

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

UNIVERSITE de TLEMCCEN
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers

Département des Ressources Forestières

Laboratoire N° 31 : *Gestion conservatoire de l'Eau, sol et des forêts et Développement Durable des zones montagneuses de la région de Tlemcen*



MEMOIRE

Présenté par

Abbar Abd El Djalil

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER en Foresterie

Option : Aménagement et Gestion des Forêts

Thème

**Etude de la structure du peuplement de pin d'Alep
(*Pinus halepensis mill*) de la forêt domaniale de Tenira, Wilaya
de Sidi Bel Abbas**

Soutenu le **27/06/2020**, devant le jury composé de :

Président	LABIOD Mohammed	M.C.B	Université de Tlemcen
Encadreur	BENABDALLAH Mohammed	M.C.A	Université de Tlemcen
Examineur	BELLIFA Mohammed	M.A.A	Université de Tlemcen

Année universitaire 2019/2020



Remerciement

Tout d'abord, nous remercions Dieu « Tout Puissant » de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens à fin de pouvoir accomplir ce modeste travail.

En second lieu, je tiens à remercier chaleureusement mon encadreur

*Mr. **BENABDALLAH Mohammed**. Je voudrais également lui témoigner ma gratitude pour sa grande disponibilité, son orientation, sa patience et ses encouragements tout au long de la rédaction de ce mémoire.*

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions :

*Mr. **LABIOD Mohammed** maitre de conférences (B) à l'université de Tlemcen autant que président de jury.*

*Mr. **BELLIFA Mohammed** maitre assistant (A) à l'université de Tlemcen autant qu'examineur.*

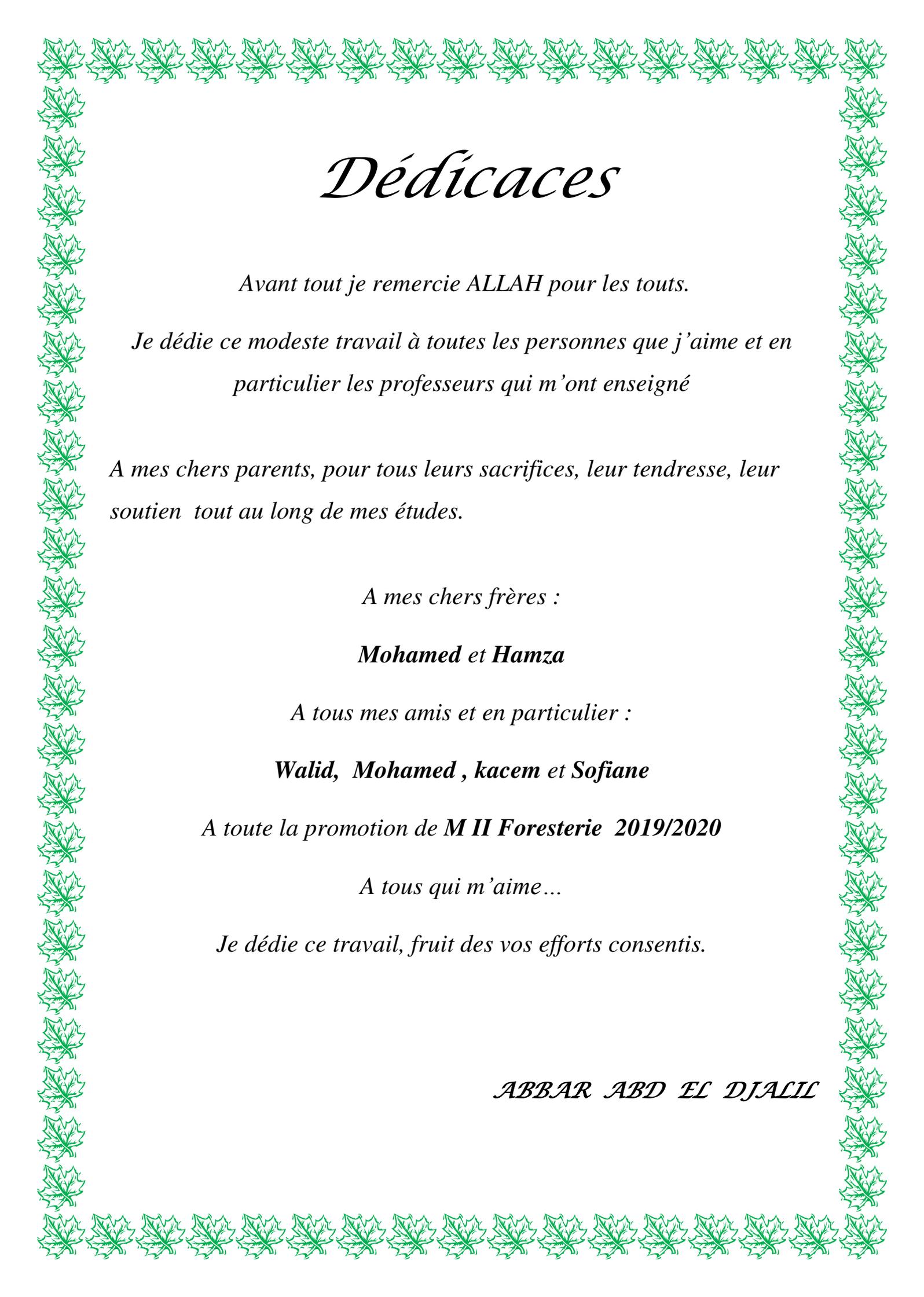
Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à tous les enseignants de foresterie qui m'ont enseigné et qui par leurs compétences m'ont soutenu dans la poursuite de mes études.

Je remercie également tout le personnel de la conservation des Forêts de la Wilaya de Sidi Bel Abbes.

Merci ne suffit pas pour exprimer tout ce que nous devons à nos collègues de promotion.

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

ABBAR ABD EL DJALIL



Dédicaces

Avant tout je remercie ALLAH pour les tous.

Je dédie ce modeste travail à toutes les personnes que j'aime et en particulier les professeurs qui m'ont enseigné

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur tendresse, leur soutien tout au long de mes études.

A mes chers frères :

Mohamed et Hamza

A tous mes amis et en particulier :

Walid, Mohamed , kacem et Sofiane

A toute la promotion de M II Foresterie 2019/2020

A tous qui m'aime...

Je dédie ce travail, fruit des vos efforts consentis.

ABBAR ABD EL DJALIL

Liste des Acronymes

FD : Forêt domanial.

APC : Assemblée Populaire Communale.

DSA : Direction des Services Agricoles.

CFSB : Conservation des Forêts de la Wilaya de Sidi Bel Abbes.

MNT : Model numérique de terrain.

G totale : surface terrière totale.

G Moy : surface terrière moyenne.

G₀ : la surface terrière à la base.

G_{1,30} : la surface terrière à 1.30m.

F_C : coefficient de forme.

H_{Moy} : hauteur moyenne.

Diam moyen : diamètre moyen.

P : Probabilité.

N : Nord, **S** : Sud.

E : est, **w** : ouest.

RN : Route Nationale.

RW : Route wilaya.

TPF : Tranchée Par- Feu.

Jan : Janvier - **Fév** : Février - **Mars** : Mars - **Avl** : Avril - **Juin** : Juin - **Juil.** : Juillet -

Aout : Août - **Sep** : Septembre - **Oct.** : Octobre - **Nov.** : Novembre - **Déc.** : Décembre.

Moy : Moyenne.

CC : Classe de diamètre.

D : Diamètre.

Ha : hectare.

Km : kilomètre, **m** : mètre, **cm** : centimètre.

% : pourcentage.

GPS : Global System Position.

C° : Degré Celsius.

P : Pluviométrie en mm, **T** : température en °C.

Catég : catégorie.

Nbr : nombre.

Théor : théorique.

Obs : observé

DHP : diamètre à hauteur de poitrine.

DHS : Diamètre à hauteur de souche.

Hp : hauteur de pressler.

C v : coefficient de vari

LISTES DES TABLEAUX

Tab. 01 : Les différentes expositions existantes au niveau de la forêt domaniale de Tenira...	20
Tab. 02 : Les classes de pentes existantes au niveau de la forêt domaniale de Tenira.....	21
Tab. 03 : Situation de la station météorologique de Sidi Bel-Abbes.....	22
Tab. 04 : Répartition des températures moyennes mensuelles (1985-2009).....	23
Tabl. 05 : Répartition des moyennes mensuelles des précipitations (1985-2009)	24
Tab. 06 : Humidité moyenne mensuelle (1985-2009).....	25
Tab. 07 : Vitesse moyenne mensuelle des vents (1985-2009)	26
Tab. 08 : Nombre de jours de gelée (1985-2009).....	27
Tab. 09 : Les moyennes mensuelles des températures et des précipitations (1985-2009)	28
Tab. 10 : Étages bioclimatiques de la forêt de Tenira	29
Tab. 11 : Le rayon pour une superficie d'une placette circulaire de 10 ares en fonction de l'angle de l'inclinaison (pente)	35
Tab. 12 : Codes des classes de pente	36
Tab. 13 : Répartition des tiges totales par catégorie de diamètre.	46
Tab. 14 : Exprime la méthode du nombre des tiges théoriques calculé.	47
Tab. 15 : Répartition de nombre des tige/ha théorique et les observations.	49
Tab. 16 : Nombre de tige à développer ou à éliminer pour chaque classe de diamètre.	49
Tab. 17 : Données des paramètres dendrométriques des placettes (Peuplement de pin d'Alep de (F.D Tenira).	55

LISTES DES FIGURES

Fig. 01 : pin d'Alep	04
Fig. 02 : Les aiguilles et les cônes de pin d'Alep (A : cône femelle, B : cône mâle)	06
Fig. 03 : l'écorce du pin d'Alep	06
Fig. 04 : Schéma représentatif des différentes parties de pin d'Alep.....	07
Fig. 05 : Aire de répartition du pin d'Alep dans la zone méditerranéenne	08
Fig. 06 : Aire de répartition de pin d'Alep en Algérie	09
Fig. 07 : Carte de situation de la forêt domaniale de Tenira ; W. Sidi Bel Abbas.....	18
Fig. 08 : Carte des tranches d'Altitudes dans la forêt domaniale de Tenira	19
Fig. 09 : Carte d'exposition de la forêt de la forêt de Tenira	20
Fig. 10 : carte des pentes de la forêt de Tenira	21
Fig.11 : Variation des températures moyennes mensuelles minimales et maximales	23
Fig. 12 : Variation des précipitations moyennes mensuelles (1985-2009)	24
Fig. 13 : Taux d'humidité moyen mensuel (1985-2009)	25
Fig. 14 : Vitesse moyenne mensuelle des vents (1985-2009).....	26
Fig. 15 : Diagramme Ombrothermique de la forêt de Tenira (1985-2009)	28
Fig. 16 : Localisation de la zone d'étude sur le Climagramme pluviométrique d'EMBERGER, (1955).	30
Fig. 17 : Les instruments utilisés dans notre inventaire dendrométrique sur le peuplement de pin d'Alep de FD. Tenira.	32
Fig. 18 : Différents types des placettes	34
Fig. 19 : Installation de la placette (Détermination du rayon de la placette à l'aide d'un ruban mètre	36
Fig. 20 : Mesure de diamètre des arbres de pin d'Alep avec un compas forestier	38
Fig. 21 : Mesure de la hauteur des arbres de pin d'Alep avec un blum leiss (F.D. Tenira).....	39
Fig. 22 : Le dendromètre Blum leiss.....	40
Fig. 23 : Le Relascope de Bitterlich.....	43
Fig. 24 : Utilisation de la tarière de PRESSLER pour les prélèvements des échantillons de bois (carottes) pour l'estimation de l'âge des arbres échantillons (FD. Tenira).	43
Fig. 25 : Répartition du nombre de tiges observés par catégorie de diamètre	46
Fig. 26 : Courbe de répartition du nombre théorique des tiges par classe de diamètre (FD. Tenira).....	48

Fig. 27 : Courbes comparatives entre le nombre réel des tiges et le nombre théorique (FD. Tenira).....	49
Fig. 28 : Courbes représentent le nombre des tiges à développer ou à éliminer pour chaque classe de diamètre (FD. Tenira).	50
Fig. 29 : La répartition des diamètres à 1.30 par placette.	51
Fig. 30 : La répartition des hauteurs moyennes par placette.....	51
Fig. 31 : La répartition de la densité des arbres par placette.....	52
Fig. 32 : Répartition du volume moyen des arbres par placettes	53
Fig. 33 : Accroissements moyens annuels du pin d'Alep (m ³ /ha/an) par placette (FD. Tenira).....	54
Fig. 34 : Relation mathématique entre volume moyen (m ³ /ha/an) et les paramètres dendrométriques(diamètre : d 1.30 , Hauteur moyenne : H moy , densité (tiges/ha) et surface terrière totale : G à 1.30).	56
Fig. 35 : Peuplement de pin d'Alep très dense et non élagué (FD. Ténira).....	57

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS.....	I
DEDICACES	II
LISTE DES ACRONYMES	III
LISTE DES TABLEAUX	V
LISTE DES FIGURES	VI
SOMMAIRE.....	VIII

INTRODUCTION GENERALE	01
-----------------------------	----

CHAPITRE I : BIBLIOGRAPHIE SUR PIN D’ALEP (*PINUS HALEPENSIS MILL*)

1. Introduction	04
2. Définition.....	04
3. Systématique de l’espèce.....	05
4. Description botanique du pin d’Alep.....	05
5. Aire de répartition du pin d’Alep	08
5.1. Dans le bassin Méditerranéen	08
5.2. En Algérie.....	08
6. L’écologie de pin d’Alep	09
6.1. La température	09
6.2. L’altitude.....	09
6.3. L’association végétale.....	10
6.4. La régénération.....	10

6.5 Le problème de régénération	10
6.6. La croissance de pin d'Alep	10
6.7. La Baisse de la capacité de reproduction	11
6.8. Sylviculture.....	11
6.9. Le dépressage	11
6.10. L'élagage.....	11
6.11. L'éclaircies	12
6.12. L'association végétale du pin d'Alep	12
7. Les ennemis du Pin d'Alep	12
7.1. Les incendie	12
7.2. Les maladies et les agents pathogènes.....	13
7.2.1. Les champignons.....	13
7.2.2. Les parasite.....	13
7.2.3. Les insectes	13
8. Usages du pin d'Alep	13
9. La productivité du pin d'Alep.....	14
10. Intérêt économique de l'espèce	14

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1. Généralités sur la willaya de Sidi Bel-Abbes	17
2. Situation géographique de la forêt domaniale de Tenira.....	17
3. Situation forestière	18
4. Aspect géomorphologique	19
4.1. Le Relief.....	19
4.2. L'exposition	19
4.3. Les pentes	20
5. Réseau hydrographique.....	21

6. Aspect pédologique.....	22
7. Aperçu bioclimatique.....	22
7.1. Les températures	22
7.2. Les précipitations.....	23
7.3. L'humidité.....	24
7.4. Les vents	25
7.5. Les gelées	26
7.6. Synthèse climatique	27
7.6.1. L'indice de DEMARTONNE	27
7.6.2. Diagramme Ombrothermique de Bangnouis et Gausсен.....	28
7.6.3. Quotient pluviométrique d'Emberger (1955).....	29

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODE

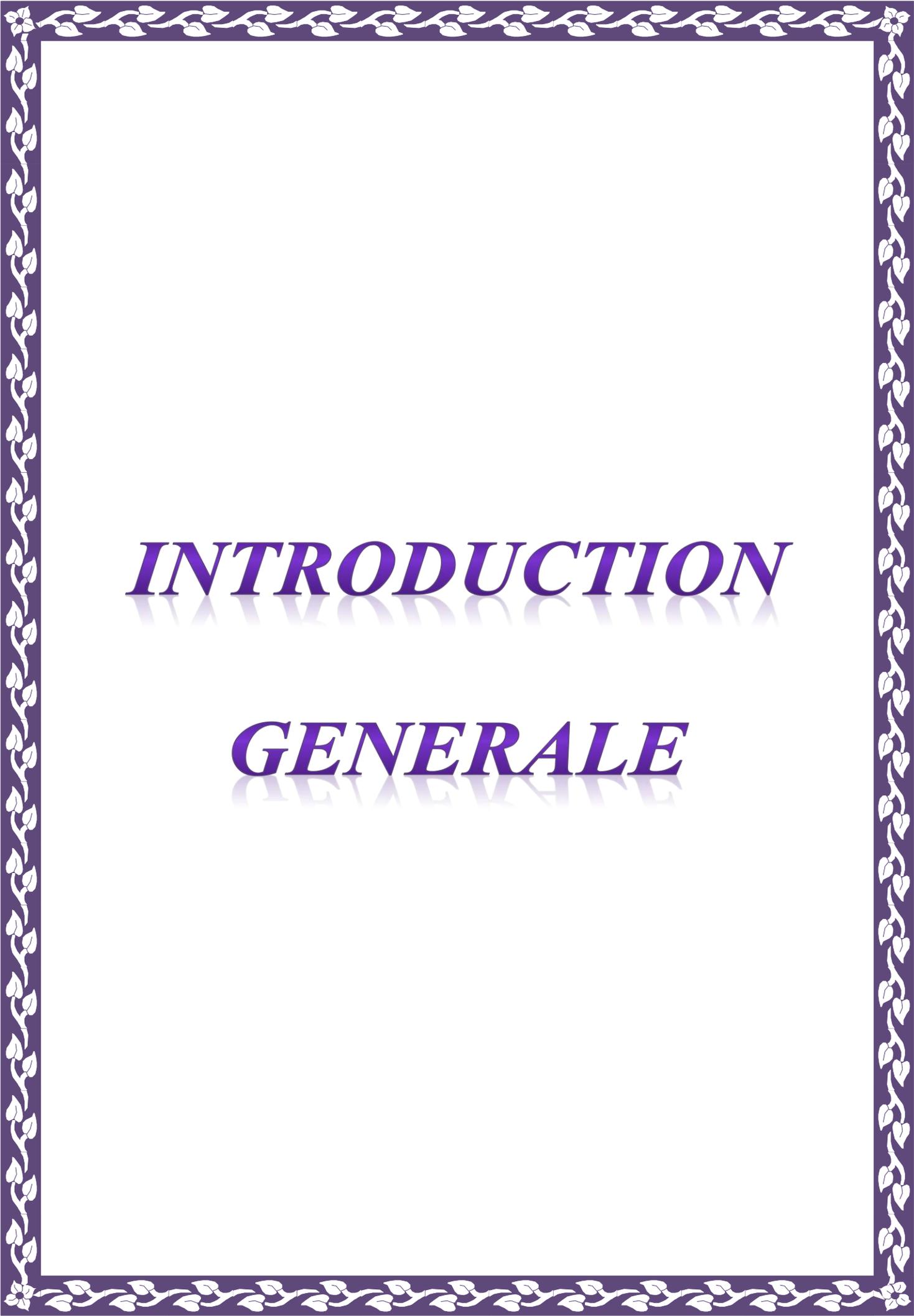
1. Introduction.....	31
2. Les moyens et les instruments utilisés	31
2.1. Les documents utilisés	31
2.2. Les instruments de travail	31
2.3. Les besoins humains	32
3. Réalisation de l'inventaire.....	32
3.1. Choix de la méthode d'inventaire	32
3.2. Échantillonnage	33
3.2.1. Taux d'échantillonnage	33
4. Détermination du nombre des placettes.....	33
5. Forme et dimension des placettes d'échantillonnage.....	34
6. Caractéristiques des placettes	35
6.1. Délimitation des placettes	35
6.2. Rayon d'une placette	35

6.3. Pente.....	35
7. Travail sur la placette	36
7.1. Saisie des données	37
8. Mesure des caractéristiques dendrométriques	37
8.1. Diamètre à hauteur de poitrine (d1.30)	37
8.2. Diamètre moyen.....	38
8.3. Hauteur du peuplement	39
8.4. Hauteur moyenne (H moyenne)	40
8.5. Hauteur dominante.....	41
8.6. Surface terrière	41
8.6.1. La surface terrière de chaque arbre.....	41
8.6.2. Surface terrière de la placette et du peuplement	41
8.7. Calcul de la densité du peuplement.....	42
8.8. Détermination du coefficient naturel de forme.....	42
8.9. Le volume d'un peuplement	43
8.9. L'Age des arbres et du peuplement	43

CHAPITRE VI : RESULTATS ET DISCUSSION

1. Résultats de l'étude d'inventaire	46
1.1 Etude de la structure du peuplement.....	46
1.2. Résultat des paramètres dendrométriques.....	50
1.2.1. Diamètre des arbres	50
1.2.2. Hauteur moyenne.....	51
1.2.3. L'âge du peuplement	52
1.2.4. Densité des arbres	52
1.2.5. Estimation du volume moyen des arbres et du peuplement	53
1.2.6. Accroissements moyens en volume.....	54

2. Étude des corrélations entre la production du bois et les paramètres dendrométriques (Tarif de cubage)	55
3. Interprétation des relations de tarif	57
3.1. Discussion	57
Conclusion générale	60



INTRODUCTION

GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) est un des arbres les plus communs dans la partie ouest du bassin méditerranéen, où il occupe environ 3,5 millions d'hectares (Houerou, 2005).

En l'Algérie, le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) couvre une superficie de 850.000 ha et s'étend essentiellement dans la partie septentrionale du pays (Boubou, 2016).

Vu l'importance des superficies occupées par le peuplement de pin d'Alep à travers le monde et en Algérie, des études sont menées afin d'améliorer la connaissance de cette essence et favoriser sa gestion et son aménagement. En raison de son importance sur le plan forestier, nous avons tenté à travers cette étude de faire un inventaire dendrométrique sur un peuplement de pin d'Alep (*Pinus halepensis*) au niveau de la forêt domaniale de Tenira qui se situe dans le territoire de la wilaya de Sidi-Bel-Abbès.

La connaissance des caractéristiques dendrométriques de pin d'Alep de la forêt domaniale de Tanira est un élément important pour la prise de décision, particulièrement celles relatives aux interventions sylvicoles et d'aménagement forestier. C'est pourquoi, il nous a semblé utile de mener cette étude, afin de comprendre la tendance de la structure du peuplement de pin d'Alep au niveau de la zone d'étude et pour contribuer à la production d'informations pouvant servir d'outil d'aide à la décision.

L'objectif général poursuivi par cette étude est de déterminer la structure et les caractéristiques dendrométriques du peuplement du pin d'Alep dans la forêt domaniale de Tenira.

Les objectifs spécifiques de la présente étude sont les suivants :

- *Analyser et présenter les caractéristiques dendrométriques
- *Déterminer la tendance de la structure du peuplement de la forêt domaniale de Tenira à partir des données dendrométriques.

Ainsi, pour aborder cette étude, notre travail se subdivise en quatre chapitres :

Introduction Générale

Premier Chapitre :

- Etude bibliographique sur le pin d'Alep.

Deuxième Chapitre :

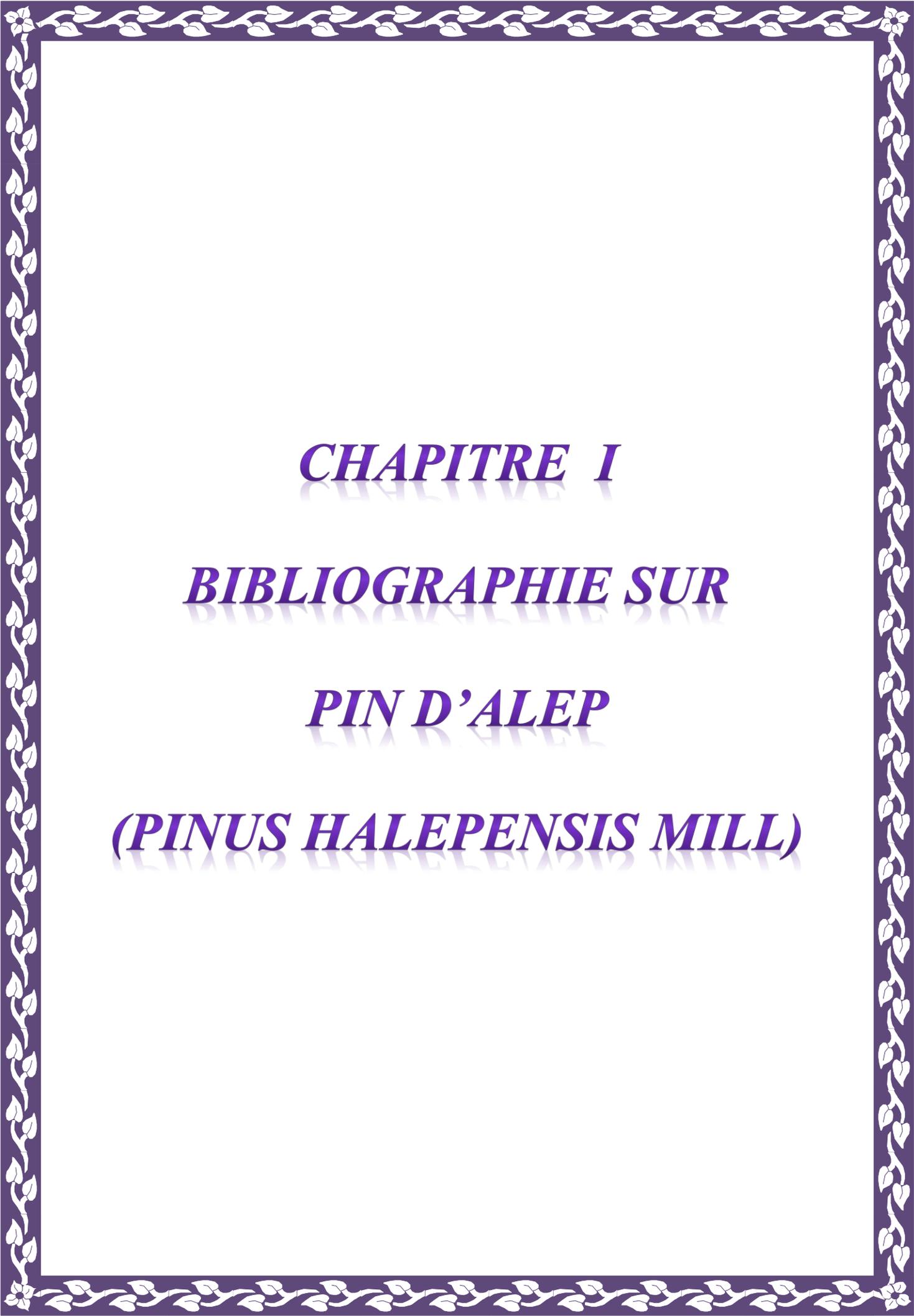
- La présentation de la zone d'étude.

Troisième chapitre :

- Méthodologie d'étude et matériel utilisé.

Quatrième Chapitre :

- Ce chapitre est consacré au traitement des données et à l'interprétation des résultats



CHAPITRE I
BIBLIOGRAPHIE SUR
PIN D'ALEP
(PINUS HALEPENSIS MILL)

BIBLIOGRAPHIE SUR PIN D'ALEP (*PINUS HALEPENSIS* MILL)

1. Introduction

Les pins sont des gymnospermes (grands conifères) ont un feuillage persistant composé des aiguilles, ont des rameaux courts porteurs de deux à cinq aiguilles (suivant l'espèce) enserrées à leur base par une gaine écailleuse.

Les pins se reconnaissent aisément à leur port et à leurs aiguilles, longues et réunies en faisceaux et surtout à tour souvent indispensables pour la détermination précise les conifères sont des espèces résineuses, composé de plusieurs familles, ce sont les plus utilisées dans les reboisements en Algérie et les pays limitrophes d'autre part elles sont couramment utilisées par l'industrie locale, il existe 800 espèces de pin (**Kaboura, 2011**).

Les arbres sont en générales des essences de lumière, peu exigeantes a tous points de vue, mais ayant un grand pouvoir d'expansion et craignant la concurrence, ils sont très utilisés comme essences de reboisements (**Kaboura, 2011**).

2. Définition

Le Pin d'Alep (*Pinus Halepensis*) est un conifère de la famille des Pinacées. C'est le botaniste écossais Philip Miller qui lui donna abusivement ce nom scientifique, en 1768. Sa répartition géographique est essentiellement autour des côtes méditerranéennes, et plus particulièrement en Afrique du Nord et en Espagne (espèce plastique). Il est parfois appelé **pin de Jérusalem** (**Site web 1**).



Fig. 01 : pin d'Alep (**Site web 1**).

3. Systématique de l'espèce

Selon (Boudy, 1952) le Pin d'Alep "*Pinus halepensis* Mill" est l'essence caractéristique de l'étage bioclimatique méditerranéen semi-aride, il appartient à la famille des pinacées (Abiétacées), genre *Pinus*, sous genre *Pinus* (*Eupinus*), section (*Halepensoïdes*), et sous-groupe (*halepensis*).

Sa classification est la suivante :

- ↪ **Règne** : *Plantae*
- ↪ **Sous-règne** : *Tracheobionta*
- ↪ **Embranchement** : *Spermaphytes*
- ↪ **Sous-embranchement** : *Gymnospermes*
- ↪ **Classe** : *Pinopsida*
- ↪ **Ordre** : *Coniférales*
- ↪ **Famille** : *Pinaceae*
- ↪ **Sous-famille** : *Pinoideae*
- ↪ **Genre** : *Pinus*
- ↪ **Espèce** : *halepensis* Miller, 1768 **subsp.** *Halepensis*
- ↪ **Noms communs**:
 - ➔ **Français**: *Pin blanc, Pin d'Alep, Pin de Jérusalem* ;
 - ➔ **Arabe**: *Sanawbar el halabi* ;
 - ➔ **Espagnol**: *Pi blanc, Pi bord, Pincarrasco, Pinoblanquillo* ;
 - ➔ **Italien** : *Pino di Aleppo* ;
 - ➔ **Berbère**: *Tayada*.

4. Description botanique du pin d'Alep

Le pin d'Alep, est une essence forestière typique et plus importante du midi méditerranéen. Il peut atteindre environ vingt (20 m) de hauteur dont le tronc est souvent penché et tortueux ; la cime irrégulière, peu dense.

- ➔ **Les aiguilles** : sont disposées par 2 sur le rameau. Elles sont fines, souples, d'un vert clair et long de 6 - 10 cm (Kadik ,1983).

→ *Le fruit* : est un cône, qui est ovoïde et mesure de 6 à 12 cm de longueur. La dispersion des graines se réalise dès le début de la troisième année. Les cônes secs demeurent ensuite sur l'arbre pendant plusieurs années (Kadik ,1983).



Fig. 02 : Les aiguilles et les cônes de pin d'Alep
(A : cône femelle, B : cône mâle) (Kadik ,1983).

→ *L'écorce de l'arbre adulte* est épaisse, crevassée, d'un rouge brun assez foncé (Boudy, 1952).



Fig. 03 : l'écorce du pin d'Alep (Boudy, 1952).

- **Fleurs** : les chatons mâles sont roussâtre jaune teintés de rouge ; les chatons femelles pédonculés sont rose violacé.
- **Fructification** : elle s'observe dès l'âge (de 10 - 12ans), mais les graines sont incapables de germer ; et ne sont suffisamment abondantes qu'à partir de l'âge de 18 à 20 ans (**Dahmani, 2000**).
- **Bourgeons** : ils sont ovoïdes, aigus à écailles libres frangées de blanc (**Debazac, 1991**), et souvent réfléchis au sommet. Le système racinaire de l'arbre, ainsi que sa nature sont dépendant de la nature du sol et de sa fertilité ; il est pivotant dans les sols profonds, superficiels sur les sols squelettiques.

Le bois du pin d'Alep est brun rougeâtre clair au niveau du bois de cœur est, l'aubier est blanc jaunâtre. C'est un bois léger et se dessèche rapidement. Sa densité varie de 0.352 à 0.866 (**Nahal ,1962**). Les canaux résinifères sont gros, bien apparents assez espacés et sécrétant une résine abondante. La longévité du pin d'Alep est estimée à 150 ans avec une moyenne de 100 à 120 ans (**Kadik, 1983**) ; (**Meddour, 1983**), cite des chiffres nettement ne dépassant pas les 150 ans (130 ans maximum).



Fig. 04 : Schéma représentatif des différentes parties de pin d'Alep (Site web 2).

5. Aire de répartition du pin d'Alep

5.1. Dans le bassin Méditerranéen

Le pin d'Alep, est un arbre de deuxième grandeur qui peut parfois atteindre 30 m de hauteur dans les conditions écologiques les plus favorables. Il est aussi, l'essence la plus répandue au pourtour méditerranéen.

C'est dans la zone méditerranéenne occidentale que se trouve son aire de grande extension ; il se localise aussi en divers sites du bassin oriental. Ces forêts couvrent plus de 3.5 millions d'hectares (**Pesson, 1980**).

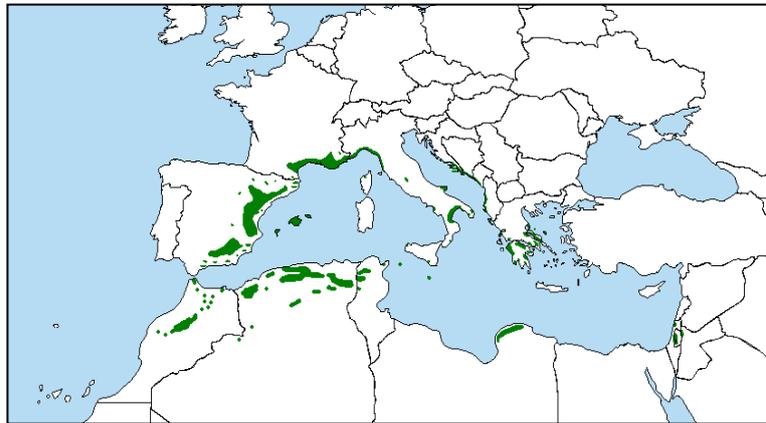


Fig. 05 : Aire de répartition du pin d'Alep dans la zone méditerranéenne (**Biodis, 2014**)

5.2. En Algérie

Le Pin d'Alep pousse presque à travers tout le territoire national cheminant de l'étage bioclimatique humide à l'étage bioclimatique aride. Il occupe 35 % de la surface effectivement boisée. (**Boudy, 1952**) rapporte que cette essence occupe une surface de 852000ha. (**Bentouati, 2006**) dans un rapport sur le forum des Nations unies sur les forêts FNUF avance un chiffre de 800000. Il se localise en Oranie (Sidi Bel-Abbès, Saida, Tlemcen, Tiaret, Ouarsenis), sur le Tell Algérois (Médéa), sur l'Atlas Saharien (Mont des Ouled Nails), et dans le Constantinois. Il est localisé surtout dans les Aurès et les monts de Tébessa, où ces forêts sont prolongées par celle de la dorsale Tunisienne.

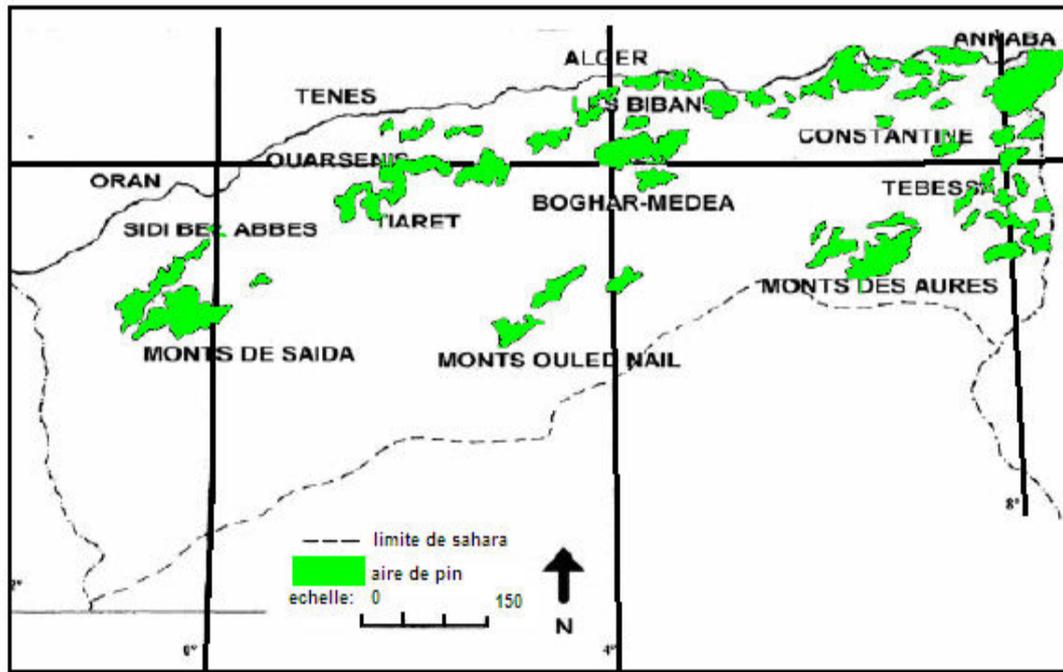


Fig. 06 : Aire de répartition de pin d'Alep en Algérie (Laala, 2009).

6. L'écologie de pin d'Alep

6.1. La température

Le pin d'Alep est une essence circumméditerranéenne par excellence, on peut le trouver dans tous les étages bioclimatiques, les grandes forêts de pin d'Alep se trouvent principalement dans la zone semi-aride, de caractéristique pluviométrique de 300 à 600 mm et plus.

C'est une espèce xérophile, thermophile, qui se manifeste par un grand pouvoir d'extension, sa régénération est très abondante après les incendies, mais il ne résiste pas aux incendies répétés (Dahmani, 2000).

6.2. L'altitude

Le pin d'Alep se rencontre théoriquement depuis le bord de mer aussi bien en Afrique du Nord qu'en Europe ou au proche orient jusqu'à 2200 m d'altitude dans l'étage thermo et eu méditerranéen (Pesson, 1980).

6.3. L'association végétale

L'association du *Pinus Halepensis* Mill est éminemment xérophile, caractérise par un sous-bois relativement abondant, dans les zones relèvement humides cette association est éliminée, sur les sols siliceuses par le chêne-liège et sur sol argileux par le chêne vert et le chêne zèen (**Benabdeli, 1996**).

6.4. La régénération

La régénération de pin d'Alep est théoriquement facile et abondante, elle peut avoir lieu facilement en terrain découvert, si le sol est bien croché, mais elle est mieux assurée et plus abondante lorsqu'il existe un sous-bois peu dense, formant un abri latéral (**Letreuch Belarouci, 1972**).

D'après (**Bobbou, 2016**) Les forêts des pins d'Alep peuvent se développer sur tous les substrats et presque tous les bioclimats de la région méditerranéenne, il est très adapté (espace plastique).il peut être trouvée aux altitudes de 0-600m dans le Nord méditerranéen et 0-1400m dans le Sud méditerranéen (thermo et méso niveaux méditerranéens), il peut atteindre plus haute altitudes par exemple 2600m dans l'atlas le plus haut au Maroc.

6.5 Le problème de régénération

Le problème de la régénération naturelle de pin d'Alep dans son aire naturelle ou la pluviométrie inférieure à 300 mm, c'est à dire lorsque le problème est d'origine écologique en particulier la durée et l'intensité de la saison sèche et en plus les incendies et le pâturage non contrôlé et l'absence d'une sylviculture appropriée (**Kadik, 1987**).

6.6. La croissance de pin d'Alep

- ☞ Le pin d'Alep est un arbre polycyclique susceptible d'effectuer plusieurs pousses par ans et produire des faux cernes (**Serre-Bachet, 1973**).
- ☞ La croissance radiale annuelle d'un arbre dépend les caractéristiques physicochimiques de la station où il est installé, des conditions climatiques et de compétition au sein du peuplement dont il fait partie (**Becker, 1989**).

- ☞ La croissance en hauteur se poursuit au-delà de 100 ans, elle est en moyenne de 14 à 18 cm par ans de 1 à 100 ans (**boudy, 1952**), cette croissance peut diminuer dans ses dernières années de vie.

En Algérie le volume peut atteindre 1.2m³/ha/ans végétation (**boudy, 1952**). L'accroissement annuel des peuplements ne peut être fixé qu'approximativement dans les forêts naturelles, l'accroissement moyen est relativement faible de 0.5m³ à 3-4 m³ /ha /ans (**boudy, 1952**).

Ce qui a été affirmé par (**Bentouali, 2006**) en pinède d'Ouled Yakoub (de 05 m³ /ha / ans à 4.2m³/ha / ans avec une moyenne de 2 à 3 m³/ha/ans pour un âge de 70 ans.

6.7. La baisse de la capacité de reproduction

Deux phénomènes se conjuguent pour expliquer la perte de capacité reproductive du pin d'Alep avec le changement climatique d'une part, les pertes des cônes mâles et femelles avec les dégâts de gel précédemment évoqué .d'autre part, la baisse de production des cônes avec l'aridification du climat (**Ayari et al.2011**).

6.8. Sylviculture

Le diamètre d'exploitabilité est de 35 à 40 cm avec âge de 80 à 120 ans ; 80 ans en pratiquant des éclaircies vigoureuses.

6.9. Le dépressage

Il est bien préféré et conseillé d'intervenir au moment du dernier nettoyage (quand le peuplement a atteint 2,5 m et 3 m de hauteur avant de devenir rude) pour le ramener à 1 500 tiges par hectare, ce qui fait une distance moyenne entre les tiges de 2,5 m.

6.10. L'élagage

Comme pour toutes les espèces forestières auquel l'élagage artificiel est conseillé pour un but d'augmenter la croissance en hauteur et en grosseur (diamètre), il faut intervenir dès que le diamètre à 1,30 m du sol dépasse les 10 cm à 12 cm. Seuls les 200 arbres objectifs sont à élaguer jusqu'à 3 m de hauteur pour la première intervention. (**Site web 2**).

6.11. L'éclaircies

Les éclaircies conseillées pour cette essence sont des éclaircies fortes ainsi que des rotations de 10 à 15 ans, avec un prélèvement de l'ordre de 30 à 40 m³ par hectare (Site web 2).

6.12. L'association végétale du pin d'Alep

En Algérie, (Kadik,1984) a décrit une association de Pin d'Alep d'un caractère xérophile et Thermophile. Cette association est formée par les espèces suivantes :

- **Pin d'Alep** (*Pinus halepensis*).
- **Chêne Vert** (*Quercus ilex*).
- **Thuya** (*Thuya orientalis*).
- **Pistachier** (*Pistacia terebenthus*. L).
- **Alfa** (*Stipa tenacissima*. L).
- **Romarin** (*Rosmarinus officinalis*. L).
- **Chêne Kermès** (*Quercus coccifera*).
(*Teraclimis articulata*).
- **Genevrier de Phénicie**
(*Juniperus phoenicea*. L)
- **Ciste à feuilles sauge**
(*Cistus salvifolius*. L).
- Globularia alypum*). *Rosmarinus officinalis*. L)
- **Bruyère** (*Erica arborea*. L).
- **Lentisque** (*Pistacia lentiscus*. L).
- **Palmier nain** (*Chamaerops humilis*. L)
- **Olivier** (*Olea europea*. L).
- **Genet** (*Genista quadriflora* Mumby).
- **Philaria** (*Phillyres angustifolia*. L).
- **Thuya de Berberie**
- **Lavande** (*Lavandula stoechus*. L).
- **Osyris à feuilles lancéolées**
(*Osyris lancedata*).

7. Les ennemis du Pin d'Alep

7.1. Les incendie

Le grand ennemi des forêts de Pin d'Alep est l'incendie à cause de la nature du bois imprégné de résine et de la propulsion des cônes au loin qui favorisent la propagation de l'incendie (Boudy,1952). Selon la direction générale des forêts durant l'année 2000, près de

18.000 ha ont été touchés par les feux de forêts à travers le territoire national (**Abdennebi, 2006**).

7.2. Les maladies et les agents pathogènes

7.2.1. Les champignons

Le Pin d'Alep est sensible à de nombreuses maladies causées par certains champignons Pathogènes provoquant parfois des notables dégâts sur des jeunes peuplements sensibles (**Athmani et Masmoudi, 2008**).

-*Trametes pini*, cause l'altération grave du bois.

- *Polyporus officinalis*, cause la destruction du tronc, production de bois altéré et inutilisable, dit : soboune.

7.2.2. Les parasite

Le Pin d'Alep est exposé à l'attaque de quelques parasites tels que : *Crumenulopsis sororia*: parasite des rameaux qui provoque des petits chancre brun sombre (**Athmani et Masmoudi, 2008**).

7.2.3. Les insectes

Les sujets de Pin d'Alep constituent l'hôte le plus préférable pour de nombreuses espèces d'insectes. Les dégâts sont très graves sur tout dans les jeunes peuplements.

Parmi ces insectes : la chenille processionnaire du Pin, les scolytes, la tordeuse du pouce de Pin,...etc. (**Athmani et Masmoudi, 2008**).

8. Usages du pin d'Alep

Le pin d'Alep considéré comme l'espèce la plus utilisée pour le reboisement en Algérie (**Fetati, 1996**).

Le bois de Pin d'Alep peut être utilisé, après élimination de la résine, pour la fabrication de la pâte à papier (**Nahal, 1962**).

Le pin d'Alep a un bois blanc, au cœur et couleur fauve claire (roux clair), et de qualité médiocre

Dans l'antiquité, le grec lui vouait un culte et il recherché pour la construction navale (**Duchene, 2003**). Actuellement, il est utilisé pour la confection de caisses et des charpentes, c'est aussi un bon bois de chauffage. Il était utilisé par les scieurs pour faire de la palette et de l'emballage (où la production fruitière est importante) et notamment des carrelets, pièces d'assemblage de cageots utilisant largement du bois déroulé (**Bedel, 1986**).

Le bois de pin d'Alep, même s'il n'est pas de qualité exceptionnelle, est cependant apte à des emplois plus nobles et donc plus rémunérateurs que ceux qu'il connaît actuellement. En particulier, L'emballage léger pourrait constituer un secteur moteur pour les gros volumes de sciage (**Soltani, 2016**).

Le Pin d'Alep à donné environ 3 Kg de résine (la gemme) par arbre et par an.

La gemme pure contient 20 à 24 % d'essence de térébenthine et 75 à 80 % de cellophane. Cette gemme a aussi des usages médicaux (**Kadik, 1987**). Les bourgeons de pin, très résineux, ont aussi une utilisation médicinale, comme balsamiques et diurétiques, transformés notamment en sirops et pastilles (**Zenzen, 2016**).

9. La productivité du pin d'Alep

Dans les forêts naturelles, l'accroissement moyen est relativement faible de 0,5 à 3-4 m³/ha/an (**Bobbou, 2016**).

Selon (**Kadik, 1987**), la productivité du pin d'Alep varie suivant les étages climatiques

Le Littorale et sub littorale : Production supérieure : 4 m³/ha/an.

Le Tell : 2 et 4 m³/ha/an.

Zone Sub-saharienne : 1 et 2 m³/ha/a

10. Intérêt économique de l'espèce

Écologiquement, *Pinus halepensis* est l'espèce forestière la plus importante dans de nombreux pays méditerranéens.

Il est utilisé généralement dans des programmes de reboisement des sols dégradés (**Maestre et Cortina, 2004**), cas de la «ceinture verte» dans le Sud de l'Algérie, où 1 million d'hectares ont été plantés de pins d'Alep il y a plus de 20 ans (**Lahouati, 2000**).

Son bois est utilisé en construction, industrie, menuiserie, bois et pâte à papier, pour l'étaillage des mines, la construction navale et la charpenterie.

Le pin d'Alep donne environ 3 Kg de résine (la gemme) par arbre et par an (**Kadik, 1987**).

La gemme pure contient 20 à 24 % d'essence de térébenthine et 75 à 80% de cellophane, elle a aussi des usages médicaux (**Kadik, 1987**).

Ses bourgeons très résineux sont utilisés comme balsamiques et diurétique (sirops et pastilles). On extrait à partir du bois aussi par distillation du goudron de Norvège, à propriétés balsamiques et antiseptiques.

Les graines de pin sont comestibles et utilisées en pâtisserie et confiserie ou peuvent être mangées crues en cassant leur coque.



CHAPITRE II

PRESENTATION

DE LA ZONE D'ETUDE

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1. Généralités sur la willaya de Sidi Bel-Abbes

Les forêts de Sidi Bel Abbes couvrent une superficie totale de 203,000 HA. L'ensemble des forêts de la Wilaya repose sur un ensemble de petites montagnes aux sommets arrondis et aux pentes relativement douces, l'aspect montagneux résulte beaucoup plus de contact avec la plaine que de leurs altitudes.

Les massifs aux formes arrondies, les versants faiblement inclinés sont déchiquetés par des réseaux de ravins aux pentes raides et accidentées. Le ravinement est causé par le ruissellement des eaux de pluie.

2. Situation géographique de la forêt domaniale de Tenira

La forêt domaniale de Tenira s'étend sur une superficie de 8838 ha, située à une altitude moyenne de 734 m. Elle prend une forme allongée sud-est et nord-ouest avec un prolongement vers le sud à son extrême ouest. Elle recouvre une série de Djebels (monts) en mamelon avec une dénivellation assez faible à moyenne, dépassant les 25% parfois.

La forêt domaniale de Tenira se trouve à 15 km au sud de la willaya de Sidi Bel Abbes, à 12 km au nord de Tighalimet et à 09 km à l'est de Boukhanifis.

Elle est limitée à son extrême Est par la forêt domaniale de Moksi. Au nord par la forêt sectorielle de Tilmouni. Au nord-est par la forêt domaniale de Louza. Au sud-ouest par la forêt domaniale de Kountaida. Au sud-est par la forêt domaniale de Bouyetas et la forêt domaniale d'Okkar-Zeboudj.

Du point de vue cartographie, la majeure partie de la forêt domaniale de Tenira soit 7450 HA (84% de la superficie totale) se situe sur la feuille n° 272 de la carte topographique de Sidi Ali Ben-Youb.

La seconde partie, couvre une superficie de 1328ha soit 15% de la superficie totale de la carte n° 241 de la région de S.B.A et le reste ; soit 60 ha situant dans la carte n° 273 de la

région Berthelot (Dawed). À partir des cartes topographiques au 1/50.000, la forêt de Tenira, s'insère entre les coordonnées Lambert (CFSB, 2018) :

X1 = 194,1

X2 = 211,8

Y1 = 204

Y2 = 192,4

Et

X1 = 15,4 km

X2 = 32,8 km

Y1 = 10,8 km

Y2 = 22,4 km

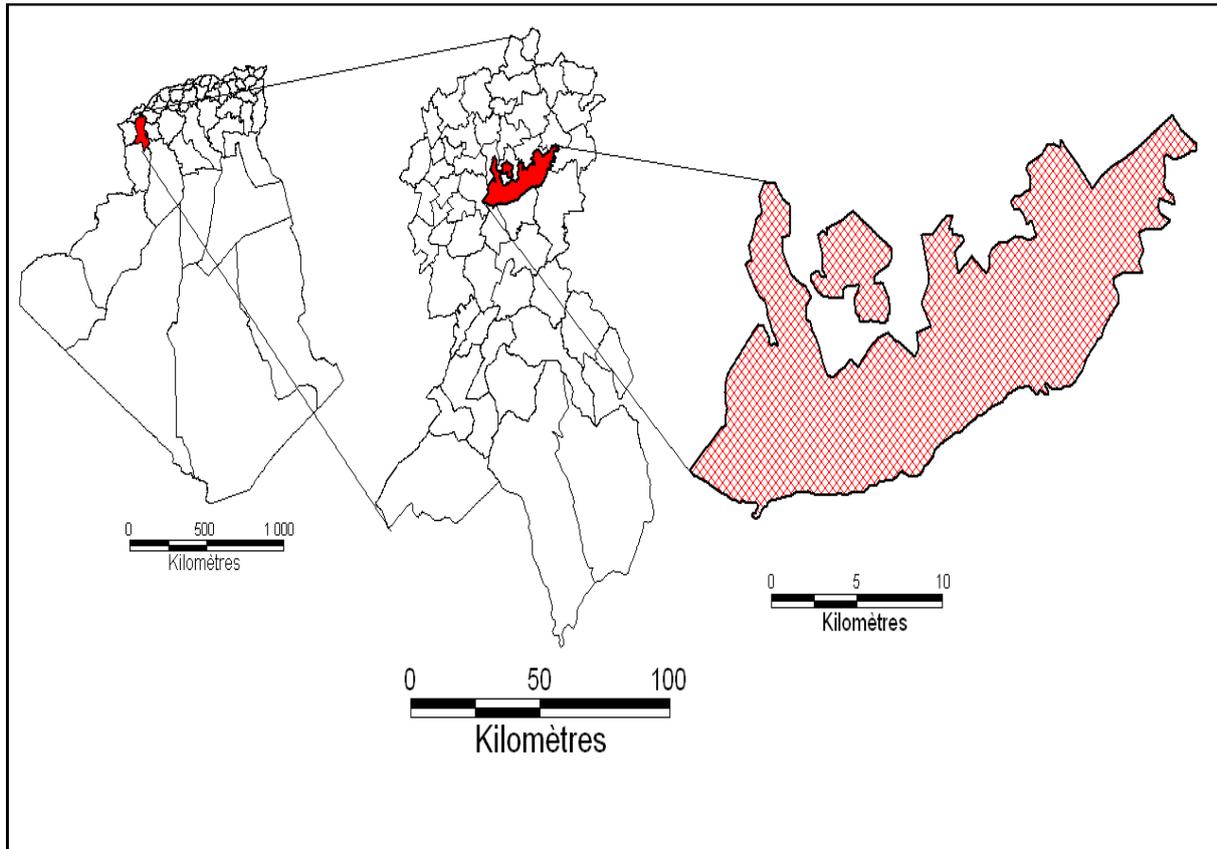


Fig. 07 : Carte de situation de la forêt domaniale de Tenira ; W. Sidi Bel Abbès

(Carte originale, 2018).

3. Situation forestière

La forêt domaniale de Tenira est soumise à la gestion de la conservation des forêts de la willaya de Sidi Bel-Abbès (CFSB, 2018).

- circonscription des forêts de Sfifef
- circonscription des forêts de Ben-Badis
- Le district de Tenira qui recouvre 117 HA.

4. Aspect géomorphologique

4.1. Le relief

Le relief contribue d'une manière directe sur le comportement d'un feu de forêt, pour cela la connaissance de l'aspect géomorphologique d'une forêt est nécessaire pour mieux connaître le comportement et le développement d'un incendie et de trouver la bonne et la plus efficace méthode de lutte anti-incendie par la suite. La carte des classes d'altitudes a été réalisée à l'aide du MNT de la Wilaya de Sidi Bel Abbas (**Fig. 08**).

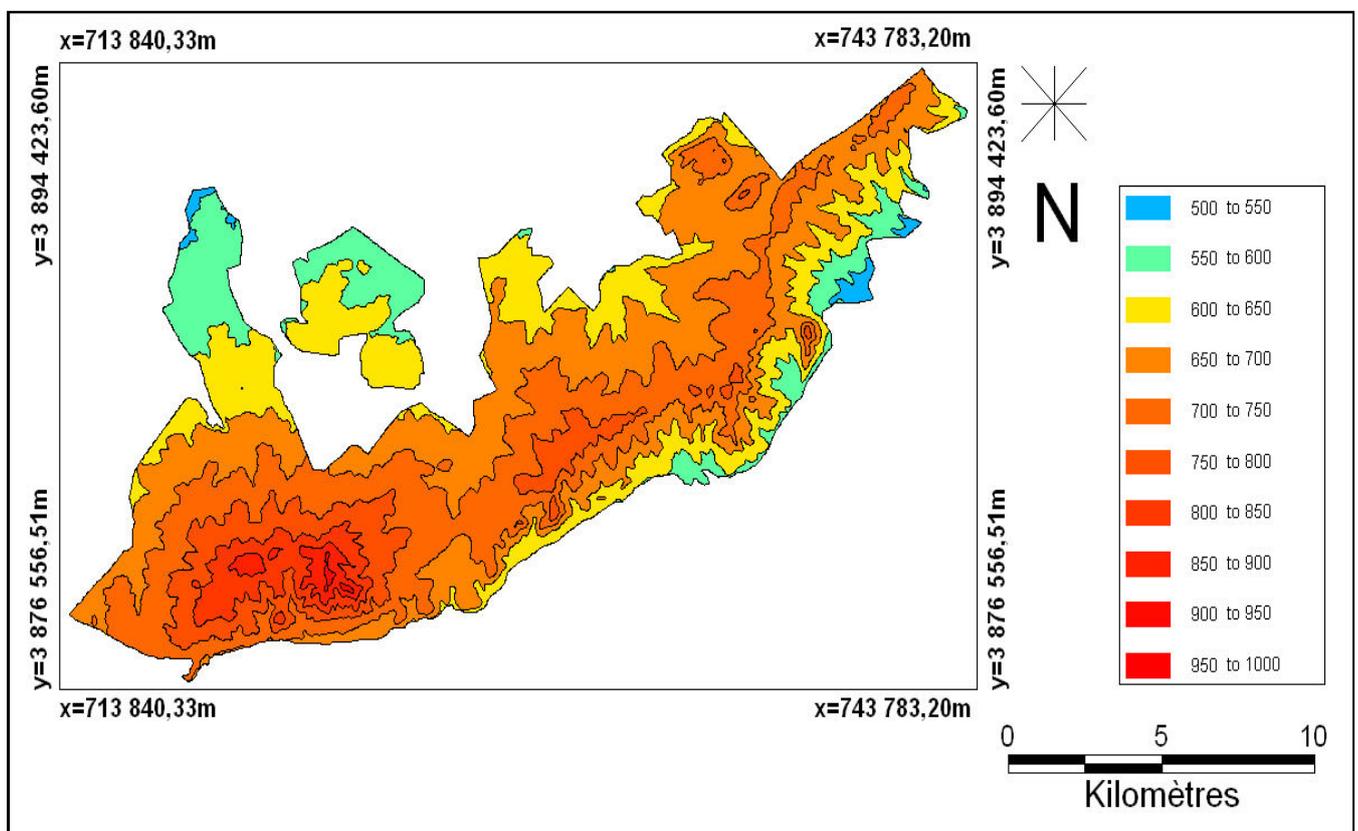


Fig. 08 : Carte des tranches d'Altitudes dans la forêt domaniale de Tenira

(Carte originale, 2018).

4.2. L'exposition

Les différentes expositions qui caractérisent l'ensemble de la forêt domaniale de Tenira sont représentées dans la (**Fig. 09**).

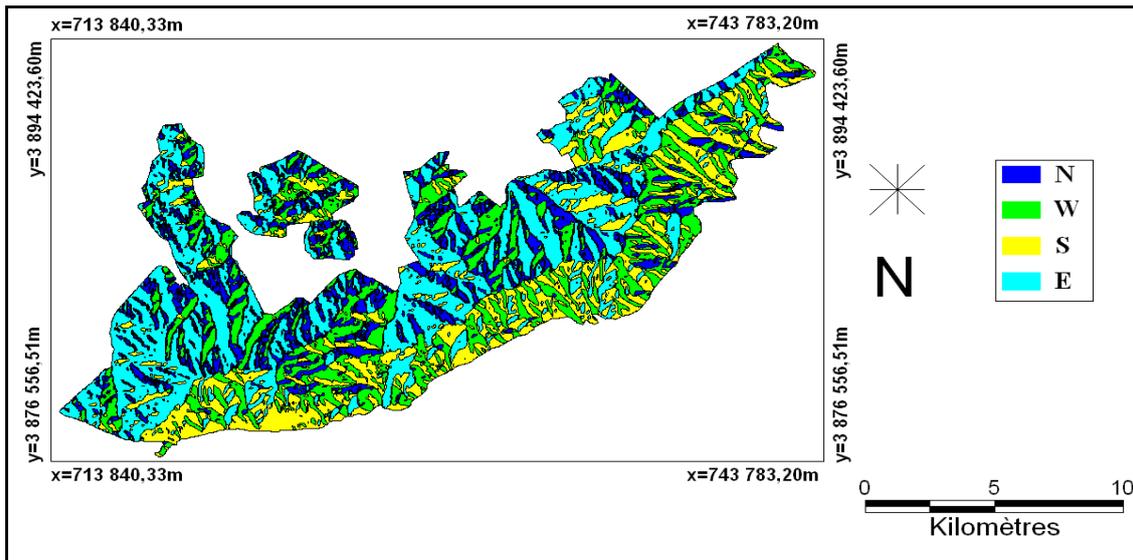


Fig. 09 : Carte d'exposition de la forêt de la forêt de Tenira.

(Carte originale, 2018).

D'après l'analyse des données du (Tab. 01) et la (Fig. 09), on peut dire que l'exposition Est et celle du Nord, sont les expositions dominantes avec des pourcentages successifs de 33,97 et 26,31% de la surface de notre forêt soit 20400 ha.

Tab. 01 : Les différentes expositions existantes au niveau de la forêt domaniale de Tenira.

Exposition	% de surface
Nord	26.31
West	18.44
Sud	21.28
Est	33.97

4.3. Les pentes

La lutte et la défense contre les incendies de forêt sont fortement liées à la configuration du terrain qui les conditionne et les guide. La carte suivante (Fig. 10), montre les différentes catégories de pentes qui existent au niveau de notre zone d'étude.

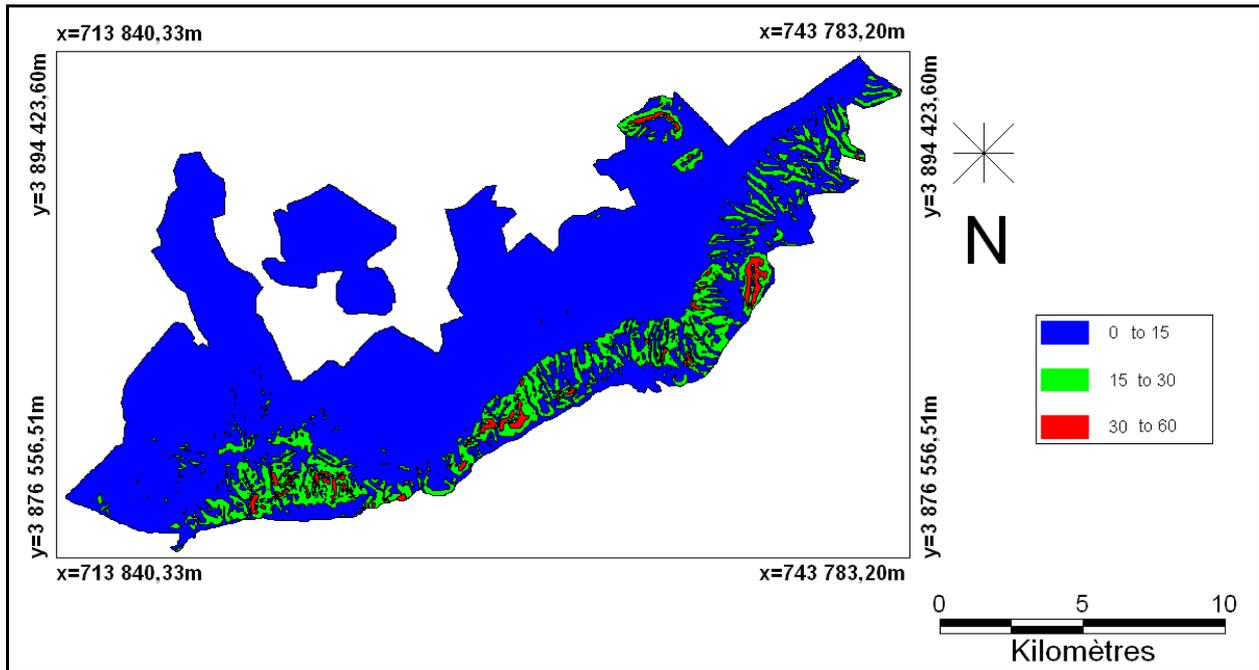


Fig. 10 : carte des pentes de la forêt de Tenira (Carte originale, 2018).

L'analyse du (Tab. 02) et la (Fig. 10), montre la dominance de la classe des pentes faibles avec un pourcentage de 85.03%, ce qui indique que la zone de Tenira est une forêt de plaine.

Tab. 02 : Les classes de pentes existantes au niveau de la forêt domaniale de Tenira.

Pente	Classes	% de surface
0-15 %	Faible	85.03
15-30%	Moyenne	13.51
>60%	Forte	1.45

5. Réseau hydrographique

Au niveau de la zone d'étude, il existe un Oued qui s'appelle Oued. Tenira. Il est situé entre les monts de béni Chougrane et le Djbel Bouyetas. Il s'écoule en méandre dans un

synclinal du sud-ouest ou nord-est sur une quinzaine de km. Il se divise en deux bras sur une bonne partie de son parcours avant de rejoindre l'oued Melghir.

Les principaux influents sont : Chaabat Tassa , Zededka , El – Maisna , Chaabat El-Halouf , Soubia , Emaït Chouich , Oued –Mtaleh, Cht Bouzerrouk ,Cht Bouazza , Cht Ramla , Cht Samsal .

6. Aspect pédologique

Le sol est l'un des facteurs limitant du développement des peuplements forestiers, leur croissance dépend en grande partie de la nature, de la profondeur et des propriétés physico-chimique du sol.

La forêt domaniale de Tenira est caractérisée par des sols calcimagnésique. Classe appartenant aux groupes des sols suivants (brun calcaire et les rendzines vraies).

Il existe des terres de hauts piedmonts, des monts et des plaines où les phénomènes d'érosion apparente, faible ou moyenne sont limités.

7. Aperçu bioclimatique

Le climat est un facteur très important dans la vie de végétation. Le climat de la zone étudiée est pratiquement du type méditerranéen comme tout le Nord Algérien. En effet, on a pris en considération les paramètres climatiques les plus importants comme les températures, les précipitations et les vents. Les données sont prises de la station météorologique de Sidi Bel-Abbes, qui est proche de la forêt de Tenira.

Tab.03 : Situation de la station météorologique de Sidi Bel-Abbes.

Station	Latitude	Longitude	Altitude	Emplacement
Sidi Bel-Abbes	35° 11' N	0° 38' W	486 m	Ecole. P.S

7.1. Les températures

La température joue un rôle écologique et physiologique très important dans le cycle de vie de la végétation. La moyenne mensuelle de la station de référence souligne l'existence de deux saisons bien distinctes

- ◆ Une saison chaude qui s'étale sur six mois allant du mois de mai jusqu'au mois d'octobre et pendant lesquels les moyennes mensuelles des maxima dépassant les 29°C
- ◆ Une saison froide qui s'échelonne sur un semestre allant du mois de novembre au mois d'avril, enregistrant les minima les plus bas allant de -0,22°C à 3,77°C.

Tab.04 : Répartition des températures moyennes mensuelles (1985-2009).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D	Moy
M	9,37	11,42	13,5	15,81	19,94	25,42	29,82	29,95	25,71	19,88	13,96	10,51	18,77
m	-0,22	0,79	1,95	3,77	7,24	11,02	13,77	14,46	11,66	7,84	3,63	1,27	6,44
(M+m)/2	4,57	6,1	7,72	9,79	13,59	18,22	21,79	22,2	18,85	13,82	8,95	5,89	12,62

Source : la station météorologique de Sidi Bel Abbés

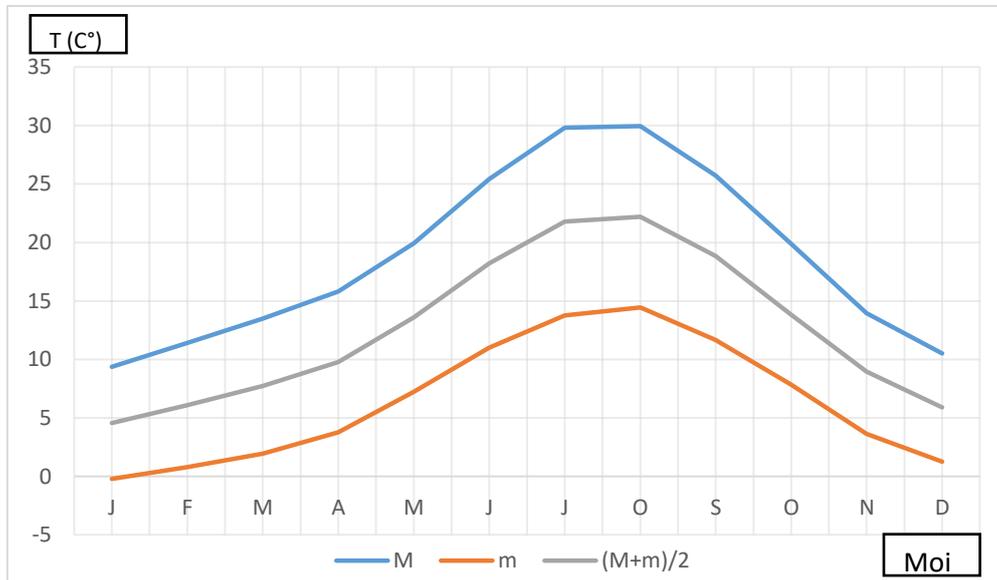


Fig.11 : Variation des températures moyennes mensuelles minimales et maximales (1985-2009).

7.2. Les précipitations

Les précipitations sont un facteur climatique qui conditionne la répartition de la végétation et participe aussi à la dégradation du milieu naturel par le phénomène de l'érosion hydrique.

Tab. 05 : Répartition des moyennes mensuelles des précipitations (1985-2009).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D	Moy
Moy mm	52,88	41,53	41,94	29,86	2,725	4,9	0,76	0,36	17,63	36,95	51,04	40,38	320,95

La pluviométrie du massif forestier de Tenira, est de 320,95 mm annuellement. Les pluies sont concentrées durant la saison froide, et plus on va vers la saison sèche, plus la pluviométrie diminue.

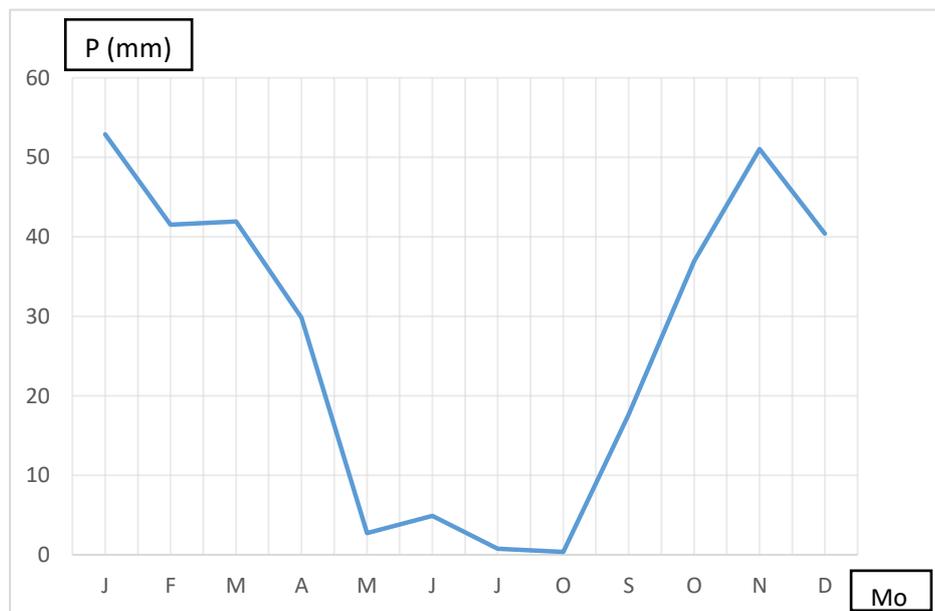


Fig. 12 : Variation des précipitations moyennes mensuelles (1985-2009).

7.3. L'humidité

L'humidité relative ou degré hygrométrique est le pourcentage de vapeur d'eau qui existe réellement dans l'aire par rapport à la quantité maximale que pouvait contenir l'atmosphère.

Pour la forêt de Tenira, les moyennes annuelles de l'humidité relative sont pour la plupart supérieures à 50%. Les mois enregistrant un taux annuel d'humidité relative inférieur à 50% sont Juillet et Aout. On remarque que plus on tend vers l'été, plus le taux d'humidité annuel diminue ce qui peut être un facteur propice à la propagation du feu.

Tab. 06 : Humidité moyenne mensuelle (1985-2009).

Mois	J	F	M	a	M	J	J	o	S	O	N	D
Taux	75,11	74,12	70,7	66,08	61,81	54,88	48,03	47,85	56,05	63,27	70,14	73,67

Source : la station météorologique de Sidi Bel Abbès

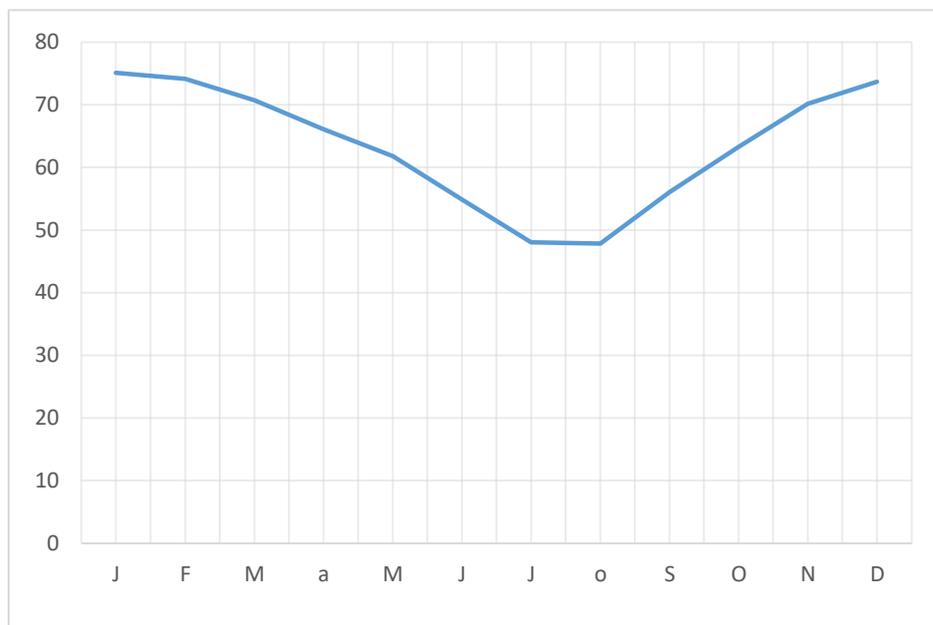


Fig. 13 : Taux d'humidité moyen mensuel (1985-2009).

7.4. Les vents

Le vent est un élément très important ou il peut jouer le rôle d'élément favorisant l'écllosion des foyers, par l'accélération du phénomène d'évapotranspiration entrainante la sécheresse du combustible.

Les vents les plus fréquents et les plus dominants durant toute l'année pour cette région sont les vents du Sud (secs et chauds) et ceux du Nord-Ouest (secs et froids), leur vitesse est stable pendant toute l'année.

Tab. 07 : Vitesse moyenne mensuelle des vents (1985-2009).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
v m/s	2,7	2,2	2,4	3,1	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	1,9	2,5	2,4

Source : la station météorologique de Sidi Bel Abbès

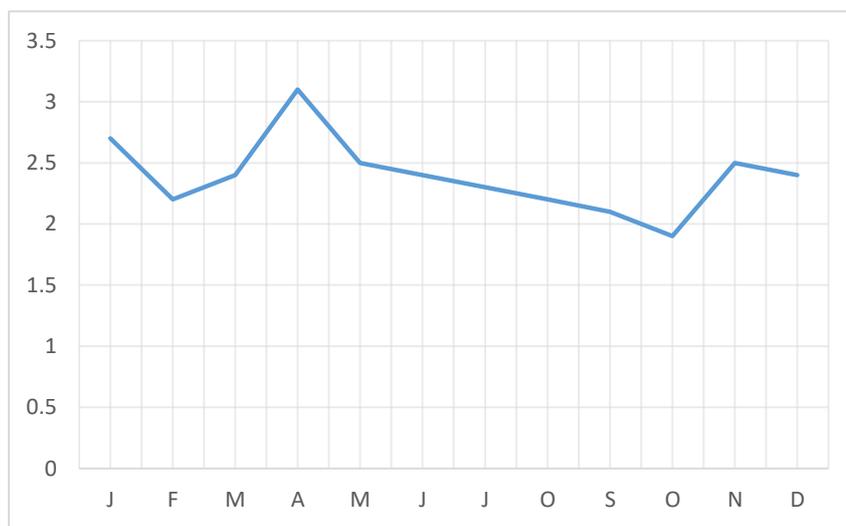


Fig. 14 : Vitesse moyenne mensuelle des vents (1985-2009).

Le sirocco se manifeste en moyenne 13 jours par an, plus fréquemment à Tenira, où il se produit en moyenne de 20 à 22 jours par an, comme c'est le cas pour Sfisef et Telagh .

Ou les zones sud de Sidi Bel-Abbès sont les plus exposées, le mois d'aout spécialement à ce type de vents chauds. Donc il est à craindre surtout le mois de juillet et aout comme c'est indiqué dans le (**tab. 10**).

7.5. Les gelées

Les gelées sont présentes dans la région à partir du mois de septembre et jusqu'au mois d'avril. Janvier est le mois qui enregistre le nombre de jours de gelées le plus élevé.

Les gelées en période printanière, au moment de la floraison, deviennent dommageables pour le développement des plantes.

Tab. 08 : Nombre de jours de gelée (1985-2009).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
Nbre jrs	13	10	5	3	0	0	0	0	1	3	4	6

Source : station météorologique de Sidi Bel Abbas

7.6. Le synthèse climatique

7.6.1. L'indice de DEMARTONNE

C'est un indice exprimé sous forme d'un rapport mathématique, on le nomme aussi l'indice d'aridité ou encore mieux d'humidité. Cette formule a été améliorée par de Martonne sous la forme suivante :

$$I = \frac{P}{T+10}$$

Avec

P : précipitations moyennes annuelles en mm

T : température moyenne annuelle en °C ,

Ainsi, pour :

$20 < I < 30$: climat tempéré

$10 < I < 20$: climat semi-aride

$7,5 < I < 10$: climat steppique

$5 < I < 7,5$: climat désertique

$I < 5$: climat hyper-aride

Pour la zone d'étude :

$$I = \frac{320.95}{12.62 + 10} = 14.48$$

La valeur calculée de l'indice DEMARTONNE pour la région d'étude est de **14.18**, où elle traduit un type de climat : semi-aride

7.6.2. Diagramme Ombrothermique de Bangnouls et Gausсен

Le diagramme Ombrothermique de **BAGNOULS et GAUSSEN (1953)**, permet de calculer la durée de la saison sèche sur un seul graphe, il porte la pluviométrie mensuelle (P mm) et la température moyenne (T°C). L'échelle des températures est généralement la moitié de l'échelle des précipitations. Il prend comme échelle : $P \leq 2T$.

Tab. 09 : Les moyennes mensuelles des températures et des précipitations (1985-2009).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
T (°C)	4,57	6,1	7,72	9,79	13,59	18,22	21,79	22,2	18,85	13,82	8,95	5,89
P (mm)	65,38	54,03	54,44	42,36	40,05	4,9	0,76	0,36	30,13	49,45	63,9	52,88

Source : la station météorologique de Sidi Bel Abbas

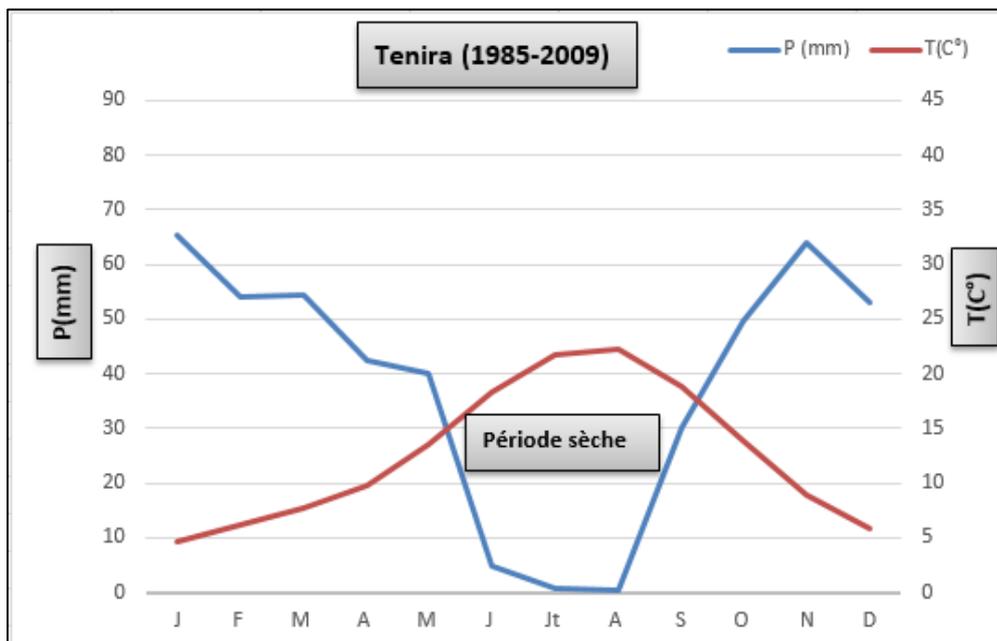


Fig.15 : Diagramme Ombrothermique de la forêt de Tenira (1985-2009).

La période sèche comme le montre le diagramme ombrothermique, s'étend de la mi-mai au début d'octobre.

7.6.3. Quotient pluviométrique d'Emberger (1955)

Le système d'EMBERGER (1955), permet de terminer les étages bioclimatiques de la région, grâce au calcul d'un quotient qui est donné par la formule suivante :

$$Q2 = 2000 P / M^2 - m^2$$

P : moyenne des précipitations annuelles (mm)

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud (°K)

m : moyenne des minima du mois le plus froid (°K)

(Température en °K=T°C+273).

Les valeurs du quotient combinées à celle de « m » sur le climagramme d'Emberger permettent de déterminer l'étage et les variantes climatiques. D'une manière générale, un climat méditerranéen est d'autant plus humide que le quotient est plus grand.

Tab. 10 : Étages bioclimatiques de la forêt de Tenira.

Stations	P (mm)	M (°K)	m (°K)	Q2	Étages bioclimatiques
Tenira	320,95	302,95	272,78	36,95	Semi-aride à hiver frais

Notre zone d'étude est localisée dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais (Fig. 16).

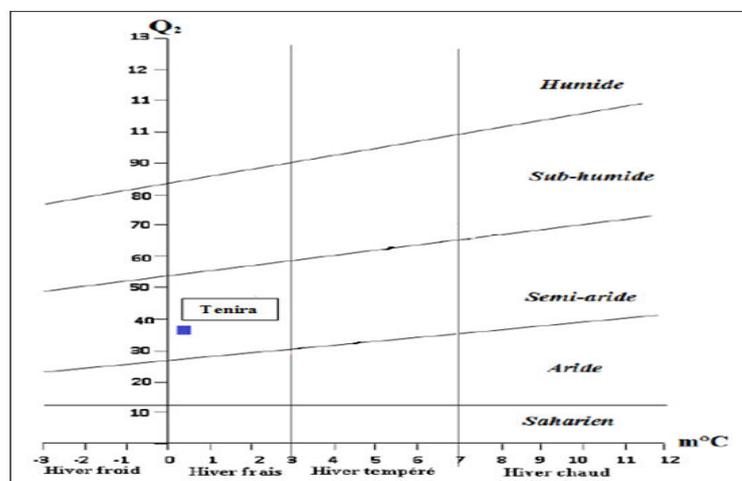
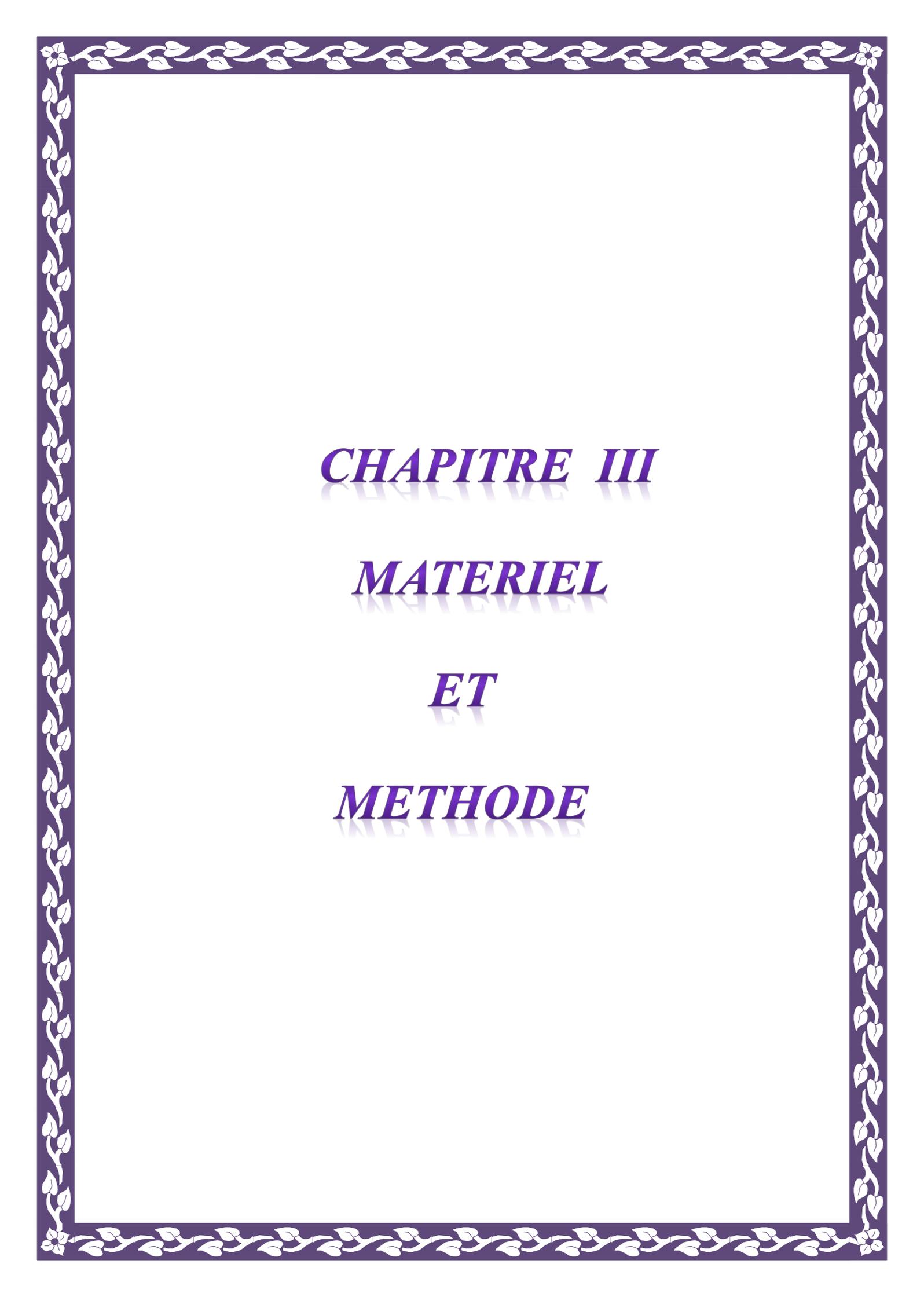


Fig.16 : Localisation de la zone d'étude sur le Climagramme pluviométrique d'EMBERGER, (1955).



CHAPITRE III

MATERIEL

ET

METHODE

MATERIEL ET METHODE

1. Introduction

L'inventaire forestier est la collecte systématique des données sur les ressources forestières dans une zone déterminée. Il permet l'évaluation de l'état actuel et sert de fondement à l'analyse et à la planification qui constituent la base de la gestion durable des forêts. Sa justification repose sur l'idée que la prise de décisions n'est possible que sur la base d'informations solides et fiables déclenchant ainsi le cycle vertueux de collecte de données, prise de décisions et évaluation du résultat obtenu.

2. Les moyens et les instruments utilisés

2.1. Les documents utilisés

↗ Fiches d'inventaire et des crayons pour la consignation des données collectées sur les arbres ;

2.2. Les instruments de travail

Le matériel nécessaire pour effectuer l'inventaire est :

- Un GPS
- Ruban mètre
- Compas forestier
- Blum leiss
- Relascope de BITTERLICH
- la tarière de PRESSLER.
- Altimètre



Fig. 17 : Les instruments utilisés dans notre inventaire dendrométrique sur le peuplement de pin d'Alep de FD. Tenira (Cliché personnel).

2.3. Les besoins humains

La mise en place des placettes et la mesure des différents paramètres dendrométriques, n'exige que de construire une équipe de 3 personnes.

3. Réalisation de l'inventaire

3.1. Choix de la méthode d'inventaire

On a eu recours aux inventaires statistiques lorsque le massif forestier à inventorier devient trop vaste pour se permettre de passer sur toute la surface, en inventaire pied à pied. Pour des raisons de coûts. Les mesures sont effectuées sur des placettes et les résultats obtenus sur la totalité des placettes sont extrapolés à l'ensemble de la forêt. Pour réaliser un inventaire statistique, il est nécessaire d'établir un plan d'échantillonnage.

Il en existe un certain nombre. Le plus souvent utiliser est :

→ *L'échantillonnage aléatoire simple*: les placettes du dispositif sont disposées de manière aléatoire.

Il est mieux de choisir l'inventaire statistique à dispositif aléatoire pour différentes raisons :

- ↗ Les valeurs de la variable étudiée sont plus homogènes dans les strates que sur l'ensemble de la parcelle,
- ↗ Les variances pour la variable étudiée sont plus homogènes dans les strates que sur l'ensemble de la parcelle,
- ↗ Le coût d'échantillonnage en termes de temps peut être réduit lorsque, par exemple, l'accès au milieu de la parcelle est difficile.

3.2. Échantillonnage

3.2.1. Taux d'échantillonnage

En fonction de la surface de la zone d'étude, de sa configuration et de la densité du peuplement préalablement définie, on a choisi un taux d'échantillonnage égal **1 %**.

4. Détermination du nombre des placettes

Le nombre de placettes qu'il faut implanter lors de l'inventaire principal régit de la manière suivante :

La superficie totale à inventorier est de **300 ha**.

Et le taux d'échantillonnage = **1%**

Soit **3 ha** de la superficie qui à inventorier.

$$300 \times 1 / 100 = 3 \text{ ha}$$

$$03 \text{ ha} \rightarrow 300 \text{ ares}$$

Surface de chaque placette = **10 ares**

$$\text{Donc } 300 \text{ ares} / 10 \text{ ares} = 30 \text{ placettes}$$

N= 30 placettes.

La surface des placettes est en fonction du taux d'échantillonnage et de leur nombre soit **300 ha / 30 placettes de 10 ares**.

Le nombre total des placettes dont ont les mesures dendrométriques été effectuées, renferment aussi les vides et les peuplements jeunes tels que les semis

5. Forme et dimension des placettes d'échantillonnage

Les placettes d'échantillonnage peuvent être carrées, rectangulaires ou circulaires. Les placettes circulaires présentent moins d'erreurs liées aux arbres de bordure, elles sont faciles à installer et ne présentent aucune direction préférentielle, elles sont donc préférables dans les inventaires forestiers.

La dimension des unités dépend de la densité et de l'hétérogénéité des peuplements. Dans des parcelles très denses, il faut réduire le rayon de l'unité d'échantillonnage. Si le peuplement est hétérogène, il faut réduire aussi le rayon et augmenter la densité du réseau de points pour mieux en saisir la variabilité. Le nombre de pieds de diamètre supérieur ou égal à 7,5 cm, qu'il serait idéal de mesurer dans chaque placette est compris entre 15 et 25. Lorsqu'on décide de travailler avec des placettes d'échantillons, il est préférable de choisir le type circulaire (Méthot et al, 2014).

La forme pour laquelle nous avons opté et choisie dans cette étude est la forme de la placette circulaire avec une superficie de 10 ares et un rayon de 17,83 m, mais qui peut varier en fonction de la pente.

Ce type de placette est choisi pour les intérêts suivants :

- ➔ Réside dans leurs possibilités d'évolutions. Elles permettent en effet, de faire progresser le dispositif en fonction de l'évolution de la forêt, des besoins ou encore du budget du propriétaire.
- ➔ Permettre d'obtenir des données plus précises sur les gros bois (Tomasini, 2002).

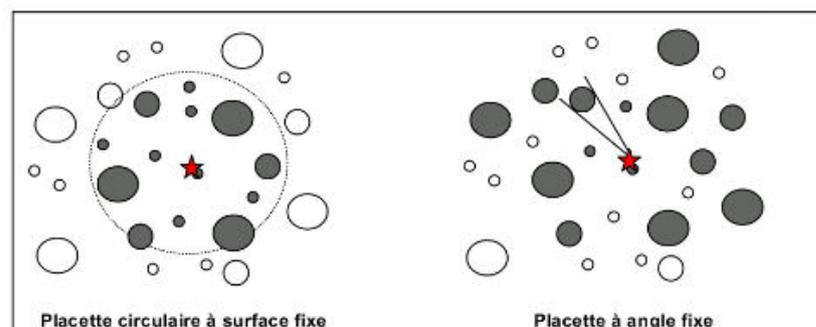


Fig. 18 : Différents types des placettes (Tomasini, 2002).

- ↗ **placettes à surface fixe** (ou à rayon fixe),
- ↗ **Placettes à angle fixe** (placette relascopique ou à diamètre apparent défini),

Le type de placette fixe est choisi pour les avantages suivants :

- ➔ Plus facilement modifiable en taille pour améliorer la précision
- ➔ Échantillonnage proportionnel à la surface terrière (qui fait la valeur économique) étant donc plus précis pour l'estimation des volumes

6. Caractéristiques des placettes

6.1. Délimitation des placettes

- Déterminer le centre de la placette et planter un jalon au centre ou bien repère fixe.
- Évaluer la pente pour déterminer le rayon correspondant.
- Cocher les arbres-limites de la placette d'inventaire.

6.2. Rayon d'une placette

Tab.11 : Le rayon pour une superficie d'une placette circulaire de 10 ares en fonction de l'angle de l'inclinaison (pente) (Bobbou,2016).

Pente en degré	Rayon suivant la pente pour 10 ares de surface placette
0°	17.84
6°	17.9
10°	18
12°	18
16°	18,2

6.3. Pente

La classe de pente exprime l'inclinaison moyenne du terrain occupé par un peuplement. Sur le terrain, on la mesure à l'aide d'un clinomètre et on l'exprime en pourcentage. Sur une carte, on la mesure à l'aide d'un modèle numérique de terrain et on l'exprime en classe de pente. (Tab. 12) détaille l'information sur les classes de pente (Méthot et al, 2014).

Tab.12 : Codes des classes de pente (Méthot et al, 2014).

Désignation	Inclinaison (%)	Classe
Nulle	de 0 a 3 %	A
Faible	de 4 a 8 %	B
Douce	de 9 a 15 %	C
Modérée	de 16 a 30 %	D
Forte	de 31 a 40 %	E
Abrupte	41 % et plus	F
Sommet : Superficies entourées de pentes de 41 % et plus S.		



Fig. 19 : Installation de la placette (Détermination du rayon de la placette à l'aide d'un ruban mètre) (Cliché personnel).

7. Travail sur la placette

Après avoir préparé et déterminé les centres des placettes d'échantillonnage, on doit commencer le travail de terrain (la matérialisation des placettes).

- Placement du jalon au centre de la placette d'inventaire ;
- La détermination du rayon correspond selon la pente dans chaque placette par un ruban mètre ;
- Mesure du diamètre et la circonférence à hauteur de la poitrine (1.30m) de tous les arbres qui sont situés dans la placette ;
- Mesure de la hauteur des arbres de la placette à l'aide du Blum leiss ;
- Mesure du coefficient naturel de forme .

Pour chaque placette d'inventaire, on peut déterminer les caractéristiques stationnelles telles que :

- *La pente* : à l'aide de clisimètre.
- *L'altitude* : à l'aide d'un altimètre
- *L'exposition* : à l'aide de la boussole
- *Relevé floristique*.
- *Nature du sol*.

7.1. Saisie des données

La saisie consiste à transférer dans un fichier informatique les données présentes sur les fiches de terrain. Il faut au préalable avoir choisi un logiciel de traitement des données.

Si l'inventaire n'est pas trop conséquent, un tableur comme Microsoft Excel pourra faire l'analyse des données. Pour des inventaires plus conséquents, il faudra passer à un logiciel de gestion de base de données, comme par exemple Microsoft Access. Ce dernier a de plus l'avantage qu'il permet de définir des masques de saisie qui limitent les erreurs de saisie

8. Mesure des caractéristiques dendrométriques

8.1. Diamètre à hauteur de poitrine (d1.30)

Le diamètre de l'arbre est l'une des mesures que l'on prend le plus souvent en forêt. Il est essentiellement utilisé dans tous les calculs de volume et d'accroissement. Le diamètre peut se prendre à différentes hauteurs sur l'arbre. Les deux hauteurs de référence les plus utilisées sont la hauteur de souche et la hauteur de poitrine.

Le diamètre à hauteur de poitrine ou hauteur d'homme, correspond au diamètre d'un arbre mesuré à 1,30 m au-dessus du plus haut niveau du sol (Méthot et al, 2014).

Il existe aussi, le diamètre à hauteur de souche qui est pris à un niveau où l'arbre sera abattu (Méthot et al, 2014) ; ce paramètre n'a pas été pris en considération dans le cas de notre étude.



Fig. 20 : Mesure de diamètre des arbres de pin d'Alep avec un compas forestier (F.D. Tenira) (Cliché personnel).

8.2. Diamètre moyen

C'est la somme de tous les diamètres des arbres sur le nombre des tiges totales (Belarmain et al, 2008).

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 \dots + d_n}{N} = \frac{\sum(n_i \cdot d_n)}{N}$$

Où

\bar{d} : Diamètre moyen

N : nombre des tiges totales

d_i : Diamètre

n_i : Répétition

8.3. Hauteur du peuplement

La mesure de la hauteur d'un arbre avec la blum leiss est la plus usitée. Cet instrument est un dendromètre qui est simple à manipuler et qui sert à mesurer la hauteur des arbres forestiers (Fig. 21).



Fig. 21 : Mesure de la hauteur des arbres de pin d'Alep avec un blum leiss (F.D. Tenira)
(Cliché personnel).

- Description du dendromètre Blum-Leiss : Le dendromètre Blum-Leiss est un instrument simple et robuste. Il est composé d'un boîtier antichoc plat en alliage léger.

Les pendules sont libérées grâce à 2 boutons-poussoirs :

- Celui du bas pour fixer la base du sujet ;
- Celui du haut pour fixer la hauteur du sujet.

La lecture entre les deux chiffres permet de contrôler l'arrêt, avant blocage, des pendules pendant les visées.

Enfin, avec le télémètre incorporé et la mire, accroché au préalable à l'arbre à mesurer, l'opérateur se place instantanément aux distances voulues et indiquées au cadran de l'appareil. Une cinquième graduation :

- ➔ En degré ;
- ➔ Confère à cet appareil la qualité de clinomètre ;
- ➔ Dimensions : 170 x 130 x 21 mm.



Fig. 22 : Le dendromètre Blum leiss (Rondeux, 1993).

8.4. Hauteur moyenne (H moyenne)

La hauteur moyenne est utilisée pour calculer la productivité et le volume moyen m³/ha du peuplement. Leurs usages prennent de plus en plus d'ampleur dans la pratique du métier forestier (Parde et Bouchon, 1988). La hauteur moyenne du peuplement est déterminée par l'équation mathématique suivante :

$$H_{moyenne} = \frac{\sum(n_i \cdot h_i)}{N}$$

Avec :

$H_{moyenne}$: Hauteur moyenne

n_i : Nombre de tiges arithmétique

N : Nombre total de tiges.

h_i : Hauteur des arbres (m).

8.5. Hauteur dominante

La hauteur dominante (HDOM) est la moyenne des hauteurs totales des 100 plus gros arbres, estimées à l'aide d'un dendromètre ou d'un clinomètre. Les mesures sont effectuées en plusieurs points d'observation installés de manière aléatoire, en fonction de l'étendue du peuplement et de son degré d'homogénéité (**Rondeux, 1993**).

8.6. Surface terrière

8.6.1. La surface terrière de chaque arbre

C'est l'aire de la section de l'arbre à 1,3 m de hauteur au dessus du sol. Elle s'exprime en cm² ou en m². Elle est notée g (**Belarmain et al, 2008**).

$$g = d_i^2 \times \left(\frac{\pi}{4}\right)$$

Avec

d_i : diamètre d'arbre à 1,30

8.6.2. Surface terrière de la placette et du peuplement

La surface terrière d'une placette (G placettes en m²/ha) est la somme des surfaces terrières de tous les arbres situant dans la placette. Avec,

$$G_{placette} = \sum g$$

La surface terrière d'un peuplement (G en m²/ha), c'est la somme des surfaces terrières de tous les arbres qui le composent.

$$G_{totale} = \sum g$$

8.7. Calcul de la densité du peuplement

La densité du peuplement est un indicateur du degré de concurrence entre les arbres, à condition de tenir compte aussi de l'âge et de la fertilité de la station. Pour une même densité, la concurrence entre les arbres n'est en effet pas la même dans un perchis de sapin que dans une sapinière adulte (**Belarmain et al., 2008**).

La densité du peuplement correspond donc au nombre de tiges présentes sur une surface donnée. Elle s'exprime généralement en nombre de tiges par hectare (N/ha).

Elle est donnée par la formule suivante :

$$N = \frac{n}{s}$$

Avec

n : le nombre des tiges ;

s : la surface du placette.

8.8. Détermination du coefficient naturel de forme

La détermination du coefficient de forme pour les arbres, était possible grâce à l'utilisation du Relascope de BITTERLICH (**Parde et Bouchon, 1988**):

$$CF = V_r / V_c$$

Avec

CF : coefficient naturel de forme.

V_r : volume réel.

V_c : volume de cylindre.



Fig. 23 : Le Relascope de Bitterlich.

8.9. Le volume d'un peuplement

Le volume d'un peuplement ou d'une forêt s'exprime généralement en m³/ha et le volume d'un arbre en dm³ ou en m³.

Le volume moyen en m³ des arbres et du peuplement de pin d'Alep de la forêt domaniale de Tenira est déterminé par l'application de la formule de cubage suivante :

$$V = G \cdot H \cdot F \quad (\text{PARDE \& BOUCHON, 1988})$$

V : le volume moyen en m³.

G : la surface terrière du peuplement (m²).

H : la hauteur totale moyenne en m.

F : Le coefficient de forme (sans unité).

Le volume d'un arbre est influencé par l'essence, l'âge, la hauteur, le diamètre, le défilement et la pourriture

8.10. L'Age des arbres et du peuplement

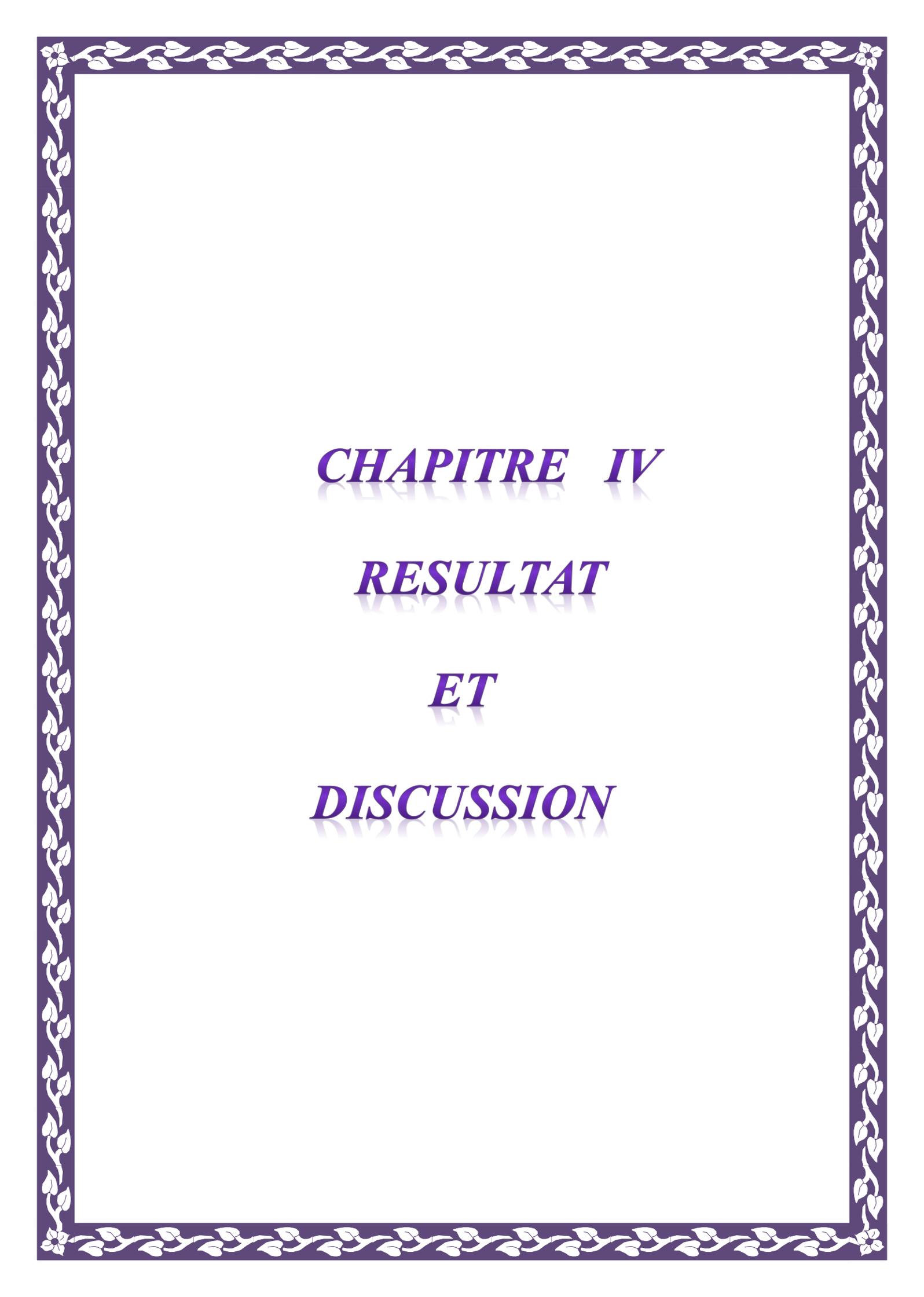
À défaut de le connaître, l'âge est estimé par comptage du nombre de cernes sur une souche récente ou sur une carotte extraite d'un arbre du peuplement à l'aide d'une tarière de PRESSLER. Le prélèvement opéré jusqu'au cœur est effectué à 1,30 m .



Fig. 24 : Utilisation de la tarière de PRESSLER pour les prélèvements des échantillons de bois (carottes) pour l'estimation de l'âge des arbres échantillons (FD. Tenira).

(Cliché personnel).

Les cernes sont généralement usités pour estimer l'accroissement et l'âge d'un arbre voire d'un peuplement, alors l'âge moyen du peuplement est déterminé en comptant le nombre des cernes jusqu'au cœur de tous les arbres-échantillons et sur le nombre d'arbres considérés.



CHAPITRE IV

RESULTAT

ET

DISCUSSION

RESULTATS ET DISCUSSION

1. Résultats de l'étude d'inventaire

Ce travail a pour objectif d'étudier les différentes caractéristiques dendrométriques des peuplements du pin d'Alep de la forêt domaniale de Tenira. Les résultats de notre inventaire dendrométriques sont donnés dans le tableau 17.

Des diagrammes ont été dressés et des analyses statistiques ont été faites sur les différents paramètres dendrométriques du pin d'Alep pour mieux caractériser ce peuplement d'un point de vue qualitatif et quantitatif.

1.1 Etude de la structure du peuplement

Le regroupement de toutes les tiges inventoriées d'un peuplement forestier par catégories de grosseur (diamètre ou circonférence à 1.30 m) permis d'exprimer la structure de ce peuplement (Parde & Bouchon, 1988 ; Rondeux, 1992).

Tab. 13 : Répartition des tiges totales par catégorie de diamètre.

Catégorie de diamètre	5	10	15	20	25	30	35	Totale
Nbr de tige/ha	390	930	1310	660	390	40	40	3760

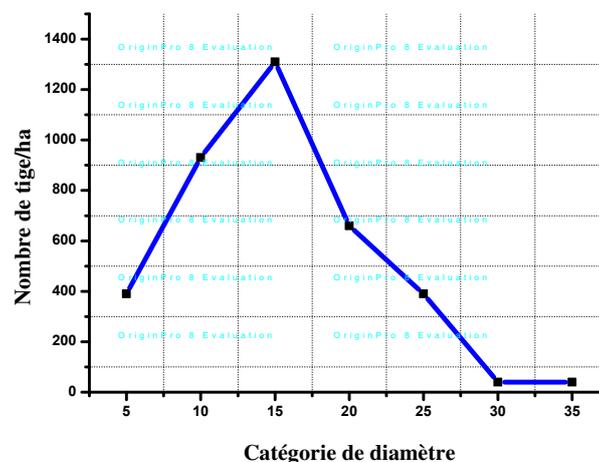


Fig. 25 : Répartition du nombre de tiges observés par catégorie de diamètre.

L'analyse de la figure 25, qui donne une représentation graphique des catégories de diamètres à 1,30 m, en fonction du nombre de tiges, montre que le peuplement de pin d'Alep de la forêt domaniale de Tenira est équienne dont les arbres ont sensiblement le même âge, c'est-à-dire la structure du peuplement est régulière. La distribution des tiges par catégories de grosseurs est souvent assimilée à la courbe de la loi normale de gauss, en forme de cloche.

Tab. 14 : Exprime la méthode du nombre des tiges théoriques calculé.

		NI	XI														
N°	N° obs	CC	NIXI	m	X_M	EC	U	U ²	U ² /2	1/RC2PI	e	e puis-u ² /2	FX	Yi	ni theo	N° obs	CC
376	39	5	195	15,01323	-10,01323	6,1615947	-1,625104	2,6409619	1,3204809	0,4	2,71	0,2670069	0,1068027	0,0880653	33,112561	39	5
376	93	10	930	15,01323	-5,01323	6,1615947	-0,813625	0,6619863	0,3309932	0,4	2,71	0,7182101	0,287284	0,2368831	89,068031	93	10
376	131	15	1965	15,01323	-0,01323	6,1615947	-0,002147	4,61E-06	2,305E-06	0,4	2,71	0,9999977	0,3999991	0,3298234	124,01361	131	15
376	66	20	1320	15,01323	4,98677	6,1615947	0,8093311	0,6550168	0,3275084	0,4	2,71	0,7207172	0,2882869	0,23771	89,378954	66	20
376	39	25	975	15,01323	9,98677	6,1615947	1,6208093	2,6270228	1,3135114	0,4	2,71	0,2688743	0,1075497	0,0886812	33,344146	39	25
376	4	30	120	15,01323	14,98677	6,1615947	2,4322876	5,9160227	2,9580114	0,4	2,71	0,0519221	0,0207688	0,0171252	6,439058	4	30
376	4	35	140	15,01323	19,98677	6,1615947	3,2437658	10,522017	5,2610083	0,4	2,71	0,0051901	0,002076	0,0017118	0,6436407	4	35
													ΣF(x)	1,2127673			

39	9,98677	99,735575	3889,6874	
4	14,98677	224,60328	898,4131	
4	19,98677	399,47098	1597,8839	
		Σni(xi-m) ²	14274,934	
R ² :	variance		37,965249	R ²
EC:	l'écrat type		6,1615947	EC
		r ² =somme ni (xi - m) ² /N		

Catégorie de D	Nbr théorique
5	33,112561
10	89,068031
15	124,01361
20	89,378954
25	33,344146
30	6,439058
35	0,6436407

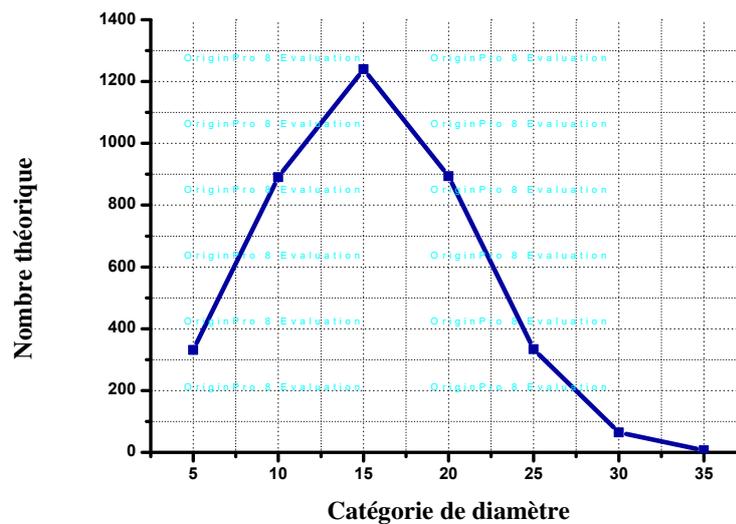


Fig. 26 : Courbe de répartition du nombre théorique des tiges par classe de diamètre (FD. Tenira).

La courbe théorique représentant la répartition des tiges en catégories de diamètre d'un peuplement équiennne suit une courbe de Gauss. En effet, un peuplement équiennne présente un ensemble des arbres qui ont sensiblement le même âge.

L'équation qui exprime le mieux la progression géométrique d'un peuplement équien est une courbe en cloche.

$$Y\% = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-1/2\left(\frac{x-m}{\delta}\right)^2}$$

Où

$$Y\% = \frac{1}{\delta\sqrt{2\pi}} e^{-1/2\left(\frac{x-m}{\delta}\right)^2}$$

Avec

e : Base des logarithmes népériens,

x : Catégorie ou variable recherchées (diamètre par exemple),

m : Moyenne arithmétique,

δ: Ecart type de la distribution,

Y% : Fréquence de la catégorie recherchée,

Cette loi de probabilité dépend de ces deux paramètre n et δ.

Tab. 15 : Répartition de nombre des tige/ha théorique et les observations.

Catégorie	5	10	15	20	25	30	35
Nbr obs/ha	390	930	1310	660	390	40	40
Nbr théor/ha	331,1	890,6	1240,1	893,7	333,4	64,3	06,4

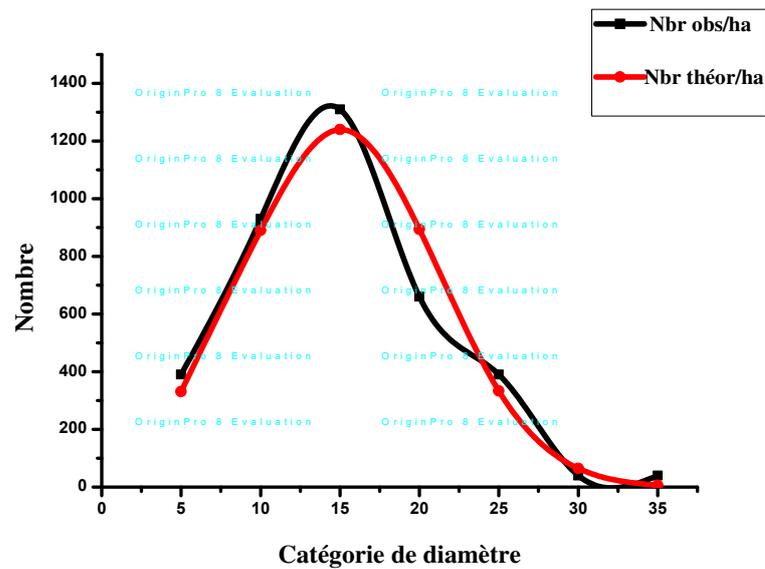


Fig. 27 : Courbes comparatives entre le nombre réel des tiges et le nombre théorique (FD. Tenira).

Suivant les résultats de l'étude de la tendance de la courbe de la répartition des observations, il apparaît que le peuplement présente une tendance d'une répartition régulière où la courbe montre une forme en cloche.

Tab. 16 : Nombre de tige à développer ou à éliminer pour chaque classe de diamètre.

Catégorie	5	10	15	20	25	30	35
Nbr obs/ha	390	930	1310	660	390	40	40
Nbr théor/ha	331,1	890,6	1240,1	893,7	333,4	64,3	06,4
Différence (N théor – N obs)	-58,9	-39,4	-69,9	233,7	-56,6	24,3	-33,6

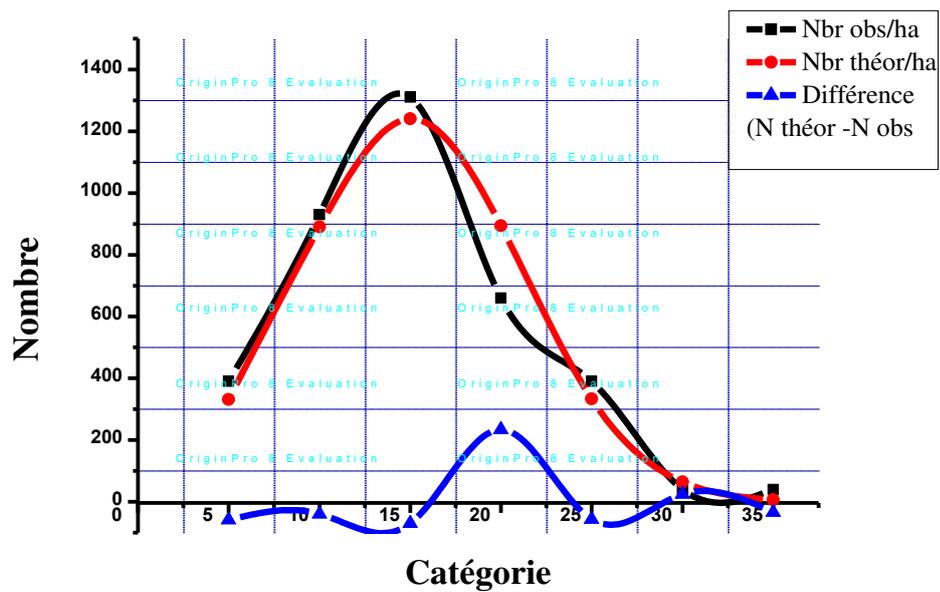


Fig. 28 : Courbes représentent le nombre des tiges à développer ou à éliminer pour chaque classe de diamètre (FD. Tenira).

L'analyse des tableaux 17 et 15 montre une faible différence entre le nombre des observations et celui des tiges calculées par catégories de diamètre (théoriques), sauf dans le cas de la catégorie 20 qui montre une différence significative.

1.2. Résultat des paramètres dendrométriques

1.2.1. Diamètre des arbres

L'analyse de la figure 29, montre que le diamètre moyen (d 1.30) des placettes est varié entre 6,61 cm (placette n°29) et 20,81 cm (placette n°8), avec une valeur moyenne pour l'ensemble des placettes de l'ordre de 13,24 cm.

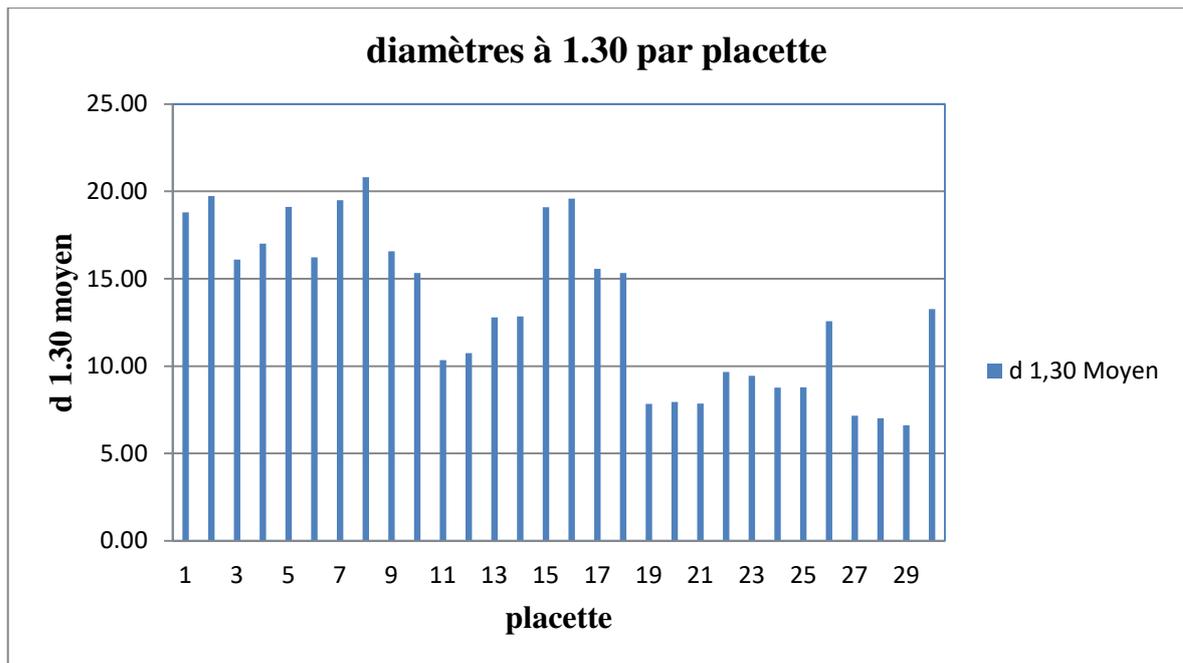


Fig. 29 : La répartition des diamètres à 1.30 par placette.

1.2.2. Hauteur moyenne

Pour la hauteur moyenne des arbres de pin d'Alep, la figure 30, montre que la hauteur moyenne est comprise entre 5,36 m (placette n°27) et 10,17 m pour la placette n°17.

Le tableau récapitulatif des différents paramètres dendrométriques tableau 17, donne une hauteur moyenne des arbres de pin d'Alep de la forêt domaniale de Tenira qui est égale à 8,27 m.

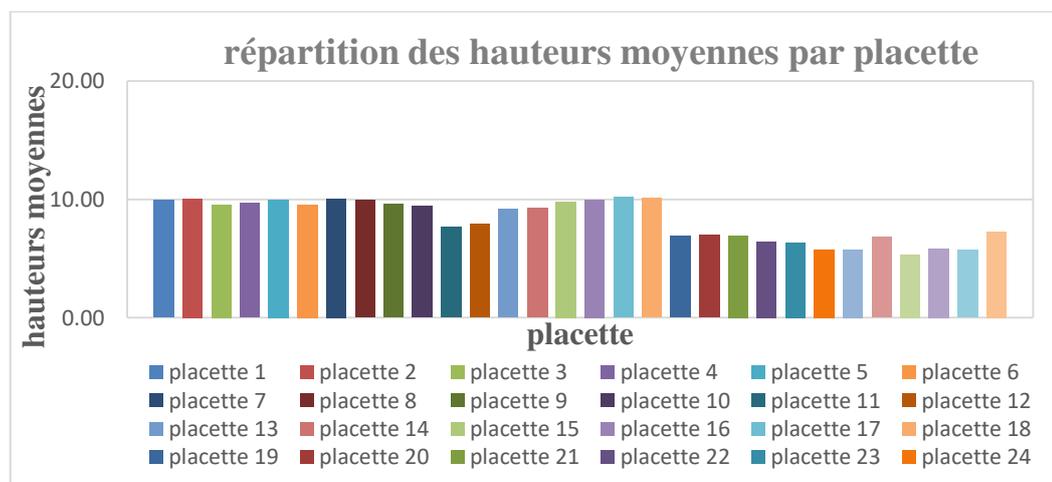


Fig. 30 : La répartition des hauteurs moyennes par placette.

1.2.3. L'âge du peuplement

L'âge du peuplement forestier est une caractéristique très importante, car elle nous permet de déterminer les accroissements des différentes grandeurs. L'âge moyen d'un peuplement pur et équienne, est estimé généralement grâce à un sondage à la tarière de Pressier de quelque arbre représentatif ou un arbre moyen, en procédant à un comptage des cernes annuels.

Dans le cas du pin d'Alep de la forêt domaniale de Tenira qui est sensiblement équienne, nous avons obtenu un âge moyen de 70 ans.

1.2.4. Densité des arbres

La densité des arbres, est une caractéristique dendrométrique, qui est étroitement liée à divers concepts tels que : la concurrence entre les individus et le degré du couvert d'un peuplement forestier (Rondeux, 1992).

D'après les résultats obtenus à partir de notre inventaire (tableau 22), il ressort que la densité du peuplement de pin d'Alep dans la forêt domaniale de Tenira est variée entre 370 tiges/ha (placette n°7) et 19100 tiges/ha (placette n°29). La valeur de la densité moyenne du peuplement de pin d'Alep dans cette zone est de 3795 tiges/ha.

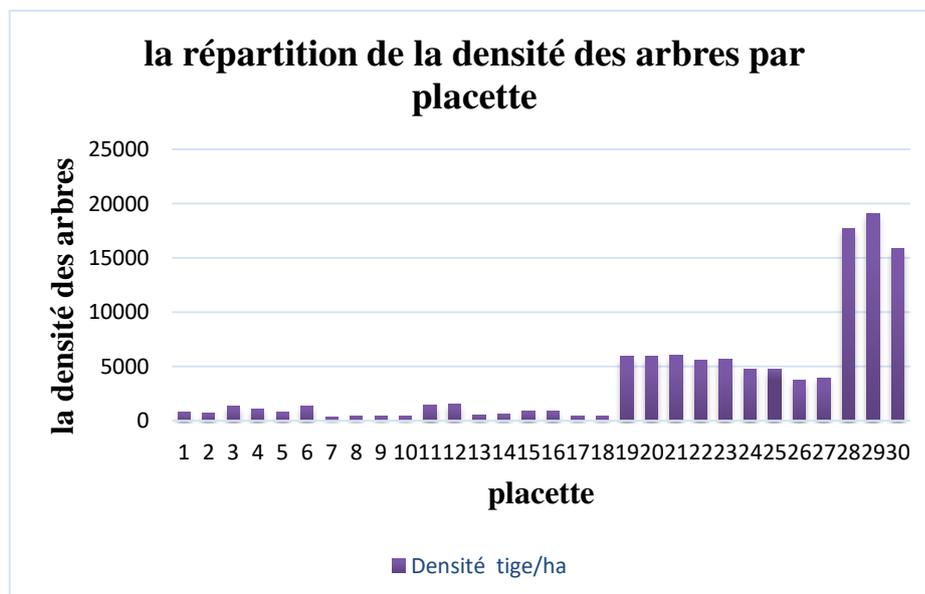


Fig. 31 : La répartition de la densité des arbres par placette.

1.2.5. Estimation du volume moyen des arbres et du peuplement

Parmi les nombreuses formules de cubage d'arbres (Laalag, 2015), nous sommes intéressés, au modèle du volume réel d'un arbre debout, dont la formulation est la suivante :

$$V=f \times g_{1,30} \times h \quad (\text{Parde \& Bouchon, 1988})$$

Avec

V : volume de l'arbre en m³,

f : coefficient de forme de l'arbre (f : Egale à 0,32 dans le cas du pin d'Alep de FD. Tenira),

H : hauteur moyenne en m,

g_{1,30} : surface terrière de l'arbre à 1,30 m.

D'après les résultats du tableau 17, ainsi que l'observation de la figure 32, on remarque que le volume moyen du peuplement de pin d'Alep de la forêt domaniale de Tenira est de 106,67 m³/ha. Ce volume présente une valeur plus élevée dans la placette n°30 avec 310,75 m³/ha. La placette n°13, présente la valeur la plus faible avec 34,93 m³/ha.

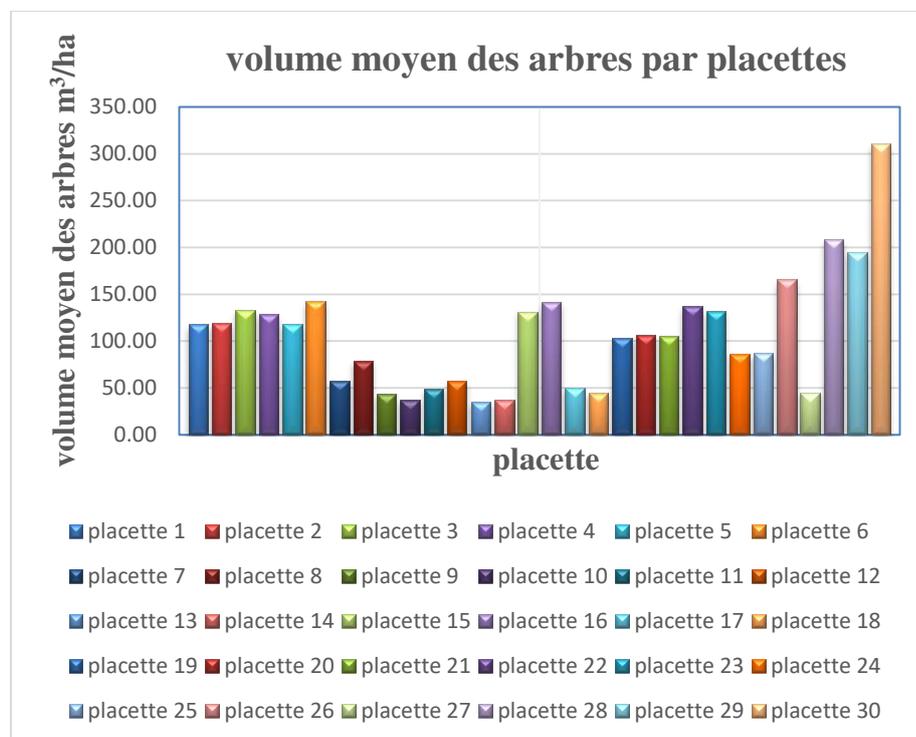


Fig. 32 : Répartition du volume moyen des arbres par placettes.

1.2.6. Accroissements moyens en volume

La productivité d'un peuplement forestier peut être exprimée au moyen de l'accroissement moyen annuel en volume à un âge donné (Parde & Bouchon , 1988).

$$AMA = V_{m^3/ha} / \text{âge}$$

Avec :

AMA : accroissement moyen annuel en m³/ha/an ;

Age moyen : 70 ans ;

$V_{m^3/ha}$: volume moyen en m³/ha.

Concernant la productivité du peuplement du pin d'Alep au niveau de la forêt domaniale de Tenira, l'examen de la figure 34, montre des valeurs qui varient entre 0,50 et 4,44 m³/ha/an. La valeur minimale est observée dans la placette n°13, par contre, la valeur maximale est enregistrée dans la placette n°30. Ainsi, l'accroissement moyen annuel de ce peuplement est de 1,52 m³/ha/an.

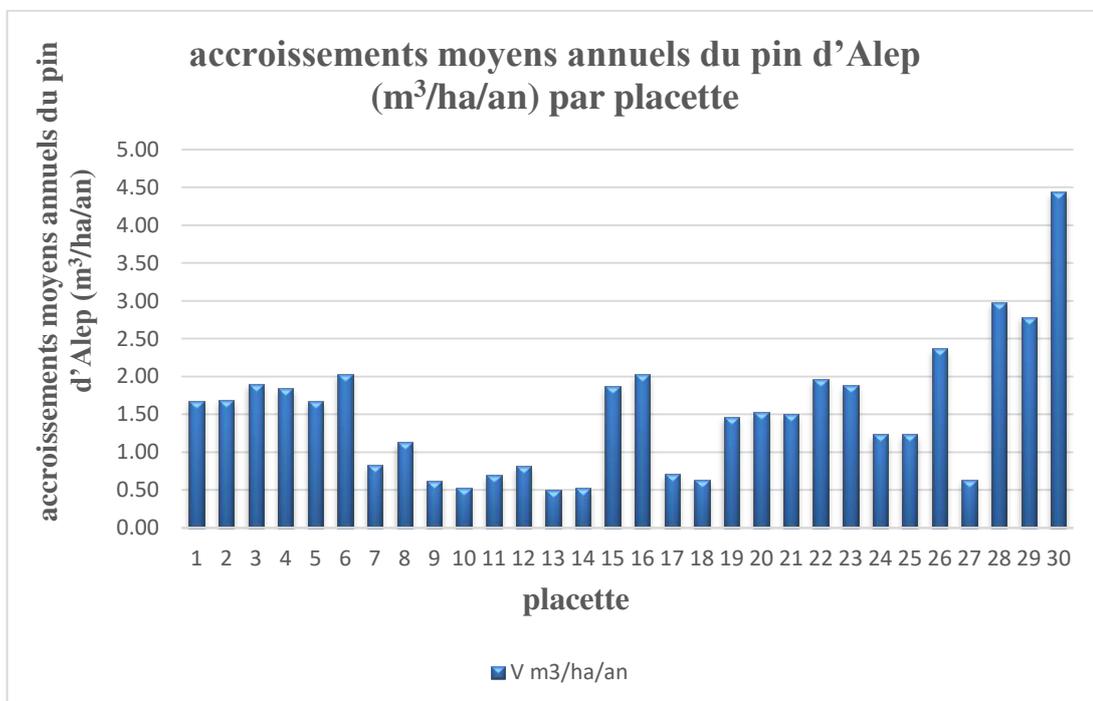


Fig. 33 : Accroissements moyens annuels du pin d'Alep (m³/ha/an) par placette (FD. Tenira).

N.B : Les caractéristiques dendrométriques obtenues à partir de cet inventaire sont résumées dans le tableau 17.

Tab. 17 : Données des paramètres dendrométriques des placettes (Peuplement de pin d'Alep de F.D Tenira).

Placettes	D 1,30 cm	H tot m	G m ²	V m ³	densité tige/h	G m ² /ha	V m ³ /ha	V m ³ /ha/an
1	18,80	9,94	0,028	0,143	820	22,7526	117,56	1,68
2	19,73	10,08	0,031	0,160	740	22,6171	118,51	1,69
3	16,10	9,53	0,020	0,101	1320	26,8723	133,15	1,90
4	17,00	9,66	0,023	0,114	1130	25,6418	128,86	1,84
5	19,12	9,98	0,029	0,149	790	22,6626	117,65	1,68
6	16,22	9,55	0,021	0,102	1390	28,7003	142,47	2,04
7	19,49	10,04	0,030	0,156	370	11,0291	57,58	0,82
8	20,81	9,93	0,034	0,176	450	15,3046	79,02	1,13
9	16,57	9,60	0,022	0,108	400	8,61645	43,00	0,61
10	15,33	9,43	0,018	0,090	410	7,56535	37,09	0,53
11	10,35	7,68	0,008	0,034	1440	12,1094	48,38	0,69
12	10,74	7,90	0,009	0,037	1530	13,858	56,95	0,81
13	12,79	9,18	0,013	0,061	570	7,31437	34,93	0,50
14	12,85	9,25	0,013	0,062	590	7,64721	36,79	0,53
15	19,08	9,81	0,029	0,146	900	25,7332	131,21	1,87
16	19,58	9,95	0,030	0,156	910	27,3783	141,69	2,02
17	15,57	10,17	0,019	0,101	490	9,3294	49,35	0,71
18	15,34	10,09	0,018	0,097	460	8,49333	44,58	0,64
19	7,84	6,93	0,005	0,017	5920	28,5583	102,86	1,47
20	7,94	6,98	0,005	0,018	5940	29,3858	106,62	1,52
21	7,86	6,94	0,005	0,018	6020	29,2146	105,41	1,51
22	9,67	6,46	0,007	0,025	5560	40,7967	137,12	1,96
23	9,45	6,38	0,007	0,023	5660	39,6554	131,56	1,88
24	8,77	5,77	0,006	0,018	4770	28,801	86,35	1,23
25	8,78	5,77	0,006	0,018	4780	28,9412	86,82	1,24
26	12,58	6,83	0,012	0,044	3760	46,6904	165,87	2,37
27	7,17	5,36	0,004	0,011	3980	16,0605	44,76	0,64
28	7,01	5,85	0,004	0,012	17750	68,4089	208,16	2,97
29	6,61	5,72	0,003	0,010	19100	65,5288	195,02	2,79
30	8,11	7,27	0,005	0,020	15910	82,1451	310,75	4,44
Moyenne	13,24	8,27	0,015	0,074	3795	26,9271	106,67	1,52

2. Étude des corrélations entre la production du bois et les paramètres dendrométriques (Tarif de cubage)

L'étude des caractéristiques dendrométriques du pin d'Alep existants dans la forêt domaniale de Tenira, concernant la hauteur moyenne et le diamètre moyen des arbres, nous a permis de déterminer le volume moyen et la productivité du peuplement de pin d'Alep en m³/ha/an.

Pour l'étude des corrélations entre les différents paramètres dendrométriques, qui sont déterminés dans cet inventaire, nous avons testé les équations mathématiques « $y=ax+b$ » appelées (droite de la régression linéaire). Le degré de corrélation entre la productivité du pin d'Alep et les paramètres dendrométriques est déterminé en fonction de la valeur du coefficient de corrélation R ou R^2 :

- Si le coefficient R^2 est inférieur à 0,5 (50%), cela indique une faible corrélation.
- Si R^2 est supérieur à 0,5 (50%) : bonne corrélation.

Pour réaliser ce test statistique, on a tracé quatre représentations graphiques et on a essayé de trouver la relation existante entre le volume $m^3/ha/an$ et les autres variables dendrométriques telles que le diamètre moyen, la hauteur moyenne, la densité des arbres et la surface terrière.

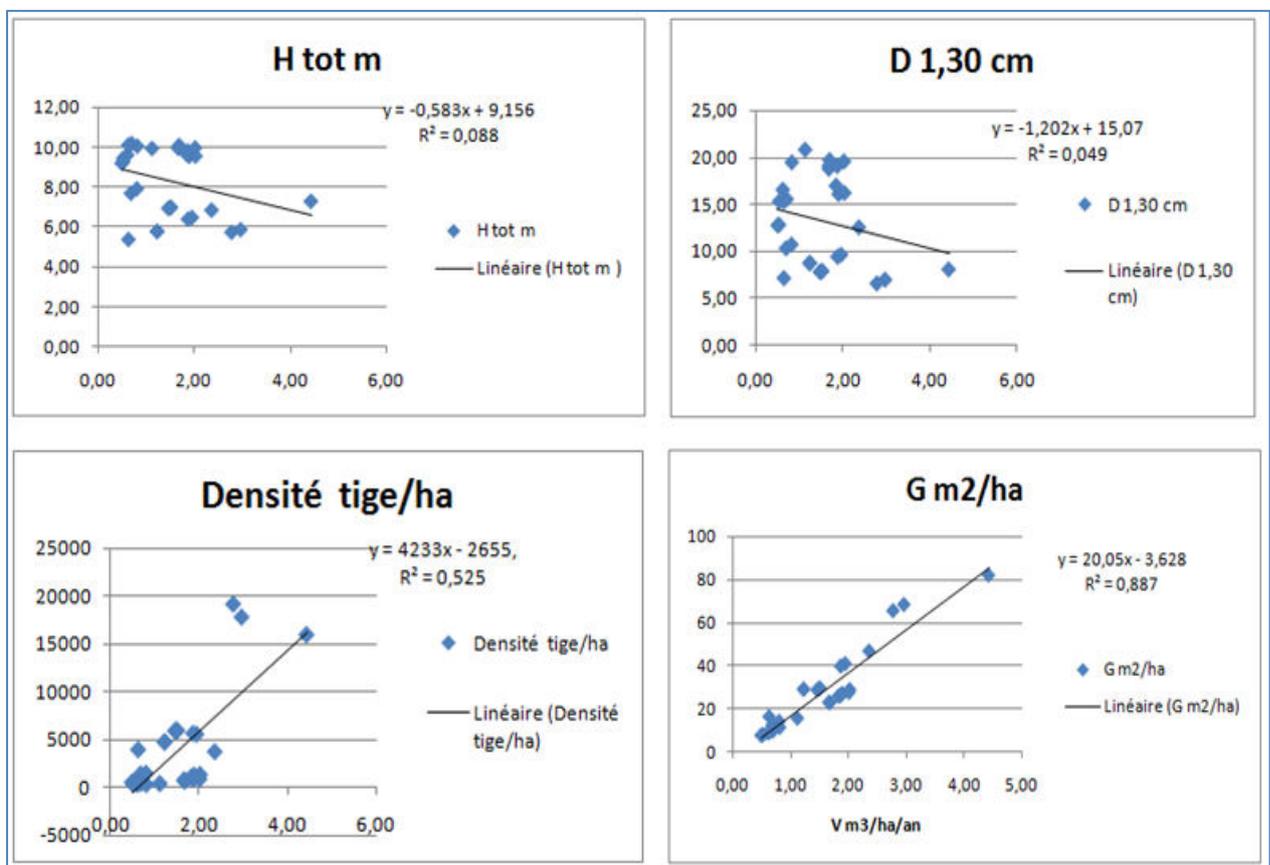


Fig. 34 : Relation mathématique entre volume moyen ($m^3/ha/an$) et les paramètres dendrométriques (diamètre : d 1.30 , Hauteur moyenne : H moy , densité (tiges/ha) et surface terrière totale : G à 1.30).

3. Interprétation des relations de tarif

Les tarifs de cubage obtenus, concernant les relations mathématiques entre le volume moyen et les caractéristiques dendrométriques des arbres, sont illustrés dans la figure 34.

L'analyse de cette dernière montre une bonne corrélation entre le volume moyen en m³ et la surface terrière totale des placettes (en m²), avec une forte valeur du coefficient de corrélation R² qui est de l'ordre de (88,7 %).

3.1. Discussion

A travers les résultats obtenus à partir de cet inventaire dendrométriques sur le pin d'Alep de la forêt domaniale de Tenira, on peut dire que la densité de notre peuplement est moyenne avec la valeur de la densité moyenne du peuplement de 3795 tiges/ha.

Le diamètre moyen des arbres est assez faible avec une valeur moyenne pour l'ensemble des placettes de l'ordre de 13,24 cm. La hauteur moyenne est de l'ordre de 8,27 m. Ainsi, la surface terrière moyenne des placettes est de 26,9271 m²/ha.

Concernant la productivité du peuplement du pin d'Alep, au niveau de la forêt domaniale de Tenira, montre des valeurs qui varient entre 0,50 et 4,44 m³/ha/an, avec une valeur moyenne de l'ordre de 1,52 m³/ha/an.

On note aussi que notre peuplement est marqué par l'absence des travaux sylvicoles d'améliorations, notamment les éclaircies, les coupes sanitaires et l'élague (voir Fig. 35).



Fig. 35 : Peuplement de pin d'Alep très dense et non élagué (FD. Ténira).

Vu la situation actuelle que présente notre zone d'étude (FD. Tenira), donc nous pouvons proposer des travaux d'amélioration dans le peuplement de pin d'Alep et qui consiste à faire les actions suivantes :

Des éclaircies pour garantir un accroissement régulier en diamètre et d'améliorer la qualité du peuplement et pour obtenir le maximum d'accroissement des arbres de pin d'Alep. En effet, les éclaircies permettent non seulement de contrôler la croissance en diamètre des arbres mais aussi la santé du peuplement forestier.

D'autre part nous proposons élagage sylvicole pour obtenir du bois de qualité et sans nœud.



CONCLUSION

GENERALE

CONCLUSION GENERALE

La forêt domaniale de Tenira, est considérée comme une zone forestière très riche sur le plan de la diversité biologique.

L'objectif effectué à ce travail était de déterminer les caractéristiques dendrométriques des peuplements du pin d'Alep de la forêt domaniale de Tenira.

L'analyse de la graphique des catégories de diamètres à 1.30 m en fonction du nombre de tiges du peuplement de pin d'Alep de la forêt domaniale de Tenira fait sortir que le peuplement de pin d'Alep de la forêt domaniale de Tenira est équienne et la structure est régulière.

Comparativement, le nombre réel des tiges et le nombre théorique résulte que le peuplement a une structure à tendance régulier ce qui on a amené à utiliser l'équation de « Loi de Gauss ».

Les catégories de diamètre varient en partie seulement de 5 cm à 35 cm, ceci nécessite une réflexion sur les causes réelles qui restent liées essentiellement aux facteurs anthropiques.

L'analyse de la répartition de diamètre moyen et l'hauteur moyenne par placette et la récapitulatif des différents paramètres dendrométriques donnent des valeurs qui sont estimées respectivement à 13,24 cm et 8 ,27 m.

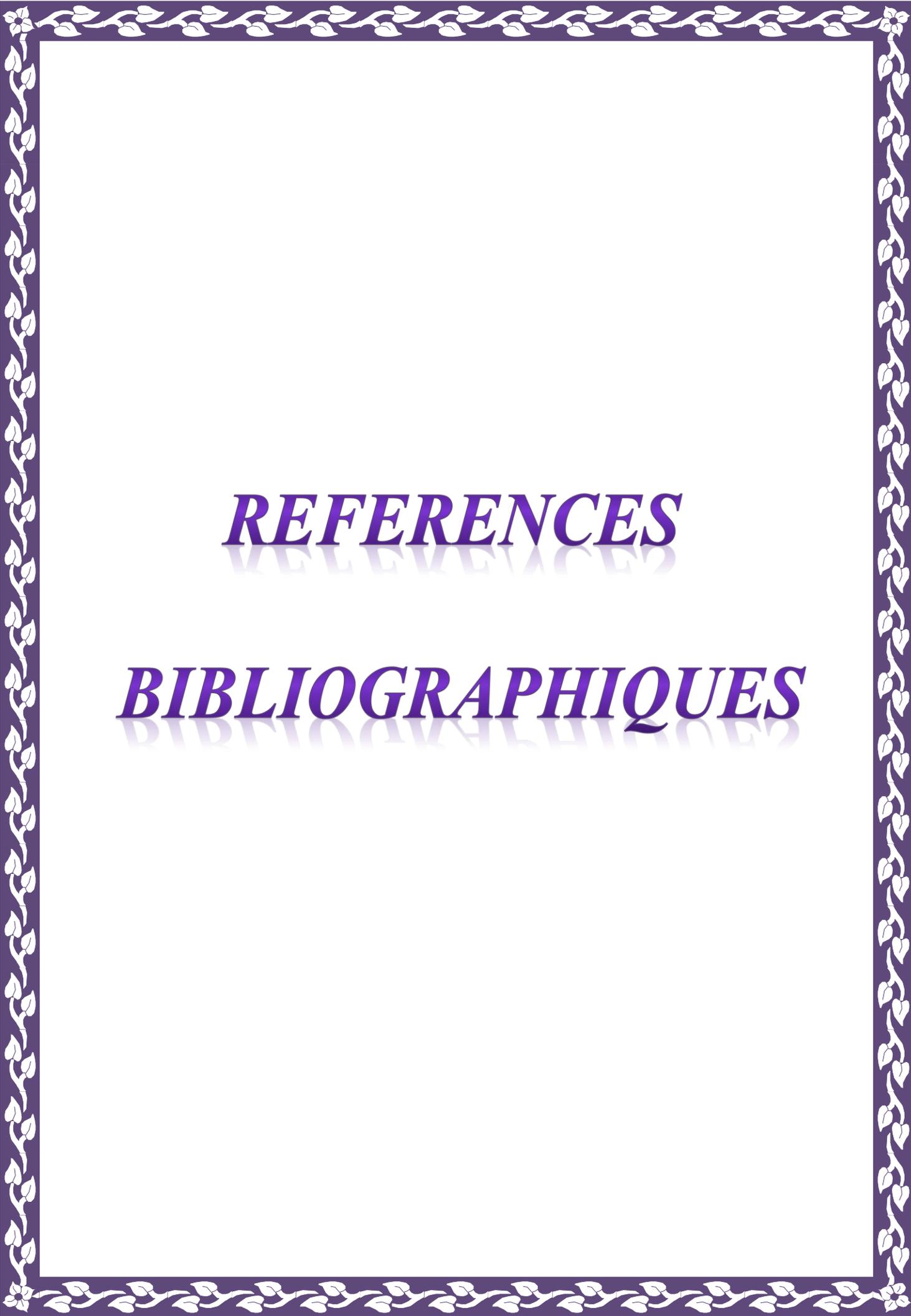
D'après l'analyse de la répartition de la densité des arbres par placette on observe que la densité moyenne est forte elle a estimée à 3795 tiges/ha avec un diamètre faible.

A travers notre étude et comme résultat, nous avons obtenu l'accroissement moyen annuel de ce peuplement est de 1 ,52 m³/ha/an nous proposons des éclaircies pour garantir un accroissement régulier en diamètre et d'améliorer la qualité du peuplement.

En fin, il est important de prendre en considération les résultats de notre inventaire dendrométrique ainsi de nos observations effectuées sur terrain. En effet un plan de gestion

Conclusion générale

est nécessaire pour la conduite de ce peuplement pour améliorations et la protection de ce peuplement contre les incendies de forêt.



REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1-Abdennebi A . 2006.** Contribution à l'étude de la régénération naturelle du Pin d'Alep (*pinus halepensis Mill*) dans la région de Djerma Dhara. Thèse d'Ingo Univ Hadj Lakhdar Batna: 3-11.Algérie.119p
- 2-Atmani N et Masmoudi M . 2008.** Etude de l'impact de *Bacillus thuringiensis Kurstaki* dans la lutte de la chenille processionnaire du Pin d'Alep "*Thaumetopoea pityocampa Schiff* " au niveau de la forêt domaniale de Beni Oudjana (khenchela), mémoire, d'ingénieur d'état en ecologie végétale et environnement, uni-batna, 47p.
- 3-Ayari a, moya d, rejeb m. ben Mansoura a, albouchi a, de las heras j, fezzani t, et henchi b. 2011.** Geographical variation on cône and seed production of Natural *pinus halepensis mill*.forest in Tunisie. journal of arid environnement.75(5).pp 403-410.
- 4-Becker m .1989.** The role of climate on present and past vitality of silver fir Forest in the Vosges montais of north eastern France .Can j for res 16. pp 1110-1117.
- 5-Bedel J. 1986.** Aménagement et gestion des peuplements de pin d'Alep dans la zone méditerranéenne française. Options méditerranéennes. Série d'étude CIHEAM 86/1, 127-156.
- 6-Belarmain F, kakai r, Brice S.2008.** Caractérisation dendrométrique et spatiale de trois essences ligneuses médicinales dans la foret classée de wari-marou au Bénin, Université d'Abomey-Calavi, Bénin
- 7-Benabdelli k. 1996.** Mise en évidence des formations basses dans lasauvegarde des écosystèmes forestiers « cas des monts daya » (Algérie occidentales) ecologia mediterranea XXII(4). pp 101- 112.
- 8-Bentouali a. 2006.** Croissance, productivité et aménagement des forêts de pin d'Alep du massif d'oued yagoub » (Khenchela -Aurès).thèse de doctorat d'état en sciences d'agronomie .université colonel el hadj Lakhdar. Batna.
- 9-BIODIS. 2014.** Gymnospermes. Diversité 2 Coniferales. Sciences biologiques / biologie végétale générale. Site scientifique et culturel. 66 p.

10-Bobbou a s. 2016. Contribution à l'étude d'inventaire de peuplement de pin d'Alep de la forêt de sig « forêt de Moulay Ismail).mémoire de master en foresterie. Université de Tlemcen .55p

11-Boudy P. 1952. Guide forestier en Afrique du Nord. Ed. La Maison Rustique, 26, rue Jacob -Paris 6. 505 p

12-Boudy P. 1952. Guide forestier en Afrique du Nord. Ed. La Maison Rustique, 26, rue Jacob -Paris 6. 505 p

13-CFSB . 2018. Rapport sur les forêts de Sidi bel abbes. 100 p.

14-Dahmani k s. 2000. Contribution à l'étude des caractéristiques dendrométriques de la forêt domaniale de Tlemcen « parc nationale de Tlemcen » .mémoire d'ingénieur d'état en foresterie .université de Tlemcen.54p

15-DEBAZAC E.F .1991. Manuel des conifères, éditeur AGROPARISTECH. Livre neuf année 1991, isbn 9782857100294.dendrométrie, morphologie. Ed. O.P.U ; 580 p.

16-Duchene .2003. marie. Guide des arbres et arbustes. France : sélection du Reader's digest.319p

17-Étienne G .2014. Le relascope, École Normale Supérieure de Lyon.

18-Fetati R. 1996. Bilan productif de cinq espèces résineuses dans un étage subhumide. Cas de la forêt de Bainem. Mém ing en Sci.Agron, Institut National d'Agronomie, El-Harrach, Alger, 92 p.

19-fezzani t, et henchi b. 2011. Geographical variation on cône and seed production of Natural *pinus halepensis mill.*forest in Tunisie .journal of arid environnement.75(5).pp 403-410.France.236p

20-Houerou .H.N .2005. Atlas de la répartition de 250 espèces-clés dans le bassin méditerranéen. Montpellier 220 p

21-Kaboura a. 2011. Étude d'un reboisement du pin des canarie dans la forêt deCap-Ivi « Mostaganem ».mémoire d'ingénieur en agronomie. Université de Mostaganem.44p

22-Kadik B. 1983. Contribution à l'étude du Pin d'Alep en Algérie : Ecologie, dendrométrie,

23-Kadik b.1987. Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus Halepensis Mill*) en Algérie. écologie, dendrométrie, morphologie .Ed . office des publications universitaires .Alger.585p

- 24-Kadik L. 1984** .Phyto-écologie des formations à pin d'Alep (*Pinus halepensis Mill.*) du Senalba Chergui et Gharbi Thèse Doct.3ème P cycle. Univ. H. BOUMÉDIENE Sciences. Bab Ezzouar. 281p.
- 25-Laala a. 2009**. Comportement des semis de pin d'Alep sous contraintes thermiques. mémoire de magistère en biologie végétale .université de Constantine.145p
- 26-Lahouati R. 2000**. Expérience des Plantations en Climat Aride. Cas de la Ceinture Verte en Algérie. Direction Générale des forêts, Ministère de l'Agriculture, Alger.
- 27-Letreuch Belarouci n. 1972**. Etude de la régénération des peuplements de pin d'Alep (*Pinus Halepensis Mill*). Technique et sylvicoles Djelfa .mémoire d'ingénieure d'état en agronomie .L.N.A, Alger.88p
- 28-Maestre F.T., Cortina J .2004**. Insights into ecosystem composition and function in a sequence of degraded semiarid steppes. Restoration Ecology 12: 494-502.
- 29-Meddour S.O, Bouisset C, et Derridj A. 2013**. La gestion du risque incendie de forêt en Algérie : des mesures curatives ou préventives. Conférence international, France, 34p.
- 30-Messenet J y. 2013**. Cours dendrométrie .chapitre x .relascope de bitterlich.lycée forestier. château de mesnière.20p
- 31-Méthots, Blais I, Gravel j, Latrémouille I, St-pierre S, Vézeau S .2014**. Guide d'inventaire et d'échantillonnage en milieu forestier, Québec, gouvernement du Québec, Direction de l'aménagement et de l'environnement forestier. 237 p.
- 32-Nahal I. 1962**. Le pin d'Alep. Etude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole. Annales de l'école Nationale des Eaux et Forêts 19 (4) : 533-627.
- 33-Parde J et Bouchon J. 1988**. Dendrométrie. 2ème édition .E.N.G.R.E.F. , Nancy ,328p
- 34-Perron J Y. 2003**. Tarif de cubage général, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction des inventaires forestiers.53 p.
- 35-Pesson p. 1980**. Actualité d'écologie forestière, sol. Flore, faune. Nancy. France.517p
- 36-Rondeux J.1993**.La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Gembloux, Presses agronomiques de Gembloux, 521 p
- 37-Serre-Bachet f. 1973**. Contribution à l'étude dendroclimatologique du pin d'Alep (*Pinus Halepensis Mill*).thèse de doctorat. Université d'Aix-Marseille III,

38-Soltani a. 2016. Typologie et fertilité des stations de pin d'Alep de la forêt de benjloud Saida .mémoire de master en foresterie .université de Tlemcen.144p

39-Tomasini J .2002. Introduction aux différentes techniques d'inventaires forestiers, 2002.

40-Zenzen W. 2016. Utilisation du S.I.G pour l'analyse de la structure de la forêt de Ouennougha dans la Wilaya de Bordj Bou Arréridj, mémoire, master en foresterie ,univ. Tlemcen 60p.

LES SITES

Site web 1 : https://fr.wikipedia.org/wiki/Pinus_halepensis

Site web 2 : <http://www.msila-dz.org>.Site officiel de la wilaya de M'sila.

Site web 3: <http://www1.onf.fr>

Site web 4 : <http://foretvirtuelle.com/Dendrometrie-forestiere.php>

ملخص

الغرض من هذا العمل هو إجراء دراسة حول خصائص القياسات واتجاه هيكل الصنوبر الحلبي في غابة تنيرة الوطنية. ونتيجة لذلك ، فإن للغابة هيكل ذو اتجاه متناسوٍ مع قانون غوس. وكانت نتائج القياسات التي تم الحصول عليها كما يلي: يبلغ متوسط الكثافة للصنوبر الحلبي في متوسط ارتفاع أشجار الصنوبر الحلبي 8.27 م ويبلغ متوسط قطرها 13.24 سم. هذه المنطقة 3795 شجرة / هكتار ويبلغ حجم الإنتاج حوالي 106.67 م³ / 3 هكتار وتبلغ المساحة القاعدية حوالي 26.9271 متر مربع / هكتار. في هذه الغابة، يبلغ متوسط عمر الأشجار 70 عامًا ومتوسط الزيادة السنوية 1.52 م³ / 3 هكتار / سنة. وأخيرًا، من المهم الأخذ بعين الاعتبار نتائج قائمة جرد القياسات الخاص بنا ، وكذلك ملاحظتنا في الميدان من أجل وضع خطة إدارية تهدف إلى تحسين وحماية غابة الصنوبر الحلبي.

الكلمات المفتاحية: تنيرة ، سيدي بلعباس، جرد القياسات ، هيكل الغابة ، الصنوبر الحلبي.

Résumé :

Le présent travail s'est proposé afin de mener une étude sur les caractéristiques dendrométriques et la tendance de la structure de pin d'Alep de la forêt domaniale de Tanira. Il en résulte que le peuplement à une structure à tendance équienne avec une loi de gauss. Les résultats dendrométriques obtenus sont les suivants : La hauteur moyenne des arbres de pin d'Alep est égale à 8,27 m avec un diamètre moyen de 13,24 Cm. La densité moyenne du peuplement de pin d'Alep dans cette zone est de 3795 tiges/ha avec une production en volume de l'ordre 106,67 m³/ha et une surface terrière varie autour de 26,9271 m²/ha. Dans cette forêt, l'âge moyen du peuplement est de 70 ans et l'accroissement moyen annuel est de 1,52 m³/ha/an. En fin, il est important de prendre en considération les résultats de notre inventaire dendrométrique, ainsi de nos observations effectuées sur terrain afin d'établir un plan de gestion qui vise l'amélioration et la protection de cette forêt de pin d'Alep.

Mots Clés : Inventaire dendrométrique, structure du peuplement, pin d'Alep, Tenira, Sidi-Bel-Abbès.

Summary:

The present work is intended to conduct a study on the dendrometric characteristics and the trend of the Aleppo pine structure of the Tanira national forest. As a result, the population has a structure with an even trend with a gauss law. The dendrometric results obtained are as follows: The average height of the Aleppo pine trees is equal to 8.27 m with an average diameter of 12 m. The average density of Aleppo pine stands in this area is 3795 stems / ha with a volume production of around 106.67 m³ / ha and a basal area varies around 26.9271 m² / ha. In this forest, the average age of the stand is 70 years and the average annual increase is 1.52 m³ / ha / year. Finally, it is important to take into account the results of our dendrometric inventory, as well as our observations made in the field in order to establish a management plan that aims to improve and protect this Aleppo pine forest.

Keywords: Dendrometric inventory, stand structure, Aleppo pine, FD. Tenira, Sidi-Bel-Abbès.