt naturelle et 10.2 pour le reboisement. Concernant la matière organique (MO), l'analyse de la variance a décelé une grande différence entre la forêt naturelle (22,10%) et le reboisement (4,32%). Enfin le gypse n'a pas montré de différences entre les milieux investigués et leurs sols sont non gypseux.

Pour le paramètre végétal, la richesse botanique a aboutit a 05 espèces végétales pour la forêt naturelle contre 15 espèces végétales pour la forêt artificielle (Reboisement). Pour ce qui est de l'abondance des familles la première renferme 05 familles et la seconde presente 08. L'aspect écologique de la végétation a montré d'une part que le type biologique de la forêt naturelle est dominé par les phanérophytes et dans le reboisement le type biologique le plus dominant est celui des thérophytes qui sont représentés avec 10 espèces. D'autre part, le type morphologique a laissé que la forêt naturelle présente des espèces toutes vivaces (Ligneuse et herbacée) et le reboisement présente une dominance des espèces herbacées annuelles.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Bobbu A.S, 2016.** Contribution à l'étude d'inventaire de peuplement de pin d'Alep de la forêt de SIG (forêt de moulay Ismail) MM en foresterie.univ. Telemcene.
- Boutchiche F et Boutrique S:2012** Caractérisation morphométrique de la chenille processionnaire thaumetopoea pityocampa) et de son hôte au niveau de la wilaya de Telemcen **p79.**
- BOUDYP, (1955)** Economie forestière mond-Africaine tome: 4 description forestière de l'Algérie de la Tunisie. Larose, Paris, 483p.
- CHERFAOUI T.** Etude de la croissance et de la croissance du pin d'Alep dans la forêt sanalba pharbi (djelfa) cas de la série 13, 2017 p3
- CHOKRI M., 2005:** étude de l'effet de l'irradiation sur la conservation de pin d'Alep et sur les mycotaxonomie. Mémoire pour l'obtention du diplôme de master en industrie alimentaire. Ecole supérieure des industries alimentaires de Tunisie. 133p.
- FAO,1988.** Ressources phytogénétiques: leur conservation in situ au service des besoins humains. Brochure rééditée par le département des forêts de la FAO, en collaboration avec l'UNESCO, le PNME et l'UCIN.
- KADIK B, 1987.** Contribution à l'étude de pin d'Alep (Pinus halpensis Hill) en Algérie. Ecologie dendrométrie, morphologie .E.D.O.P.M; 580 p.
- MAATOUG M; (1998).** évolution de quelques propriétés de base du pin d'Alep (Pinus halepensis Mill) en fonction de l'âge du peuplement.
- MAZALI M, 2003.**Rapport sur le secteur forestier en Algérie. 3^{ème} saison du forum des Nations Unies sur les forêts, 9p.
- NAHALI., (1962).** Le pin d'Alep, Etude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicol, Annales de l'Ecole nationale des Eaux et Forêts. 1914): (533-627 p).
- OZENDAP.,1974.**sur la définition d'un étage de végétation supraméditerranéenne. Veroff.Geobot, Inst.ZWICHE.
- PARDE.1957:**La productivité des forêts de pin d'Alep en France .Ann., E.N.E.F. et sta. Rech. Exp. 152 /:367-414
- POLUMINN., 1967** (l'élément de géographie botanique. ED. Gauthier Willars. Paris pp 30-35.
- QUZEL.P.et SANTAS.; 1962-**nouvelle flore de l'Algérie et de la région de striques méridionales Ed. CNRS, Paris, 2 tomes 565p et 605p.

QUEZEL P(1974): phytosociologie et taxonomie en région méditerranéenne. La flore de bassin méditerranéenne fondée. Essai de systématique synthétique. C. N. R. S. Montpellier: 469-479.

QUEZEL P. 1974. Les forêts du pourtour méditerranéen. Notestud. M.A.B.R.U.N.E.S.C.O. Paris: 9-34.

Quezel P et Barberie M, 1992. Le pin d'Alep et les espèces voisines. Répartition et caractères écologiques généraux, sa dynamique récente en France méditerranéenne. Forêt méditerranéenne III/3/: 152-170.

RANKIAER, 1934 The life form of plants and structural plant geography. Oxford at the Clarendon Press. 147P.

SCHMIDT, 1966. Die Vegetation. General der Iberischen Iberischen Gebirge, Vegetation. Inst Rubel, 31: 2, 163.

Serre F., (1973). Contribution à l'étude dendroclimatologique du pin d'Alep. Thèse de doctorat, université d'Aix-Marseille III, France, 236 P.

وصف بيئي - ترابي لتشكيلات غابات الصنوبر الحلبي في الحوران (ولاية المسيلة)

الملخص

هذا العمل مخصص لدراسة خصائص تكوين غابات الصنوبر الحلبي. تتعلق هذه الدراسة بالخصائص البيئية والترايبية للغابة الطبيعية والغابة الاصطناعية. نفذ هذا العمل في غابة الحوران (ولاية المسيلة). أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن خصائص التربة في التكوين الطبيعي أكثر إثارة للاهتمام من تلك الاصطناعية (مثال : المادة العضوية). على الجانب البيئي ، نتج عن الثراء النباتي وجود 05 أنواع من النباتات للغابات الطبيعية مقابل 15 نوعًا نباتيًا للغابة الاصطناعية (إعادة التحريج). فيما يتعلق بكثرة العائلات ، يحتوي الأول على 05 عائلات والثاني على 08. أظهر الجانب البيئي أن النوع البيولوجي للغابة الطبيعية يهيمن عليه النباتات الخشبية المعمرة بينما في إعادة التحريج ، يكون النوع البيولوجي السائد هو النمط البيولوجي الحولي..

الكلمات المفتاحية: صنوبر حلب ، غابة الحوران ، غابة طبيعية ، تشجير.

Caractérisation éco-pédologique de formation forestières de pin d'Alep à El Haourane (Wilaya de M'Sila)

Résumé

Ce travail est consacré à l'étude des caractéristiques de formation forestières de pin d'Alep. Ces dernières concernent les caractéristiques écologiques et pédologiques d'une forêt naturelle et d'une forêt artificielle. Ces travaux ont été réalisés dans la forêt d'El Haourane (Wilaya de M'Sila). Les résultats obtenus ont montré que les caractéristiques pédologiques de la formation naturelle sont plus intéressantes que celle artificielle (exemple de la matière organique). Du côté écologique, la richesse botanique a aboutit à 05 espèces végétales pour la forêt naturelle contre 15 espèces végétales pour la forêt artificielle (Reboisement). Pour ce qui est de l'abondance des familles la première renferme 05 familles et la seconde présente 08. L'aspect écologique a montré que le type biologique de la forêt naturelle est dominé par les phanérophytes alors que dans le reboisement le type biologique dominant est celui des thérophytes.

Les mots clés: pin d'Alep, forêt El Haourane, forêt naturelle, reboisement.

Eco-pedological characterization of Aleppo pine forest formations in El Haourane (Wilaya of M'Sila)

Summary

This work is devoted to the study of the characteristics of Aleppo pine forest formation. These relate to the ecological and soil characteristics of a natural forest and an artificial forest. This work was carried out in the forest of El Haourane (Wilaya of M'Sila). The results obtained showed that the soil characteristics of the natural formation are more interesting than the artificial one (example of organic matter). On the ecological side, the botanical richness has resulted in 05 plant species for the natural forest against 15 plant species for the artificial one (Reforestation). Regarding the abundance of families the first contains 05 families and the second presents 08. The ecological aspect showed that the biological type of the natural forest is dominated by phanerophytes while in reforestation the dominant biological type is that of therophytes.

Key words: Aleppo pine, El Haourane forest, natural forest, reforestation.

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المسيلة جامعة محمد بوضياف -

Université Mohamed Boudiaf - M'Sila

FACULTE SCIENCES

DEPARTEMENT DES SCIENCES
AGRONOMIQUES

N° : 07/DSA/2022



جامعة محمد بوضياف - المسيلة
Université Mohamed Boudiaf - M'Sila

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE
ET DE LA VIE

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : SCIENCE DU SOL

Mémoire présenté pour l'obtention
du diplôme de Master Académique

par: ABDESSLAM Sara

BERRABAH Sarra

Intitulé

Caractérisation éco-pédologique de formations
forestières de pin d'Alep à El Haourane
(Wilaya de M'Sila).

Soutenu devant le jury composé de:

M. MIMECHE Fateh	Prof	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Président
M. ZEDAM Abdelghani	Prof	Université Med BOUDIAF - M'SILA	Rapporteur
Melle TIR Chafia	MAA	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Examinatrice

Année universitaire : 2021 /2022

Remerciement

*Nous tenons à remercier en premier lieu **Dieu** le tout puissant de nous avoir guidé durant tous ces années et m'a permis de réaliser ce travail en me donnant la face, la patience et la volonté.*

*Au terme de ce mémoire, Je remercie beaucoup mon estime professeur pour ses efforces **M.Zadam Abdelghani**, pour son aide et ses en couragement dans les différentes étapes de ce travail pour développer cette thèse.*

*Je remercie également les membres des jury d'avoir accepté et humble travail. **M. Mimche Fathe**, président de jury **Tir Chafia**, se remet en tant qui examinateur une grand merci à tout ceux qui nous ont permis d'acquérir des connaissance et qui ont contribue à notre formation, je merci également tous ceux qui ont contribué directement ou indirectement dans une large mesure à la réalisation de la travail.*

Dédicace

La recherche a traversé de nombreux obstacles, mais j'ai essayé de les surmonter avec persévérance, louange à Dieu et de sa part Pour mes parents, mon mari, mes frères et sœurs, mes amis surtout Sara et ma petite fille, ils ont été comme un soutien et un soutien pour mener à bien la recherche Je ne dois pas oublier mes professeurs qui ont eu le plus grand rôle en me soutenant et en me donnant de Précieuses informations je vous présente cette recherche, et j'espère qu'elle vous satisfera.

Dédicace

Avec beaucoup de joie et d'honneur je dédie ce travail à mon mari qui a été à mes cotés du début des travaux jus'qu'à leur fin.

Je remercie ma petite famille, mon père, ma mère, mes frères Khawthar, Raouf, Marwane.

Je remercie beaucoup mes amies Aldjia, Warda, Somiya, Sarah, Khawla, Samia d'avoir été mes cotés tout au long des étapes de travail.

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale..... 1

Chapitre 1: Caractéristiques de pin d'Alep

1. Systématique.....	3
2. Aire de répartition.....	3
2.1. Dans le monde	3
2.2. En Algérie.....	4
3. Description botanique.....	5
4. Caractères écologique de pin d'Alep.....	7
4.1. Zonation altitudinale.....	7
4.2. Cycle de reproduction et fructification.....	8
4.3. Conservation de la biodiversité des forets de pin d'Alep.....	9
4.4. Paradigmes modernes de conservation des forets	9
4.5. Conservation des ressources.....	9

Chapitre 2: Matériel et méthode

1. Situation.....	11
1.1. Présentation et limites.....	11
1.2. Localisation administrative et géographique.....	12
2. Conditions naturelles	12
2.1. Caractéristique physiques	12
2.1.1. Hydrologie.....	12
2.1.2. Géologie	12
2.1.3. Pédologie	14
2.1.4. Climat	14
3. Méthodologie de Travail	21
3.1. Site d'étude.....	21
3.2. Le sol	22
3.2.1. Echantillonnage de sol.....	22
3.2.2. Matériel utilisé.....	23
3.2. 3. Période d'échantillonnage	23
3.2. 4. Préparation des échantillons	23
3.2.5. Méthodes d'analyses au laboratoire des caractéristiques physico-chimiques du sol	23

3.3. La végétation	24
3.3.1. Matériel de prélèvement	25
3.3.2. Période des relevés de végétation.....	25
3.3.3. Identification des espèces	25

Chapitre 3: Résultat et Discussion

Introduction	27
1. Les paramètres du sol	27
1.1. Humidité	27
1.2. Le pH	28
1.2.1. pH _{eau}	28
1.2.2. pH _{KCl}	29
1.3. CE	29
1.4. Le calcaire.....	30
1.4.1. Calcaire total.....	30
1.4.2. Calcaire actif.....	31
1.5. Matière organique (MO).....	32
1.6. Gypse	33
2. PARAMETRE VEGETAL.....	34
2.1. Richesse botanique	34
2.2. Aspect écologique de la végétation	35
2.2.1. Type biologique.....	35
2.2.2. Type morphologique.....	36
Conclusion	37
Références bibliographiques.....	39

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Aire de répartition du pin d'Alep.....	4
Figure 2: Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie	5
Figure 3: Groupe des figure de description de pin d'Alep.....	7
Figure 4: Cycle de reproduction du pin d'Alep.....	8
Figure 5: Situation de la zone d'étude	11
Figure 6: Géologie de la zone d'étude El-Haourane	13
Figure 7: Variation mensuelle de la pluviométrie de la région El-Haourane (2006/2016).	15
Figure 8: Répartition saisonnière des précipitations	16
Figure 9: Evolution des températures durant l'année.....	18
Figure 10: Amplitude thermique de la région El-Haourane (période 2006-2016).....	19
Figure 11: Diagramme Ombrothermique de la région d'étude (2006/2016).....	20
Figure 12: Climagramme d'Emberger pour la zone El-Haourane	21
Figure 13: Reboisement	22
Figure 14: Forêt naturelle	22
Figure 15: Variation de l'humidité du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement	28
Figure 16: Variation du pH_{KCl} du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement	29
Figure 17: Variation de la CE du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement	30
Figure 18: Variation du Calcaire total du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement	31
Figure 19: Variation du Calcaire actif du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement	32
Figure 20: Variation de la matière organique du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement	33
Figure 21: Variation du gypse du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement	34
Figure 22: Importance des espèces par famille botanique.....	35
Figure 23: Répartition des types biologiques dans la forêt naturelle	36
Figure 24: Répartition des types biologiques dans le reboisement	36

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Répartition du pin d'Alep dans quelque pays du monde.....	3
Tableau 2: Répartition de la pluviométrie de les régions de M'Sila et El-Haourane (2006/2016).	15
Tableau 3: Répartition de la pluviométrie par saison de la région d'El-Haourane (2006/2016).	16
Tableau 4: Températures mensuelles maximales (M), minimales (m), moyennes (M+m)/2 et amplitude thermique (M-m) de la région El-Haourane (Période 2006 à 2016)	17
Tableau 5: Quotient pluviométrique d'Emberger de la région El-Haourane (2006-2016)	21
Tableau 6: Analyse de la variance de l'humidité dans la forêt naturelle et le reboisement	27
Tableau 7: Analyse de la variance de pH eau dans la forêt naturelle et le reboisement.....	28
Tableau 8: Les moyennes de pH eau du sol dans la a Forêt naturelle et le reboisement.....	29
Tableau 9: Analyse de la variance de pH _{KCl} dans la forêt naturelle et le reboisement	29
Tableau 10: Les moyennes du pH _{KCl} dans la forêt naturelle et le reboisement.....	29
Tableau 11: Résultat de l'analyse de la variance de la conductivité électrique	30
Tableau 12: les moyennes de conductivité électrique	30
Tableau 13: résultat de l'analyse de la variance du calcaire total	31
Tableau 14: les moyennes du calcaire total	31
Tableau 15: résultat de l'analyse de la variance du calcaire actif	31
Tableau 16: les moyennes de calcaire actif	32
Tableau 17: résultat de l'analyse de MO	32
Tableau 18: les moyenne de la MO	33
Tableau 19: Résultat de l'analyse de la variance du gypse	33
Tableau 20: les moyennes du gypse	33
Tableau 21: Espèces végétales inventoriées dans la zone d'étude de El Houarane	34

Liste des abréviations

Fod and agriculture organization **FAO**:

M: Temperature maximale

m: Temperature minimale

M-m: Amplitude thermique

Q₂ : Quotient pluviométrique d'EMBERGER

PS: prélèvement superficiel

PP: prélèvement profonde

pH: potentiel hydrogène

CE: Conductivité électrique

CaCO₃ : Calcaire

Ca SO₄ ,2H₂ O: Gypse

BaSO₄: Sulfate du baryum

uS/cm: micro siemens par cm

MO: matière organique

KCl: chlorure de potassium

BaCl₂: chlorure de barium

CRP: chantiers population de reboisement

P: pluviosité moyenne annuelle

INTRODUCTION

GENERALE

INRODUCTION GENERALE

En algerie, le pin d'Alpe (*Pinus halepensis*) couvre une superficie de 850.00 ha et s'étend essentiellement dans la partie septentrionale du pays (Kadik, 1987 in Bobbou, 2016). C'est L'essence la plus largement utilisée dans les reboisements pour la protection des sols.elle résiste à la sécheresse et peu tolérante aux autress facteures à savoir les sols peu fertiles.climat aride (Bobbou, 2016).

Les pins de groupe 'halepensis' représentent un capital forestier majeur sur le pourtour de méditerranée. D'après Le (Houerou, 1980). Ils occupent en effet environ 6.8 millions d'héctares Te dupoint de vue des surfaces ne sont surpassés que par les chenes sclérophylles et caducif Oliés (environ 8 millions d'héctares chacun). Ces pins offrent par ailleurs, des exigences ecologiques très modestes pour des productivités faibles mais acceptables, ce qui a entrain les forestiers à les utiliser à très grande échelle comme essences de reboisements.

La région méditerranéenne comport des forets variées des feuillus et des résineux; Les résineux jouent un role considirable et forment parfois des foretes importantes.Leurs les valeurs écologiques et climatique sont variables.

En Algerie,pour restaurer les terrains forsetiers l'Etat algerien, soucieux de la régression de la couverture végétale au lendemain de l'indépendance, à adopté des programmes de reboisement (CPR; Chantiers Populaire de Reboisement, barrage vert, programmes sectoriels....).qui avaient plusieurs objectifs : lutte contre la désertification, fixation des sols,production de matière ligneuse

A titre d'exemple le reboisement à base de pin d'Alep,d'El Haourane dans la wilaya de M'sila, illustre bien ce type d'action. C'est un reboisement réalisé durant les années 70 à Coté d'une pinède naturelle existante.

L'objectif de notre étude sur le pin d'Alpe au cours de l'année universitaire 2021-2022 consiste à une comparaison de certaines caractéristiques éco-pédologique entre les foret naturelle avec une foret artificielle potentielle.

Pour ce faire notre étude se partage comme suit :

- En premiere partie les caractéristiques de pin d'Alpe et présentera le milieu d'étud.
- La seconde partie oncerne la méthodologie de travail, le matriel utilisé.
- La dernière partie est consacrée aux résultats à leurs discussions et qui sera suivie.

Par une conclusion générale sur notre travail.

Chapiter 1

Caractéristiques de pin d'Alep

1. Systématique

Selon (NAHAL, 1962; in ATHMANI et MASMOUDI, 2008) Le pin d'Alepe *Pinus Halepensis* Mill est l'essence caractéristique de l'étage bioclimatique méditerranéen.

- ❖ Embranchement : Phanérogames.
- ❖ Sous embranchement : Gymnospermes.
- ❖ Classe : Conifères.
- ❖ Ordre : Coniférales.
- ❖ Sous ordre : Abiétales.
- ❖ Famille : Pinacées.
- ❖ Genre : Pinus.
- ❖ Sous genre : Eupinus.
- ❖ Espèce : *Pinus halepensis*.
- ❖ Nom scientifique : *Pinus halepensis*.
- ❖ Nom commun : pin d'Alepe.
- ❖ Nom arabe : Sanaoubar al-halabi.

2. Aire de répartition

2.1. Dans le monde

L'aire de répartition du pin d'Alepe est limitée au bassin de la méditerranée (Fig. 1) dont il occupe plus de 3.5 millions d'hectares (QUEZEL, 1986). Cette espèce est surtout contournée dans les pays du Maghreb et en Espagne (Tab. 01) ou elle trouve son optimum de croissance et de développement (PARDE, 1957 in QUEZEL et al., 1992).

Tableau 1: Répartition du pin d'Alep dans quelque pays du monde.

Pays	Superficie (ha)	Sources
Algérie	800 000	(MEZALI, 2003)
Maroc	65 000	(BAKHIYI, 2000)
Tunisie	170 000 à 370 000	(CHAKROUN, 1986)
France	202 000	(COUHERT et DUPLAT, 1993)
Espagne	1 046 978	(MONTERO, 2000 in BENTOUATI, 2006)
Italie	20 000	(SEIGUE, 1985)



Figure 1: Aire de répartition du pin d'Alep (QUEZEL,1980).

C'est une espèce largement répandue sur le pourtour méditerranéen où son aire de répartition a été précisée par de nombreux autres et en particulier par Nahal (1962). C'est une essence fréquente surtout en région méditerranéenne occidentale, mais qui se rencontre également en divers points du bassin méditerranéen oriental. Ses forêts occupent sans doute au total plus de 3.5 millions d'hectares.

Le pin d'Alep est rencontré un peu partout sur les massifs montagneux en Algérie.

2.2. En Algérie

D'après ZENZEN (2016), le pin d'Alep est fréquent surtout sur les massifs du littoral et l'Atlas saharien, il s'étend à lui seul sur plus de 800 000 ha, il occupe 37 % de la surface boisée d'Algérie. Selon BOUDY (1955), le pin d'Alep présente de vastes peuplements en oranais (Sidi-Bel-Abbès, Saida, Tlemcen, Tiaret ...) dans l'Algérois (Médeä, Boghar, Monts des Bibans) sur l'Atlas saharien (Monts des Ouled Nail) et dans le sud constantinois (Aurès, région de Tébessa) (Fig. 2).

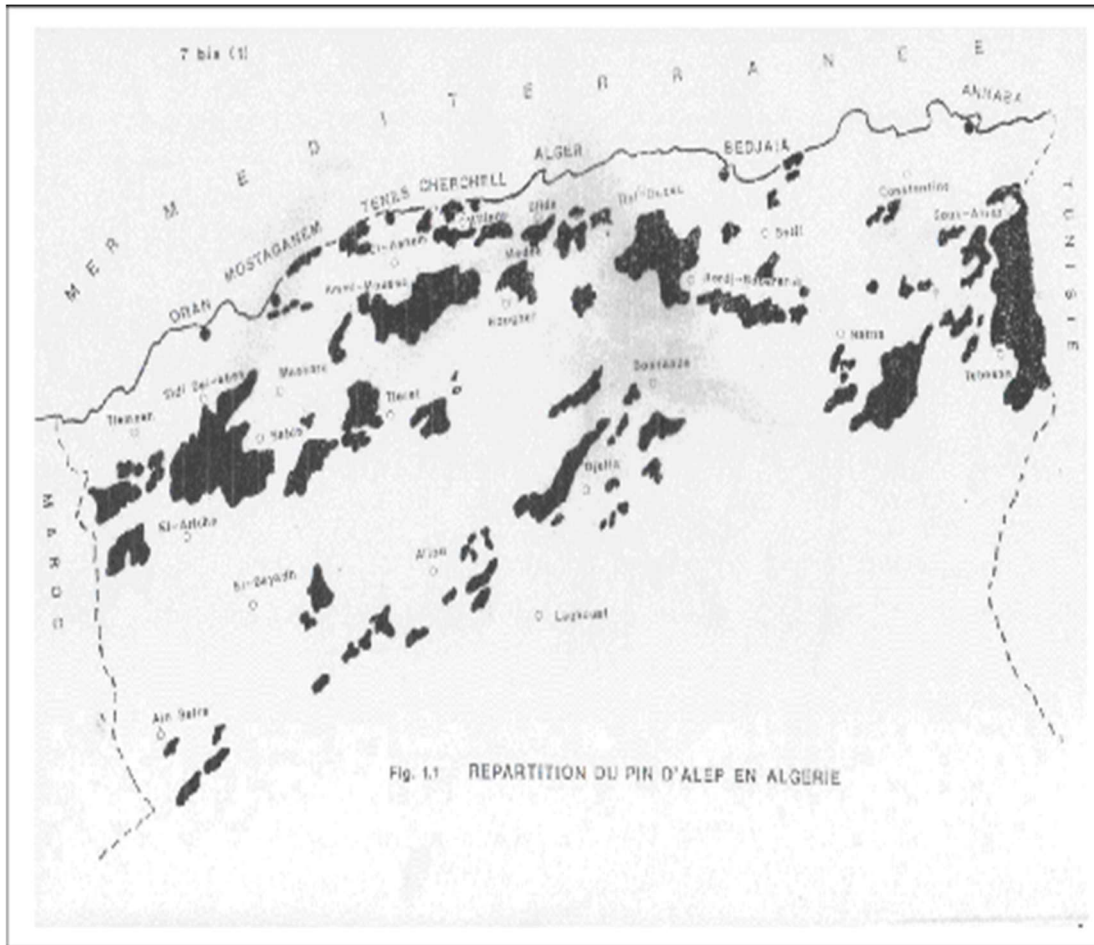


Figure 2: Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie

3. Description botanique

Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) est une espèce qui existe à l'état spontané presque dans tout le nord algérien où il peut atteindre 30m de hauteur.

Sa longévité est estimée à 150ans avec une moyenne de 100 à 150 ans (Kadik, 1987). Ses feuilles ont un caractère xérophytique, ce sont des aiguilles. L'écorce est grise argentée et lisse chez les jeunes arbres, puis brune rougeâtre, en écaille mince et large chez les plus âgés (NAHAL, 1962). Le pin d'Alep est un arbre polycyclique, susceptible d'effectuer plusieurs pousses par an et de produire des faux cernes (SERRE, 1973).

Le système racinaire et sa nature dépend de la nature du sol et de sa fertilité. Il est pivotant dans les sols profonds (Cherfaoui, 2017).

Les graines sont de petites tailles comestible (1kg de cônes renferme environ 6000 graines), grises mouchetées sur une des faces, de 5 à 7 mm à ailes 4 fois plus longues. La fructification est en automne de l'année suivante. Le pin d'Alep fructifie très tôt vers 10 à 12 ans. Mais les graines ne sont fertiles qu'à partir de 18 à 20 ans.

(Boutchiche et Boutrighe, 2016).

Chapitre 1: Caractéristiques de pin d'Alep

Les aiguilles sont groupées par deux, de 5 à 10 cm de long et 1mm de diamètre de couleur vert clair, persistant 2 ans, à marge finement denticulée. Le sommet est brusquement atténué en pointe rigide. (Boutchiche et Boutrighe, 2016); les cônes sont gros avec une taille de 6 à 12 cm, avec un pédoncule épais de 1 à 2 cm, souvent isolés et réfléchis. Ils sont pourpres puis brun lustré avec des écussons aplatis. Persistant plusieurs années sur l'arbre (Boutchiche et Boutrighe, 2016).

Le bois présente un cœur brun rougeâtre clair et un aubier jaunâtre. Le bois de pin d'Alep est léger et se dessèche rapidement. Sa densité varie de 0.352 à 0.866. Les canaux résinifères sont gros, bien apparents assez espacés et sécrétant une résine abondante (Cherfaoui, 2017).



Fig n°1: Cône et graines



Fig n°2: Cône mûr



Fig n°3: Arbre de pin d'Alep



Fig n°4: Aiguilles de pin d'Alep

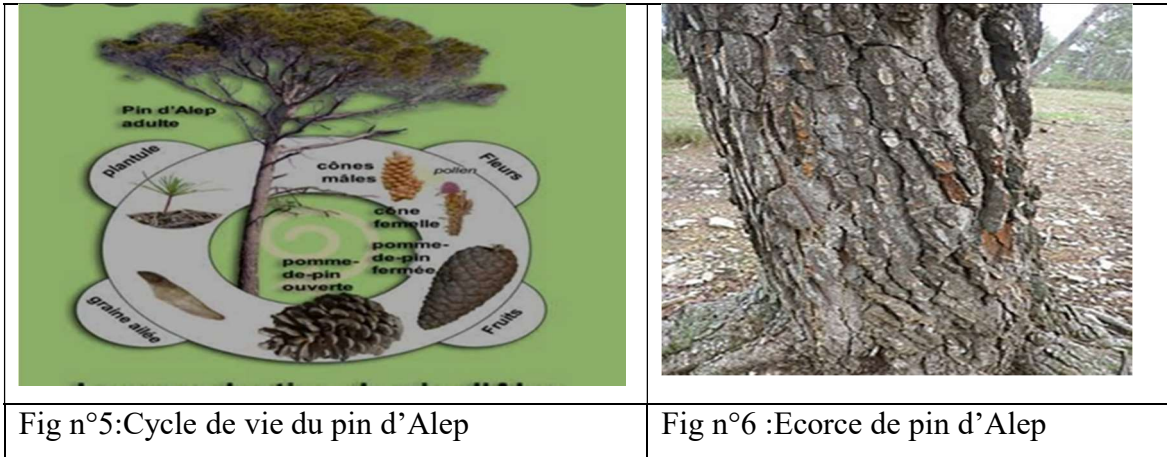


Figure 3: Groupe des figure de description de pin d'Alep

4. Caractères écologique de pin d'Alep

4.1. Zonation altitudinale

Les pins du groupe « halpensis » comme d'ailleurs les autres essences, ont tendance à occuper certaines cieuxures altitudinales correspondant à des étages de végétation, et bien entendu à des ensembles bioclimatiques, que se retrouvent sur tout le pourtour de la Méditerranée. Cette notion d'étage de végétation a été précisée par Gaussen (1926), par Schmid (1966), et par de nombreux autres auteurs (Ozenda, 1974; Quézel, 1974). Sans entrer dans le détail rappelons qu'il est possible d'envisager sur le pourtour méditerranéen, les étages altitudinaux suivants :

- ✓ étage infra-méditerranéen (sensu Benabid, 1976);
- ✓ étage thermo_méditerranéen ou méditerranéen inférieur;
- ✓ étage eu-méditerranéen ou méditerranéen supérieur;
- ✓ étage montagnard méditerranéen;
- ✓ étage oro-méditerranéen.

Le pin d'Alep (*Pinus halpensis*) est une essence méditerranéenne à caractère continental de tempérament robuste et très plastique puisqu'elle s'adapte à des conditions écologiques difficiles c'est une essence aussi xérophile, thermophile et héliophile (Letruch, 1991).

Le pin d'Alep peut se rencontrer de la basse altitude jusqu'à 2200m. C'est une essence qui se rencontre dans la tranche altitudinale qui va depuis le littoral jusqu'au l'Atlas saharien (Soltani, 2016).

On peut trouver le pin d'Alep dans tous les étages bioclimatiques, les grandes forêts de pin d'Alep se trouvent principalement dans la zone aride caractérisée par une tranche pluviométrique de 300 à 600 mm. Le pin d'Alpe demande une tranche pluviométrique

annuelle de 400 mm et une température moyenne de 14°C. Il peut supporter des amplitudes thermiques très élevées et une forte de sécheresse atmosphérique. Il résiste au froid et supporte rarement des températures inférieure à 10°C Le pin d'Alep est une essence indifférente à la nature de la roche mère et au pH (Boudy, 1955).

4.2. Cycle de reproduction et fructification

Le pin d'Alep est une espèce monoïque: les organes sexuels males et femelles sont nettement séparés dans l'architecture de l'arbre, les inflorescences femelles (cones) apparaissent en position terminale sur des pousses vigoureuses, alors que les inflorescences males (chatons) sont regroupées en un pseudo verticille généralement sur des rameaux inférieurs. La figure 9 reproduit le cycle de roproduction du pin d'Alep. Ce cycle a été établi au départ d'observations régulières sur une période de 3 ans. Murs l'année même de leur formation, les chaton males tombent après l'émission de leur pollen au printemps, alors que les cones femelles conntinuent à se développer après la fécondation (mars- avril), ne murissent qu'à la deuxieme année et laissent échapper leurs grraines qu'au cours de la troisième année. Quant à la pollinisation, elle est assurée essentiellement par le vent.

Le pin d'Alep est une espèce diploide qui compte 24 chromosomes (2n), comme c'est le cas pour la plupart des pins (Chokri, 2005).

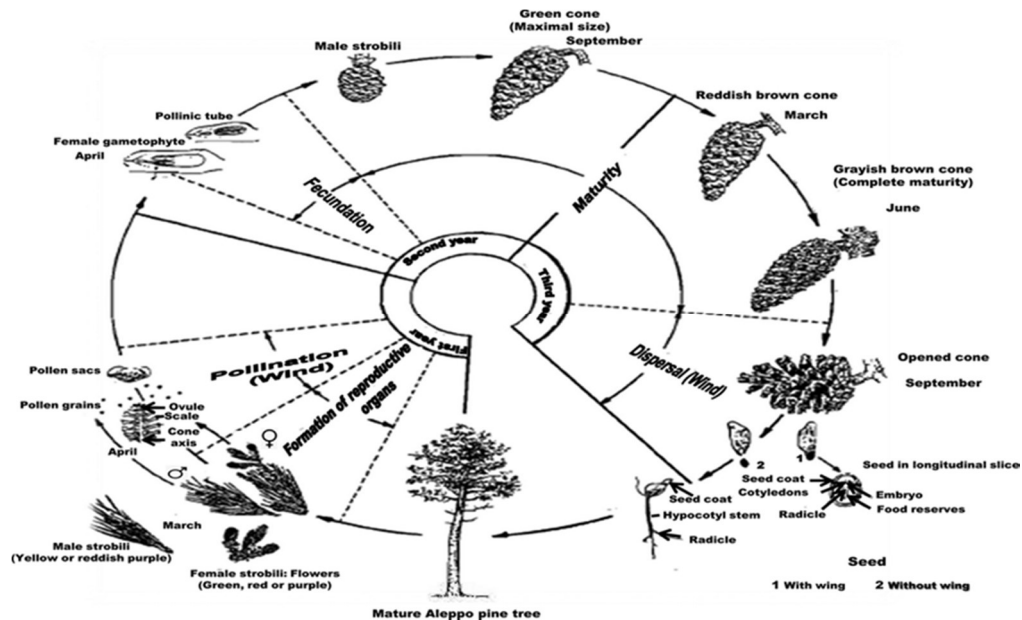


Figure 4: Cycle de reproduction du pin d'Alep (Chokri, 2005).

4.3. Conservation de la biodiversité des forêts de pin d'Alep

Les forêts de pin d'Alep sont des entités biologiques qui assurent des fonctions écologiques et font partie du patrimoine de l'humanité. Ces forêts denses et forêts claires contiennent une large diversité d'espèces qui présentent ou pourraient présenter une grande importance socioéconomique à l'échelle mondiale, nationale ou locale, y compris les animaux sauvages, les végétaux sauvages apparentés, les arbres produisant du bois d'œuvre et de bois de feu, du fourrage, des fruits, des gommes et d'autres produits. Les forestiers sont mieux placés que quiconque pour veiller à la conservation et à l'utilisation rationnelles de ces précieux ressources (FAO, 1988).

4.4. Paradigmes modernes de conservation des forêts

Diverses typologies de paradigmes de conservation ont été élaborées. La classification utilisée ici s'inspire de celle de Eckersley (1992) du fait de sa pertinence avec la conservation des forêts. Eckersley a identifié plusieurs paradigmes (que l'on peut subdiviser), embrassant un éventail d'anthropocentrisme décroissant, de la « conservation des ressources » traditionnelle à « l'écocentrisme ». Ces paradigmes s'inspirent des courants élitiste et populaire de conservation à divers degrés.

4.5. Conservation des ressources

Gifford Pinchot a été cité comme initiateur de la conservation moderne des ressources Eckersley (1992). Pinchot considérait la conservation comme l'utilisation prudente des dons de nature, en opposition avec l'exploitation sans restriction des forêts.

Il avait fondé la conservation sur trois principes: L'aménagement des ressources naturelles sous gestion scientifique, la réduction des déchets et l'accès équitable aux ressources.

La conservation des ressources est une démarche anthropocentrique fortement tributaire des scientifiques et des professionnels pour une gestion durable. Le concept d'utilisation multiple, employé par certains services forestiers dans le monde tire ses origines de la conservation des ressources (Kennedy et Quigley, 1994).

Chapitre 2

Matériel et méthode

1. Situation

1.1. Présentation et limites

La zone d'étude d'El Haourane fait partie de la forêt domaniale de Dréate dont la superficie est de 16879 ha et comptabilisant ainsi 23 cantons forestiers.

Elle est localisée au nord de la commune de Hammam Dalaà à environ 5km. La zone d'étude s'étend sur une superficie de 994.56ha, soit 5.9 de la superficie totale du foret de Dréate.

Elle est limitée:

- ❖ au Nord par Djebel Touchanat,
- ❖ à l'Est par Douar Dréate,
- ❖ à l'Ouest par le Canton de Sidi Amar et le Canton de Mecharire,
- ❖ au Sud par le Canton Boustéila. (Voir figure 5).



Figure 5: Situation de la zone d'étude (Source : Carte de TARMOUNT de (1/50000).



Limite de la zone d'étude

Du point de vue forestier ; elle fait partie de :

- ❖ La conservation des forêts de la wilaya de M'sila.
- ❖ Circonscription de Hammam Dalaà.
- ❖ District de Hammam Dalaà.
- ❖ Canton d'El Haourane.

1.2. Localisation administrative et géographique

Administrativement, la zone d'étude fait partie de :

- ✓ La commune de Hammam Dalaà.
- ✓ Daïra de Hammam Dalaà.
- ✓ Wilaya de M'sila.

Géographiquement, elle est située entre les coordonnées cartographiques et les coordonnées Lambert suivantes :

- Latitude: (35°56 -35°59) X: (651.80- 657.85)
- Longitude: (4°23-4°27°) Y: (295°.15- 299.55)

2. Conditions naturelles

2.1. Caractéristique physiques

2.1.1. Hydrologie

Les principaux Oueds sont :

- Oued El Hammam : appelé aussi Oued Sidi Amar début à l'extrémité Nord-Est de la chaîne Méchât- El Graf pour atteindre enfin à quelque mètres du centre du village Oued El-Haourane. Ces deux oueds forment un seul affluent traversant la partie Sud-Est et qui déverse dans Oued El-Dalla situé à l'Est de la zone d'étude.
- Oued El-Haourane : qui prend naissance du point le plus élevé de la zone, draine-la partie Est et se déverse enfin dans l'Oued El Hammam à proximité du chef lieu de la commune.

2.1.2. Géologie

Les principales formations géologiques de la zone d'étude sont :

- ✓ Le Quaternaire:

Cette ère se démarque au niveau de la zone d'étude essentiellement par des alluvions récentes qui sont dues à sédimentation des parties fines arrachées et transportées par les agents d'érosion, au dépend des parties situées en forte altitude. Ces parties alluvionnaires occupent le bas de la zone dont la pente ne dépasse pas en Général les 12.5%.

- ✓ Le Tertiaire:

Caractérisé par deux périodes:

- Le Miocène inférieur: formé par des marnes sur les bordures des Oueds.
- L'Eocène: occupe la partie Ouest de la zone et apparaît sur les sommets d'altitude moyenne formés de grès calcaire et de calcaire.

✓ Le Secondaire:

La seule période représentée dans notre zone se limite au CRETACE supérieur qui est caractérisé par la dominance de grés et calcaire érodés. Ces roches se représentent plus ou moins par bandes et occupent la partie Nord la plus élevée de la zone ou la pente moyenne avoisine les 40%.

✓ Le Céno-manien-Vraconien (Eocène):

C'est une série presque totalement marneuse, le sommet est constitué par une séquence calcaire-dolomitique des marnes vertes à gypse (Fig. 6).

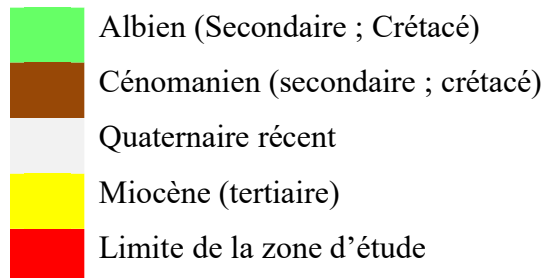
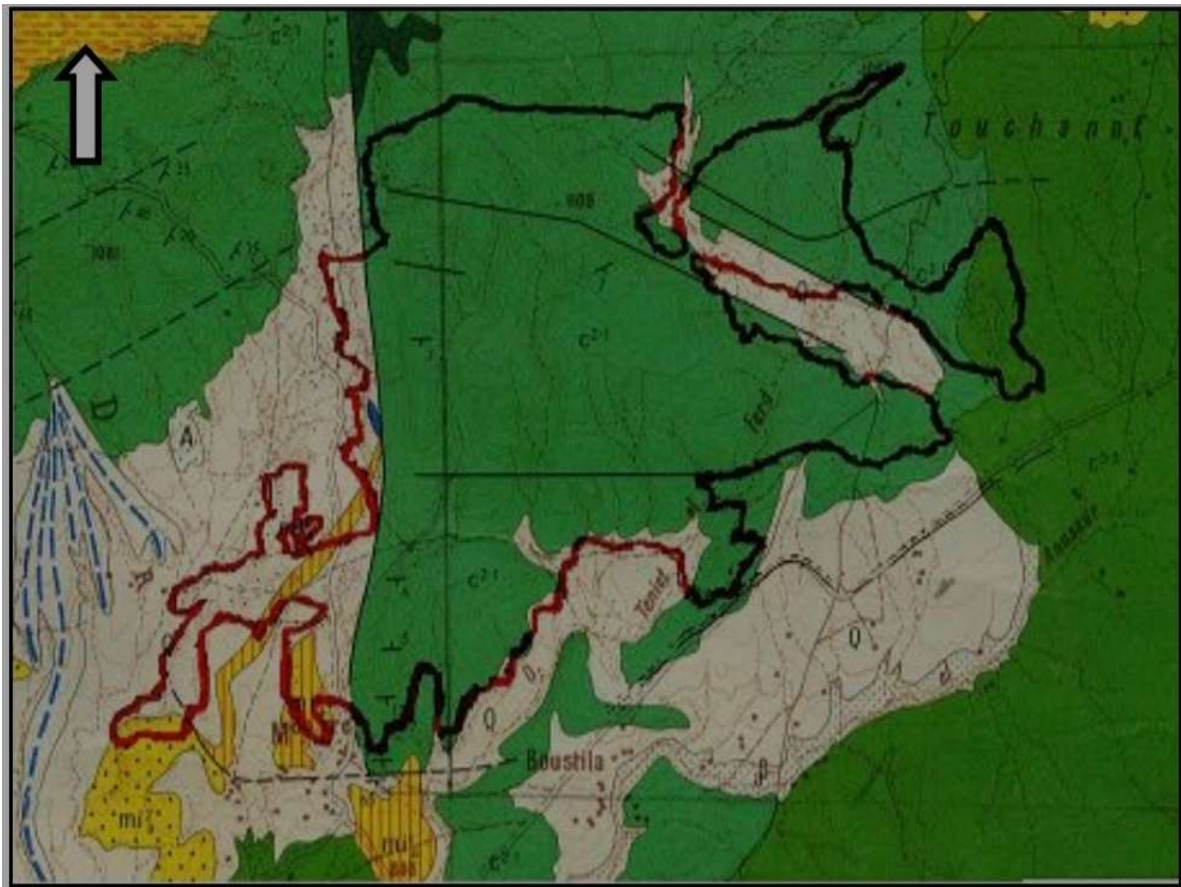


Figure 6: Géologie de la zone d'étude El-Haourane (Extrait la carte géologique de Tarmount)

2.1.3. Pédologie

En absence de cartes pédologiques de la région ; les principaux types de sols sont :

- Les sols minéraux bruts :

Ce sont des sols de profile (A)C, (A)R ou R contenant que des traces de matière organique dans les 20cm supérieur. Ils sont définis par une altération chimique et biologique nulle ou quasi nulle.

- Les sols isohumiques :

Cette classe est représentée par des sols de couleur noire liée à la matière organique tout au long de la profondeur. Ils sont caractérisés par un taux élevé d'argile.

- Les sols calcimagnésiques :

Ce sont des sols évolués avec une coloration liée rougeâtre aux oxydes de fer
Ces types des sols peuvent se forme à partie d'une roche mère calcaire ou enrichie en calcaire par altération des minéraux constitutifs.

- Les vertisols :

Ce sont des sols argileux du type 2/1 c'est-à-dire contenant une couche d'oxyde d'aluminium. Ils se gonflent et se rétractent alternativement sous l'action successive des périodes très humides et très sèche en général. Les vertisols sont de couleur foncée en rapport avec leur teneur en matière organique.

2.1.4. Climat

Pour d'étude climatique, nous avons utilisé les données récentes fournies par la station météorologique de M'sila

D'après le rapport de la F.A.O 1999, sur la région du HODNA, on relève un gradient de 40mm pour 100m pour la partie Nord et un gradient de 20mm pour 100mm pour la partie Sud.

Selon SELTZER (1946), pour l'Algérie non littorale, la température maximale diminue de 0.7°C pour une augmentation de 100m d'altitude par contre la température minimale diminue de 0.4°C pour la même tranche altitudinale.

A. Les précipitations

Les précipitations sont les apports d'eau parvenant au sol sous forme liquide (pluie ou rosée) ou solide (neige ou grêle) en provenance directe ou indirecte de la condensation de la vapeur d'eau atmosphérique. Les précipitations (pluie ou neige) sont mesurées à la surface de la terre en millimètres. Le "mm" correspond en volume, à une hauteur d'eau de 1 mm sur une surface plane de 1 m² (soit 1L).

Tableau 2: Répartition de la pluviométrie de les régions de M’Sila et El-Haourane (2006/2016).

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Aout	Totale	Moyenne
P(mm) Hammam dalâa	22.75	24.94	16.54	17.54	14.34	17.44	15.4	31.84	17.9	10.44	6.94	196.2	17.06
P(mm) El haourane	23.49	25.69	17.29	18.29	15.09	18.19	16.19	32.59	18.69	11.19	7.69	213.7	17.81

Source : Station météorologique de M'sila

D’après l’analyse des données recueillies aux prés du service météorologique de M'sila, les précipitations pour la période (2006/2016) dans la région de M'sila sont d’environ 204.5 mm de pluie annuellement et la région d'El-Haourane reçoit 213.47 mm de pluie par an. La répartition des pluviométries mensuelles à El-Haourane est illustrée dans la figure 12 ci-dessous.

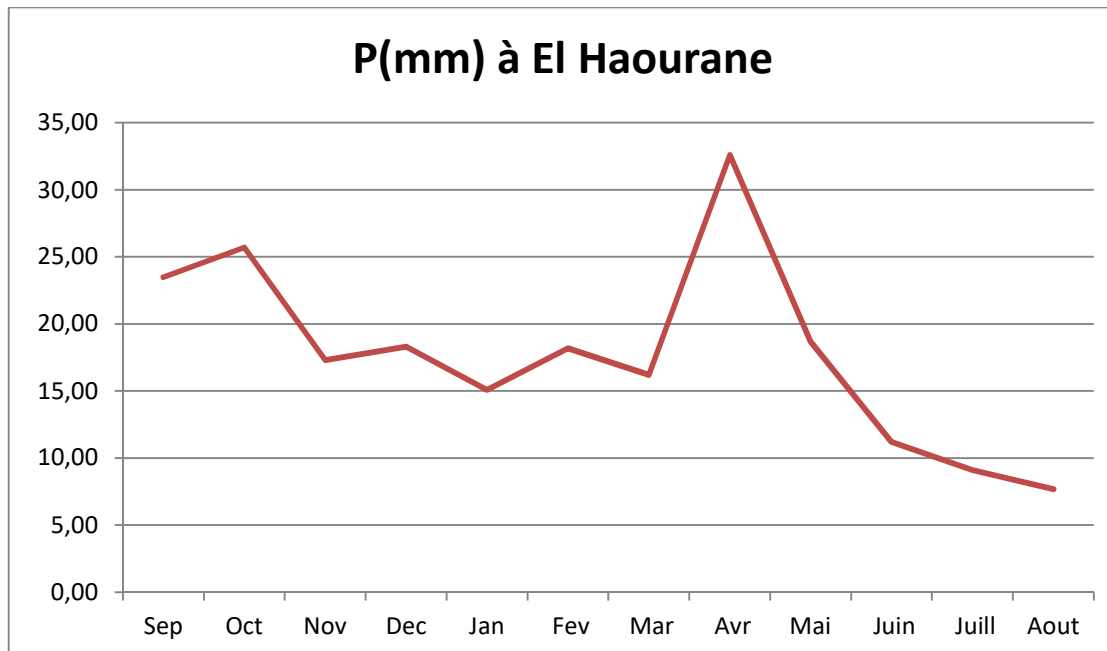


Figure 7: Variation mensuelle de la pluviométrie de la région El-Haourane (2006/2016).

Le maximum des précipitations est enregistré pendant le mois de Avril est de 32.59 mm, par contre le minimum est enregistré pendant le mois d’Août de 7.69 mm. Environ 55.27 % des précipitations tombent en Hiver et en Automne.

B. Le régime saisonnier

Il faut savoir que les saisons suivent exactement le cumul des précipitations de leurs mois respectifs (Tab. 3).

Tableau 3: Répartition de la pluviométrie par saison de la région d'El-Haourane (2006/2016).

	Mois	P(mm)	Précipitations saisonnières	Précipitations saisonnières en (%)	Régime saisonnier
Hiver	Septembre	23.49	22.16	31.07	H
	Octobre	25.69			
	Novembre	17.29			
Printemps	Décembre	18.29	17.27	24.22	P
	Janvier	15.09			
	Février	18.44			
Eté	Mars	16.44	22.57	31.65	E
	Avril	32.59			
	Mai	18.69			
Automne	Juin	11.19	9.32	13.07	A
	Juillet	9.08			
	Aout	7.69			
/	Totale	213.97	71.32	100	/

La figure 8 qui indique les précipitations saisonnières, montre que globalement les saisons automne (A) et printemps (P) sont les plus arrosées (62.71%) par rapport aux précipitations annuelles.

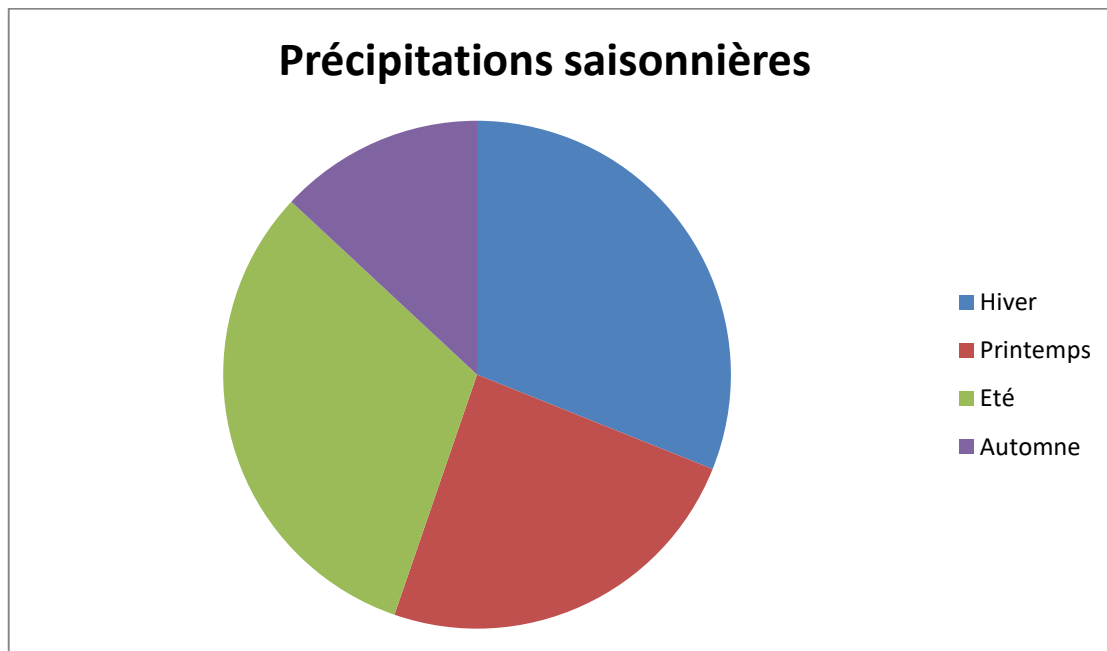


Figure 8: Répartition saisonnière des précipitations

Le pin d'alep se développe dans les zones semi-arides à faible pluviométrie de 300 à 450mm. (MAATOUG, 1998). Notre région d'étude, le graphique révèle que la station d'EL-Haourane figure dans le régime saisonnier de type PAHE, où l'été est la saison la moins arrosée (13.07%), alors que l'automne (31.07%) et le printemps (31.65%) sont les saisons

les plus pluvieuses de l'année. Ce caractère montre l'appartenance du climat de la région au climat méditerranéen selon DAGET (1977).

C. Les températures

Les températures résultent avant tout du rayonnement solaire, dont l'intensité varie en fonction de son angle d'incidence (l'intensité est d'autant plus forte que le rayonnement est proche de l'équateur). En effet la production de chlorophylle est influencée par la température ainsi que la production de matière sèche (rendement).

Tableau 4: Températures mensuelles maximales (M), minimales (m), moyennes (M+m)/2 et amplitude thermique (M-m) de la région El-Haourane (Période 2006 à 2016)

Température	Max	Min	(M-M)/2	M-m
Septembre	33.65	-1.36	16.15	35.01
Octobre	29.02	-1.84	13.59	30.86
Novembre	20.04	-2.35	8.845	22.39
Décembre	14.69	-2.13	6.28	16.82
Janvier	15.18	-4.13	5.525	19.31
Février	17.07	-4.48	6.295	21.55
Mars	23.01	-2.08	10.47	25.09
Avril	27.55	1.97	14.76	25.58
Mai	32.19	6.37	19.28	25.82
Juin	36.29	11.58	23.94	24.71
Juillet	36.29	16.57	26.43	19.72
Aout	39.09	17.14	28.12	21.95
Moyenne	27.01	2.9383	14.97	24.07

C.1. Températures moyennes mensuelles

Nous observons que pour l'ensemble des données, le mois de février est le mois le plus froid (moyenne de -4.38 °C). Cette moyenne correspond aux températures favorables au développement du Pin d'Alep .

On constate que la température et l'éclairement varient au cours de l'année: progressivement, ils augmentent de l'hiver jusqu'à l'été et diminuent de l'été jusqu'à l'hiver. Cela s'explique par la hauteur du Soleil qui varie selon les saisons : le Soleil est plus haut à midi dans un ciel d'été que dans un ciel d'hiver. Ceci divise l'année en deux saisons distinctes: une saison froide et une saison chaude (caractéristiques du climat méditerranéen):

* Une saison froide de six (06) mois s'étalant de Novembre jusqu'à Avril.

* Une saison chaude de six (06) mois qui s'étale du mois de Mai au mois d'Octobre

C.2. Températures maximales

La température maximale (M) est la plus élevée observée au cours de la journée. Elle se produit le plus souvent en cours d'après-midi.

C.3. Températures minimales

La température minimale (m) est la plus basse observée au cours d'une journée de 24 heures. Elle se produit le plus souvent vers le lever du jour ou dans l'heure qui suit.

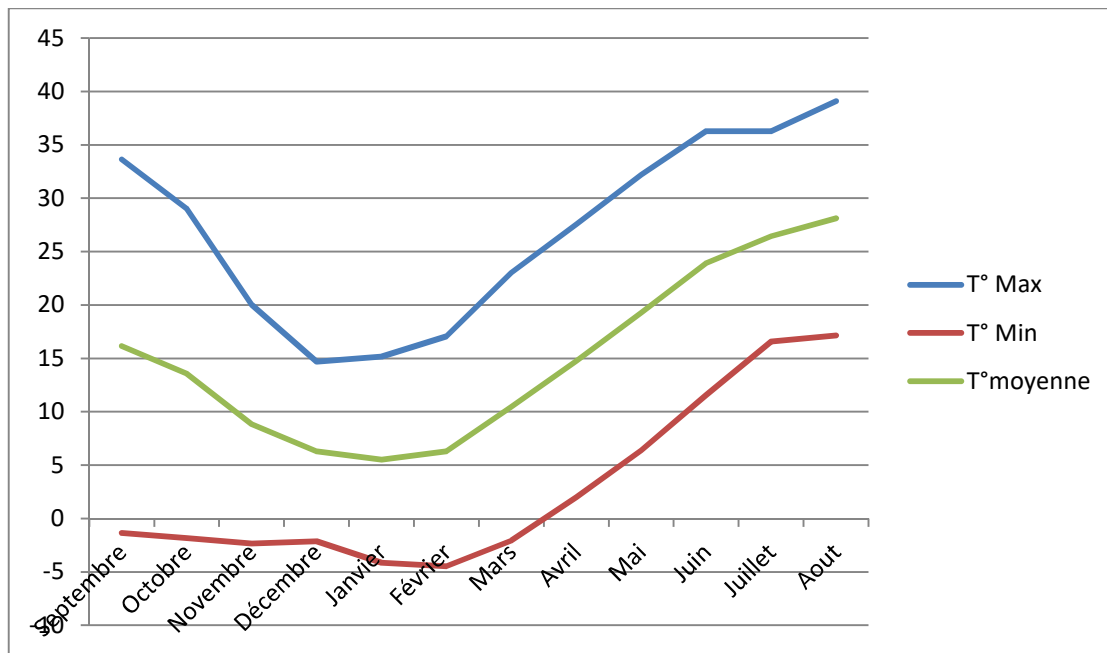


Figure 9: Evolution des températures durant l'année (Période 2006-2016)

C.4. L'amplitude thermique

L'amplitude thermique est la différence entre la température la plus élevée et la température la plus basse, à un endroit précis et pendant une période déterminée. Celle-ci peut être calculée quotidiennement, mensuellement ou annuellement.

La figure 10 correspond de station de El-haourane et montre les amplitudes thermiques. Elles sont importantes en été (juin; juillet et août) par contre elles sont moins importantes en hiver (décembre; Janvier et Février).

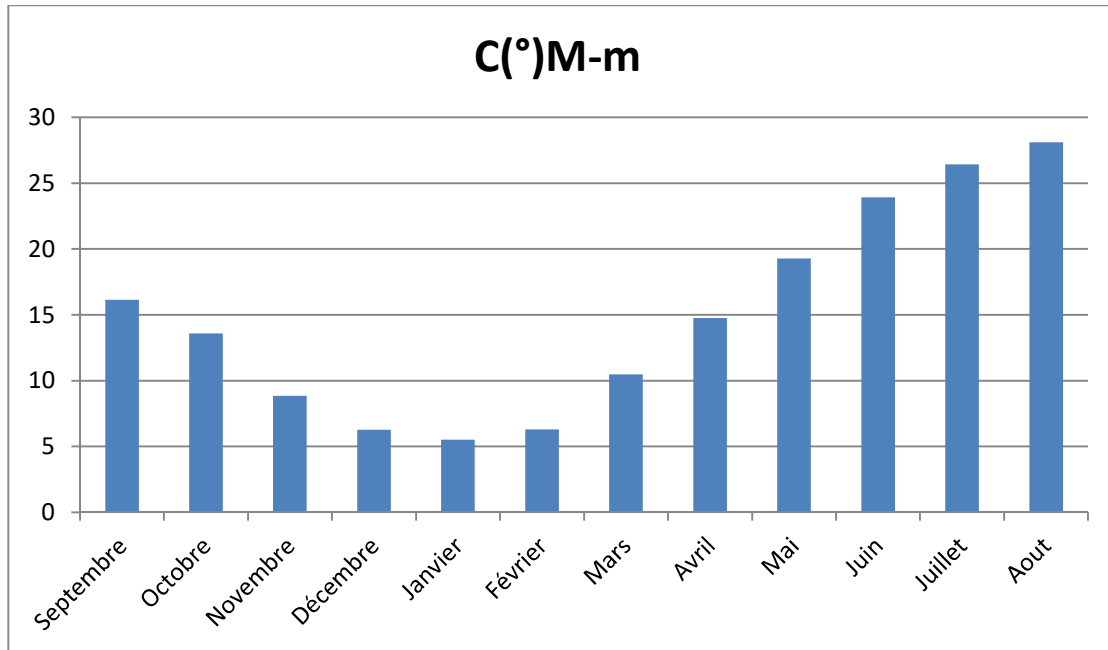


Figure 10: Amplitude thermique de la région El-Haourane (période 2006-2016)

D- Synthèse bioclimatique

Selon BOURBOUZE et al. (1987) la diversité climatique de la steppe se caractérise par trois contraintes majeures :

- * L'aridité notamment en saison chaude.
- * La plus ou moins grande rigueur de la saison froide.
- * Une importante variabilité climatique d'un mois à l'autre et d'une année à l'autre.

D.1. Diagramme ombrothermique de Gaussen

Le diagramme ombrothermique de Gaussen permet de calculer la durée de la saison de sèche. Il tient compte de la pluviosité moyenne mensuelle et de la température moyenne mensuelle qui sont portées sur un axe où l'échelle de la pluviosité est double de celle de la température.

Un mois est considéré comme «sec» si la pluviosité (mm) est égale ou inférieure au double de la température T°C ($P \leq 2 T$). (Fig. 11).

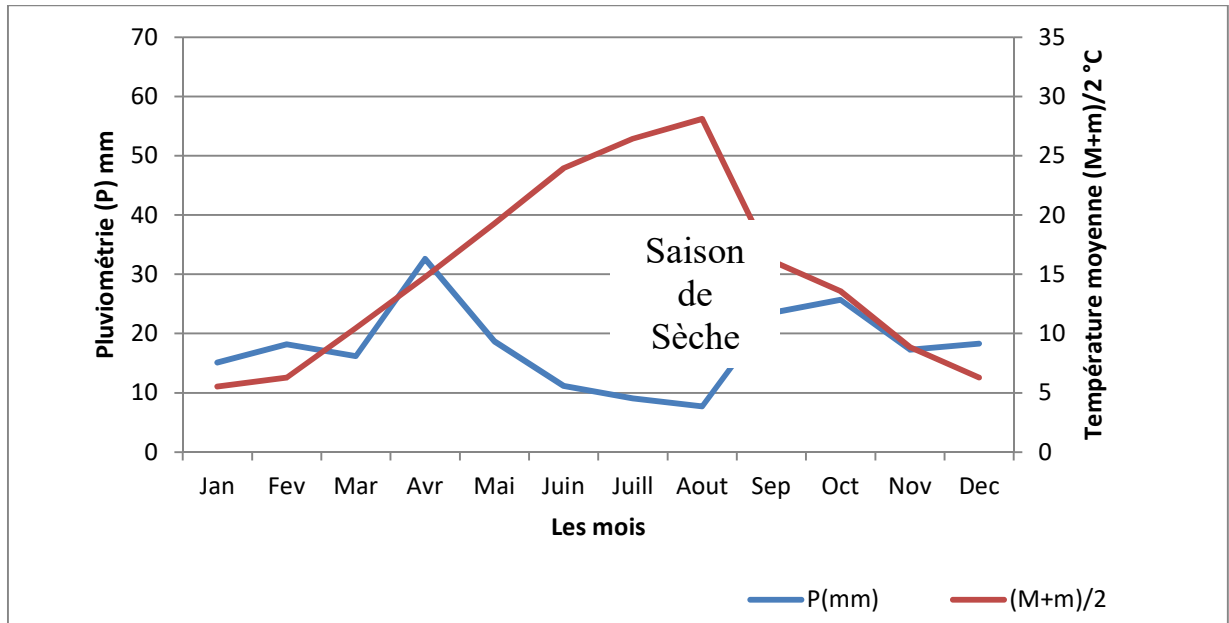


Figure 11: Diagramme Ombrothermique de la région d'étude (2006/2016)

La région d'étude présente une saison de sèche (déficit hydrique pour la végétation) qui s'étale de la fin du mois d'Avril à la fin du mois d'Octobre (Fig. 11) ce qui dénote le caractère méditerranéen de la zone d'étude.

D.2. Quotient pluviothermique d'EMBERGER

Il s'agit d'un indice climatique visant à traduire d'un écosystème dont l'équation est:

$$Q_2 = \frac{2000 P}{M^2 - m^2}$$

Avec :

P : pluviosité moyenne annuelle (en mm)

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en Kelvin;

m : moyenne des minima du mois le plus froid en Kelvin.

EMBERGER a précisé 5 étages bioclimatiques: humide, sub-humide, semi-aride, aride et saharien et avec 4 variantes thermiques correspondantes (Fig. 12):

*A hiver froid : $m < 0^\circ\text{C}$

*A hiver frais : $0 < m < 3^\circ\text{C}$

*A hiver doux ou tempéré: $3 < m < 5^\circ\text{C}$.

*A hiver chaud $m > 7^\circ\text{C}$.

Application de quotient pluviométrique d'EMBERGER :

Tableau 5: Quotient pluviométrique d’Emberger de la région El-Haurane (2006-2016)

Caractéristiques du climat d’El-Haurane						
P(mm)	Mois le plus chaud	M(°C)	Mois le plus froid	m(°C)	Q ₂	Etage bioclimatique
213.47	Aout	27.01	Janvier	2.93	49.4	Semi-aride à hiver frais

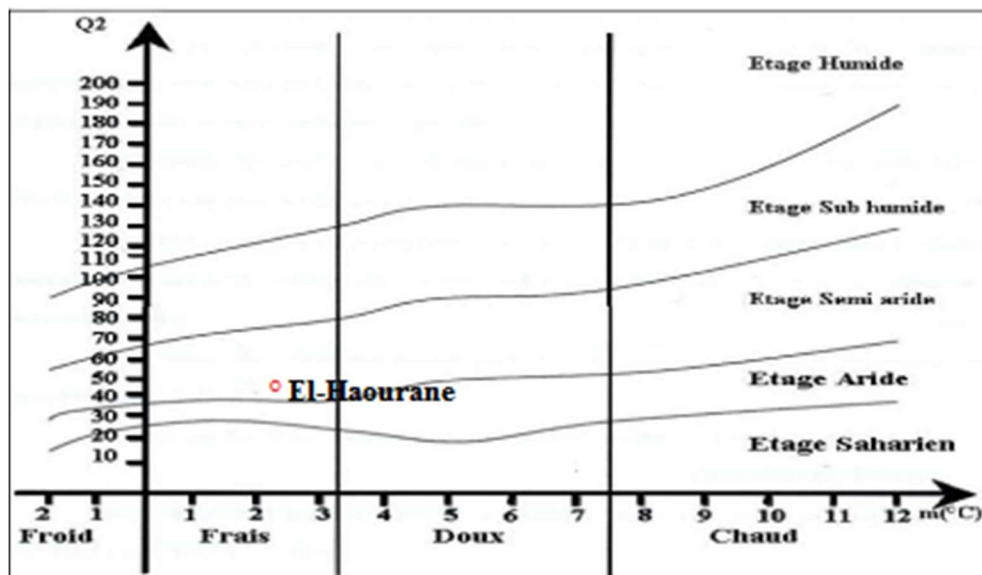


Figure 12: Climagramme d’Emberger pour la zone El-Haurane

3. Méthodologie de Travail

Introduction

Cette partie a pour but de présenter la méthodologie de travail adoptée lors de notre étude réalisée sur le pin d’Alep au cours de l’année universitaire 2021-2022 ou l’objectif de ce travail est de comparer entre une forêt naturelle et une forêt artificielle potentielle.

3.1. Site d’étude

La zone de notre d’étude se situe sur deux versants différents du foret du Haouran, le versant nord est une distribution naturelle de pin d’Alep (Fig. 15), tandis que le versant sud est un reboisement artificiel avec une structure différente (Fig. 14).



Figure 13: Reboisement



Figure 14: Forêt naturelle

3.2. Le sol

Le sol un complexe dynamique prend naissance et évolue en constituant un profil. Le sol est une des composantes essentielles de la 'terre' et de écosystèmes qui sont tous deux concepts plus larges englobant la végétation, l'eau et le climat dans le cas des terres, et en plus de ces trois aspects, des considération sociales et économiques dans le cas des écosystèmes.

3.2.1. Echantillonnage de sol

La zone d'étude présente à la fois un reboisement au stade perchis et une forêt naturelle bien venante au même stade sylvicole mais avec la présence de quelque pieds de sujets âgés de stade sylvicole futaie et vieille futaie.

Ces deux formations reposent sur la même nature géologique à savoir le cénomaniens qui ne se caractérise par une série presque totalement marneuse, le sommet est constitué par une séquence calcaire-dolomitique des marnes vertes à gypse.

Nous avons procédé à un échantillonnage subjectif dans la forêt naturelle et le reboisement où afin de caractériser pédologiquement nous nous sommes intéressés à la prise des premiers centimètres dans chaque type de formation avec un prélèvement superficiel « PS » et un autre profond « PP ». Selon **Smettan et al. (1993)**, le niveau de prélèvement du sol concerne non une étude pédologique détaillée mais plutôt une caractérisation pédologique du milieu d'étude d'une part et de l'autre **Halitim (1988)** rapporte que dans les régions steppiques, les relations sol-végétation ne font intervenir que les horizons superficiels.

Après collecte des échantillons de sol au nombre de **04** à raison de deux (**02**) échantillons de sol du lieu d'étude pour chaque type de formations, ces derniers ont été numérotés et étiquetés pour être analysés.

3.2.2. Matériel utilisé

Pour mener à bien l'examen du sol en place, nous avons eu recours au matériel suivant :

- Des outils pour creuser (pioche);
- Des sachets pour recueillir et transporter les échantillons de sol;
- Une caméra pour prise de photo sur place;
- Etiquettes pour identification des prélèvements des échantillons de sol.

3.2.3. Période d'échantillonnage

La date de prélèvement des échantillons du sol a eu lieu le courant du mois de Février 2022.

3.2.4. Préparation des échantillons

Les échantillons de sol ont été séchés à l'air libre, broyés et tamisés à 2 mm, pour obtenir de la terre fine qui va servir à toutes les analyses physico-chimiques du sol (Photos 1 et 2).

Photo 1 : Broyage des échantillon de sol



Photo 2 : Tamisage des échantillons de sol



3.2.5. Méthodes d'analyses au laboratoire des caractéristiques physico-chimiques du sol

Sur la fraction fine nous avons effectué les analyses suivantes :

- Le pH

Les mesures ont été réalisées à l'aide pH-mètre à l'électrode de verre sur une suspension de terre fine avec un rapport sol/eau 1/5. Ces mesures ont intéressé la détermination de pH_{eau} , et du pH_{KCl} par la méthode d'Aubert (1978).

- pH_{eau} : Le pH eau du sol mesuré dans une suspension sol/eau après un repos d'eau moins une heure. la lecture se fait sur le pH mètre lorsque l'aiguille est stabilisée.
- pH_{KCl} : se fait de la même manière que le pH eau mais après une nuit de contact entre le sol et la solution de KCl une fois normale (KCl 1N).

- La conductivité électrique (CE)

Elle est réalisée de la même manière que le pH eau (1/5), elle à été mesurée à l'aide d'un conductimètre selon un rapport sol/eau : 1/5. Elle est exprimée en (uS/cm à 25°C). La détermination de la CE a été par la méthode d'Aubert (1978).

- Dosage de calcaire total ($CaCO_3$)

Le taux du calcaire total est déterminé par la méthode volumétrique ; le volume de gaz carbonique dégagé lors de la réaction est mesuré à l'aide d'un burette à gaz (le Calcimètre de Bernard) (DAKAR ,2008).

- Dosage de calcaire actif (Drouineau- Galet)

Le calcaire active est une partie de calcaire total qui se trouve dans le sol à des dimensions Très fines.

Pour doser le calcaire active, on exploité la propriété de calcaire à se combiner aux oxalates Pour précipiter sous forme d'oxalate de calcium.

- Analyse de gypse ($Ca SO_4 ,2H_2 O$)

Pour le gypse, on a utilisé la méthode de $BaCl_2$.

Cette méthode se base sur la détermination du taux des sulfates par calcination, puis calcul du taux de gyps.

- Le carbone organique et la matière organique

La teneur en carbone organique est déterminée directement par la méthode de (Walkley et Black), qui basé sur oxydation de la matière organique par une quantité en Excès de bichromate de potassium en milieu sulfurique à température contrôlée.

La teneur en matière organique est déduite à partir de la valeur issue de l'analyse Du carbone organique par la formule suivant:

$$\text{Matière organique} = \text{Carbone organique} * 1.724$$

3.3. La végétation

Le couvert végétal a été étudié dans les zones ou l'enquête a été effectuée. Nous avons effectué un relevé floristique et ses compléments dans la forêt naturelle et de même dans la forêt artificielle (reboisement). Nous avons obtenu des relevés précis de la répartition du couvert végétal. Nous avons mené des relevés dans différentes direction d'ouest en est et

du nord au sud, la longueur du cercle atteint dans lequel la couverture végétale a été relevée était d'environ 5m et entre chaque station et une autre il y a environ 100m.

3.3.1. Matériel de prélèvement

- Un coteau et un Pichon;
- Des sachets en plastique;
- Appareil photo;
- Etiquettes.

3.3.2. Période des relevés de végétation

La date prélèvement de la végétation a eu le 10/03/2022 en raison des apparitions massives des espèces végétales.

3.3.3. Identification des espèces

Pour établir la liste des espèces végétales, les espèces collectées ont été bien manipulées et emportées au laboratoire en vue de confirmer l'identification ou de les identifier.

Pour ce faire, nous avons eu recours à:

- ✓ La flore de l'Algérie et des régions méridionales (**Quézel et Santa, 1962 et 1963**).
- ✓ La flore du Sahara (**Ozenda, 2004**).

Les spécimens de la végétation ont été déterminés par les enseignants **Dj. Sarri** et **A. Zedam** de l'Université de M'Sila (Faculté des Sciences) où la nomenclature adoptée étant celle de **Quézel et Santa (1962 et 1963)**.

Chapitre 3 :

Résultat et

Discussion

Introduction

L'analyse des résultats est une étape déterminante afin d'en tirer hypothèses, certitudes et conclusions sur le facteur influençant les variations ou la confirmation d'absence de relation entre la sol et la végétation.

1. Les paramètres du sol

Les analyses physico chimiques de sol concernent les variables suivantes :

- ✓ Humidité
- ✓ L'acidité actuelle (pH eau)
- ✓ L'acidité potentielle (pH KCL)
- ✓ La conductivité électrique (uS/cm)
- ✓ Le calcaire total
- ✓ Le calcaire actif
- ✓ Matériel organique
- ✓ Gypse

1.1. Humidité

L'analyse de la variance a montré une différence hautement significative pour le facteur humidité (tableau 6). La forêt naturelle présente une moyenne de 10.86 par contre le reboisement présente 8.04 (tableau 6).

Tableau 6: Analyse de la variance de l'humidité dans la forêt naturelle et le reboisement

	Les station	PS	PP	Moyen de humidité
Foret naturelle	ST(1)	10,02	10,22	10,86
	ST(2)	11,4	11,8	
Reboisement	ST(1)	8,3	8,55	8,04
	ST(2)	7,4	7,9	

Malgré que les deux valeurs ne sont pas vraiment loin l'une de l'autre, mais on peut expliquer cette différence par le fait que les deux stations se différencient dans l'une des trois propriétés à savoir: texture, structure et porosité (Fig. 15). Ce ci traduit et définit bien le volume de la réserve hydrique du sol (CALVET, 2003).

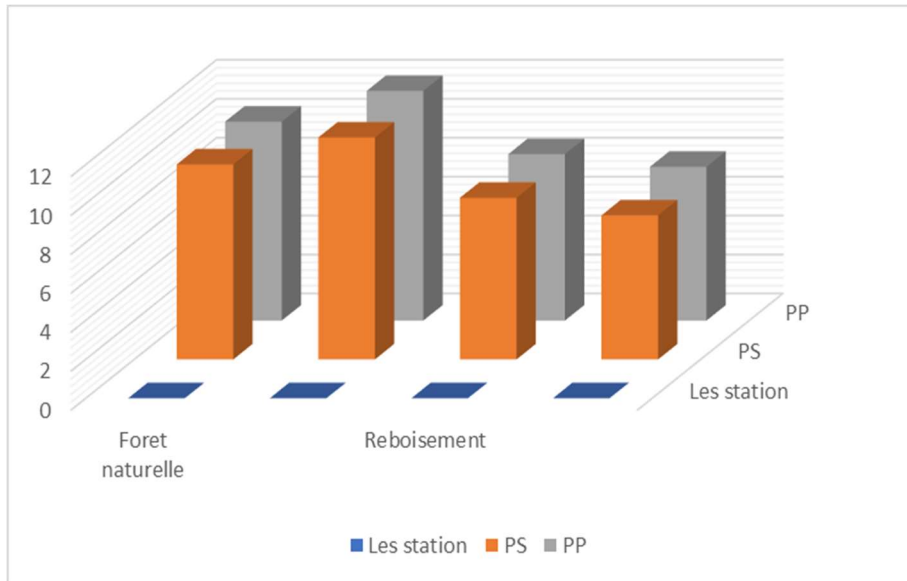


Figure 15: Variation de l'humidité du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement

D'une autre part le prélèvement profond présente du moins des valeurs d'humidité supérieures à son homologue superficiel où cette différence peut s'expliquer par la position du premier loin des vents desséchants et la température relativement élevée des couches superficielles du sol.

1.2. Le pH

1.2.1. pH_{eau}

L'analyse de la variance a montré une différence non significative (Tab. 7). En effet les analyses du laboratoire ont indiqué que les deux stations possèdent un pH neutre avec des valeurs très voisines à savoir 7.74 pour la forêt naturelle contre 7.48 pour le reboisement. L'inexistence de différence est probablement due à la même formation géologique du sol ce qui veut dire une même roche mère et peut être mêmes les propriétés chimique du sol.

Tableau 7: Analyse de la variance de pH_{eau} dans la forêt naturelle et le reboisement

	Les station	PS	PP
Foret naturelle	ST(1)	7,92	7,8
	ST(2)	7,4	7,86
Reboisement	ST(1)	7,85	7,2
	ST(2)	7,6	7,3

La différence entre les valeurs des moyennes de Ph_{eau} du sol dans la a Forêt naturelle et le reboisement et de même est relativement faible ce qui sous-entend peut être les mêmes les propriétés chimique du sol (Tab. 8).

Tableau 8: Les moyennes de pH eau du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement

Reboisement	Forêt naturelle
7.48	7.74

1.2.2. pH_{KCl}

La différence entre le pH eau et pH KCl montre que le sol est désaturé. L'analyse de la variance a montré une différence non significative (Tab. 9) ou les moyennes sont respectivement de 6.5 et 6.6 pour la Forêt naturelle et le reboisement (Tab. 10 et Fig. 16).

Tableau 9: Analyse de la variance de pH_{KCl} dans la forêt naturelle et le reboisement

	Les station	PS	PP
Foret naturelle	ST(1)	6,33	6,7
	ST(2)	6,4	6,58
Reboisement	ST(1)	6,48	6,6
	ST(2)	6,4	6,3

Tableau 10: Les moyennes du pH_{KCl} dans la forêt naturelle et le reboisement

Reboisement	Forêt naturelle
6.6	6.5

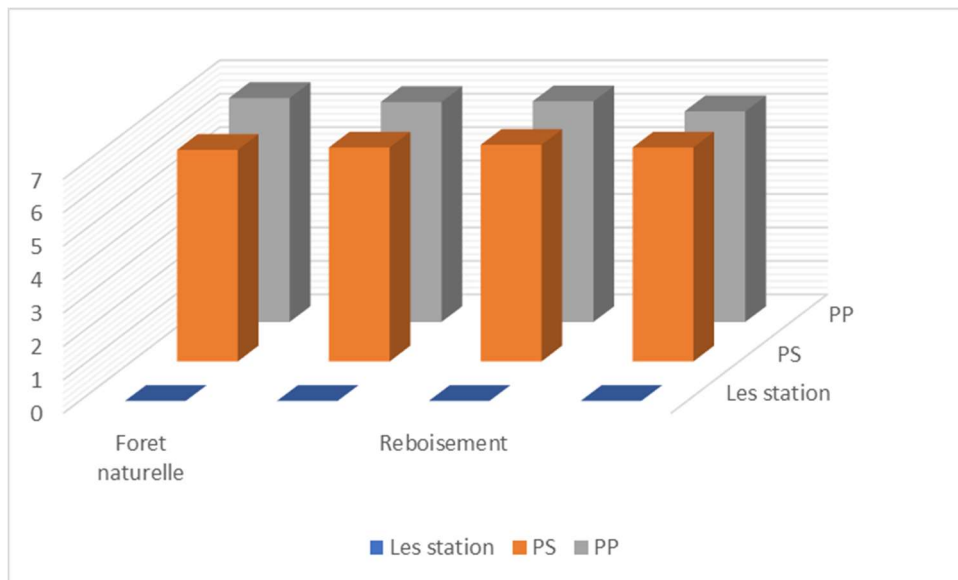


Figure 16: Variation du pH_{KCl} du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement

1.3. CE

En utilisation l'échelle européenne les résultats des deux Forêt s naturelle et artificielle indiquent que les deux sols sont non salés ou l'analyse de la variance a montré une différence non significative (Tab. 11). Ce paramètre édaphique présente des moyennes

de 149.25 uS/cm pour la Forêt naturelle et 138.58 uS/cm pour la reboisement (Tab. 12 et Fig.17).

Tableau 11: Résultat de l'analyse de la variance de la conductivité électrique

	Les station	PS	PP
Foret naturelle	ST(1)	155	143
	ST(2)	178	121
Reboisement	ST(1)	138	119
	ST(2)	170,33	127

Tableau 12: les moyennes de conductivité électrique

Reboisement	Forêt naturelle
138.58 uS/cm	149.25uS/cm

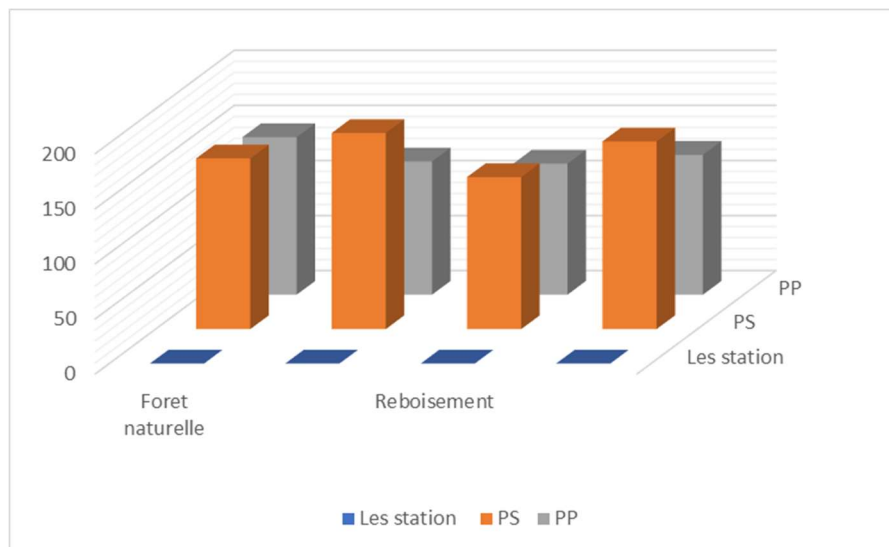


Figure 17: Variation de la CE du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement

1.4. Le calcaire

1.4.1. Calcaire total

Les résultats obtenus on a trouvé que le sol de la forêt naturelle est fortement calcaire par contre le sol du reboisement est moyennement calcaire. L'analyse de la variance à indiquer une différence très hautement significative ou les moyennes de cette caractéristique sont respectivement 36.375 et 18.182 pour la forêt naturelle et le reboisement (Tab. 13 et 14 et Fig. 18). Cette différence est due à la nature et substrat géologique.

Tableau 13: résultat de l'analyse de la variance du calcaire total

	Les station	PS	PP
Foret naturelle	ST(1)	25	30
	ST(2)	40,55	49,88
Reboisement	ST(1)	7	16
	ST(2)	31	18,33

Tableau 14: les moyennes du calcaire total

Reboisement	Forêt naturelle
18.182	36.357

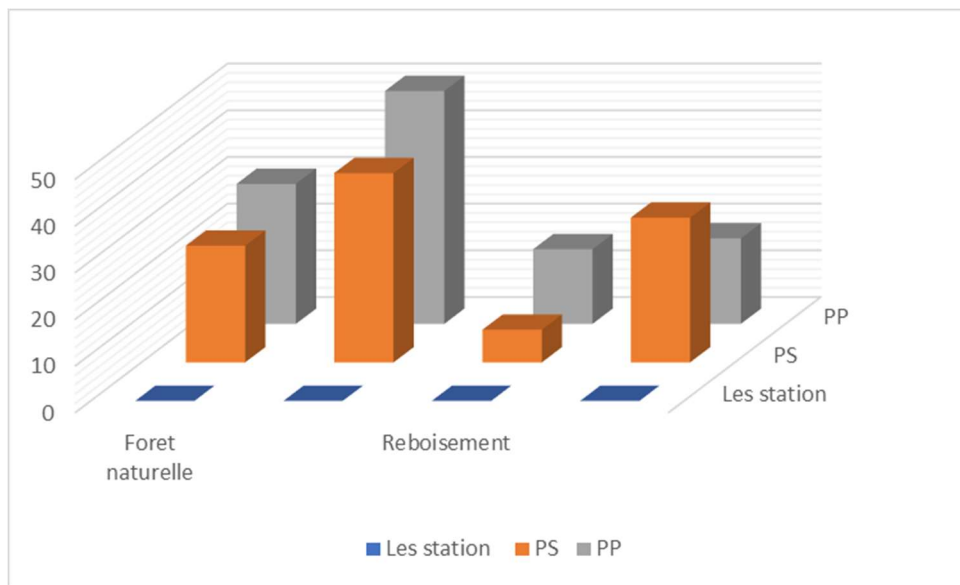


Figure 18: Variation du Calcaire total du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement

1.4.2. Calcaire actif

Ce paramètre a montré une différence très hautement significative (Tab. 15) avec des moyenne 19.8 Pour la Forêt naturelle et 10.2 pour le reboisement (Tab. 16). Cette différence peut être due toujours à nature géologique des roche mères (Fig. 19).

Tableau 15: résultat de l'analyse de la variance du calcaire actif

	Les station	PS	PP
foret naturelle	ST(1)	17	20
	ST(2)	12	30,55
reboisement	ST(1)	8,4	5
	ST(2)	11,5	16

Tableau 16: les moyennes de calcaire actif

Reboisement	Forêt naturelle
10.225	19.887

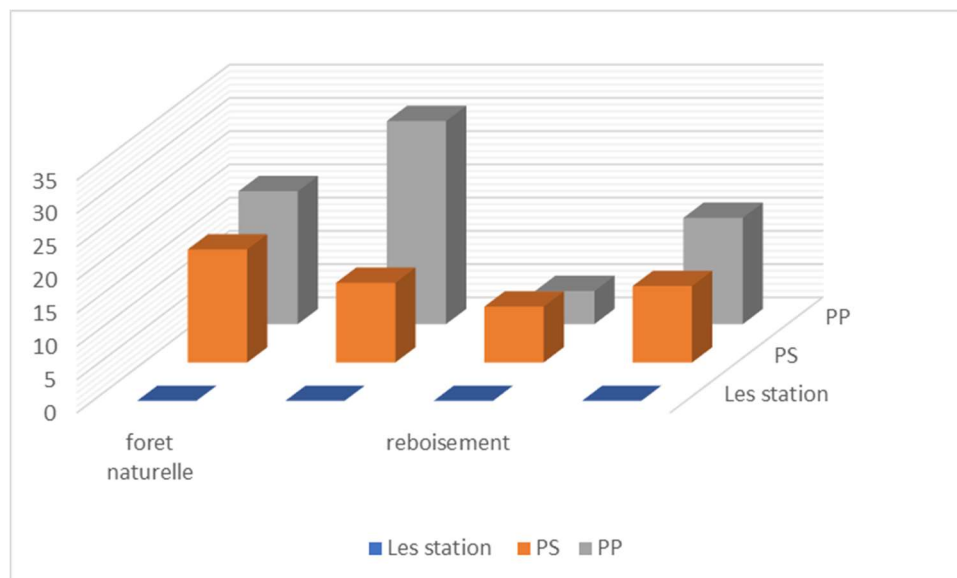


Figure 19: Variation du Calcaire actif du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement

1.5. Matière organique (MO)

Les résultats obtenus ont montré que le sol de la forêt naturelle est riche en matière organique

Par rapport au sol de reboisement l'analyse de variance indique une différence très importante. Ou les moyennes de cette caractéristique sont respectivement de 22.1 et 4.325 pour les forêts naturelles et reboisement (tableaux 17-18) Figure (20) cette différence est due à la nature et Base géologique.

Tableau 17: résultat de l'analyse de MO

	Les station	PS	PP
Forêt naturelle	ST(1)	16,2	33,2
	ST(2)	17	22
Reboisement	ST(1)	2,3	3,3
	ST(12)	1,25	1,8

Tableau 18: les moyenne de la MO

Reboisement	Forêt naturelle
4.325	22.1

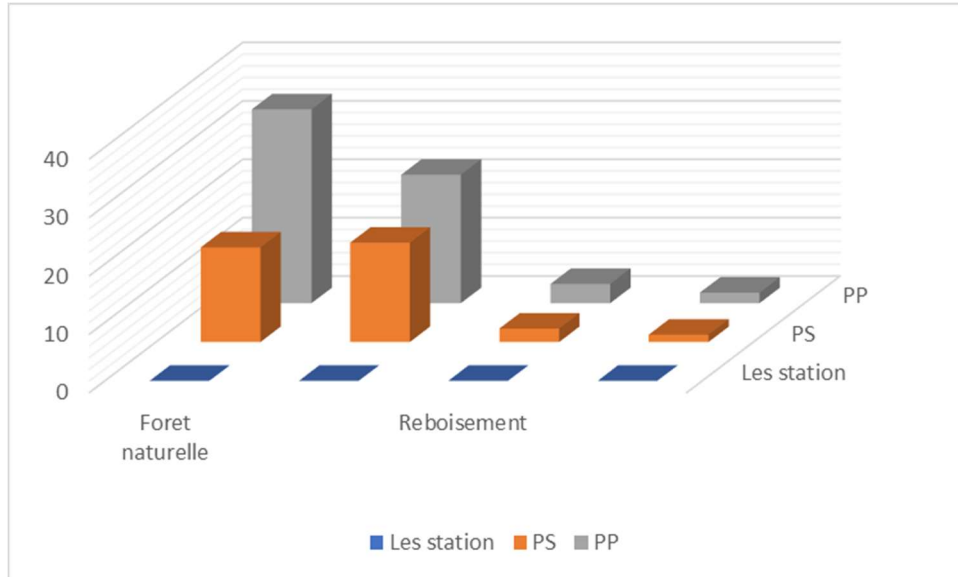


Figure 20: Variation de la matière organique du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement

1.6. Gypse

L'analyse de la variance a décollé une différence pour cette caractéristique ou la Forêt naturelle présente une moyenne de 1.37 face au reboisement qui présente 2.99 (voir les tableaux 19 et 20). Ces valeurs font que les deux sols sont classés dans la même gamme du point de vue leur richesse en gypse; il s'agit de sols non gypseux (Fig. 21).

Tableau 19: Résultat de l'analyse de la variance du gypse

	Les station	PS	PP
forêt naturelle	ST(1)	1,5	1,8
	ST(2)	1,05	1,13
reboisement	ST(1)	3,5	4,5
	ST(2)	2,24	1,73

Tableau 20: les moyennes du gypse

reboisement	Forêt naturelle
2.992	1.37

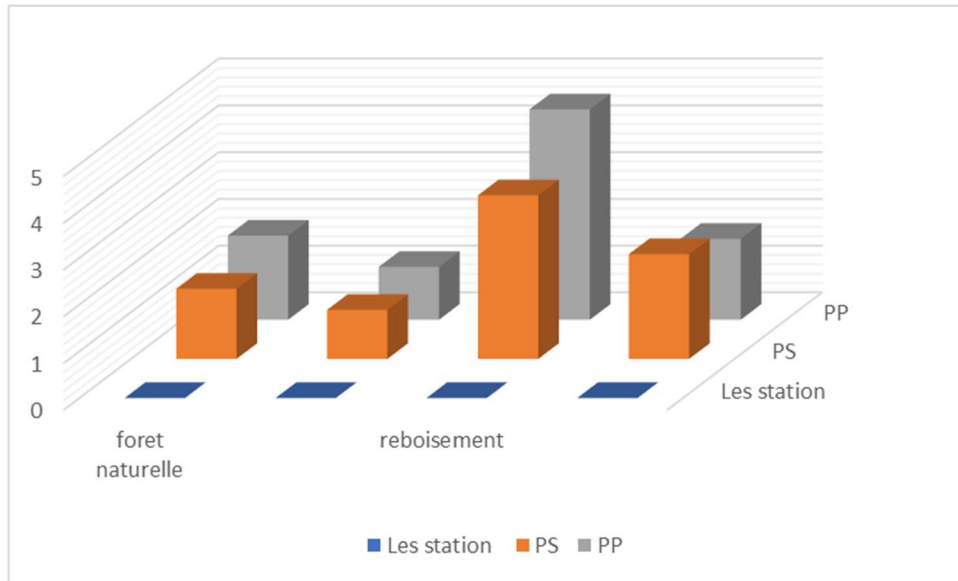


Figure 21: Variation du gypse du sol dans la Forêt naturelle et le reboisement

2. PARAMETRE VEGETAL

2.1. Richesse botanique

L'issue de l'inventaire floristique menée dans notre zone d'étude d'El Houarane, les espèces inventoriées la forêt naturelle sont montées dans le tableau 21 ci-dessous.

Tableau 21: Espèces végétales inventoriées dans la zone d'étude de El Houarane

	Espèces	Famille	Type biologique	Type
Forêt naturelle	<i>Pinus halepensis</i> Mill	Pinaceae	Phanérophyte	Ligneuse Vivace
	<i>Cortaderia selloana</i> Asch. &	Poaceae	Hémicryptophyte	Hérbacée Vivace
	<i>Juniperus phoenicea</i> L.	Cupressaceae	Phanérophyte	Ligneuse Vivace
	<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	Oleaceae	Phanérophyte	Ligneuse Vivace
	<i>Salvia rosmarinus</i> Spenn.	Lamiaceae	Chaméphyte	Hérbacée Vivace
	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	Anacardiaceae	Phanérophyte	Ligneuse Vivace
	<i>Retama sphaerocarpa</i> (L.) Boiss.	Fabaceae	Phanérophyte	Ligneuse Vivace
Reboisement	<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav.	Brassicaceae	Thérophyte	Hérbacée
	<i>Matthiola longipetala</i> (Vent.) DC.	Brassicaceae	Thérophyte	Hérbacée
	<i>Muscari neglectum</i> Guss. ex Ten.	Asparagaceae	Géophytes	Hérbacée vivace
	<i>Plantago lagopus</i> L.	Plantaginaceae	Thérophyte	Hérbacée
	<i>Isatis tinctoria</i> L.	Brassicaceae	Hémicryptophytes	Bisannuelle
	<i>Erodium botrys</i> (Cav.) Bertol.	Geraniaceae	Thérophyte	Hérbacée
	<i>Globularia alypum</i> L.	Globulariaceae	Chaméphyte	Ligneuse vivace
	<i>Senecio leucanthemifolius</i> Poir.	Asteraceae	Thérophyte	Hérbacée
	<i>Anthemis arvensis</i> L.	Asteraceae	Thérophyte	Hérbacée
	<i>Bunias erucago</i> L.	Brassicaceae	Thérophyte	Hérbacée
	<i>Erodium ciconium</i> (L.) L'Hér.	Geraniaceae	Thérophyte	Hérbacée
	<i>Iberis amara</i> L.	Brassicaceae	Thérophyte	Hérbacée
	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	Poaceae	Hémicryptophyte	lignneuse vivace
	<i>Filago pyramidata</i> L.	Asteraceae	Thérophyte	Hérbacée
	<i>Tulipa sylvestris</i> L.	Liliaceae	Géophyte	Hérbacée vivace

Il ressort du tableau 21 ci-dessus que la forêt naturelle présente uniquement 05 espèces végétales contre 15 espèces végétales pour la forêt artificielle (Reboisement). Pour ce qui est de l'abondance des familles la première renferme 05 familles et la seconde présente 08. La famille la plus abondante dans la région est celle des Brassicaceae et qui englobe 05 espèces suivie de la famille des Asteraceae avec 03 espèces, les Poaceae avec 02 espèces et les Geraniaceae avec 02 espèces. Le reste des familles sont les moins abondantes et sont toutes monospécifiques (Fig. 22).

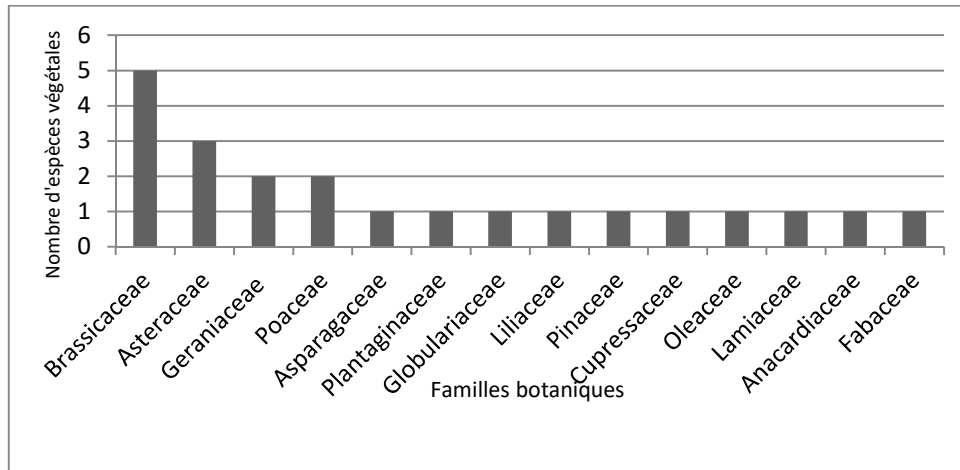


Figure 22: Importance des espèces par famille botanique

2.2. Aspect écologique de la végétation

2.2.1. Type biologique

Le type biologique d'une plante est une expression de cette plante face aux influences des processus biologiques imposés (compétition, concurrence ...) et qui sont sous l'influence du milieu de vie (Polumin,1967).

Le système de Rankiaer (1934) qui tient en compte la dormance et de la situation des bourgeons qui abritent les tissus méristémateux de croissance organisés pour traverser la période critique du cycle saisonnier qui peut être l'hiver à cause du froid ou l'été à cause de la sécheresse, et distingue ainsi les catégories suivantes de type biologique : Phanerophytes, Chaméphytes, Hémicryptophytes, Géophytes et Thérophytes.

Les figures 23 et 24 montrent la répartition des types biologiques en fonction du nombre d'espèces présentes respectivement dans la forêt naturelle et le reboisement.

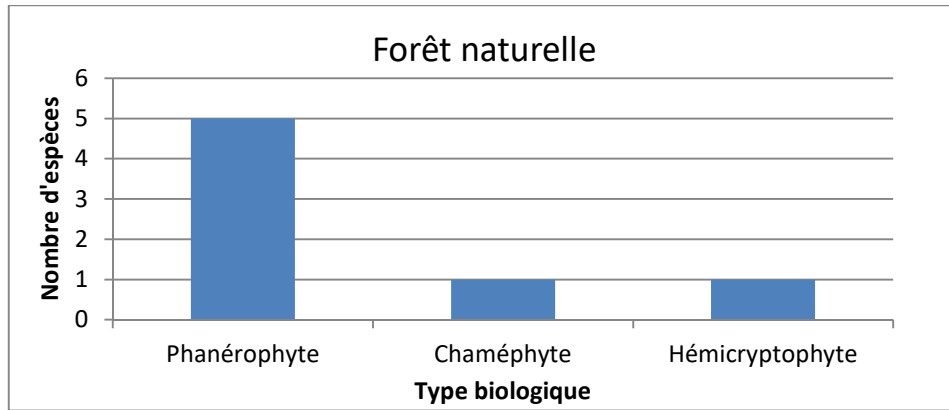


Figure 23: Répartition des types biologiques dans la forêt naturelle

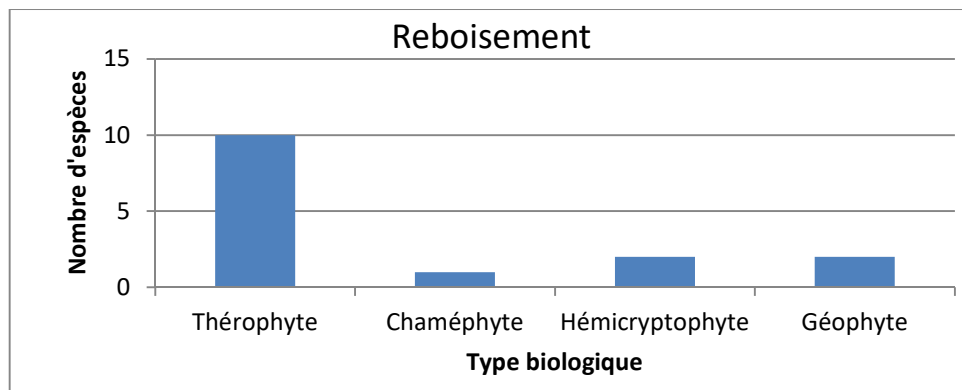


Figure 24: Répartition des types biologiques dans le reboisement

En effet en comparaison de la forêt naturelle avec celle artificielle, dans le reboisement le type biologique le plus dominant est celui des thérophytes qui sont représentés avec 10 espèces. Les autres types sont moins représentés. Cet état de fait traduit et témoigne que cette formation est ouverte c'est-à-dire qu'il existe des vides permettant une pénétration suffisante des rayons solaires au sol ce qui favorise bien cette présence massive de thérophytes.

Du point de vue structure végétale, la forêt naturelle présente une structure de strates qui sont plus ou moins proches les unes aux autres et de ce fait la structure est fermée avec relativement moins de lumière pénétrante et delà moins d'espèces thérophytes qui s'installent dans le sol.

2.2.2. Type morphologique

La forêt naturelle présente des espèces toutes vivaces (Ligneuse et herbacée) et ceci en rapport avec ce qui a été rapporté plus haut dans le type biologique où les espèces herbacées annuelles sont inexistantes. Quant au reboisement, les espèces herbacées annuelles sont dominantes avec 67% de présence.

Conclusion

Conclusion

Notre étude a été menée dans la forêt d'El Haourane (Wilaya de M'Sila) et a intéressé deux parties éloignées géographiquement et différentes écologiquement mais intéressent une même formation: c'est une forêt de pin d'Alep où l'une est naturelle et l'autre est artificielle ou reboisement. Ce travail vise donc une caractérisation pédologique et écologique de ces deux formations forestières.

La méthodologie de travail adoptée a consisté en un échantillonnage subjectif dans la forêt naturelle et le reboisement où en premier afin de caractériser pédologiquement nous nous sommes intéressés à une prise des premiers centimètres dans chaque type de formation avec un prélèvement superficiel « PS » et un autre profond « PP » où 04 échantillons de sol ont été pris à raison de deux (02) échantillons de sol pour chaque lieu d'étude. En second nous avons effectué un relevé floristique et ses compléments dans la forêt naturelle et de même dans la forêt artificielle (reboisement). Les résultats ont abouti à :

Pour le paramètre sol, l'analyse de la variance de l'humidité a montré une différence hautement significative où la forêt naturelle présente une humidité moyenne de 10.86 contre 8.04 pour le reboisement. Le pH, le pH eau n'a pas décelé de différences: 7.74 pour la forêt naturelle contre 7.48 pour le reboisement ce qui sous-entend peut être les mêmes les propriétés chimique du sol mais le pH KCl a montré que le sol est désaturé. La conductivité électrique nous a révélé que les deux sols sont non salés. Pour ce qui est du calcaire, le calcaire total a donné des résultats où le sol de la forêt naturelle est fortement calcaire par contre le sol du reboisement est moyennement calcaire et le calcaire actif a montré une différence très hautement significative avec des moyenne 19.8 pour la forêt naturelle et 10.2 pour le reboisement. Concernant la matière organique (MO), l'analyse de la variance a décelé une grande différence entre la forêt naturelle (22,10%) et le reboisement (4,32%). Enfin le gypse n'a pas montré de différences entre les milieux investigués et leurs sols sont non gypseux.

Pour le paramètre végétal, la richesse botanique a aboutit à 05 espèces végétales pour la forêt naturelle contre 15 espèces végétales pour la forêt artificielle (Reboisement). Pour ce qui est de l'abondance des familles la première renferme 05 familles et la seconde présente 08. L'aspect écologique de la végétation a montré d'une part que le type biologique de la forêt naturelle est dominé par les phanérophytes et dans le reboisement le type biologique le plus dominant est celui des thérophytes qui sont représentés avec 10 espèces. D'autre part, le type morphologique a laissé que la forêt naturelle présente des espèces toutes vivaces (Ligneuse et herbacée) et le reboisement présente une dominance des espèces herbacées annuelles.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Bobbu A.S, 2016.** Contribution à l'étude d'inventaire de peuplement de pin d'Alep de la forêt de SIG (forêt de moulay Ismail) MM en foresterie.univ. Telemcene.
- Boutchiche F et Boutrique S:2012** Caractérisation morphométrique de la chenille processionnaire thaumetopoea pityocampa) et de son hôte au niveau de la wilaya de Telemcen **p79**.
- BOUDYP, (1955)** Economie forestière mond-Africaine tome: 4 description forestière de l'Algérie de la Tunisie. Larose, Paris, 483p.
- CHERFAOUI T.** Etude de la croissance et de la croissance du pin d'Alep dans la forêt sanalba pharbi (djelfa) cas de la série 13, 2017 p3
- CHOKRI M., 2005:** étude de l'effet de l'irradiation sur la conservation de pin d'Alep et sur les mycotaxonomie. Mémoire pour l'obtention du diplôme de master en industrie alimentaire. Ecole supérieure des industries alimentaires de Tunisie. 133p.
- FAO,1988.** Ressources phytogénétiques: leur conservation in situ au service des besoins humains. Brochure rééditée par le département des forêts de la FAO, en collaboration avec l'UNESCO, le PNME et l'UCIN.
- KADIK B, 1987.** Contribution à l'étude de pin d'Alep (Pinus halpensis Hill) en Algérie. Ecologie dendrométrie, morphologie .E.D.O.P.M; 580 p.
- MAATOUG M; (1998).** évolution de quelques propriétés de base du pin d'Alep (Pinus halepensis Mill) en fonction de l'âge du peuplement.
- MAZALI M, 2003.**Rapport sur le secteur forestier en Algérie. 3^{ème} saison du forum des Nations Unies sur les forêts, 9p.
- NAHALI., (1962).** Le pin d'Alep, Etude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicol, Annales de l'Ecole nationale des Eaux et Forêts. 1914): (533-627 p).
- OZENDAP.,1974.**sur la définition d'un étage de végétation supraméditerranéenne. Veroff.Geobot, Inst.ZWICHE.
- PARDE.1957:**La productivité des forêts de pin d'Alep en France .Ann., E.N.E.F. et sta. Rech. Exp. 152 /:367-414
- POLUMINN., 1967** (l'élément de géographie botanique. ED. Gauthier Willars. Paris pp 30-35.
- QUZEL.P.et SANTAS.; 1962-**nouvelle flore de l'Algérie et de la région de striques méridionales Ed. CNRS, Paris, 2 tomes 565p et 605p.

QUEZEL P(1974): phytosociologie et taxonomie en région méditerranéenne. La flore de bassin méditerranéenne fondée. Essai de systématique synthétique. C. N. R. S. Montpellier: 469-479.

QUEZEL P. 1974. Les forêts du pourtour méditerranéen. Notestud. M.A.B.R.U.N.E.S.C.O. Paris: 9-34.

Quezel P et Barberie M, 1992. Le pin d'Alep et les espèces voisines. Répartition et caractères écologiques généraux, sa dynamique récente en France méditerranéenne. Forêt méditerranéenne III/3/: 152-170.

RANKIAER, 1934 The life form of plants and structural plant geography. Oxford at the Clarendon Press. 147P.

SCHMIDT, 1966. Die Vegetation. Gebirge der Iberischen Iberischen Gebirge, Vegetation. Inst Rubel, 31: 2, 163.

Serre F., (1973). Contribution à l'étude dendroclimatologique du pin d'Alep. Thèse de doctorat, université d'Aix-Marseille III, France, 236 P.

وصف بيئي - ترابي لتشكيلات غابات الصنوبر الحلبي في الحوران (ولاية المسيلة)

الملخص

هذا العمل مخصص لدراسة خصائص تكوين غابات الصنوبر الحلبي. تتعلق هذه الدراسة بالخصائص البيئية والترايبية للغابة الطبيعية والغابة الاصطناعية. نفذ هذا العمل في غابة الحوران (ولاية المسيلة). أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن خصائص التربة في التكوين الطبيعي أكثر إثارة للاهتمام من تلك الاصطناعية (مثال : المادة العضوية). على الجانب البيئي ، نتج عن الثراء النباتي وجود 05 أنواع من النباتات للغابات الطبيعية مقابل 15 نوعًا نباتيًا للغابة الاصطناعية (إعادة التحريج). فيما يتعلق بكثرة العائلات ، يحتوي الأول على 05 عائلات والثاني على 08. أظهر الجانب البيئي أن النوع البيولوجي للغابة الطبيعية يهيمن عليه النباتات الخشبية المعمرة بينما في إعادة التحريج ، يكون النوع البيولوجي السائد هو النمط البيولوجي الحولي..

الكلمات المفتاحية: صنوبر حلب ، غابة الحوران ، غابة طبيعية ، تشجير.

Caractérisation éco-pédologique de formation forestières de pin d'Alep à El Haourane (Wilaya de M'Sila)

Résumé

Ce travail est consacré à l'étude des caractéristiques de formation forestières de pin d'Alep. Ces dernières concernent les caractéristiques écologiques et pédologiques d'une forêt naturelle et d'une forêt artificielle. Ces travaux ont été réalisés dans la forêt d'El Haourane (Wilaya de M'Sila). Les résultats obtenus ont montré que les caractéristiques pédologiques de la formation naturelle sont plus intéressantes que celle artificielle (exemple de la matière organique). Du côté écologique, la richesse botanique a aboutit à 05 espèces végétales pour la forêt naturelle contre 15 espèces végétales pour la forêt artificielle (Reboisement). Pour ce qui est de l'abondance des familles la première renferme 05 familles et la seconde présente 08. L'aspect écologique a montré que le type biologique de la forêt naturelle est dominé par les phanérophytes alors que dans le reboisement le type biologique dominant est celui des thérophytes.

Les mots clés: pin d'Alep, forêt El Haourane, forêt naturelle, reboisement.

Eco-pedological characterization of Aleppo pine forest formations in El Haourane (Wilaya of M'Sila)

Summary

This work is devoted to the study of the characteristics of Aleppo pine forest formation. These relate to the ecological and soil characteristics of a natural forest and an artificial forest. This work was carried out in the forest of El Haourane (Wilaya of M'Sila). The results obtained showed that the soil characteristics of the natural formation are more interesting than the artificial one (example of organic matter). On the ecological side, the botanical richness has resulted in 05 plant species for the natural forest against 15 plant species for the artificial one (Reforestation). Regarding the abundance of families the first contains 05 families and the second presents 08. The ecological aspect showed that the biological type of the natural forest is dominated by phanerophytes while in reforestation the dominant biological type is that of therophytes.

Key words: Aleppo pine, El Haourane forest, natural forest, reforestation.