

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

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID – TLEMCEN-
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de
l'Univers

Département des Ressources Forestières
Option : Aménagement des forêts.

MEMOIRE

Présenté par :

Mr : SOLTANI Abdelazziz

En vue de l'obtention d'un diplôme de Master en Aménagement des Forêts

Thème :

:

Typologie et Fertilité des stations de pin d'Alep de la forêt de Benjloud (Saida)

Soutenu le : **29/06/2016** devant le jury composé de :

Président de jury : Mr : BENCHRIFE Kadda M.C.A. (Université de Tlemcen).

Promoteur : Mr : NASRALLAH Yahia M.C.B. (Université de Saida).

Examineur : Mme : MEDJAHDI Assia M.C.A. (Université de Tlemcen).

Année universitaire : 2015- 2016

• ملخص:

إن مفهوم " تصنيف محطة غابية " يعطي نظرة ووصف هادف للمكونات الغابية وخاصة الإعمار بهدف التهيئة العقلانية والتأقلم.

فدراسة تصنيف وخصوبة المحطة الغابية للسنوبر الحلبي، تشمل معرفة الوسط الغابي من أجل التفسير وإعطاء نظرة تقديرية لطاقتها المستقبلية. الهدف الرئيسي من الدراسة الحالية هو جمع القدر الكافي من المعطيات، إتمام وتحيين الجرد من أجل استخلاص العلاقات الموجودة بين الخصائص الطبوغرافية، القياسية، التربوية، المجتمع النباتي، والوسط البيئي أجل تحديد فئات الخصوبة لهذه المحطة.

الكلمات المفتاحية: تصنيف – فئات الخصوبة – محطة غابية – إنتاجية صنف السنوبر الحلبي – غابة بن جلود.

• **Résumé :**

Le concept typologie d'une station, permet une vision et une description utile des formations forestières et surtout des peuplements en vue d'un aménagement rationnel et adapté.

L'étude de la typologie et de la fertilité d'une station forestière de pin d'Alep, vise la connaissance du milieu afin d'expliquer et de prévoir ses potentialités. Cette étude a pour objectif de tirer le maximum d'informations, pour compléter et mettre à jour sa cartographie et tirer profit des relations qui existent entre les caractéristiques, orographiques, dendrométrique, pédologique, phytosociologiques et le milieu stationnel de cette station afin de déterminer ses classes de fertilité.

Mots clés : Typologie – classes de fertilité – station forestière – productivité d'un peuplement de pin d'Alep – forêt de Benjloud.

• **Abstract :**

Taking typology as a concept of any station allows us to make a vision and a utilitarian description of forestry training, above all, that of populations overlooking a certain rational and an adapted lay out.

The study of the typology and the fertility of a forestry station of Aleppo pinetree makes the knowledge of the environment as a target so as to know its potentialities as well as to expect forestry works.

This study aims at getting enough information in order to complete and update the woodland in addition, to take profit from the relations which exist among the orographic, dendrometric, soil and phytosociological characteristics of that station so as to determine the fertile classes.

The key words : Typology – fertility classes - forestry station – Productivity's of Aleppo pine – forest Benjloud.

UTILITE DES ARBRES

Les arbres sont l'une des plus anciennes formes de vie du règne végétal. Ils sont souvent plus vieux que nos édifices les plus anciens et dominent leurs environnements. Eléments-clés du paysage, qui embellissent nos forêts, nos bois et nos collines, elles rendent nos villes et cités plus colorées, pendant des siècles, la beauté des arbres a inspiré poètes, artistes et écrivains.

Ils accroissent la diversité de la faune et de la flore, et créent un cadre de vie plus agréable. Ils dispensent de l'ombre en été, et procurent des abris et chauffages en hiver, il été prouvé que les patients qui pouvaient voir des arbres depuis leurs chambre d'hôpital restaient moins longtemps en convalescence après une opération. Ils sont aussi des repères importants dans nos villages et nos villes.

Les arbres sont essentiels, ils réduisent la pollution ambiante en remplaçant par l'oxygène les grandes quantités de dioxyde de carbone qu'ils absorbent. Chaque jour, 0,4 ha d'arbres en produisant assez pour faire vivre 18 personnes.

Les forêts contribuent à réguler le débit des cours d'eau et à réduire les effets des inondations et des érosions des sols. Elles ont également un impact sur le climat, augmentant l'humidité et provoquant des précipitations.

Les arbres ont toujours joué un rôle économique crucial en fournissant du bois aux secteurs du bâtiment, de la construction navale, de la menuiserie et à l'industrie papetière. Ils servent aussi à la fabrication de substances chimiques entrant dans la composition de médicaments et de colorants.

Ils offrent également un abri à de nombreuses espèces d'oiseaux, de mammifères et d'insectes, sans oublier le rôle qu'a joué la forêt dans la guerre de libération nationale, en offrant le refuge et abri aux moudjahidines algériens.

Ils permettent à d'autres formes de vie végétale de prospérer, de surcroit, tout en enrichissant terres et sols, par décomposition des feuilles et de débris forestier.

Ils jouent un rôle non négligeable dans la régulation du climat ; sans eux il n'y aurait pas de vie sur terre.

(Tony et al. 2008)

DEDECACES

Je dédie mon œuvre

A tous ceux qui me sont chers

A mon père & ma mère

A mes grands parents

Qu'ils trouvent ici l'expression

de ma gratitude, mon respect

le plus grand et mon amour pour eux.

Merci infiniment

A mes frères et sœurs

A mes enseignants

A mes amis & collègues

A tous.

Mes amitiés et mon respect les

plus sincères

REMERCIEMENTS

Au terme de cet humble travail, je remercie DIEU, le tout puissant de m'avoir accordé santé et courage pour accomplir ce modeste travail.

Nombreuses sont les personnes qui m'ont aidé à franchir les obstacles et contraintes durant la préparation de ce travail, dont je tiens à souligner les contributions.

Je voudrais adresser mes remerciements plus particulièrement :

A mon promoteur Mr : NASRALLAH Yahia qui m'a encadré pour réaliser ce projet.

Je lui reconnais son entière disponibilité, son aide inestimable et ses conseils

Sans lesquels ce travail n'aurait pu aboutir.

A Mr : HASSNAOUI Okkacha de la faculté des Sciences de l'université de Saida, qui m'a accordé moyens et techniques.

A Mr le président BENCHRIFE Kadda et aux membres de jury pour m'avoir fait honneur de prendre part à mes jurys de mémoire.

Toute ma gratitude et mes respectueux hommages.

Enfin, mes remerciements les plus chaleureux à tous les membres de ma famille, qui m'ont toujours aidé et encouragé au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci

Dédicaces	I
Remerciements	II
Tables des matières	III
Liste des figures	XI
Liste des planches	XII
Liste des photos	XIII
Liste des tableaux	XIV
Liste des annexes	XV
Introduction générale	1
Chapitre I : TYPOLOGIE ET FERTILITE D'UNE STATION FORESTIERE	5
1.1. Typologie d'une station forestière	6
1.1.1. Qu'est-ce qu'une typologie des stations forestières ?	6
1.1.2 Principe de la typologie des stations forestières	7
1.1.2.1 1 Définition	7
1.1.2.2. Utilisation pratique de la notion de station	7
1.1.2.2.1. Concept de Station, type de station et sylvofaciès	7
1.1.2.2.2. Notion de groupes de stations	8
1.1.2.3. Dynamique des stations et action humaine	9
1.1.2.4. La connaissance des stations forestières (outil des choix sylvicoles) et les	9
1.1.2.4.1. Identification et caractérisation des stations forestières	10
1.1.2.5. La relation station/production : un élément fondamental pour la gestion	10
1.1.2.6. Stations et production forestière	10
1.2. Fertilité d'une station forestière	11
1.2.1 Fertilisation	11
1.2.2 Notion de fertilité	11
1.2.3 Les facteurs écologiques descriptifs du milieu	11
1.2.3.1. Les facteurs climatiques	11
1.2.3.2. Les facteurs topographiques	12
La topographie générale	12
• La microtopographie locale ou situationnelle	12
1.2.3.3. Les facteurs édaphiques	12
❖ Les types de matériaux constitutifs	12
• L'altérité	12
• La colluvion	12
1.2.3.4. Les facteurs anthropiques	13
1.2.4. Classes de fertilités	13
1.2.4.1. Classification basées sur les données écologiques de la station	13
1.2.4.2. Classification quantitative basée sur la relation hauteur dominante h /âge	14
1.2.4.3. Etude des caractéristiques dendrométriques en fonction de la qualité de	15
1.2.4.4. Etude des caractéristiques dendrométriques en fonction des classes d'âge	15

Chapitre II : MONOGRAPHIE DU PIN D'ALEP

2.1. Position et nomination systématique du pin d'Alep	17
2.2. Caractères botaniques et dendrologiques	20
2.3. Caractéristique écologiques	20
2.4. Aire géographique	21
2.4.1. Dans le monde	21
2.4.2. Répartition dans le bassin méditerranéen et en Algérie	22
2.4.2.1. Répartition dans le bassin méditerranéen	22
2.4.2.2. Répartition en Algérie	23
2.5. La régénération du pin d'Alep dans les pinèdes naturelle	24
2.6. Croissance du pin d'Alep	25
2.7. Sylviculture du pin d'Alep	25
2.8. Les facteurs de dégradation du pin d'Alep	26
• L'incendie	26
• Le pâturage	26
• Action de l'homme	27
• Action des insectes	27
2.9. Baisse de la capacité de reproduction	27
2.10. Les utilisations du pin d'Alep	28
<i>Chapitre III : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.</i>	
3.1. Caractères écologiques de la zone d'étude	30
3.1.1. Situation géographique	30
3.1.2. Situation administrative et juridique	30
3.1.3. Occupation du Sol sssssssolsol	31
3.1.3.1. L'espace Forestiers	32
3.1.4. Topographie et géologie	34
3.1.4.1. Orographie	34
3.1.4.2. Sols	34
3.1.5. Pente	34
3.1.6. Hydrologie	35
3.1.7. Climat	35
3.1.7.1. Généralités sur le climat de l'Algérie et de la zone d'étude	36
3.1.7.1.1. Climat régional	36
3.1.7.1.2. Climat local	36
3.1.7.1.2.1. Corrections des données	37
3.1.7.1.2.1.1. Les précipitations	37
• Correction des précipitations	38
• Comparaison des précipitations moyennes mensuelles entre (1913-1938)	39
• Détermination du régime pluviométrique	40
3.1.7.1.2.1.2. Températures	41
• Corrections des températures	41
3.1.7.1.2.1.3. Synthèse climatique	43
• Diagramme Ombrothermiques	43
• L'indice d'aridité de De Martonne	44
3.1.7.1.2.1.4. Autres facteurs climatiques	45
3.1.7.1.2.1.4.1. Les vents	45

3.1.7.1.2.1.4.2. L'humidité	45
3.1.8. La végétation	46
3.1.9. La faune	47
3.2. Caractères écologiques de la forêt de Benjloud (Oum Trif)	48
3.2.1. Situation géographique	49
3.2.2. Situation administrative	49
3.2.3. Situation juridique	49
3.2.4. Altitude	49
3.2.5 Exposition	49
3.2.6. Les pentes	50
3.2.7. Hydrographie	50
3.2.8. Climat	51
3.2.9. Pédologie	53
3.2.1.0. Végétation	53
3.2.1.1. La faune	54
Chapitre IV : DISPOSITIF EXPERIMENTAL ET METHODOLOGIE DE TRAVAIL	
4.1. Considérations générales sur l'état de la forêt	56
4.2. Mise en place du dispositif expérimental	57
4.2.1. Choix du type d'échantillonnage	57
• Définition des strates	58
• Stratification de la forêt de Benjloud	59
• Description de l'état des peuplements	59
4.2.2. Matériels utilisés	60
4.2.3. Emplacement sur le terrain des placettes d'échantillonnage	62
4.2.4. Forme et dimension des placettes d'échantillonnage	62
4.2.5. Assiette sur le terrain des placettes	63
4.2.6. Nombre de placette à installer sur le terrain	64
4.2.7. Analyse des placettes d'échantillonnage	65
4.2.7.1. Localisation des placettes	65
4.2.8. Inventaire de la parcelle	65
4.2.8.1. Détermination des mesures à faire dans chaque placette	65
4.2.8.2. Mesures proprement dites sur la placette	66
4.2.8.2.1. Mesure de la circonférence	66
4.2.8.2.1.1 Sources d'erreurs	67
4.2.8.2.2. Mesures des hauteurs totales des arbres	67
4.2.8.2.2.1. Définition	67
4.2.8.2.2.2. Méthodes de mesures	67
4.2.8.2.2.2.1. Les erreurs de mesures de hauteur	71
4.2.8.2.3. Mesure de distance la plus proche entre les arbres	71
4.2.8.2.4. Mesure et calcul de la hauteur dominante	72
4.2.8.2.5. Détermination de l'âge	72
4.2.8.2.6. Détermination de volume	73
• Tarif à une entrée en fonction de la circonférence	73
• Tarif à une entrée en fonction de la circonférence et de la hauteur totale	73
4.2.8.2.6.1. Equations de cubage retenues.	74

4.2.8.2.6.2. Etablissement des équations des cubages	74
4.2.8.2.7. Accroissements et production en volume d'un peuplement	74
4.2.8.2.7.1. Production totale en volume	74
4.2.8.2.7.2. Accroissements courants et moyens en volume	75
4.2.8.2.7.3. Accroissement moyen annuel (à un âge donné du peuplement) en volume	75
4.2.8.2.7.4. Accroissement moyen périodique en volume (AMPV)	75
4.2.8.2.7.5. Accroissement courant annuel (ACV)	75
4.2.8.2.8. Détermination de l'accroissement d'un arbre	75
4.2.8.2.8.1. Accroissement courant annuel en diamètre	76
4.2.8.2.8.2. Accroissement courant annuel en volume	76
4.2.8.2.9. Détermination de la tige moyenne de la placette expérimentale	76
4.3. Méthode de calcul des différents paramètres dendrométriques	77
4.3.1. Calcul de la surface terriere	77
4.3.2. Calcul de la surface terriere moyenne	77
4.3.3. Diamètre de l'arbre de la surface terriere moyenne	77
4.3.4. Calcul de la densité	78
4.3.5. Calcul de la hauteur moyenne	78
4.3.5. Calcul de diamètre moyen	78
Chapitre V : RESULTATS ET INTERPRETATIONS	
5.1. Résultats	80
• Cas des Jeune Futaie et Perchis	80
• Cas de Gaulis et de Fourré	85
5.2. La première classe de fertilité de la forêt de Benjloud	85
5.2.1. Présentation des résultats des placettes (de 1 à 5)	85
5.2.1.1. Placette 1	85
5.2.1.1.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	85
5.2.1.1.2. Caractéristiques dendrométriques	86
5.2.1.1.3. Caractéristiques phytosociologiques	86
5.2.1.2. Placette 2	87
5.2.1.2.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	87
5.2.1.2.2. Caractéristiques dendrométriques	87
5.2.1.2.3. Caractéristiques phytosociologiques	88
5.2.1.3. Placette 3	88
5.2.1.3.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	88
5.2.1.3.2. Caractéristiques dendrométriques :	89
5.2.1.3.3. Caractéristiques phytosociologiques	89
5.2.1.4. Placette 4	90
5.2.1.4.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	90
5.2.1.4.2. Caractéristiques dendrométriques	90
5.2.1.4.3. Caractéristiques phytosociologiques	91
5.2.1.5. Placette 5	91
5.2.1.5.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	92
5.2.1.5.2. Caractéristiques dendrométriques	92
5.2.1.5.3. Caractéristiques phytosociologiques	92
5.2.2. Comparaison et interprétation des données de la première classe de fertilité	92

5.2.2.1. Données dendrométriques	92
5.2.2.2. Données pédologiques	93
5.2.2.3. Données phytosociologies	94
5.3. La deuxième classe de fertilité de la forêt de Benjloud	95
5.3.1. Présentation des résultats des placettes (de 6 à 10)	95
5.3.1.1. Placette 6	95
5.3.1.1.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	95
5.3.1.1.2. Caractéristiques dendrométriques	95
5.3.1.1.3. Caractéristiques phytosociologiques	96
5.3.1.2. Placette 7	96
5.3.1.2.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	97
5.3.1.2.2. Caractéristiques dendrométriques	97
5.3.1.2.3. Caractéristiques phytosociologiques	97
5.3.1.3. Placette 8	98
5.3.1.3.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	98
5.3.1.3.2. Caractéristiques dendrométriques	98
5.3.1.3.3. Caractéristiques phytosociologiques	99
5.3.1.4. Placette 9	99
5.3.1.4.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	100
5.3.1.4.2. Caractéristiques dendrométriques	100
5.3.1.4.3. Caractéristiques phytosociologiques	100
5.3.1.5. Placette 10	101
5.3.1.5.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	101
5.3.1.5.2. Caractéristiques dendrométriques	101
5.3.1.5.3. Caractéristiques phytosociologiques	102
5.3.2. Comparaison et interprétation des données de la deuxième classe de fertilité	102
5.3.2.1. Données dendrométriques	102
5.3.2.2. Données pédologiques	103
5.3.2.3. Données phytosociologiques	103
5.4. La troisième classe de fertilité de la forêt de Benjloud	104
5.4.1. Présentation des résultats des placettes (de 11 à 14)	104
5.4.1.1. Placette 11	104
5.4.1.1.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	104
5.4.1.1.2. Caractéristiques dendrométriques	104
5.4.1.1.3. Caractéristiques phytosociologiques	105
5.4.1.2. Placette 12	105
5.4.1.2.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	106
5.4.1.2.2. Caractéristiques dendrométriques	106
5.4.1.2.3. Caractéristiques phytosociologiques	106
5.4.1.3. Placette 13	107
5.4.1.3.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	107
5.4.1.3.2. Caractéristiques dendrométriques	107
5.4.1.3.3. Caractéristiques phytosociologiques	108

5.4.1.4. Placette 14	108
5.4.1.4.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	108
5.4.1.4.2. Caractéristiques phytosociologiques	109
5.4.1.4.3. Caractéristiques dendrométriques	109
5.4.2. Comparaison et interprétation des données de la troisième classe de fertilité	110
5.4.2.1. Données dendrométriques	110
5.4.2.2. Données pédologiques	110
5.4.2.3. Données phytosociologiques	110
5.5. Interception des paramètres dendrométriques calculés des trois classes précédentes.	111
5.5.1. Relations dendro-pédo-phytosociologiques	112
• Première classe de fertilité	112
• Deuxième classe de fertilité	112
• Troisième classe de fertilité	113
5.6. Stade de développement : Gaulis	113
5.6.1. Présentation des résultats des placettes (de 15 à 24)	113
5.6.1.1. Placette 15	113
5.6.1.1.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	114
5.6.1.1.2. Caractéristiques dendrométriques	114
5.6.1.1.3. Caractéristiques phytosociologiques	114
5.6.1.2. Placette 17	115
5.6.1.2.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	115
5.6.1.2.2. Caractéristiques dendrométriques	115
5.6.1.2.3. Caractéristiques phytosociologiques	116
5.6.1.3. Placette 19	116
5.6.1.3.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	116
5.6.1.3.2. Caractéristiques dendrométriques	116
5.6.1.3.3. Caractéristiques phytosociologiques	117
5.6.1.4. Placette 23	117
5.6.1.4.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	117
5.6.1.4.2. Caractéristiques dendrométriques	118
5.6.1.4.3. Caractéristiques phytosociologiques	118
5.6.1.5. Placette 26	119
5.6.1.5.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	119
5.6.1.5.2. Caractéristiques dendrométriques	119
5.6.1.5.3. Caractéristiques phytosociologiques	120
5.6.1.6. Placette 28	120
5.6.1.6.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	120
5.6.1.6.2. Caractéristiques dendrométriques	120
5.6.1.6.3. Caractéristiques phytosociologiques	121
5.6.1.7. Placette 29	121
5.6.1.7.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	122
5.6.1.7.2. Caractéristiques dendrométriques	122

5.6.1.7.3. Caractéristiques phytosociologiques	122
5.6.2. Comparaison et interprétation des données de la première classe de fertilité	122
5.6.2.1. Données dendrométriques	122
5.6.2.2. Données pédologiques	123
5.6.2.3. Données phytosociologiques	123
5.7. Deuxième classe de fertilité	124
5.7.1 présentation des résultats des placettes (16 – 21 – 22 – 25 et 30)	124
5.7.1.1. Placette 16	124
5.7.1.1.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	124
5.7.1.1.2. Caractéristiques dendrométriques	125
5.7.1.1.3. Caractéristiques phytosociologiques	125
5.7.1.2. Placette 21	126
5.7.1.2.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	126
5.7.1.2.2. Caractéristiques dendrométriques	126
5.7.1.2.3. Caractéristiques phytosociologiques	127
5.7.1.3. Placette 22	127
5.7.1.3.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	127
5.7.1.3.2. Caractéristiques dendrométriques	127
5.7.1.3.3. Caractéristiques phytosociologiques	128
5.7.1.4. Placette 25	128
5.7.1.4.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	129
5.7.1.4.2. Caractéristiques dendrométriques	129
5.7.1.4.3. Caractéristiques phytosociologies	129
5.7.1.5. Placette 30	130
5.7.1.5.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	130
5.7.1.5.2. Caractéristiques dendrométriques	130
5.7.1.5.3. Caractéristiques phytosociologiques	131
5.7.2. Comparaison et interprétation des données de la deuxième classe de fertilité	131
5.7.2.1. Données dendrométriques	131
5.7.2.2. Données pédologiques	131
5.7.2.3. Données phytosociologiques	132
5.8. Troisième classe de fertilité	132
5.8.1 présentation des résultats des placettes (18 – 20 – 24 – 27 et 31)	132
5.8.1.1. Placette 18	132
5.8.1.1.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	133
5.8.1.1.2. Caractéristiques dendrométriques	133
5.8.1.1.3. Caractéristiques phytosociologiques	133
5.8.1.2. Placette 20	134
5.8.1.2.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	134
5.8.1.2.2. Caractéristiques dendrométriques	134
5.8.1.2.3. Caractéristiques phytosociologiques	135
5.8.1.3. Placette 24	135
5.8.1.3.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	135
5.8.1.3.2. Caractéristiques dendrométriques	135
5.8.1.3.3. Caractéristiques phytosociologiques	136
5.8.1.4. Placette 27	136

5.8.1.4.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	137
5.8.1.4.2. Caractéristiques dendrométriques	137
5.8.1.4.3. Caractéristiques phytosociologiques	137
5.8.1.5. Placette 31	138
5.8.1.5.1. Caractéristiques Orographiques et localisation	138
5.8.1.5.2. Caractéristiques dendrométriques	138
5.8.1.5.3. Caractéristiques phytosociologiques	139
5.8.2. Comparaison et interprétation des données de la troisième classe de fertilité	139
5.8.2.1. Données dendrométriques	139
5.8.2.2. Données pédologiques	139
5.8.2.3. Données phytosociologiques	140
5.9. Interceptions des paramètres dendrométriques calculés des trois classes précédentes	140
5.9.1. Relations dendro-pedo-phytosociologiques	141
Conclusion générale	
Références bibliographiques	

LISTE DES FIGURES.

Figure 1 : Place du pin d'Alep dans la classification végétale	19
Figure 2 : Aire de répartition du pin d'Alep et du pin Brutia	21
Figure 3 : Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie	24
Figure 4 : Peuplement de pin d'Alep touché par le gel à l'hiver 2014 dans la région de Ben Djloud (Oum Trif)	28
Figure 5 : Localisation de la zone d'étude dans la commune d'Ain El-Hadjar	30
Figure 6 : Situation géographique et découpage administrative de la wilaya de Saïda	31
Figure 7 : Occupation du sol dans la commune d'Ain El-Hadjar	32
Figure 8 : Superficie par forêts de la commune d'Ain El-Hadjar	33
Figure 9 : Carte de localisation de la station de référence (Rebahia) par rapport à la zone étude	37
Figure 10 : Diagramme ombrothermique de la station d'Ain El-Hadjar (1978-2007)	44
Figure 11 : Localisation de la zone d'étude dans la commune d'Ain El-Hadjar	48
Figure 12 : la Carte d'altitude de la zone d'étude	49
Figure 13 : Carte des pentes de la zone d'étude (versant nord du djebel de Benjloud)	50
Figure 14 : Carte du réseau hydrique de la zone d'étude	51
Figure 15 : Diagramme Ombrothermique (1978-2007), selon la plus basse altitude de la forêt (900 m)	52
Figure 16 : Diagramme Ombrothermique (1978-2007), Selon la plus haute altitude de la forêt (1238 m)	52
Figure 16 : Répartition des stades de développements dans la forêt de Benjloud	59
Figure 17 : Emplacement des placettes d'échantillonnage dans la forêt de Benjloud.	62
Figure 18 : Type de l'organisation d'une placette circulaire pour cette étude.	63
Figure 19 : Superficie de chaque stade de développement exprimé en pourcentage	65
Figure 19 : Principe d'utilisation de croix de bûcheron.	68
Figure 20 : Principe d'utilisation de Blum-Leiss.	70
Figure 21 : Correction due à la pente : Echelle de valeurs du facteur de correction	71
Figure 24 : Présentation de la structure de la placette 1	85
Figure 25 : Présentation de la structure de la placette 2	87
Figure 26 : Présentation de la structure de la placette 3	88
Figure 27 : Présentation de la structure de la placette 4	90
Figure 28 : Présentation de la structure de la placette 5	91
Figure 29 : Présentation de la structure de la placette 6	95
Figure 30 : Présentation de la structure de la placette 7	96
Figure 31 : Présentation de la structure de la placette 8	98
Figure 32 : Présentation de la structure de la placette 9	99
Figure 33 : Présentation de la structure de la placette 10	101
Figure 34 : Présentation de la structure de la placette 11	104
Figure 35 : Présentation de la structure de la placette 12	105
Figure 36 : Présentation de la structure de la placette 13	107
Figure 37 : Présentation de la structure de la placette 14	108

Figure 38 : Présentation de la structure de la placette 15	114
Figure 39 : Présentation de la structure de la placette 17	115
Figure 40 : Présentation de la structure de la placette 19	117
Figure 41 : Présentation de la structure de la placette 23	118
Figure 42 : Présentation de la structure de la placette 26	119
Figure 43: Présentation de la structure de la placette 28	121
Figure 44 : Présentation de la structure de la placette 29	122
Figure 45 : Présentation de la structure de la placette 16	124
Figure 46 : Présentation de la structure de la placette 21	125
Figure 47 : Présentation de la structure de la placette 22	126
Figure 48 : Présentation de la structure de la placette 25	128
Figure 49 : Présentation de la structure de la placette 30	129
Figure 50 : Présentation de la structure de la placette 18	130
Figure 51C: Présentation de la structure de la placette 20	132
Figure 52 : Présentation de la structure de la placette 24	133
Figure 53 : Présentation de la structure de la placette 27	134
Figure 54 : Présentation de la structure de la placette 31	136

LISTE DES PLANCHES

Planche 1 : Matériels utilisés dans la description de l'inventaire de la forêt
de Benjloud

61

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Vue générale de la forêt de Benjloud	56
Photo 2 : Mesure de la circonférence de l'arbre à l'aide d'un ruban. 67	
Photo 3 : Estimation de la hauteur à l'aide de dendromètre croix du bûcheron.	68
Photo 4 : Mesure de la hauteur à l'aide de dendromètre Blum-Leiss	69
Photo 5 : Détermination de l'âge des arbres dominants73	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Répartition du pin d'Alep dans quelques pays méditerranéens occidentaux.	23
Tableau 2 : Occupation du sol de la commune d'Ain El-Hadjar.	31
Tableau 3 : Répartition des classes des pentes dans la commune.	35
Tableau 4 : Précipitations moyennes mensuelles et annuelles en mm (1978-2007).	38
Tableau 5 : Les coordonnées géographiques pour les deux stations.	38
Tableau 6 : Résultats des coefficients correcteurs	39
Tableau 7 : Précipitations moyennes mensuelles et annuelles en mm	39
Tableau 8 : Régime saisonnier des précipitations corrigées de la zone d'Ain El-	40
Tableau 9 : Régime saisonnier des précipitations de la zone d'Ain El-Hadjar pour les deux périodes.	40
Tableau 10 : Température moyenne, maximale, minimale (°C) (1978-2007).	41
Tableau 11 : Températures moyennes mensuelles minimales et maximales de la commune d'Ain El-Hadjar (1978-2007) après correction.	42
Tableau 12 : Vitesse du vent moyenne annuelle de la station d'Ain El-Hadjar (1995-2006).	43
Tableau 13 : Humidité atmosphérique moyenne mensuelle dans la commune d'Ain El-Hadjar (1995-2006).	43
Tableau 14 : Précipitations mensuelles (mm) et températures moyennes mensuelles (°C) selon la plus basse altitude de la forêt (900m), après correction.	51
Tableau 15 : Précipitations mensuelles (mm) et températures moyennes mensuelles (°C) selon la plus haute altitude de la forêt (1238 m) après correction	52
Tableau 16 : Répartition des parcelles dans les différentes séries.	56
Tableau 17 : Equations de cubage pour les tarifs a une et a deux entrées.	74
Tableau 18 : Résultats et classement des placettes en fonction de l'accroissement.	80
Tableau 19 : Résultats et classement des placettes en fonction de la profondeur du sol et la richesse en matière organique.	81
Tableau 20 : Résultats et classement des placettes en fonction des espèces indiquant le type de sol.	82
Tableau 21 : Résultats et classement des placettes en fonction de la profondeur du sol et la richesse en matière organique.	83
Tableau 22: Résultats et classement des placettes en fonction des espèces indiquant le type de sol.	84
Tableau 23 : comparaison entre les paramètres dendrométriques calculés au des 14 placettes auparavant mentionné.	112
Tableau 24 : comparaison entre les paramètres dendrométriques calculés au niveau des 17 placettes auparavant mentionné.	140

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1: Les végétaux existant dans la forêt de Benjloud.	I
Annexe 2: Les mammifères carnivores existant dans la forêt de Benjloud.	II
Annexe 3: Les mammifères de chasse existant dans la forêt de Benjloud.	III
Annexe 4: Les oiseaux existant dans la forêt de Benjloud.	IV
Annexe 5: Les insectes existant dans la forêt de Benjloud.	V
Annexe 6: fiche d'inventaire.	VI

Introduction générale

De nos jours, nous avons besoins de données et d'informations plus précise sur les ressources forestières, y compris la biodiversité, la typologie, la cartographie, l'environnement, la fertilité des stations, les stocks de carbones forestiers ainsi que des informations socioéconomiques et sur d'autre facteurs liées à la gouvernance des forets. Elles permettront aux décideurs d'élaborer des politiques et plans adaptés pour une gestion plus durable des forêts.

A l'heure actuelle, on ne peut pas gérer de façon raisonnée et durable une forêt sans connaître parfaitement ses conditions de croissance. C'est précisément l'objet des études de typologie des stations forestières que d'appréhender ces facteurs. A partir de l'analyse de la trilogie climat-sol-végétation d'un massif forestier ou d'une région naturelle, on aboutit à l'établissement d'un outil pratique de diagnostic. La description d'une station permet de préciser les facteurs qui, pour cette station, vont conditionner leur croissance.

La typologie des stations n'est donc pas une fin en soi, elle constitue le fondement de l'aménagement des forêts. A l'origine, on lui assignait surtout pour objectif de guider le forestier dans le choix des principales essences. Mais elle apporte aussi des informations précieuses pour l'orientation des travaux et des pratiques sylvicoles. Mises en œuvre depuis plus d'une trentaine d'année, les typologies de stations intégraient donc déjà les notions de biodiversité et d'écologie forestière (BRETHERS, 1991) et (CHAUNU, 1991).

Ce modeste travail, évoque la typologie et fertilité de la station de pin d'Alep dans la forêt de Benjloud (Oum Trif) située administrativement et géographiquement dans la commune d'Ain el hadjar, wilaya de Saida, entre les longitudes : 0°10' Ouest et 0°5' Est et latitudes : 34°40' et 34° 50' Nord, dont la superficie totale est de 640 hectares.

La forêt de Benjloud a été choisie comme région d'étude, car c'est un massif montagneux caractérisé par une végétation diversifiée. Les peuplements à étudier sont issus d'une régénération naturelle, la strate arborescente est occupée principalement par le pin d'Alep et d'autres essences secondaires constituant le cortège floristique, et jouant un rôle écologique important comme le Thuya de Berberie (*Tetraclinis articulata* Vall).

Nous avons choisi l'inventaire aléatoire stratifié et dirigé suivant la cartographie réalisée dans cette forêt, avec un pourcentage d'échantillonnage de 2 % de la superficie totale soit 12.8 hectares couvrant 31 placettes.

On utilise le système de stratification utilisé au Québec, qui est basée sur 3 variables qui sont : le groupement d'essences, le stade de développement et l'indice hauteur-densité qui est une combinaison de la hauteur du peuplement et du pourcentage de fermeture du couvert. Les deux premières variables fournissent des informations sur la composition en essences, la structure et le degré de maturité des peuplements. La troisième variable sert principalement à relier au volume le contenu de chaque strate résultant de l'application du système de stratification.

Les peuplements reconnus dans cet échantillonnage sont les fourrés (10-20 ans), les gaulis (21 -40 ans), les perchis (41 -60 ans) et les jeunes futaies (60-80 ans), notant que le stade futaie mûre est quasi-inexistant dans la forêt de Benjloud, ainsi que le premier stade (semis) qui n'est pas pris en compte dans nos calculs dendrométriques. La placette d'inventaire est choisie sélectivement dans les parcelles concernées par l'échantillonnage.

La problématique de cette étude consiste à cerner les relations qui pourraient exister entre les principales mesures dendrométrique et le milieu stationnel.

Les principales questions posées par notre recherche pouvaient se résumer ainsi :

- Est-ce que la typologie de ces stations permet une vision et une description utile des formations forestières et surtout des peuplements en vue d'un aménagement rationnel et adapté ?
- Quelles sont les classes de fertilités en tant qu'outils d'évaluation, de traitement sylvicole pour l'amélioration de production ?

Ce travail a pour objectif de recherche :

- D'étudier et compléter les connaissances et les informations cartographiques de la typologie et la fertilité d'une station forestière de pin d'Alep, située dans la forêt de Benjloud.
- De déterminer les différentes classes de fertilité de cette forêt.
- D'étudier la relation entre les caractéristiques Orographiques et localisation (l'exposition, l'altitude, la pente dans chaque parcelle), les caractéristiques phytosociologiques (le pourcentage du couvert général, le groupement des espèces végétales), les caractéristiques dendrométriques (densité des tiges par hectare, hauteur moyenne, hauteur dominante, distance moyenne entre les arbres, surface terrière de la placette, surface terrière moyenne, diamètre moyen, circonférence moyenne, production totale en volume et

l'accroissement moyen annuel) et les caractéristiques pédologiques (type de sol, profondeur) dans chacune des 31 placettes.

Si de tels liens existent, ils pourront permettre aux aménagistes forestiers d'utiliser l'information de la cartographie, pour cibler les peuplements forestiers les plus susceptibles d'adopter une structure régulière. Ils pourront ainsi leur attribuer des traitements sylvicoles adaptés afin de conserver les caractéristiques structurales importantes.

Cette étude est réalisée durant la période allant de Janvier à Juin 2016.

La présentation de ce travail s'articule autour de cinq chapitres.

Le premier chapitre est consacré à la typologie et fertilité d'une station forestière. Nous commençons d'abord par la définition de la typologie d'une station, ses principes, ses notions, principes, relation station/production, nous passons par la suite à la définition de la fertilité d'une station, ses facteurs, ces classes et en fin ses caractéristiques dendrométriques.

Le deuxième chapitre porte sur la monographie du pin d'Alep : Tout d'abord, nous définissons la position et nomination systématique du pin d'Alep. Puis, nous citons ces caractères botaniques, dendrologiques, écologiques. Ensuite, nous présentons son aire géographique dans le monde et dans le bassin méditerranéen, sa régénération dans les pinèdes naturelles, sa croissance et son sylviculture, Les facteurs de dégradation. Enfin, ses utilisations.

Le troisième chapitre est consacré à la présentation de la zone d'étude, en présentant ses caractères écologiques, situation géographique et administrative, topographie et géologie, le climat, les précipitations et enfin les caractères écologiques de la forêt de Benjloud.

Le quatrième chapitre intitulé : « Dispositif expérimental et méthodologie de travail » est consacré à une présentation détaillée de la méthodologie générale de l'étude (considérations générales sur l'état de la forêt, l'échantillonnage, le mode de stratification utilisé, description de l'état des peuplements, matériels utilisés, placettes d'échantillonnage puis les opérations de mesure de la circonférence, mesures des hauteurs totales des arbres, méthodes de mesures, mesure de distance la plus proche entre les arbres, mesure et calcul de la hauteur dominante, détermination de l'âge, détermination de volume, accroissements et production en volume, détermination de l'accroissement d'un arbre, détermination de la tige moyenne de la placette expérimentale et finalement les méthodes de calcul des différents paramètres dendrométriques).

Le cinquième chapitre présente l'expérience relative à l'étude. Plus précisément, nous présentons l'analyse et l'interprétation des résultats obtenus.

1.1. Typologie d'une station forestière

1.1.1. Qu'est-ce qu'une typologie des stations forestières ?

Le concept de typologie des stations même s'il n'est pas assez utilisé en Algérie, est largement exploité dans d'autres pays à tradition forestière. Il permet une vision et une description utile des formations forestières et surtout des peuplements en vue d'un aménagement rationnel et adapté (Terras, 2011).

La typologie des stations forestières doit reposer sur l'analyse des trois composantes : végétation, sol, topographie. Afin de fournir aux forestiers les éléments d'interprétation et de compréhension du milieu lui permettant de fixer ses choix sylvicoles (Gaudin et al, 2005).

La typologie des stations forestières définit une classification des peuplements forestiers (langage commun), permet de réaliser des inventaires forestiers fiables et rapides, permet de cartographier les types, et elle s'appuie sur le capital à l'hectare, ainsi que c'est une aide à la décision sylvicole (stratégies sylvicoles, coupes et travaux en fonction de l'objectif poursuivi) (Gaudin et al, 2005).

Les trois composantes principales de la typologie sont comme suit : La structure : répartition en nombre de tiges des catégories petit bois (PB), bois moyen (BM) et gros bois (GB). La composition en espèces et le capital (surface terrière).

Les forêts concernées par la typologie sont tous les peuplements hétérogènes de toutes les tailles. Cependant, elle trouve son optimum technico-économique sur des massifs forestiers dont la surface est comprise entre 10 et 200 hectares (Gaudin et al, 2005).

On entend par typologie la reconnaissance et la description de tous les types de station d'un massif forestier ou d'une région forestière. Elle doit fournir d'une part, les éléments de caractérisation des types de station (caractérisation ponctuelle ou à but cartographique) ; et d'autre part, des informations suffisantes pour l'évaluation des potentialités de production (réserve en eau, niveau de nutrition minérale, contraintes majeures ou secondaires, etc.) de chacun de ces types de station (Terras, 2011).

Becker (1985), soulignait que : « les études de station sont par nature même très pluridisciplinaires, et s'appuient largement sur l'écologie générale, l'écologie végétale, la botanique, la phytosociologie, la pédologie, la géomorphologie, la géologie, la climatologie et la dendrométrie et la sylviculture ».

1.1.2. Principe de la typologie des stations forestières

Selon *Ladier (1993)*, sur un massif donné, le milieu naturel présente des variations importantes (climatique, géologique, topographique, etc.) ; les espèces végétales et en particuliers les arbres sont sensibles à ces variations qui conditionnent leur présence et leur croissance. Pour étudier et caractériser les facteurs du milieu naturel et leurs interactions complexes, on découpe le territoire en zones homogènes appelées « stations forestières ».

1.1.2.1. Définition

D'après (*Delpech (1985)*, *Godron (1984)*) une station est une surface de terrain définie par ses caractéristiques physiques et biologiques (topographie, sol, végétation naturelle, exposition, etc.) et qui présente des conditions homogènes de croissance pour les arbres. Un massif forestier est donc une mosaïque de stations. Ayant bien cerné les caractéristiques d'une station, on s'aperçoit qu'en divers endroits, on retrouve des conditions de milieu similaires. Ceci permet de regrouper les stations en un nombre limité de types de stations, dont on pourra en deuxième temps définir les potentialités, c'est-à-dire leur croissance. Il s'agit donc d'une description fine du milieu à l'échelle de la gestion forestière, orientée vers l'évaluation des contraintes et potentialités forestières.

1.1.2.2. Utilisation pratique de la notion de station

1.1.2.2.1. Concept de station, type de station et sylvofaciès

Pour le forestier la station reçoit une signification supplémentaire. Il la définirait plutôt comme : « ... une étendue de forêt, homogène dans ses conditions écologiques et son peuplement, dans laquelle le forestier peut pratiquer la même sylviculture et peut espérer une même production ».

Ce concept de station forestière, ainsi défini est donc très proche du concept écologique, mais on y a ajouté l'idée d'homogénéité du peuplement et d'un concept de gestion : espérance d'une même production, pratique d'un même traitement sylvicole.

La station désigne non seulement la localisation géographique de tel ou tel peuplement forestier mais aussi l'ensemble des facteurs de l'habitat qui gouvernent l'assortiment dendrométrique du lieu et la productivité potentielle de la forêt. Ces facteurs possèdent de l'environnement climatique et des propriétés du substrat en tant que sol et sous-sol. Ils sont mesurables comme tels et séparément, mais ce qui est important d'avantage est leur résultante écologique. Celle-ci se traduit le plus directement par des indicateurs biologiques, en particulier la composition botanique et les performances de croissance des arbres (*Noirfalise, 1984*).

Selon Dubourdiou (1997), un type de station regroupe toutes les stations ayant des propriétés physiques et une dynamique de la végétation identique, c'est-à-dire il correspond à un regroupement de relevés qui sont suffisamment homogènes quant à leur sol, leur groupement végétal et leur situation topographique, pour que le forestier puisse en attendre un comportement identique pour les essences qui y pousseront. Chacun de ces types de stations est ainsi caractérisé par une combinaison originale des facteurs topographique, pédologiques et floristiques. La fiche d'identité du type de station décrit et traduit chacun de ces facteurs en termes de potentialité ou de contrainte pour sa mise en valeur forestière.

On nomme sylvofaciès « les différentes physionomies prises par un même type de station lorsque la sylviculture éloigne son peuplement du climax » (Delpech, 1985).

1.1.2.2. Notion de groupes de stations

La notion de station forestière telle qu'elle vient d'être définie correspond parfois à des surfaces trop petites pour que le forestier gestionnaire puisse y envisager un traitement spécial.

On est donc ainsi amené à concevoir, pour l'aménagement et la gestion des massifs forestiers, des groupes de stations, unités de plus grande surface, justiciables d'un même traitement. Ces unités résultent :

Soit du rapprochement de stations peu différentes les unes des autres par leurs caractéristiques écologiques et à l'intérieur desquelles on peut agir à peu près de la même manière. Bonneau et Timbal (2006), définit les groupements comme «... des espaces où les unités stationnelles particulières sont suffisamment semblables pour que les possibilités et les procédés de culture de la forêt et le rendement soient sensiblement les mêmes. »

Soit du rassemblement de plusieurs types de stations très différentes, mais peu étendues et juxtaposées plus ou moins régulièrement. C'est la notion de mosaïque de stations ; une de leurs caractéristiques essentielles étant alors leur hétérogénéité écologique. Contrairement à la station sensu stricto, qui est une réalité écologique indépendante et relativement permanente, le groupe de station est une notion qui dépend donc de l'intensité de gestion recherchée et même de l'état des connaissances sylvicoles. Elle est donc susceptible d'évoluer dans le temps.

1.1.2.3. Dynamique des stations et action humaine

En principe, la gestion des stations forestières conduit à distinguer précisément deux degrés dans les résultats de l'action humaine :

Les actions de l'homme directe ou indirecte a conduit à des changements irréversibles (incendie, surpâturage, etc.), et des diminutions de la productivité des stations naturelles originelles (érosion ou podzolisation accentuées). Les surfaces correspondantes doivent être considérées alors comme des unités stationnelles distinctes et indépendantes (*Terras, 2011*).

L'action humaine n'a conduit qu'à des changements peu profonds et réversibles, par exemple changement du type d'humus, micropodzolisation de surface sous l'influence d'une essence introduite. Mais le sol lui-même n'a pas subi de profonde évolution physicochimique.

Son potentiel de production est resté intact. On a bien affaire à un type de station particulière, dégradée ou secondaire par rapport à la station originelle, mais qui est susceptible de retrouver en quelques années ses caractères primitifs par retour à l'essence originelle. Il est important dans ce cas de rechercher, dans la mesure du possible, quelle est la station originelle dont est dérivée la station dégradée et de ne considérer cette dernière que comme une variante de la première. Cette filiation devra être mise en lumière dans la nomenclature des stations et dans leur représentation cartographique.

1.1.2.4. La connaissance des stations forestières (outil des choix sylvicoles), et les facteurs de croissance des arbres

En ce moment, pour gérer une forêt d'une façon résonnée et durable il faut connaître absolument ses conditions de croissance. C'est précisément l'objet des études de typologie des stations forestières que d'appréhender ces facteurs. A partir de l'analyse de la trilogie climat-sol-végétation d'un massif forestier ou d'une région naturelle, on aboutit à l'établissement d'un outil pratique de diagnostic simple, objectif et universel. Le forestier a besoin, pour l'application à la gestion, d'une approche synthétique. En effet, les caractères écologiques d'un site donné, la station forestière, comprenant à la fois un climat, un sol, un groupement végétal. Chacun de ces facteurs a localement un rôle plus ou moins important dans le développement des arbres.

La description d'une station permet de préciser les facteurs qui, pour cette station, vont conditionner leur croissance. La typologie des stations n'est donc pas une fin en soi, elle constitue le fondement de l'aménagement des forêts, c'est une clé de détermination des peuplements. A l'origine, on lui assignait surtout pour objectif de guider le forestier dans le choix des principales

essences. Mais elle apporte aussi des informations précieuses pour l'orientation des travaux et des pratiques sylvicoles. Mises en œuvre depuis plus d'une trentaine d'année, les typologies de stations intégraient donc déjà les notions de biodiversité et d'écologie forestière (Brethes, 1991) et (Chaunu, 1991).

1.1.2.4.1. Identification et caractérisation des stations forestières

La caractérisation des stations repose sur l'analyse des trois composantes indissociables du milieu : le sol, la végétation et la topographie (pente, exposition, altitude).

Sol : description du profil (profondeur, charge en cailloux, fertilité minérale, réserve en eau utile, etc.)

Végétation : chaque espèce végétale a en effet ses propres exigences écologiques et ne se développe correctement que dans un milieu qui lui convient (richesse chimique, alimentation en eau, microclimat). L'ensemble des espèces végétales présentes reflète ainsi l'ensemble des conditions du milieu et en constitue un bon indicateur. L'interprétation du cortège floristique est réalisée à partir d'analyses statistiques multivariées qui permettent de relier chaque espèce avec les divers caractères de milieu. Sont ainsi définis des groupes écologiques d'espèces qui seront utilisés comme élément de diagnostic du milieu (Terras, 2011).

1.1.2.5. La relation station/production : un élément fondamental pour la gestion

Un point essentiel pour la gestion est de mettre en relation la production forestière potentielle avec la fertilité de la station. Une bonne production est aussi le gage d'une bonne adaptation de l'essence aux conditions naturelles. Cela signifie donc que l'essence sera plus apte à supporter des aléas climatiques (par exemple une sécheresse) ou biotiques (par exemple une attaque de ravageurs).

A l'inverse, une essence « hors station » sera susceptible de subir plus fortement les conséquences de ces aléas pouvant conduire à un dépérissement des peuplements (Dubordieu, 1997).

1.1.2.6. Stations et production forestière

Le forestier est confronté en premier lieu au choix des essences les mieux adaptées, et de connaître le niveau de production en volume et la qualité des produits qu'il peut espérer.

Deux approches, complémentaires, sont envisageables, la première démarche, dite autécologie, consiste à rechercher les liens entre un indice de fertilité (le plus souvent la hauteur à un âge donné) et les facteurs de croissance pris indépendamment les uns des autres.

Cette démarche permet de définir les facteurs discriminant au mieux les niveaux de fertilité, et de préciser les bornes des classes au sein de chacun de ces facteurs, ses classes n'étant valables que pour l'essence étudiée. Le forestier peut donc prévoir le comportement de cette essence en comparant son autécologie aux caractères des types de stations définis dans le catalogue (*Terras, 2011*).

Dans la deuxième démarche, l'indice de fertilité est calculé pour chacun des types de stations décrit préalablement. Ces résultats permettent de classer ces types les uns par rapport aux autres.

1.2. Fertilité d'une station forestière

1.2.1. Fertilisation

Le mot « fertilisation » est un néologisme introduit au XVII^e siècle dans le langage courant. Considérée comme l'ensemble des techniques assurant la fertilité de sol, la fertilisation peut être définie comme l'ensemble des techniques permettant la mise en œuvre de matières fertilisantes. Ces opérations ont pour but de conserver ou d'améliorer la productivité d'une terre (*Christian et al, 2005*).

1.2.2. Notion de fertilité

La fertilité d'un sol est un jugement global de valeur sur la qualité d'un milieu nécessaire à la satisfaction de la production végétale (*Commifer*). Elle regroupe un ensemble de facteurs qui interagissent et qui confèrent aux sols la capacité de produire des quantités économiquement viables, tout en respectant le milieu et en assurant la pérennité du système de production. La fertilité est définie par trois composantes essentielles : physique, chimique et biologique.

1.2.3. Les facteurs écologiques descriptifs du milieu

La fertilité de la station, qui pilote la production forestière, dépend essentiellement, en région méditerranéenne, du bilan hydrique, qui s'évalue à partir des facteurs climatiques, topographiques, édaphiques et anthropiques (*Ripert et Vennetier, 2008*).

1.2.3.1 Les facteurs climatiques

Ils déterminent les apports d'eau et d'énergie. Il est à noter que les valeurs excessives de certains facteurs (gelées, sécheresse, températures extrêmes...) peuvent être limitantes.

Le pin d'Alep est en effet limité en altitude (600 m) et latitude (limite nord : Montélimar) par des grands froids et la neige. Mais c'est une espèce qui supporte très bien la chaleur et la sécheresse des

zones méditerranéennes de basses altitudes. Dans ce domaine géographique, les variations de pluie moyenne annuelle et de pluie d'été (juin, juillet, août) restent néanmoins déterminantes pour la croissance (Bernard, 2013).

1.2.3.2. Les facteurs topographiques

Ils définissent la position dans le relief. Cette position agit directement sur la circulation de l'eau et sur les déplacements de matériaux en surface. De plus, en fonction de l'exposition de la pente, elle détermine l'énergie solaire reçue par unité de surface, mais aussi l'intensité et la direction des vents, on distingue :

- **La topographie générale**

Qui s'apprécie à l'échelle du paysage, kilométrique ou hectométrique. Elle indique sur quel type de forme de relief on se trouve. (Bernard, 2013).

- **La microtopographie locale ou situationnelle**

Apporte une précision à l'échelle décimétrique sur la forme du terrain, qui peut être concave, convexe ou plane. Les formes convexes correspondent à des zones de départ de matériaux, et les formes concaves, à l'inverse, permettent souvent l'accumulation de matériaux et donc présentent des sols plus épais (Bernard, 2013).

1.2.3.3. Les facteurs édaphiques

Ils caractérisent le support de la végétation (substrat), que celle-ci explore pour s'ancrer et se nourrir, et où circulent et s'accumulent l'eau et les éléments nutritifs. Le sol et la partie supérieure du sous-sol concernent. Pour caractériser ces facteurs sur le terrain, on effectue une analyse de matériaux plus qu'une véritable analyse pédologique car le but recherché est seulement l'évaluation de la réserve hydrique potentielle (Bernard, 2013).

❖ **Les types de matériaux constitutifs**

On distingue habituellement deux grands types de matériaux

- **L'altérité**, qui est issue de l'altération et de la déstructuration de la roche en place. Elle possède un lien parental très fort avec la roche mère dont elle est issue. Sa fertilité est faible sauf si elle est d'une épaisseur égale ou supérieure à 50 cm.
- **La colluvion**, qui est un matériau déplacé dans la pente l'effet de la gravité et de l'eau.

Il s'agit donc d'un mélange de terre et de cailloux en proportions variables, plus favorable qu'une altérite car plus terreuse, hétérogène et décompactée, en général. On associe à ce terme les éboulis, les alluvions, les moraines, etc., qui sont tous des matériaux transportés déplacés (allochtones) mais qui ont des qualités très déférentes inhérentes à leur constitution et à leur origine ! Les grèzes, par exemple, sont les colluvionnements de cailloutis reconcrétionnés par endroits, très compacts, impénétrables et très carbonates...).

Ces matériaux sont ensuite décrits par leur charge en éléments grociers et par la texture de la terre fine, deux facteurs fondamentaux qui conditionnent les possibilités de réserve en eau (Bernard, 2013).

1.2.3.4. Les facteurs anthropiques

Ce sont des éléments tels que les terrasses sur les pentes(ou bancaous, ou restanques ou faïsses) ou les murets sur les zones planes qui indiquent des terrains anciennement cultivés. Ces facteurs témoignent de pratiques passées qui ont amélioré fortement la fertilité (épierrement, fertilisation, travail du sol). L'impact anthropique est en général bénéfique, il peut néanmoins dans certaines circonstances être défavorable, par exemple le piétinement par les troupeaux peut tasser le sol sur certains terrains, marneux notamment (Bernard, 2013).

1.2.4. Classes de fertilités

Est l'une des classes parmi lesquelles. Peuvent être repartie les potentielle de production des forêts, basses, par exemple pour une essence donnée, sur le volume ou la hauteur (dominante, codominante ou moyenne) des peuplement a un âge donnée, sur la valeur maximale de l'accroissement annuelle moyenne (M.E.R.Q, 1989).

1.2.4.1. Classification basées sur les données écologiques de la station

Cette classification est basée sur des caractères propres à la station telle que climat, sol, végétation, réseaux hydrographique,.... Relief.

On a constaté les critères suivants :

- Morphologie générales des peuplements
- Nature des sols en surfaces
- Présence d'eau (source. Puits, ...).
- Topographie de terrain

Cette classification et peut être sommaire mais elle peut donner une idée pour résoudre notre problème d'identification des classe de fertilité de la forêt.

1.2.4.2. Classification quantitatif basée sur la relation hauteur dominante (h /âge)

Nous avons déterminé a posteriori la relation existante entre les hauteurs dominantes des arbres en peuplement et leur âge de façon à offrir un critère quantitatif faible des classifications des classes de fertilité (Duplat et Perrote, 1981 ; Husch, 1963 in Leleux ,1984).

Le choix de la hauteur dominante comme critère de fertilité parce qu'elle est moins liée aux opérations culturale (éclaircie). Puisque les éclaircies touchent fort peu aux grands et les plus beaux arbres.

La relation hauteur dominante-âge constitue un élément fondamental de la prévision de l'accroissement des peuplements homogènes.

On l'exprime ordinairement sous la forme d'un faisceau de courbes de fertilité (Alder, 1980 ; Pardé et bouchon, 1988).

Après la récolte des données sur l'âge total moyen et la hauteur totale moyenne des arbres dominants ont le portent sur papier millimétré (en abscisses l'âge des arbres, en ordonnées les hauteurs dominantes) à l'échelle. Afin d'obtenir un nuage des points. Par approximation graphique. Nous avons englobé le maximum des points représentatifs de chacune des classes de fertilité.

Une analyse plus détaillée de ce graphique permet de fixer certaines limites de cette classification.

Pour un âge de 50 ans, les classes se répartissent de façon suivante :

- Hauteur dominante : > 8,30 m pour la 1-er classe de fertilité.
- Hauteur dominante : comprise entre 7,20 m et 8,30 pour la 2éme classe de fertilité.
- Hauteur dominante : < 7,20 m pour la 3éme classe de fertilité.

L'âge de référence pouvant différer d'une essence à l'autre. 50 ans pour les autres (Pardé et Bouchon 1988).

Pour le pin d'Alep qui a une croissance rapide on a choisi l'Age de référence de 50 ans.

• Conclusion

Après une analyse des résultats obtenus sur les classes de fertilité, on a constaté que ces dernières ne sont pas bien déterminées précisément vue l'état de la forêt :

- Peuplement dégradés.
- Espacement hétérogène.

1.2.4.3. Etude des caractéristiques dendrométriques en fonction de la qualité de la station

Dans cette étude, sont rassemblées toutes les caractéristiques dendrométriques des peuplements en fonction de la qualité de la station (1, 2, 3) dans le but de faire une comparaison entre les trois classes de fertilité. On a constaté que les résultats tels que le volume, l'accroissement de la 2ème classe sont plus significatifs que ceux de la première classe, contrairement à la théorie connue. On peut expliquer cette différence en se référant à la situation actuelle de la forêt :

Forêt naturelle issue d'incendie, grande hétérogénéité dans l'Age et la densité du peuplement.

Situation de l'arbre dans le peuplement (isolé ou en groupe).

La forêt n'a connue aucune intervention sylvicole (manque de suivi).

Notre choix s'est porté sur la relation, nombre de tiges à l'hectare en fonction de l'Age, pour mettre au point la diminution du nombre de tiges en fonction de l'évolution du peuplement. Cela peut être expliqué par le rôle joué par la sélection naturelle et les facteurs anthropiques.

1.2.4.4. Etude des caractéristiques dendrométriques en fonction des classes d'âge des peuplements

Le volume augmente en fonction de l'âge, par contre les accroissements (annuel courant, annuel moyen) fluctuent en fonction de l'âge, cela dépend de la station, et de l'espacement.

La relation entre l'accroissement annuel courant du volume et l'âge du peuplement, permet de situer l'âge où l'accroissement annuel courant est maximum.

Selon *Kadik (1987)*, le pin d'Alep est une essence endémique en méditerranée, il est de loin l'essence la plus rependue dans les forêts Algériennes, il recouvre la superficie d'environ d'un million d'hectares et représente près de 60 % des forêts proprement dites. La majorité des reboisements sont effectués avec cette essence peu exigeante et bien adaptée aux conditions climatiques, elle comporte des caractéristiques physiologiques et écologiques répondant à cette répartition.

Le pin d'Alep restera longtemps encore une espèce caractéristique de la forêt Algérienne et le principal producteur des bois ; il croit plus vite que le chêne et donne un meilleur bois que celui-ci, il cède facilement aux flammes et les transmet de ce fait rapidement (*Kadik, 1987*).

Le pin d'Alep est considéré comme une essence rustique et héliophile, simplement facilement dans les pelouses issues de la dégradation de la forêt de chêne vert, en Afrique du Nord il est cité parmi les essences les plus précieuses il domine presque toutes les forêts (*Kadik, 1987*).

En Algérie les espèces les plus fréquentes sont le pin d'Alep et le chêne vert très pratiques elles se développent dans les stations les plus divers allant de voisinage de la mer jusqu'aux confins de Sahara. Le pin d'Alep joue un très grand rôle dans le reboisement à l'état naturel il colonise la surface qui lui est consacrée chaque année (*Letreuch, 1991*).

2.1. Position et nomination systématique du pin d'Alep

Après plusieurs descriptions du pin d'Alep par différents auteurs, les botanistes ont retenu l'appellation donnée par Miller (*Kadik, 1987*).

Le pin d'Alep fût décrit par Miller en 1768 sous le nom de *Pinus halepensis*. Il appartient au groupe *halepensis*, c'est une espèce conifère de la famille des pinacées, genre *Pinus*, c'est l'essence résineuse la plus répandue en région méditerranéenne et constitue non seulement un vraie rempart naturel contre le désert mais aussi contribue à une production de bois non négligeable (*Quézel, 1986*).

Le Pin d'Alep est connu sous le nom de pin blanc, pin de Jérusalem, en français, *Snober* en arabe et *Tayda* en Berbère (*Seigue, 1985*).

Le pin d'Alep est une espèce appartenant au groupe des halepensis qui renferme cinq Pinus du pourtour méditerranéens (Nahal in Touil, 1986).

- Embranchement : Gymnospermes

- Ordre : Coniférales

- Sous-ordre : Abiétates

- Famille : Pinaceae

- Genre : Pinus

- Sous-genre : Eupinus

-Espèce : *Pinus halepensis* Mill

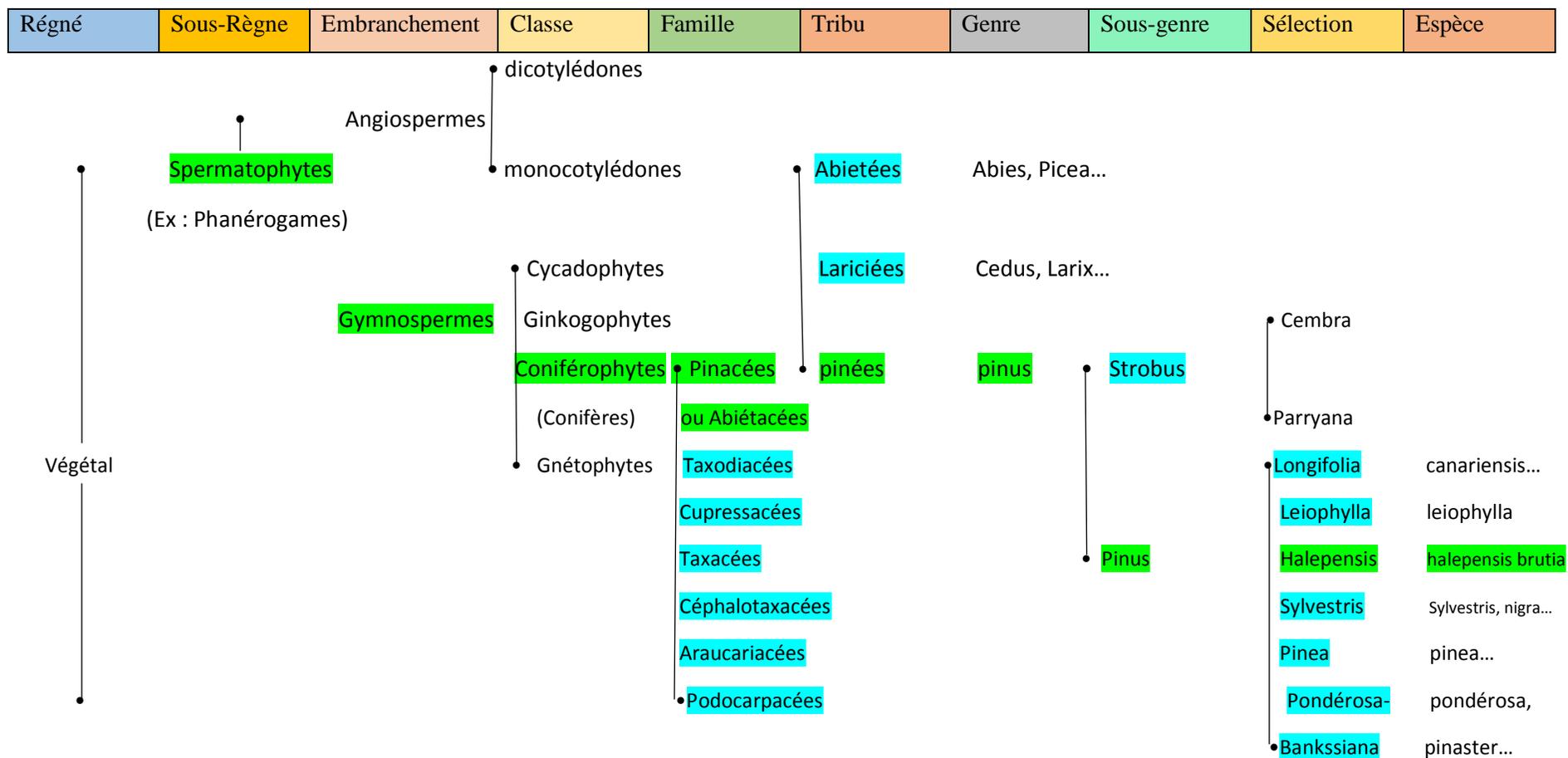


Figure 1 : Place du pin d'Alep dans la classification végétale (nous avons pris la partie d'une nomenclature simplifiée en tenant compte de l'usage habituel de certains termes).

La section halepensis comprend 2 espèces voisines : Pinus Halepensis et Pinus Brutia.

2.2. Caractères botaniques et dendrologiques

Le pin d'Alep arbre pouvant atteindre 22 mètres de hauteur (Debazec in Berterella, 1987).

Il existe des sujets qui dépassent les 25 mètres de hauteur dans les Aurès et les forêts d'Ichali de Batna (Letreuch, 1981).

La longévité du pin d'Alep est estimée à 150 ans avec une moyenne de 100 à 120 ans (Kadik, 1987).

L'arbre présente un tronc souvent tortueux, écaillé, sa couleur est grise argentée, puis devient profondément crevassé, les feuilles en aiguilles sont fasciculés par deux entourés à la base par une gaine persistante d'au moins un millimètre d'épaisseur et de 6 à 10 centimètre de largeur (Boudy, 1955).

C'est en arbre à cônes petits murs au bout de la troisième année, les cônes sont portés par un court pédoncule nettement conique avant la libération des graines puis ils deviennent globuleux et persistants. Cette persistance peut être un danger dans la propagation des feux lors des incendies. Les graines sont petites 7 millimètres ovoïdes et prolongées par une aile membraneuse quatre fois plus longue (Becker, 1985).

2.3. Caractéristique écologiques

Le pin d'Alep a une large aptitude écologique puisqu'il se retrouve dans tous les étages bioclimatiques.

En peuplement, le pin d'Alep est une essence sclérophylle assez thermophile facilement par les autres espèces à feuillage plus dense, il semble bien ne pouvoir former plus à supporter l'aridité du climat, car il peut se contenter d'une tranche pluviométrique annuelle n'excédant pas 300 mm et parfois même intérieur (Letreuch, 1981).

C'est une essence qui se rencontre à presque toutes les altitudes depuis littoral jusqu'à 2000m dans l'Atlas saharien (Zarko, 1986).

La grande majorité des forêts de pin d'Alep se situe entre 800 et 1200 m (Meddour, 1983).

D'autre part Ledant (1975), montre que le pin d'Alep est surtout abondant dans le climat semi-aride ou il atteint une altitude de 1700 m.

Cependant Letreuch (1981), montre que le pin d'Alep peut être rencontré depuis le littoral jusqu'à 2200 m dans l'Atlas saharien (Djebel Aissa).

La limite altitudinale de la forêt Algérienne du pin d'Alep varie selon les régions :

- 1300 à 1400 m dans l'Atlas Tellien.
- 1600 m dans les Aurès.
- 2100 à 2200 m dans l'Atlas saharien.

Selon Boudy (1950), les conditions optimales de croissance du pin d'Alep sont de 400 mm de pluviométrie annuelle et une température moyenne de 4°C ce qui explique sa distribution très vaste dans l'étage semi-aride avec ces deux variantes fraîche et froide.

La couronne du pin d'Alep est claire, de couleur vert claire à vert foncé, les branches sont étalées, les rameaux diffus grêles, allongées d'abord vert claire puis deviennent claire (Kadik, 1987).

Le système racinaire dépend de la nature du sol est superficiel sur les sols squelettiques.

2.4. Aire géographique

2.4.1. Dans le monde

L'aire de répartition du pin d'Alep est limitée au bassin méditerranéen (**Figure 2**) et occupe plus de 3,5 millions d'hectares (Quézel, 1980 et 1986).

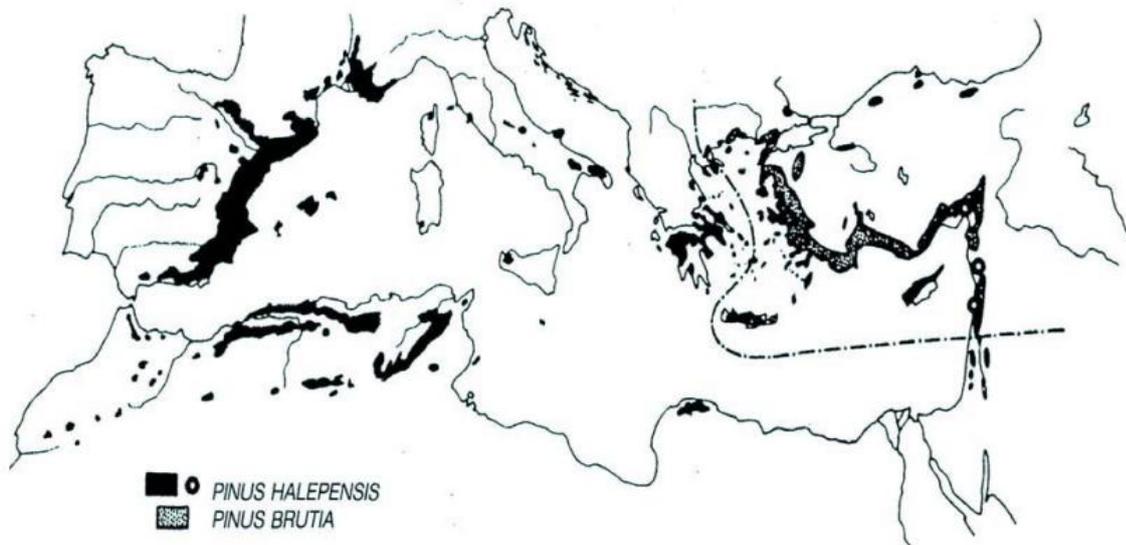


Figure 2 : Aire de répartition du pin d'Alep et du pin Brutia (Quézel, 1986).

Cette espèce est surtout cantonnée dans les pays du Maghreb et en Espagne où elle trouve son optimum de croissance et de développement (Pardé, 1957 ; Quézel et al, 1992).

2.4.2. Répartition dans le bassin méditerranéen et en Algérie

Le pin d'Alep fait partie du groupe *Halepensis-Brutia*, pour certain hauteur, *Pinus Halepensis* et *Pinus Brutia* sont considérées comme deux sous-espèces, mais les dernières études morphologiques, chimio-taxonomique et génétiques tendent à montrer que ce sont des taxons distincts (Quézel et Barbero, 1992). Les distinguer morphologiquement peut être cependant difficile. Une hybridation est possible entre les deux espèces mais uniquement dans le sens pin d'Alep- *Pin Brutia*, le pollen du *Pin Brutia* ne fécondant pas les cônes femelles du pin d'Alep (Fady et al, 2003).

Ce groupe est un élément clé des forêts méditerranéennes. Il est admis que ces deux conifères constituant plus du quart des forêts d'Afrique du nord et plus de la moitié des forêts de Turquie (dans sa zone méditerranée). De plus, ce groupe est également présent en France, en Espagne et en Grèce. Ces peuplements couvrent environ 7.5 millions *d'hectare* (Quézel et Barbero, 1992), forment ainsi de paysage forestière majeure dans la zone méditerranéenne.

2.4.2.1. Répartition dans le bassin méditerranéen

Pour ce qui est de *Pinus Halepensis* proprement dit, il recouvre environ 3.5 millions d'Hectares et présente une répartition géographique principalement centré en méditerranéen occidentale, bien qu'il puisse également être présent dans le bassin oriental au niveau des parties méridionales (Quézel et médail, 2003). Le développement maximal de pins *Halepensis* se situe en Maghreb. Sur cette zone, il est présent du bord de la mer aux massifs pré-sahariens. Il est très abondant en Algérie et en Tunisie, même s'il est maltraité par l'homme dans certaines régions. Il est plus rare au Maroc du fait des influences atlantiques sur une partie de ce territoire.

En méditerranée nord-occidentale, il est bien développé en Espagne, particulièrement sur les chaînes littorales de la Catalogne à Murcia, et devient plus rare en Andalousie. Dans l'intérieur de ce pays, on le trouve dans la vallée du Tage, autour du bassin de l'Ebre et il est très largement représenté dans les îles Baléares. En Italie sa répartition est limitée à certaines localités de Ligurie, à la Sicile et au sud de Sardaigne. Cote orientale, sa répartition la plus importante se situe sur la péninsule hellénique, notamment dans le Péloponnèse, puis, au Proche-Orient, il constitue quelques boisements en Turquie, en Syrie et sur le littoral libanais. Enfin, les peuplements les plus importants de cette zone orientale sont observés en Palestine (Quézel et médail, 2003) (Tableau 1).

Tableau 1 : Répartition du pin d'Alep dans quelques pays méditerranéens occidentaux.

Pays	Superficie (ha)	Source
Algérie	800 000	MEZALI (2003)
Maroc	65 000	BAKHUYI (2002)
Tunisie	170 000 à 370 000	CHAKROUN (1986), AMMARI (2001)
France	202 000	COUHERT et DUPLAT (1993)
Espagne	1 046 978	MONTERO (2001)
Italie	20 000	SEIGUE (1985)
Grèce	330 000	SEIGUE (1985)

2.4.2.2. Répartition en Algérie

En Algérie cette espèce a une grande aptitude écologique et elle est très connue sauf dans le tell Constantinois (Ledant, 1975).

On peut le trouver dans tous les étages bioclimatiques, les grandes forêts de pin d'Alep se trouvent principalement dans la zone semi-aride caractérisée par une tranche pluviométrique de 300 à 600 mm (Letreuch, 1982).

D'après Pesson (1980), le pin d'Alep est fréquent surtout sur les massifs du tell littoral et l'Atlas saharien, il s'étend à lui seul sur près de 850.000 Ha, il occupe 37% de la surface effectivement boisée de l'Algérie (figure 3).

Le pin d'Alep présente de vastes peuplements en oranais (Sidi-Bel-Abbès, Saïda, Tlemcen, Tiaret) dans l'Algérois (média, Boghar, Monts des Bibans) sur l'Atlas saharien (mont de Ouled Nail) et dans le sud Constantinois (Aurès, région de Tébessa) (Boudy, 1955).

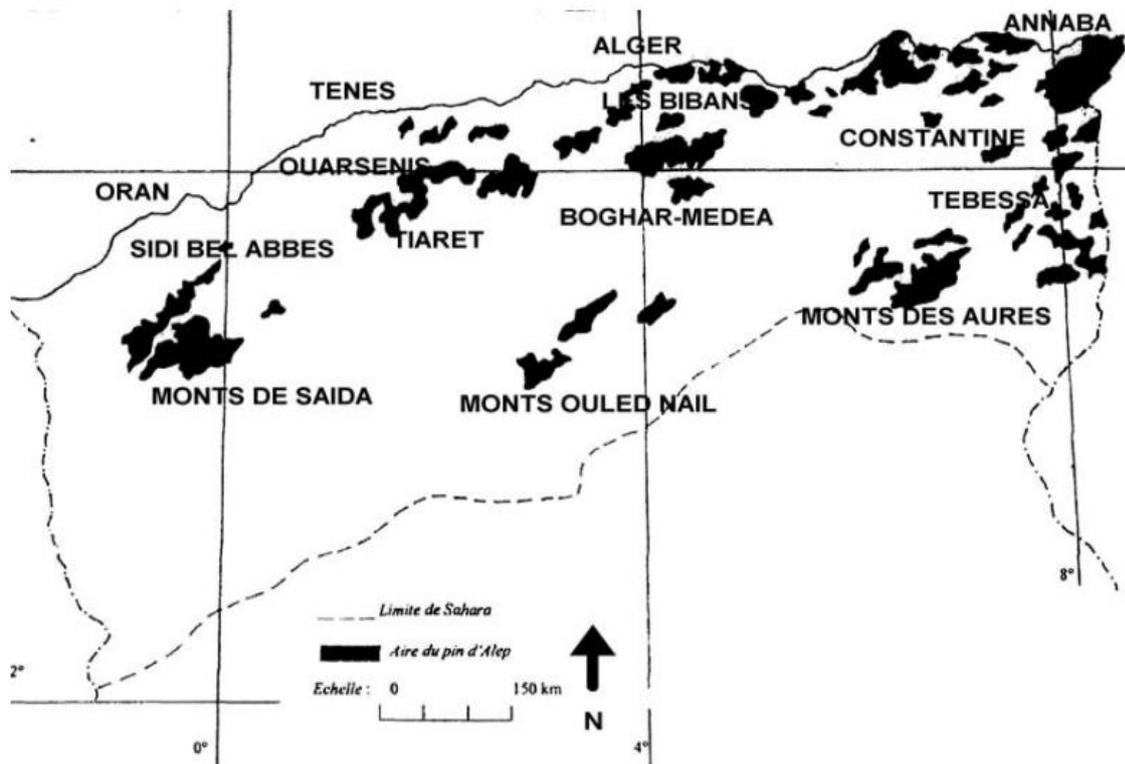


Figure 3 : Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie (Bentouati, 2006).

2.5. La régénération du pin d'Alep dans les pinèdes naturelles

Le problème de la régénération naturelle de pin d'Alep dans son aire naturelle où 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).

Selon Nahal (1962), la régénération n'a lieu que s'il y a une succession d'années à saison sèche moins accusée, c'est-à-dire où l'été est plus pluvieux que d'habitude.

- Sur calcaire marneux, les massifs de Pin d'Alep sont moins dégradés que ceux du calcaire urgonien du fait de la facilité de régénération du Pin d'Alep sur ce substratum.

- les couches superficielles qui sont très sèches en été, à cause de leur durcissement à la suite de l'évaporation superficielle de l'eau et la remontée capillaire. Ceci explique les difficultés de régénération du *Pin d'Alep* sur ces terres.

2.6. Croissance du pin d'Alep

Le pin d'Alep est un arbre polycyclique, susceptible d'effectuer plusieurs pousses par an et de produire des faux cernes (Serre-Bachet, 1973).

Selon Serre-Bachet (1976 a et b) ; Nicault et al (2001) les mois de mai et juin correspondent à la période de croissance (radiale et apicale) maximale. La période de croissance est stoppée par la sécheresse vers le mois de juillet. En automne les rameaux ne semblent s'allonger que très peu. La croissance radiale par contre reprend de façon significative (Nicault et al, 2001).

La croissance radiale annuelle d'un arbre dépend des caractéristiques physico-chimiques de la station où il est installé, des conditions climatiques et de la 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 an de 1 à 100 ans, mais est plus faible dans les 25 premières années (Boudy, 1952). En Tunisie, un ralentissement de la hauteur est précoce vers l'âge de 50-70 ans (Soulers, 1969). Par contre la croissance du pin d'Alep diminue à partir de 80 ans dans les pays européens (Bedel, 1986). Alors qu'une étude faite par Bentouati (2006) à Ouled Yakoub révèle une diminution en hauteur au-delà de 70 ans avec une hauteur moyenne de 15m.

En Algérie le volume atteint 1.20 m³ 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 0,5 à 3-4 m³/ha/an (Boudy, 1952 ; Soulers, 1969). Ce qui a été affirmé par Bentouati (2006) en pinède d'Ouled Yakoub (de 0,5 m³/ha/an à 4,2 m³/ha/an avec une moyenne de 2 m³/ha/an pour un âge de 70 ans).

Au Maroc pour un âge de 60 ans l'accroissement moyen est chiffré entre 0,7 m³/ha/an et 1,4 m³/ha/an (Belghazi et al, 2000).

2.7. Sylviculture du pin d'Alep

Certains auteurs classant le pin d'Alep dans les espèces le plus inflammable le danger concerne surtout les peuplements ou les arbres présentent des branches basses un peuplement de pin d'Alep représente une biomasse combustible assez faible (Charles, 1992 : In Favand, 2007).

D'après Nahal (1962), les peuplements de Pin d'Alep sont très sensibles à l'incendie. Le traitement en futaie jardinée par bouquets permet à ces peuplements de mieux résister aux incendies. En effet, les peuplements réguliers subissent des dommages beaucoup plus considérables

que les peuplements jardinés en cas d'incendies parce que des, classes d'âge entières, notamment les plus jeunes, risquent de disparaître entièrement, entraînant ainsi une rupture d'équilibre dans la forêt. Dans les peuplements jardinés, il n'y a pas de rupture d'équilibre ; en cas de destruction partielle de la forêt, les parties rescapées restent identiques à la forêt elle-même et le traitement peut continuer à s'appliquer, quitte à réduire l'importance des coupes.

Selon Nahal (1962), toujours, le sous étage de chêne vert assuré la fertilité de la station en augmentant l'enrichissement du sol en humus et facilité la régénération de pin d'Alep avec l'amélioration de la structure du sol ; cette méthode a été appliqué par les forestiers italiens dans les forêts de Livourne et de Pise (forêt de Migliorino).

2.8. Les facteurs de dégradation du Pin d'Alep

Plusieurs phénomènes menacent régulièrement le pin d'Alep et causent parfois des dégâts importants, il est menacé particulièrement par :

L'incendie : les essences résineuses et notamment le Pin d'Alep est plus exposé aux ravages du feu en raison de sa grande combustibilité, bien que les sous-bois soit relativement moins développé. Boudy (1955), note que la grande ennemie de pineraies est l'incendie, la nature du bois imprégné de résine qui favorise la propagation du feu, beaucoup plus que le sous-bois, celui-ci étant du chêne vert.

Le pâturage : le pâturage est devenu l'un des facteurs les plus redoutables de la déforestation, ces inconvénients sont devenus classiques et il nous suffit de les énumérer sans autres commentaires.

Du point de vue sol, le tassement et le durcissement favorisent la dégradation de couche superficielle du sol par l'absence du couvert végétal et sous la pression du cheptel, on ce qui concerne le peuplement végétale on assiste à la déformation des jeunes sujets, la création des vides, la disparition des semis, des plantes du sous-bois ...etc (Boudy, 1953).

Selon Boudy (1953), le pâturage excessif transforme le plus souvent la forêt en une forme de végétation régressive telle que la broussaille, le maquis ou les arbres disparaissent et on ne rencontre plus des espèces arbustives de moindre valeur.

Action de l'homme : c'est la plus intense, que ce soit de manière directe ou indirecte et le plus souvent, elle est caractères destructifs du fait de délit, des défrichements et des incendies volontaires (Boudy, 1953).

Action des insectes : le pin d'Alep est l'une des espèces forestières en Algérie le plus attaqué par les insectes. Nous notons la processionnaire du Pin. C'est l'insecte le plus redoutable sur cet arbre, nous citons encore *Rhyacionia biolion* (LE PIDOPTERATORTUCIDEA). La tordeuse du Pin qui s'associe à ces forêts attaqués, cette tordeuse s'attaque aux bourgeons, il résulte de ses dégâts un ralentissement de la croissance et une déformation de l'allure générale de l'arbre.

Leucarpis Pussilla Loe (HOUSPTERA, COCCIDEA) est une cochenille principale observée des différents reboisements dont la nuisibilité n'est pas encore à craindre. Néanmoins elle peut devenir une redoutable déprédatrice par suite d'intense pullulations ou elle provoque le jaunissement de l'arbre, qui devient moins résistant aux attaques d'autres insectes (Balachowsky in Benteria, 1986).

2.9. 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 de cônes mâles et femelles avec les dégâts de gel précédemment évoqué. D'autre part, la baisse de production de cônes avec l'aridification du climat (Ayari et al, 2011).

Les pins d'Alep tendent, en situation de faiblesse, à produire moins de cônes et à limiter aux branches les plus vigoureuses du haut du houppier. On a relevé depuis 1998 la multiplication des années à faible fructification et à faible production de graines (Girard et al, 2012 ; Vennetier et al, 2008). Les cônes mettant trois saisons à murir, ils sont exposés à la répartition d'années défavorables. La taille des graines et leur vitesse de germination tendent à diminuer. Les semis germant tardivement, et donc restant petits et peu lignifiés à l'arrivée de l'hiver, sont beaucoup plus sensibles au gel et aux sécheresses et de printemps. Les pins en situation de faiblesse produisent plus de cônes mâles, ce qui réduit en proportion le nombre d'aiguilles, car chaque cône mâle prend la place d'une aiguille à la base du rameau. Ce phénomène contribue donc à limiter la surface foliaire (figure 4).



Figure 4 : Peuplement de pin d'Alep touché par le gel à l'hiver 2014 dans la région de Ben Djloud (Oum Trif).

2.10. Les utilisations 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).

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 (Oliva et Recard, 1995 : in Favand, 2007).

3.1. Caractères écologiques de la zone d'étude

3.1.1. Situation géographique

La commune d'Ain El-Hadjar se situe dans la daïra du même nom ; rattachée administrativement à la wilaya de Saïda, elle a une forme étirée horizontalement de son territoire, elle couvre une superficie estimée à 448 Km².

Géographiquement elle est encadrée au sud par les hauts plateaux (hautes plaines steppiques) et au Nord par l'atlas du tell oranais (Figure 5). Cette commune est traversée dans sa partie Nord-Ouest par quelques monts qui appartiennent à la chaîne montagneuse de Daïa (Labani et al., 2006).



Figure 5 : Localisation de la zone d'étude dans la commune d'Ain El-Hadjar

(Labani et al, 2006, modifiée).

3.1.2. Situation administrative et juridique

La nouvelle commune d'Ain El-Hadjar issue de découpage administratif de 1985 est limitée comme suit :

- Au Nord par la commune de Saïda et Doui-Thabet.
- Au Nord-Ouest par la commune de Daoud.
- Au Sud-ouest par la wilaya de sidi bel Abbas.
- Au Sud par la commune de Moulay Larbi et sidi Ahmed.

- A l'est par la commune de Hassasnas.

La figure 6 montre la position de la commune d'Ain El-Hadjar dans la wilaya de Saïda (carte de situation).

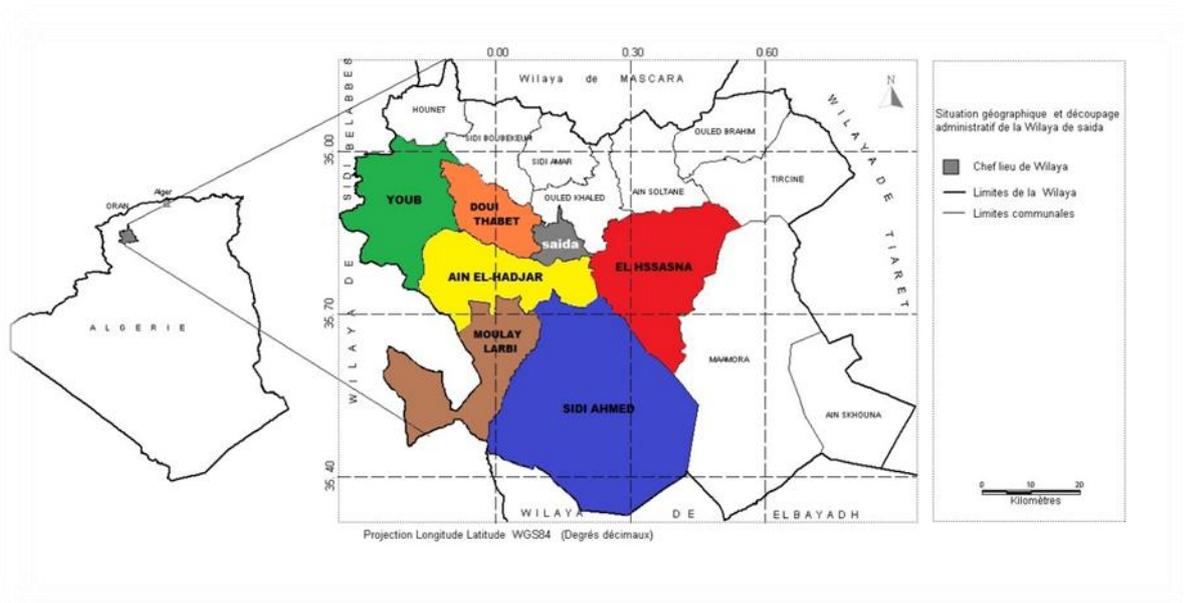


Figure 6 : Situation géographique et découpage administratif de la wilaya de Saïda.

(Projection Longitude Latitude WGS84 degrés décimaux).

3.1.3. Occupation du sol

La commune d'Ain El-Hadjar dispose de deux atouts essentiels : l'espace agricole et l'espace forestier comme le confirme le tableau 2.

Tableau 2 : Occupation du sol de la commune d'Ain El-Hadjar.

Espace	Superficie (ha)	%
Agricole	21422	51.2
Forestier	17807	42.6
Parcours	2474	5.92
Total	41730	99.7

(Source schéma directeur de la wilaya de Saïda, 2003).

L'espace de la commune d'Ain El-Hadjar est caractérisé par trois ensembles naturels :

- L'espace agricole qui occupe la moitié de la surface de la commune.
- L'espace forestier qui occupe une superficie très importante.
- L'espace de parcours avec un degré moindre.

Cette répartition de l'espace donne à la commune une vocation agro-Sylvo-pastorale.

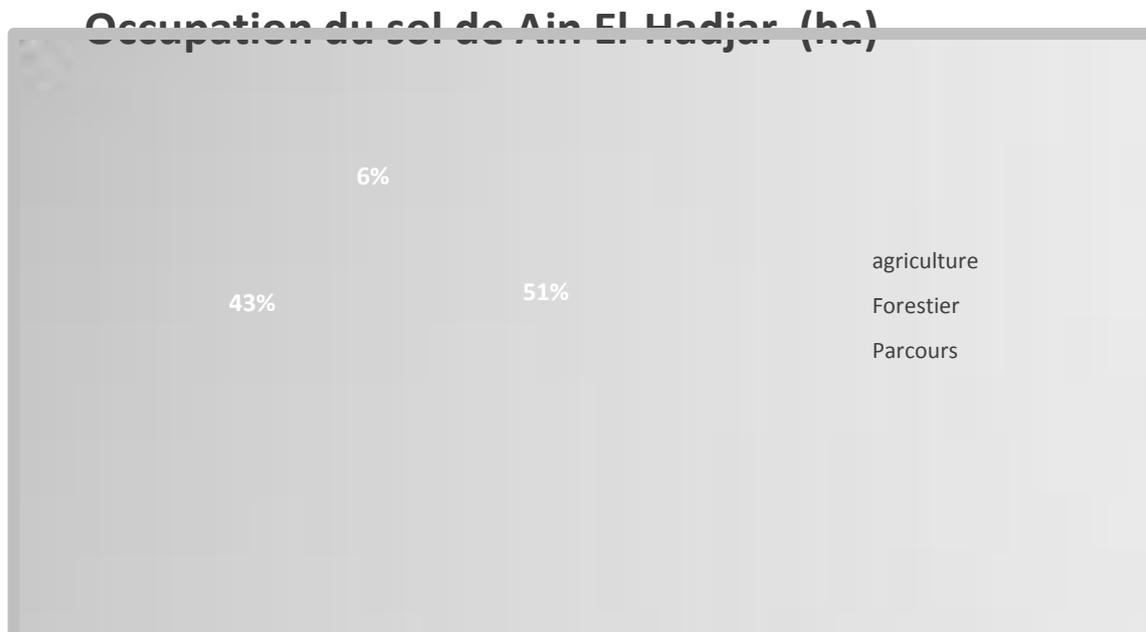


Figure 7 : Occupation du sol dans la commune d'Ain El-Hadjar.

3.1.3.1. L'espace Forestiers

L'espace forestier de la commune de Ain El-Hadjar, selon les données de la conservation de Saïda, occupe une superficie de 17807 ha soit environ 42,6% de la surface totale de la commune. Ce patrimoine forestier se localise essentiellement dans la partie ouest de la commune, il se compose principalement de formation de pin d'Alep. Mais il existe d'autres essences secondaires localisées au niveau du sous-bois et constituant le cortège floristique ; ce cortège est diversifié en espèces de la strate arbustive et sous arbustive adaptée à la condition de milieu comme le pistachier lentisque, la filaire, le romarin...etc.

Cette espace forestier est essentiellement composé de forêts domaniales (Figure 8), les principales forêts domaniales sont :

- La forêt domaniale de Djaafra cheraga avec une superficie de 7876 ha répartie en 10 cantons qui sont :
 - Tamda avec 1343 ha.
 - Ras-El-Oued avec 259 ha.
 - Benjloud avec 640 ha.
 - Chaabet Dida avec 36 ha.
 - Bouatrouss avec 767 ha.
 - Granine avec 638 ha.
 - Ferazid avec 79 ha.
 - Gourira avec 717 ha.
 - Ain Merdja avec 2109 ha.
 - Ain Khrouaa avec 1288 ha.
- La forêt domaniale de Tendfelt avec une superficie de 7048 ha répartie en 4 cantons qui sont :
 - Baba Brahim avec 1978 ha.
 - Ain Ghorabia avec 503 ha.
 - Hassi Aoun avec 3075 ha.
 - Ain Tendfelt avec 1492 ha.
- La forêt domaniale de Fenouane avec une superficie de 2758 ha répartie en 4 cantons qui sont :
 - Barrah avec 1056 ha.
 - Gourira avec 1047 ha.
 - Fenouane avec 595 ha.
 - Hassi Aoun avec 60 ha.



Figure 8 : Superficie par forêt de la commune d'Ain El-Hadjar.

3.1.4. Topographie et géologie

3.1.4.1. Orographie

En matière d'orphographie, deux grands ensembles topographiques dominant :

- Les plateaux qui se localisent à l'est sont représentés par une zone relativement vaste avec une altitude variant de 900 à 1300 m. Le relief est peu accidenté, les valeurs des pentes sont inférieures à 15 %. Cette zone de plateaux représente les zones agricoles les plus riches de la région. La céréaliculture représente l'activité la plus dominante.
- Une zone montagneuse à l'Ouest où culminent les djebels d'El Aoun (1220 m), El Assa (1228 m) et El Hadid (1301 m). La région présente aussi un relief relativement accidenté à la forme molle entre coupée par de petits cours d'eau. Les valeurs des pentes varient en moyenne de 5-25 % ou plus. Cette zone montagneuse est caractérisée par la dominance de l'espace forestier où dominant des peuplements de Pin d'Alep et des formations dégradées de Chêne vert et de Thuya (B.N.D.E.R, 1992).

3.1.4.2. Sols

Les sols de la commune sont dépendants de la morphologie topographique et se classent comme suit (Brule, 1986 in Labani et al, 2006) :

- Versants : occupés par des sols minéraux bruts comportant très peu d'éléments friables, à l'origine de sols bruns calcaires ou rouges fersialitiques ainsi que par des sols à dominance argileuse, peu calcaires et isohumiques sur les versants à formation argilo-gréseuse.
- Dépressions et cuvettes : les sols calcimagnésiques dominant. Ils sont caractérisés par une forte proportion de sable dans leur horizon superficiel.
- Plateaux : sols assez diversifiés formant une mosaïque où se distinguent des sols calcimagnésiques, minéraux bruts, fersialitiques et bruns calcaires.
- Terrasses et plaines alluviales : sols peu évolués d'apport alluvial ou colluvial, localement hydromorphe et des sols bruns calcaires (B.N.D.E.R, 1992).

3.1.5. Pente

Cinq classes de pentes ont été retenues pour caractériser le relief de la commune (Tableau 3), et définit un découpage pouvant servir de base pour d'éventuels aménagements (B.N.D.E.R, 1992).

Tableau 3 : Répartition des classes des pentes dans la commune.

Commune	Classe des pentes										Total
	0 - 5%		5 – 10%		10 -15%		15 - 25%		> 25%		
	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	
Ain El-Hadjar	16268	40	12200	30	8134	20	2033	5	2033	5	40668

(B.N.D.E.R, 1992).

D'une manière générale, la topographie générale de la commune d'Ain El-Hadjar est relativement plane car les classes de pentes inférieures à 10 % occupent environ 70 % de la superficie totale de la commune.

3.1.6. Hydrologie

Les ressources en eau se caractérisent par la présence de deux principaux bassins versants avec un écoulement vers le nord, ceux des oueds Tebouda et Bouatrous. Les ressources en eau mobilisable pour la population et l'agriculture se résument à 16 sources naturelles réparties à travers le territoire de la commune avec un débit variant entre 0,5 et 30 L/s et de deux forages assurant un débit moyen de 42 L/s (B.N.D.E.R, 1992).

3.1.7. Climat

La connaissance de toute forêt passe nécessairement par une bonne connaissance du climat car la végétation forestière est directement exposée à l'action du climat alors les données statistiques fournies par la météorologie servent de support essentiel à toute étude des formations végétales.

En plus de leurs actions sur la végétation, les facteurs climatiques, et surtout le vent, ont un rôle dans le déclenchement et la propagation du phénomène des incendies de forêts.

Les caractéristiques du vent (vitesse et direction) ont un rôle prépondérant dans le mode de propagation de feu, ainsi que dans l'énergie dégagée par le front de flamme.

Le climat c'est l'ensemble des caractéristiques météorologiques d'une région donnée intégrée dans le long terme. La nature des climats joue un rôle essentiel pour ajuster les caractéristiques écologiques des écosystèmes continentaux. En réalité, il existe une interférence entre climats et composition des communautés, en particulier végétales, propres à un écosystème donné et la nature des sols, d'où le tryptique climat, sol, végétation (Ramade, 1999 in Kherief, 2006).

3.1.7.1. Généralités sur le climat de l'Algérie et de la zone d'étude

La position géographique de l'Algérie, marquant la transition entre le Sahara et le continent Européen, lui confère un climat contrasté et variable.

Ce climat, relève du régime méditerranéen à deux saisons bien distinctes, une saison estivale sèche et une saison hivernale humide (Kadik, 1987).

Sa grande variabilité interannuelle se manifeste par l'alternance de périodes favorables et défavorables persistantes.

D'une manière générale le climat de l'Algérie est caractérisé par la fréquence des pluies durant la période froide de l'année. Il y a coïncidence de la saison sèche et de la saison chaude (Kadik, 1987).

3.1.7.1.1. Climat régional

La région de Saida est soumise à l'influence du climat méditerranéen caractérisé par des précipitations irrégulières, et une longue période de sécheresse estivale (Labani, 2006).

3.1.7.1.2. Climat local

L'étude du climat local nécessite des données climatiques proches de la zone d'étude. En absence des stations météorologiques plus fiables dans la région et assez représentatives de la commune d'Ain El-Hadjar ; nos données proviennent de la station de référence (Rebahia) située à une altitude différente de la zone étude (Figure 9), ce qui nous a amenés à faire des corrections de température et de pluviométrie afin de nous rapprocher le plus du climat local.

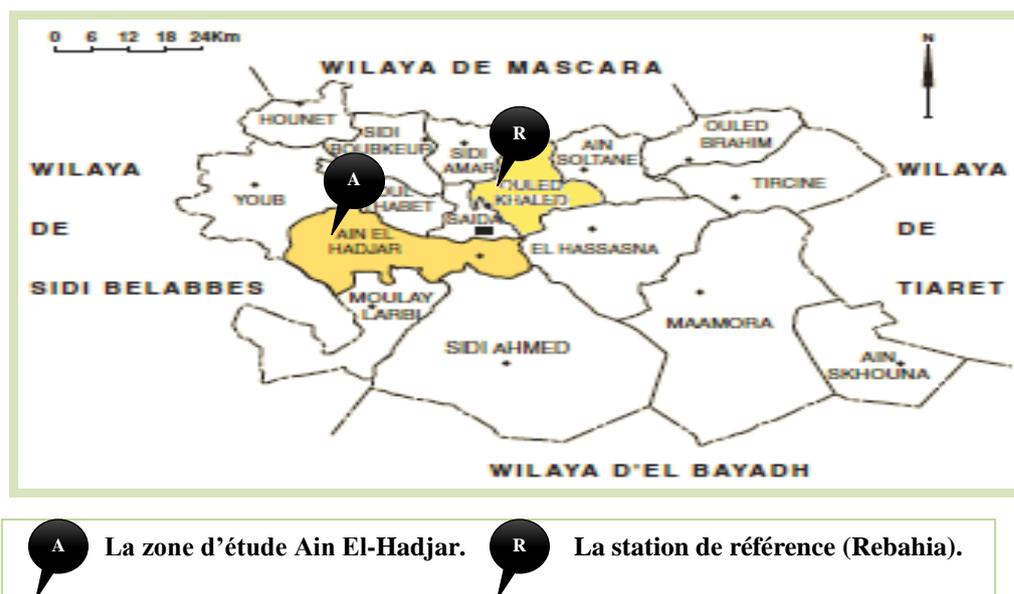


Figure 9: Carte de localisation de la station de référence (Rebahia) par apport à la zone étude (Labani et al, 2006, modifiée).

L'analyse des principales variables climatiques (précipitation, températures...) est définie à l'aide des données fournies par Seltzer (1946), sur une période allant de 1913 jusqu'à 1938 et les données climatiques recueillies auprès de la station météorologique de Rebahia sur une période allant de 1978 jusqu'à 2007.

3.1.7.1.2.1. Corrections des données

Avant d'entamer les corrections, il est nécessaire de rappeler que théoriquement on a :

- Pour la pluviométrie : une augmentation de 10-15 mm chaque fois que l'altitude augmente de 100 mètres pour la zone à étage bioclimatique semi-aride.
- Pour la température : Une diminution de 0.7 °C pour (M) pour 100m d'élévation et
- une diminution de 0.4 °C pour (m) pour 100m d'élévation.

Ce qui donne un gradient altitudinal croissant pour les précipitations et décroissant pour les températures (Kherief, 2006).

3.1.7.1.2.1.1. Les précipitations

Pour la grande partie du monde, les précipitations sont un des éléments les plus significatifs du climat et représentent la source principale d'eau : sans eau, la vie n'est pas possible. Elles sont caractérisées par trois principaux paramètres : leur volume, leur intensité, les mois et aussi les

années (Kherief, 2006). L'unité de mesure utilisée est le millimètre de hauteur de pluie, qui correspond à un volume d'eau de 1 litre par mètre carré.

Les données climatiques ont été recueillies auprès de la station météorologique (de Rebahia). Pour la période allant de 1978-2007 qui sont représentées dans le tableau 4.

Tableau 4 : Précipitations moyennes mensuelles et annuelles en mm (1978-2007).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Total
P (mm)	22	31	35	36	34	36	45	32	25	13	5	13	327

(Station météorologique de Rebahia, 2009).

• Correction des précipitations

La station de Rebahia se trouve à 750 m d'altitude, l'altitude de la zone d'étude est à 1005 m (Tableau 5).

Tableau 5 : Les coordonnées géographiques pour les deux stations

Station	Latitude	Longitude	Altitude	Wilaya
La zone d'étude	34°45'40"	0°7'14 "	1005 m	Saida
Rebahia	34°55'00"	00°09'00"	750 m	Saida

(Station météorologique de Rebahia, 2009).

La différence d'altitude : $1005 - 750 = 255\text{m}$

$100\text{m} \rightarrow 15\text{ mm}$

$255\text{m} \rightarrow x \quad x = 255 \times 15 / 100$

$x = 38.25\text{ mm}$

Pour calculer les précipitations dans la zone d'étude, il faut rajouter à la précipitation de la station de référence la valeur de x :

La précipitation annuelle de la station de référence : 327 mm

$327 + 38.25 = 365.25\text{ mm}$.

-calcul de coefficient de correction K :

Pour les corrections des précipitations mensuelles, le calcul du coefficient correcteur (K) s'impose et il sera multiplié par les données mensuelles de la station de référence.

$K = \text{précipitations annuelles de la zone d'étude} / \text{précipitations annuelles de la station de référence}$.

$$K = 365.25 / 327 = 1.11$$

Les résultats des coefficients sont portés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Résultats des coefficients correcteurs.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Total
P mm	24.4	34.4	38.8	39.9	37.7	39.9	49.9	35.5	27.7	14.4	5.5	14.4	362.5

• **Comparaison des précipitations moyennes mensuelles entre (1913-1938) et (1978-2007)**

Tableau 7: Précipitations moyennes mensuelles et annuelles en mm.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Total
Période													
AP	24	35	62	50	54	51	55	35	43	17	02	08	436
NP	24.4	34.4	38.8	39.9	37.7	39.9	49.9	35.5	27.7	14.4	5.5	14.4	362.5

AP : Ancienne Période (Seltzer, 1946).

NP : Nouvelle Période (Station météorologique de Rebahia 1978-2007, corrigée).

La comparaison des données pour la nouvelle période avec les données de Seltzer (1946), pour la période ancienne (Tableau 7), montre qu'il y a une différence.

La commune reçoit environ 436 mm/ an entre 1913 et 1938 et seulement 362.5 mm/ an entre 1978 et 2007, l'analyse des cumuls pluviométriques des deux périodes, nous renseigne sur un recul. On remarque qu'il y a une différence négative de l'ordre de 73.5 mm entre les deux périodes.

Ainsi la distribution de cette tranche est irrégulière comme le montre le tableau 8.

Les maximums des pluies sont enregistrés dans le mois de décembre, Février et mars ; alors que le mois de juillet ne reçoit que de faibles quantités.

• Détermination du régime pluviométrique

Tableau 8 : Régime saisonnier des précipitations corrigées de la zone d'Ain El-Hadjar.

Mois	P (mm)	Saison	Précipitations Saisonnieres	Régime Saisonnier
Septembre	24.4	Automne	97.6	A
Octobre	34.4			
Novembre	38.8			
Décembre	39.9	Hiver	117,5	H
Janvier	37.7			
Février	39.9			
Mars	49.9	Printemps	113,1	P
Avril	35.5			
Mai	27.7			
Juin	14.4	Été	34,3	E
Juillet	5.5			
Août	14.4			

Tableau 9 : Régime saisonnier des précipitations de la zone d'Ain El-Hadjar pour les deux périodes.

Saison	H (D, J, F)	P (M, A, M)	E (J, Jet, A)	A (S, O, N)	Type
AP (mm)	155	133	27	121	HPAE
NP (mm)	117,5	113,1	34,3	97,6	HPAE

AP : Ancienne Période (Seltzer, 1946).

NP : Nouvelle Période (Station météorologique Rebahia 1978-2007, corrigée).

A partir du (tableau 10), nous remarquons que la station d'Ain El-Hadjar figure dans le régime saisonnier HPAE pour les deux périodes, avec une tranche pluviométrique saisonnière essentiellement hivernale, et l'été est la saison la plus sèche.

3.1.7.1.2.1.2. Températures

La température est un facteur écologique fondamental et un élément vital pour la végétation. Elle représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espaces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 2003).

Les données climatiques de la température moyenne, maximale et minimale (°C) recueillis de la Station météorologique de Rebahia, sont représentées dans le tableau 9.

Tableau 10 : T° moyenne, maximale, minimale (°C) (1978-2007)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
T° moy max(°C)	30.3	24.4	18.1	14.5	13.6	15.3	18.1	20.5	25.3	31.5	36	35.5
T° moy min(°C)	15	11.4	7	4.2	2.9	3.7	5	6.5	10	14.5	17.9	18.4
T° moy (°C)	22.7	17.9	12.6	9.3	8.3	9.5	11.6	13.5	17.7	23	26.9	22.7

(Station météorologique Rebahia, 2009).

• Corrections des températures

1. Températures moyennes maximales :

Différence d'altitude : $1005 - 750 = 255\text{m}$

100m \longrightarrow 0,7 °C

255m \longrightarrow x

$$x = 255 \times -0,7 / 100 = -1,7$$

Pour calculer la moyenne annuelle des maximas de la zone d'étude on rajoute à

la température de la station de référence la valeur de x :

La moyenne des maximas est : 23,6°C.

$$23,6 - 1,7 = 21,9$$

o Calcul du coefficient de correction K :

K = Températures moyennes maximales de la zone d'étude / Températures moyennes maximales de la station de référence.

$$K = 21,9 / 23,6$$

$$K = 0,92$$

Les températures moyennes mensuelles maximales de la zone d'étude sont obtenues en multipliant celle de la station de référence par le coefficient k .

2. Températures moyennes minimales :

$$100m \longrightarrow -0,4^{\circ}C$$

$$255m \longrightarrow x$$

$$x = 255 \times -0,4 / 100 = -1,02$$

Pour mesurer la moyenne annuelle des minimas de la zone d'étude on rajoute à la température de la station de référence la valeur x :

La moyenne annuelle des minimas est : $9,7^{\circ}C$

$$9,7 - 1,02 = 8,6$$

o Calcul de coefficient de correction K :

$K = \text{Températures moyennes minimales de la zone d'étude} / \text{Températures moyennes minimales de la station de référence.}$

$$K = 8,6 / 9,7$$

$$K = 0,88$$

Les résultats des corrections des températures moyennes mensuelles minimales et maximales sont portés dans le tableau suivant :

Tableau 11 : Températures moyennes mensuelles minimales et maximales de la commune d'Ain El-Hadjjar (1978-2007) après correction.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
T° moy max (°C)	27,8	22,4	16,6	13,3	12,5	14,07	16,6	18,8	23,2	28,9	33,1	32,6
T° moy min (°C)	13,2	10,03	6,1	3,6	2,5	3,2	4,4	5,7	8,8	12,7	15,7	16,1
T° moy (°C)	20,5	16,2	11,3	8,4	7,5	8,6	10,5	12,2	16	20,8	24,4	24,3

Le tableau 11, montre que la saison estivale (juin, juillet et août) est représentée par des valeurs relativement élevées, ce qui donne une saison extrêmement sèche. Le minimum des températures moyennes $7,5^{\circ}C$ est enregistré au mois de Janvier.

3.1.7.1.2.1.3. Synthèse climatique

Les températures et les précipitations constituent les deux principaux paramètres des climats car l'ensoleillement est de façon générale, bien corrélé avec la température.

Divers types de diagrammes destinés à représenter graphiquement des paramètres majeurs du climat propre à une région donnée. Les principaux sont les climatogrammes et les diagrammes ombrothermiques de Gaussen (Ramade, 1999 in Kherief, 2006).

- **Diagramme Ombrothermiques**

Il constitue un type de représentation très utilisé pour comparer les climats. (Bagnoul et Gaussen, 1953 in Kadik, 1987), considèrent qu'un mois est sec si le total des précipitations exprimées en mm est égal ou inférieur au double de la température exprimée en °C.

Il consiste à figurer en ordonnée à gauche les températures moyennes mensuelles en °C à une échelle double de celle des précipitations ($P=2T$), en abscisse les mois de l'année et en ordonnée à droite les précipitations moyennes mensuelles en mm et de joindre les points ainsi obtenus. On obtient en fait deux courbes superposées.

Les périodes d'aridité sont celles où la courbe pluviométrique est au-dessous de la courbe thermique (Ramade, 2003).

Selon l'échelle $P=2T$, les courbes ombrothermiques déterminent une période humide, l'autre période est sèche.

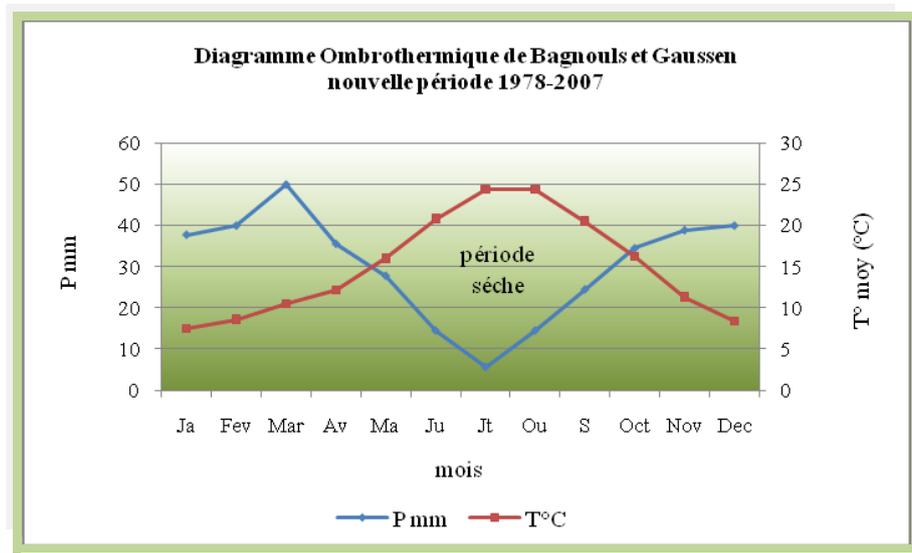


Figure 10 : Diagramme ombrothermique de la station d'Ain El-Hadjar (1978-2007).

Le diagramme ombrothermique, fait apparaitre que la durée de la saison sèche est en moyenne de 6 mois, elle couvre la dernière semaine du mois de Mai jusqu'en début du mois d'Octobre.

- **L'indice d'aridité de De Martonne**

Cet indice caractérise l'aridité du climat d'une région donnée. Il s'exprime comme suit :

$$I = P / (T + 10).$$

P : Précipitation moyenne annuelle en (mm).

T : Température moyenne annuelle en (°C).

$$I = 362.5 / 10 + 15,07 = 14,45$$

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.

La valeur trouvée de l'indice d'aridité pour la commune d'Ain El-Hadjar se traduit par un climat semi-aride.

3.1.7.1.2.1.4. Autres facteurs climatiques

3.1.7.1.2.1.4.1. Les vents

Le vent constitue en certaines conditions un facteur écologique limitant, par leur fréquence, leur température, leurs degrés hygrométriques, les vents exercent sur la végétation forestière en place une influence considérable (Letreuche Belarouci, 1991 in Kherief, 2006).

Tableau 12 : Vitesse moyenne annuelle de vent de la station d'Ain El-Hadjar (1995-2006)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jul	Août
Vent moy M/S	2.4	2.5	2.7	2.9	3.5	3.5	3.0	3.2	3.0	2.8	2.9	3.0

La région d'étude est soumise à des vents dominants avec une vitesse moyenne de 2.95 m/s (tableau 12). Les vents soufflent fréquemment dans des directions instables et à différentes intensités en fonction des saisons.

3.1.7.1.2.1.4.2. L'Humidité

Désigne la teneur de l'air en vapeur d'eau. Dans la troposphère et selon les données de l'O.N.M, (2013), l'air n'est jamais sec et contient toujours une part plus au moins importante d'eau à l'état gazeux. Elle a une grande importance pour la végétation forestière ; elle réduit l'évaporation de l'eau du sol et l'intensité de la transpiration des végétaux ; donc elle permet la conservation de l'eau dans le sol et son utilisation par la plante (Kherief, 2006).

Tableau 13 : Humidité atmosphérique moyenne mensuelle dans la commune d'Ain El-Hadjar (1995-2006).

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jul	Aout	Moy annuelle
Humidité	51	59	64	69	68	66	63	62	57	48	37	40	57%

Selon les données du tableau 13, l'humidité moyenne annuelle est de 57%. Le maximum est enregistré en saison hivernale (69%) alors que le minimum (37%) est observé en été.

Conclusion

D'après les résultats obtenus de l'analyse des données climatiques, on constate une très grande variation des précipitations et des températures.

Le climat de la région de Ain El-Hadjar est pratiquement du type méditerranéen caractérisé par :

- La concentration de pluies pendant la période froide (HPAE).
- Une sécheresse apparente pendant les mois les plus chauds (été).

La durée de la saison sèche est en moyenne de 6 mois, elle couvre la dernière semaine du mois de Mai jusqu'en début du mois d'Octobre. L'indice d'aridité de la région est estimé à 14.45 et détermine un régime semi-aride.

En conclusion nous pouvons dire que le climat de la commune d'Ain El-Hadjar est caractérisé par :

- Une pluviométrie faible et irrégulière (- 400 mm/an) ;
- Une période sèche assez longue (de la première semaine du mois de Mai jusqu'en début du mois d'Octobre) ;
- Des températures fortes en saison estivale et basse en saison hivernale.

3.1.8. La végétation

L'espace forestier est essentiellement composé de forêts domaniales qui forment des surfaces occupées par des formations forestières de différentes composition et physionomie.

Les principales forêts domaniales de la commune d'Ain El-Hadjar sont : la forêt domaniale de Djaafra Cheraga, Tendfelt et Fenouane. Elles totalisent plus de 15 000 ha, leur impact sur les autres espaces et sur la vocation de la commune est présent et ne peut être ignoré dans toute approche d'aménagement ou d'orientation globale du développement.

Les formations forestières sont dominées par des groupements à Pin d'Alep (*Pinus halepensis*). Il existe d'autres essences secondaires constituant le cortège floristique, et jouant un rôle écologique important comme le Thuya (*Tetraclinis articulata*) et le Chêne vert.

Selon la direction des forêts (2009), parmi les principales espèces qui caractérisent le sous-bois du patrimoine forestier :

- Chêne vert (*Quercus ilex*) caractérise la partie Est de la commune (la forêt de Tiddernatine) ;
- Thuya de Berberie (*Tetraclinis articulata*);
- Chêne kermès (*Quercus Coccifera*);
- Pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*);
- Genévrier Oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*);
- Romarin (*Rosmarinus tourneforti*);
- Diss (*Ampelodesma mauritanicum*);
- Alfa (*Stipa tennacissima*).

3.1.9. La faune

Selon la Direction des forêts (2009), les principales espèces recensées dans la commune sont :

- Les Mammifères Carnivores : Chacal, renard, mangouste, lynx caracal, chat forestier.
- Les Mammifères de Chasse : sanglier, lapin de garenne, porc épic, hérisson.
- Les Reptiles : Couleuvre, vipère, lézard.
- Les oiseaux : Aigles, Eperviers, Buse féroce, Hiboux, Perdrix Gamba, Caille des blés, Pigeon biset, Merle noire, Grives, Chardonneret élégant, Pie bavarde, Moineau domestiques...
- Les Insectes : il existe de nombreux insectes vivants dans ces forêt, notons la présence de la chenille processionnaire (*Taumatopea pityocampa*).

3.2. Caractères écologiques de la forêt de Benjloud (Oum trif)

3.2.1. Situation Géographique

La forêt de Benjloud est située au Sud de la wilaya de Saida, dans la commune d'Ain El-Hadjar. Elle se trouve à une trentaine de km au Sud de la ville de Saida dans l'Ouest Algérien. Elle est située entre les longitudes $0^{\circ}10'$ Ouest et $0^{\circ}5'$ Est et latitudes : $34^{\circ}40'$ et $34^{\circ}50'$ Nord (Figure 11).

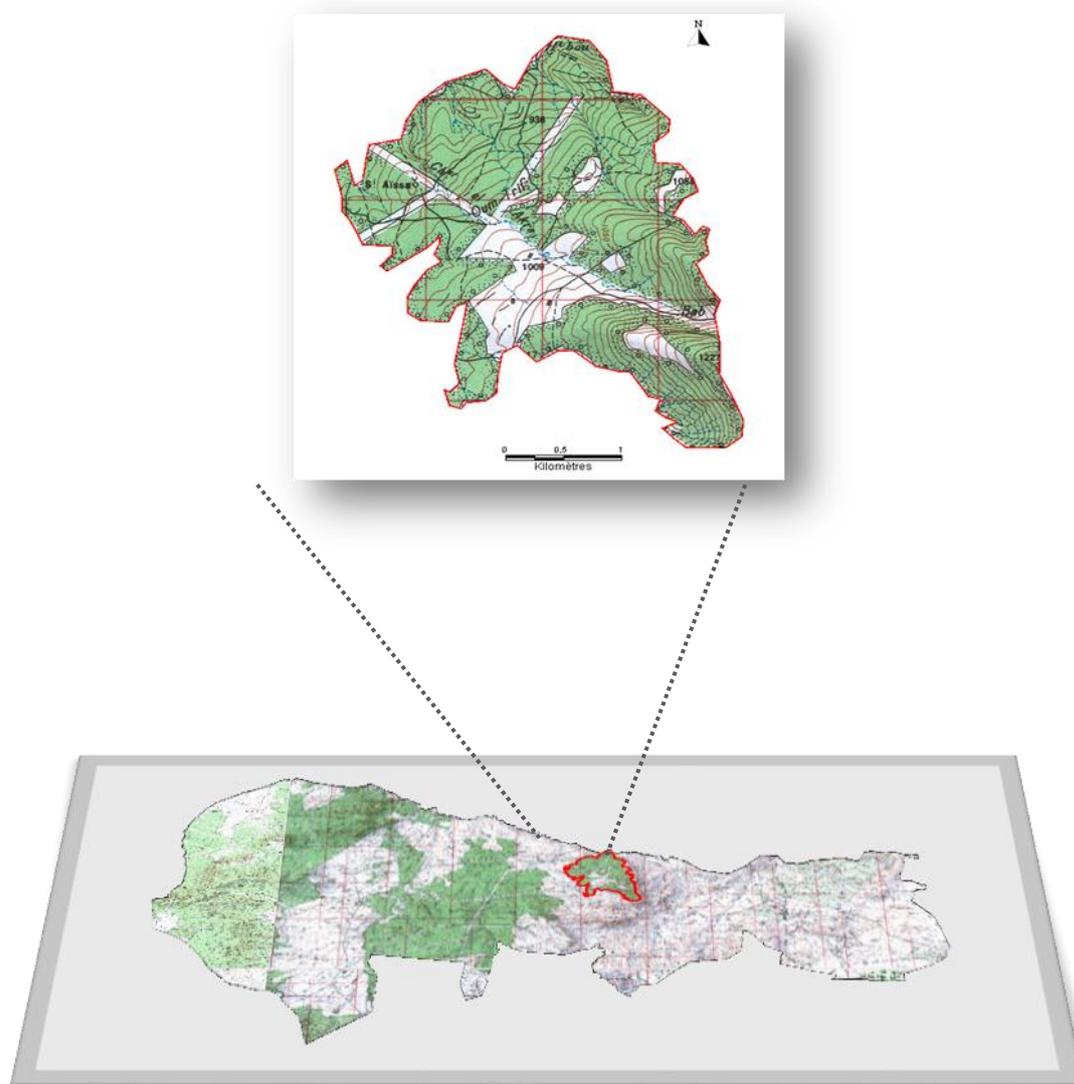


Figure 11 : Localisation de la zone d'étude dans la commune d'Ain El-Hadjar (Conservation des forêts Saida, 2015)

3.2.2. Situation administrative

La forêt se situe entièrement dans la wilaya de Saida, Daïra et commune d'Ain El-Hadjjar.

3.2.3. Situation juridique

La forêt est gérée par la conservation des forêts de Saida, circonscription et district d'Ain El-Hadjjar.

3.2.4. Altitude

La forêt domaniale de Benjloud a un relief peu accidenté. Elle est constituée d'unités topographiques hétérogènes. Les altitudes varient plus ou moins selon que l'on est aux piémonts, ou en montagne (Figure 12). Elles présentent des valeurs maximales au niveau des sommets de djebel El Assa (1238m).

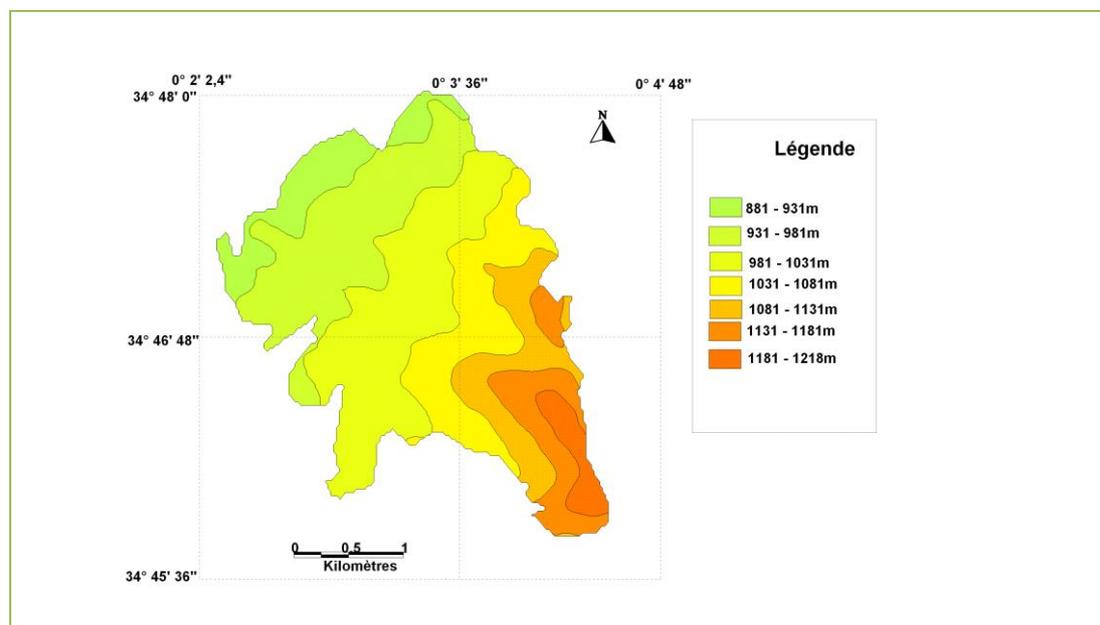


Figure12 : la Carte d'altitude de la zone d'étude.

3.2.5. Expositions

Conjuguée à une altitude importante du point de vue impact sur les précipitations, l'exposition à un effet sur les conditions écologiques de la commune et de la forêt. Le versant sud souffre d'une sécheresse prolongée (plus de 6 mois) et de sols relativement dégradés. Selon Benziane (2007), il est constitué essentiellement par les touffes de Palmier et d'Alfa, il représente un taux de recouvrement faible par rapport au versant nord, ce dernier bénéficie de conditions climatiques

et édaphiques plus clémentes, une faible évaporation, des sols relativement équilibrés et une pluviométrie intéressante. Il est couvert essentiellement par : (*Pinus halepensis*), (*Tetraclinis articulata*), (*Quercus ilex*), (*Juniperus oxycedrus*), (*Quercus coccifera*), (*Phillyrea angustifolia*), (*Chamaerops humilis*) et (*Rosmarinus officinalis*)...

3.2.6. Les pentes

La Figure 13 montre que la forêt de Benjloud est caractérisée par la forte présence des terrains de faible pente (de 0 à 6%).

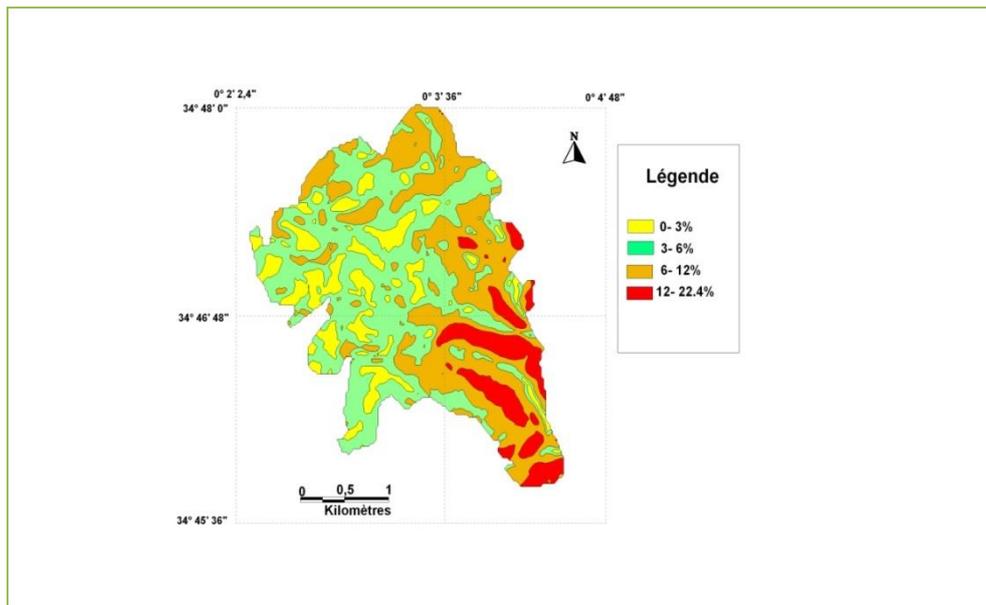


Figure 13 : Carte des pentes de la zone d'étude (versant nord du djebel de Benjloud).

La classe de pente (12 - 22,4%) reste localisée dans une série de petits massifs dont les pentes sont très accentuées, c'est le cas du djebel El Assa : 1238 m.

3.2.7. Hydrographie

La forêt domaniale de Benjloud est drainée par deux principaux Oueds : El Malah et Tamda, le dernier étant un affluent du premier (Figure 14). Ces deux cours d'eau représentent un écoulement des eaux pluviales d'un réseau de Chaabets assez dense et de faible importance. Le sens de l'écoulement des eaux est du Sud vers le Nord pour Oued El Malah et du Sud-Est vers le Nord-Ouest pour Oued Tamda (BNEF, 1994).

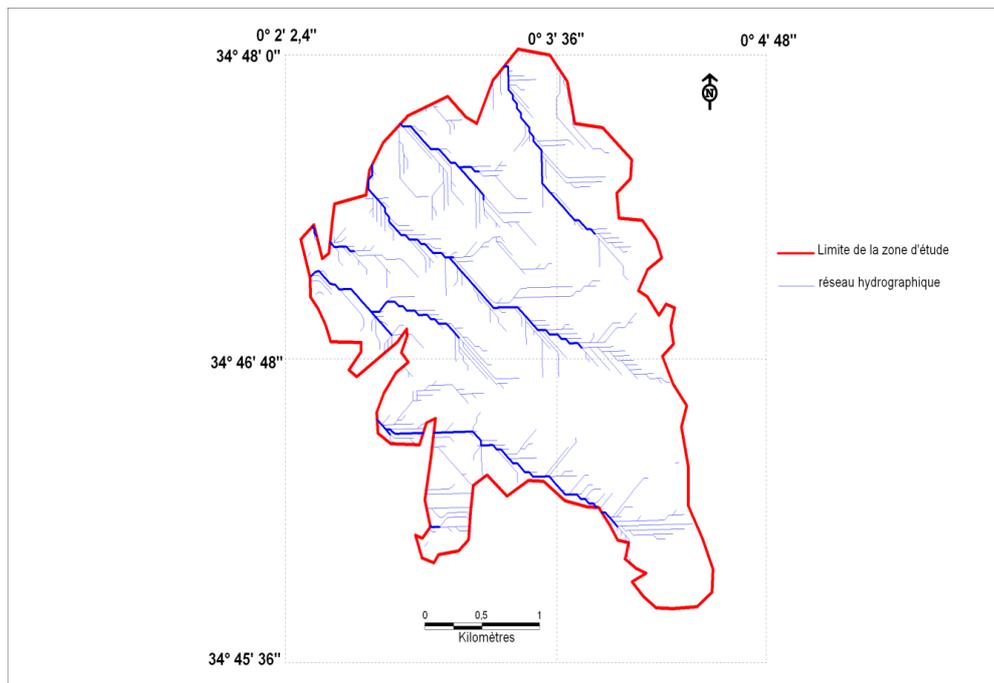


Figure 14 : Carte du réseau hydrique de la zone d'étude.

3.2.8. Climat

Afin de nous rapprocher le plus du climat local et avoir une représentation synthétique des caractéristiques météorologiques de la forêt. Les précipitations mensuelles et les températures moyennes mensuelles pour la période (1978-2007) sont calculées suivant l'altitude maximale (1238m) et minimale (900m) de la forêt pour étudier l'impact des paramètres climatiques sur la végétation. Elles sont représentées sous forme de diagrammes ombrothermiques (Figure 15 et 16).

Tableau 14 : Précipitations mensuelles (mm) et températures moyennes mensuelles (°C) selon la plus basse altitude de la forêt (900m), après correction.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jet	A
P mm	23.3	32.8	37.1	38.1	36.0	38.1	47.7	33.9	26.5	13.7	5.3	13.7
T°moy (°C)	21.4	17	11.8	8.8	7.8	9	10.9	12.7	16.6	21.7	25.4	25.4

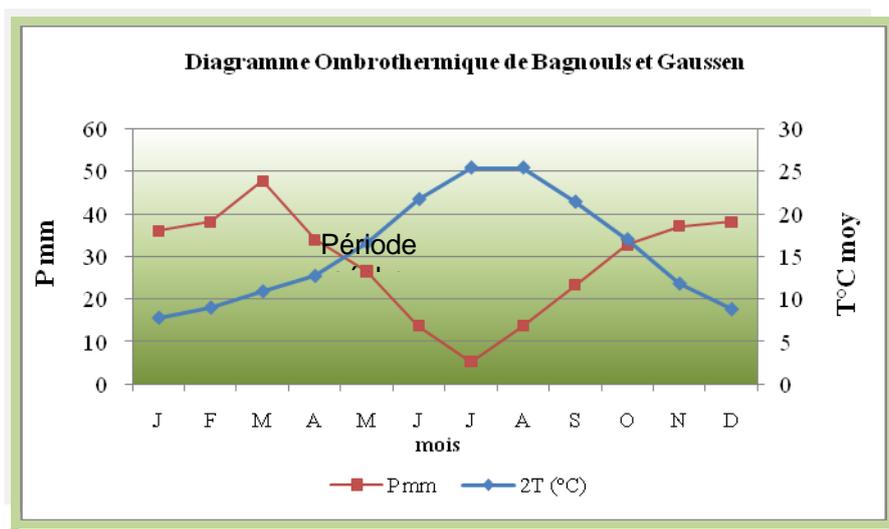


Figure 15 : Diagramme Ombrothermique (1978-2007), selon la plus basse altitude de la forêt (900m).

Tableau 15 : Précipitations mensuelles (mm) et températures moyennes mensuelles (°C) selon la plus haute altitude de la forêt (1238 m) après correction.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
P mm	26.8	37.8	42.7	43.9	41.4	43.9	54.9	39.0	30.5	15.8	6.1	17.8
T° moy. (°C)	18.1	14.3	10	7.4	6.5	7.5	9.2	10.8	14.1	18.4	23.05	21.5

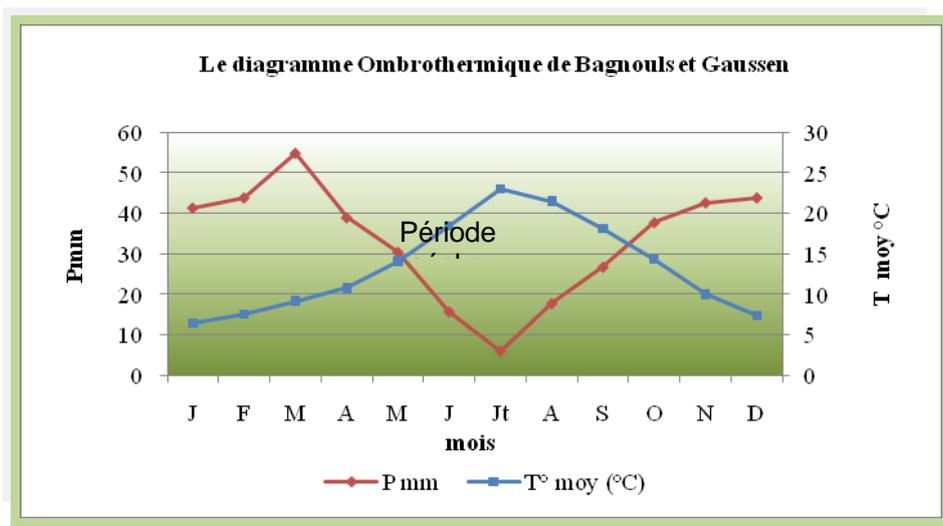


Figure 16 : Diagramme Ombrothermique (1978-2007), Selon la plus haute altitude de la forêt (1238 m).

A partir des diagrammes ci-dessus, on déduit que l'année est partagée entre une période sec qui dure en bas de la forêt presque six mois, quelques jours du mois d'Avril jusqu'à la première semaine d'Octobre, et une période humide qui dure pendant les autres mois. Alors que, la période

de sécheresse estival en haut, suivant le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson dure presque 5 mois, de la mi-mai jusqu'à la fin du mois de Septembre. Par conséquence la période humide s'étale du mois d'Octobre jusqu'à la mi-mai.

3.2.9. Pédologie

L'étude pédologique de la forêt montre la présence des classes de sols suivantes :

- classe des sols peu évolués.
- classe des sols calcimagnésiques.
- classe des sols à sesquioxides de fer.
- classe de sols isohumiques.

Ces sols sont caractérisés par un manque de profondeur et une importante charge caillouteuse de surface (sols lithiques), la présence de calcaire actif (rendzines) et à un degré moindre chez les sols bruns calcaire et la présence de l'encroutement calcaire en profondeur.

Les espèces forestières pouvant s'adapter à ces conditions de sol sont très limitées (Pin d'Alep et Thuya). Le Cyprès pouvant s'adapter aussi à condition toutefois de travailler le sol en profondeur (casser l'encroutement) pour permettre aux racines (pivots) de pénétrer en profondeur (BNEF, 1994).

3.2.10. Végétation

La forêt de Benjloud est caractérisée par les groupements végétaux suivants (Annexe1) :

- Groupement à Pin d'Alep, Disse et Chêne Kermès : formant des peuplements hauts à moyennement dense.
- Groupement de dégradation post-forestier, à base de Pin d'Alep, filaire (*Phillyrea angustifolia*). Ce groupement est localisé sur quelques stations d'altitude (+ de 1000 m) à exposition Nord à Nord-Ouest. Ce type de groupement a évolué sous forme de matorral arboré (Pin d'Alep) avec un sous-bois assez dense.
- Groupement à Pin d'Alep, Romarin formant des peuplements jeunes de Pin d'Alep (perchis) denses, localisés généralement sur faibles pentes.
- Groupement à Pin d'Alep, Alfa et Thuya de Berberie : Il forme des peuplements hauts, de densité moyenne. L'état sanitaire étant assez bon.

- Groupement de dégradation à base d'Alfa, Romarin et Pin d'Alep. Il caractérise un stade de dégradation assez avancé de la pinède. Cette formation peut s'améliorer si elle est stabilisée. Le principal facteur limitant étant le sol (encroutement calcaire en profondeur).

Les conditions écologiques peu favorables, font que la forêt de Benjloud est très sensible aux actions de l'homme. De ce fait toute proposition d'intervention doit être minutieusement étudiée sous risque de créer un déséquilibre irréversible (BNEF, 1994).

3.2.11. La faune

Les espèces animales recensées dans la région sont:

- **Les mammifères carnivores** : Chacal, Renard, Mangouste, Lynx caracal, Chat forestier (Annexe 2).

- **Les mammifères de chasse** : Sanglier, Lièvre, lapin de Garenne, Porc épic, Hérisson (Annexe 3).

- **Les oiseaux** : Aigles, Faucons, Eperviers, Buse féroce, Hiboux, Perdrix Gamba, Caille des blés, Pigeon biset, Merle noire, Grives, Chardonneret élégant, Pie bavarde, Moineau domestiques, etc... (Annexe 4).

- **Les insectes** : En plus des nombreux insectes vivants dans ces forêts, notons la présence de la chenille processionnaire (*Thaumetopoea pityocampa*), qui cause des dégâts assez importants (Annexe 5).

4.1. Considérations générales sur l'état de la forêt

La forêt naturelle de Benjloud (Oum Trif) est une forêt mono spécifique, hétérogène, où les stades de développement, semis, fourré, gaulis, perchis, jeune futaie, sont présents (**Photo 1**).

La forêt de Benjloud est structurée en cinq séries, qui sont à leurs tours divisées en parcelles numérotées suivant une orientation Est-Ouest et Nord-Sud le tableau 16 donne les surfaces occupées par les séries.



Photo 1 : Vue générale de la forêt de Benjloud (Photo de l'auteur, 2016).

Tableau 16 : Répartition des parcelles dans les différentes séries.

Série	Nb de parcelle	Surface (ha)	%
I	206	2160,99	59,9
II	60	498,94	13,8
III	58	427,94	11,8
IV	25	221,19	6,1
V	33	303,76	8,4
Total	382	3612,20	100

(Grim, 1989).

La forêt de Benjloud est par ailleurs occupée par des vides forestiers, engendrés par diverses contraintes à savoir, les incendies répétés, le pacage abusif et non contrôlé, les coupes, etc.

Cette situation risque de devenir beaucoup plus grave si des mesures strictes et objectives ne sont pas prises à temps. Aussi, la forêt de Benjloud est une source considérable en matière de bois.

Le relief de la forêt de Benjloud est peu accidenté. Elle est constituée d'unités topographiques hétérogènes. Les altitudes varient plus ou moins selon que l'on est aux piémonts, ou en montagne. Elles présentent des valeurs maximales au niveau des sommets de djebel El-Assa (1238m).

Le réseau hydrographique, malgré sa densité, reste temporaire et est marqué par nombreuses sources.

Elle est parcourue par une infrastructure routière importante y facilitant l'accès pour les actions et l'intervention sylvicole.

Tous ces facteurs doivent être pris en considération pour éviter les erreurs d'estimation.

4.2. Mise en place du dispositif expérimental

La grande hétérogénéité de la forêt et les nombreux vides, nous ont fait rejeter l'inventaire systématique, malgré son efficacité, pour être remplacé par l'inventaire aléatoire stratifié, qui consiste à assoir des placettes de sondages, par cheminement sur le terrain, là où le peuplement est homogène. (Densité et le stade de développement).

4.2.1. Choix du type d'échantillonnage

Nous avons choisi l'inventaire aléatoire stratifié et dirigé suivant la cartographie réalisée dans cette forêt, avec un pourcentage d'échantillonnage de 2 % de la superficie totale.

Les peuplements reconnus dans cet échantillonnage sont les fourrés (10-20 ans), les gaulis (21 -40 ans), les perchis (41 -60 ans) et les jeunes futaies (60-80 ans), notant que le stade futaie mûre est quasi-inexistant dans la forêt de Benjloud, ainsi que le premier stade (semis) qui n'est pas pris en compte dans nos calculs dendrométriques. La placette d'inventaire est choisie sélectivement dans les parcelles concernées par l'échantillonnage.

Afin de diminuer la variabilité du paramètre à estimer dans la population, et de réduire la grandeur de l'erreur d'échantillonnage dans le cas de forêts, il est souvent intéressant de diviser la population (forêt inventoriée) en sous unités plus homogènes appelées strates, ou peuplement homogène, indépendamment les uns des autres. Plus la forêt à l'intérieur des strates est homogène, plus la stratification est efficace en ce sens qu'elle permet de réduire le nombre des placettes-échantillons requises pour obtenir des estimations d'une précision donnée. Pour en arriver à cette efficacité, la définition des strates et la distribution des placettes-échantillons entre les strates jouent un rôle très important.

Les placettes de sondage sont installées aléatoirement dans chaque strate. C'est pourquoi la méthode d'échantillonnage porte le nom de « aléatoire stratifié » (Chicov, 1991).

→ **Avantage**

Selon Pardé et Bêchon (2009), l'avantage de l'échantillonnage stratifié tient compte au mieux de la variabilité des peuplements, et permet aussi de faire varier le taux d'échantillonnage en fonction de CV (coefficient de variation) de chaque strate.

• **Définition des strates**

Ensemble homogène de peuplements, c'est-à-dire des peuplements dont la variance est faible pour les éléments physiologiques qu'on se propose d'y distinguer, et qui peuvent être en corrélation avec les grandeurs à connaître telles que volume, accroissement, etc.

En général, une strate ne comprend que des peuplements d'un même type, d'une même classe d'âge et d'une même classe de fertilité (M.E.R.Q, 1989 (A)).

Un des objectifs de l'inventaire forestier étant l'estimation du volume, celui-ci devrait la meilleure caractéristique à utiliser dans la définition des strates puisqu'il remplit toutes les conditions.

On utilise le système de stratification utilisé au Québec, qui est basée sur 3 variables qui sont : le groupement d'essences, le stade de développement et l'indice hauteur-densité qui est une combinaison de la hauteur du peuplement et du pourcentage de fermeture du couvert. Les deux premières variables fournissent des informations sur la composition en essences, la structure et le degré de maturité des peuplements. La troisième variable sert principalement à relier au volume le contenu de chaque strate résultant de l'application du système de stratification.

• Stratification de la forêt de Benjloud

La stratification qu'on a effectuée dans cette forêt a pour objet de découper la forêt à inventorier en zones aussi homogènes que possible (Figure 16).

Une description sur le terrain des peuplements, nous a permis de distinguer les stades de développements auparavant mentionné. Cette vérification se fait par le prélèvement de certaines données morphologiques et dendrométriques au niveau de chaque parcelle.

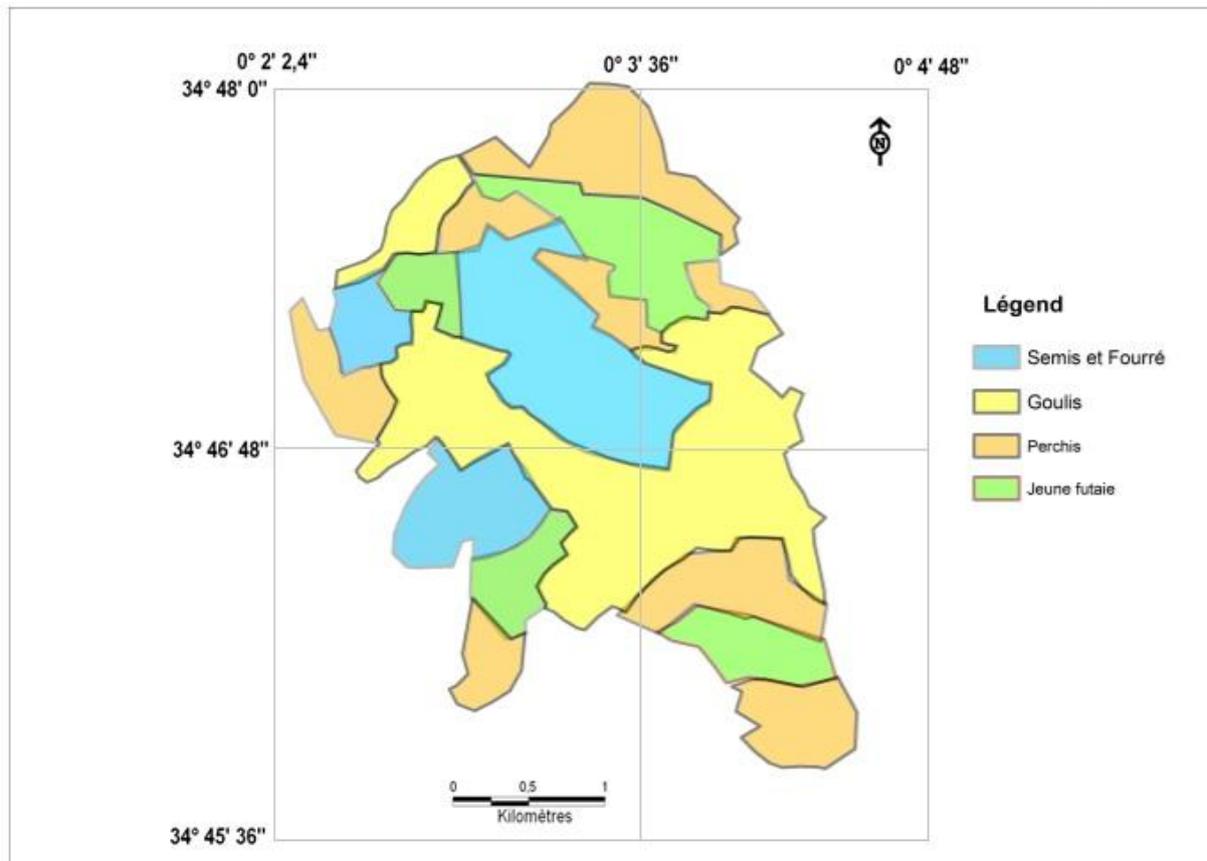


Figure 16 : Répartition des stades de développements dans la forêt de Benjloud.

• Description de l'état des peuplements

Après la délimitation des peuplements, nous les avons classés par état, nous avons retenue trois classes des peuplements :

- Mal venant.
- Moyennement venants.
- Bien venant.

Dans ce classement nous avons tenu compte de certains critères morphologiques comme l'aspect et la forme, l'état sanitaire et l'élagage naturel des peuplements. D'autres critères plus

fiables et plus essentiels ont été pris en considérations. Il s'agit de critères structuraux (densité du peuplement et le couvert du peuplement), et critères dendrométriques (le diamètre moyen de peuplement, la hauteur moyenne du peuplement et l'âge du peuplement).

4.2.2. Matériels utilisés

Le matériel nécessaire pour effectuer l'échantillonnage est :

- un GPS, pour cheminer d'un point d'inventaire à l'autre ;
- éventuellement une boussole, pour orienter les placettes au sein d'une grappe (mais les GPS disposent d'une fonction « boussole ») ;
- des rubans de 50 m et jalons pour délimiter les rayons des placettes d'inventaire ;
- ruban inextensible pour la mensuration de la grosseur des arbres ;
- Blum Leiss et croix du bûcheron pour la mesure de la hauteur des arbres ;
- une tarière de pressler pour l'extraction des carottes de bois ;
- un micromètre et une loupe binoculaire pour mesurer la largeur des cernes ;
- des fiches d'inventaire (Voir Annexe 6) et des crayons pour la consignation des données collectées sur les arbres ;
- des craies pour marquer tous les arbres situés à l'extérieur de placette d'échantillonnage
- un plan de la zone à inventorier avec les limites du massif et des strates, les positions des points d'inventaire et tout élément permettant de s'orienter (tracé des pistes, emplacement des villages, points remarquables, topographie...)
- un tableau avec les coordonnées géographiques (longitude, latitude) des points d'inventaire (planche 1).



Planche 1 : Matériels utilisés dans la description de l'inventaire de la forêt de Benjloud.

4.2.3. Emplacement sur le terrain des placettes d'échantillonnage

L'emplacement des placettes d'échantillonnage s'est fait directement sur le terrain par cheminement dans la forêt (Figure 17). Ces placettes d'échantillonnage sont matérialisées en fonction des conditions suivantes :

- Homogénéités du peuplement sur toute la superficie de la placette.
- Les arbres ont presque la même dimension.
- Absence de facteurs pouvant influencer la croissance les peuplements ; tel que les bords de routes, calcaires, oueds, etc.

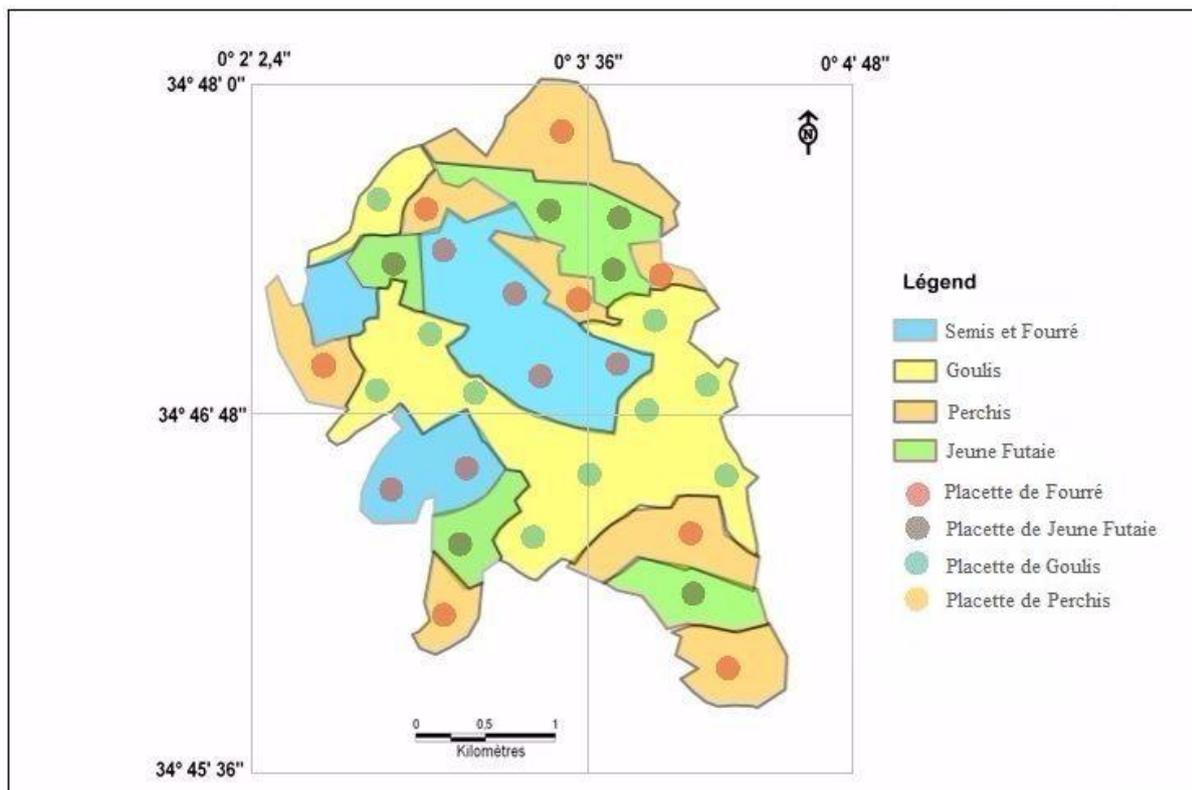


Figure 17 : Emplacement des placettes d'échantillonnage dans la forêt de Benjloud.

4.2.4. Forme et dimension des placettes d'échantillonnage

Notre choix s'est porté sur la forme circulaire, car elle présente de multiples avantages.

Selon Rondeux, 1980 in Loulou 1987, l'avantage de la placette circulaire (figure 18) :

- Plus facile à délimiter.
- Elle a le plus court périmètre pour une même surface.
- Elle ne présente pas de directions privilégiées.

Ces placettes sont de dimensions assez grandes. Sur cette base et dans le but de simplification ultérieure des calculs, Ces placettes d'échantillonnage auront une surface unitaire d'environ 10 ares (un rayon de 17,80 mètres).

On utilise la méthode de ruban gradué (méthode qui consiste à fixer l'extrémité du ruban a un jalon planté au centre de la placette), du fait de la densité élevée de sous-bois.

Selon Pardé et Bêchon (2009) « aucune étude n'a montré de supériorité d'une forme de placette sur une autre ».

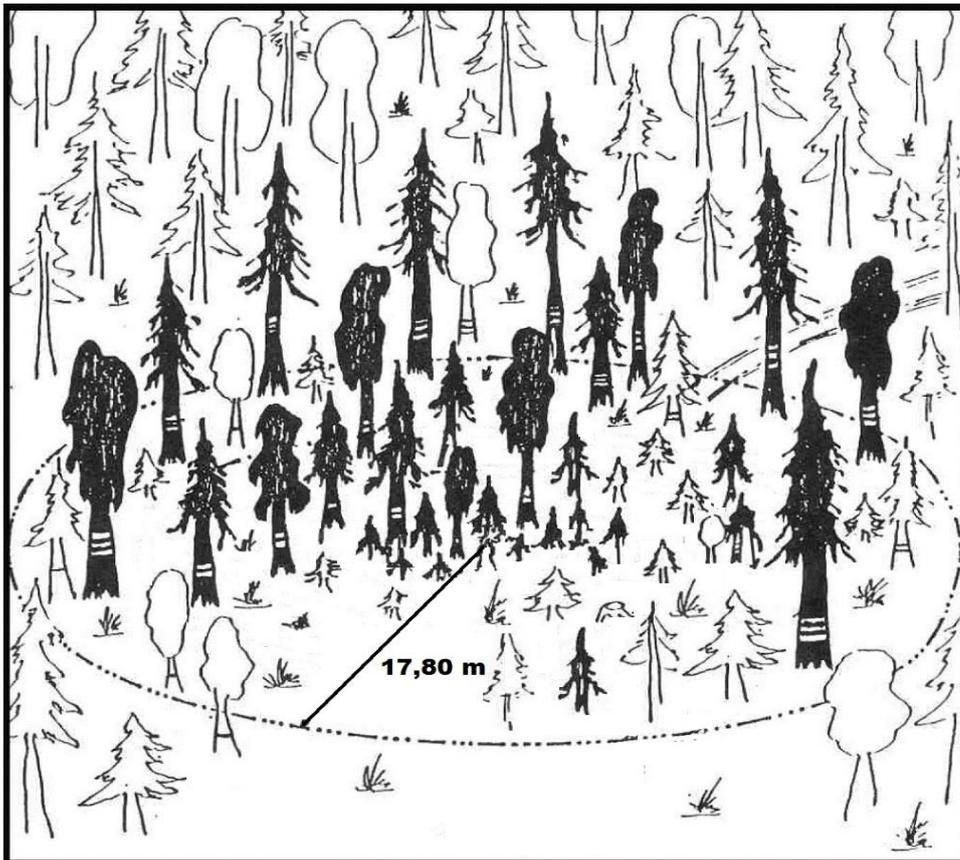


Figure 18 : Type de l'organisation d'une placette circulaire pour cette étude.

4.2.5. Assiette sur le terrain des placettes

Pour la délimitation d'une placette circulaire sur terrain on procède comme suit :

Nous avons planté un jalon au centre, de la placette, ensuite une corde de 17.80 m a été utilisée pour délimiter la placette circulaire de 10 ares.

On s'arrangeait pour diriger certains rubans en direction des arbres manifestement «limites» ; le périmètre du cercle d'échantillonnage était ainsi précisé sans grande difficulté ;

une correction du reste approximative de longueur des rubans était prévue en terrain non horizontal.

Tous les arbres situés à l'extérieur des jalons, et qui ne font pas partie de l'inventaire seront marqués par la craie.

4.2.6. Nombre de placette à installer sur le terrain

La superficie de cette forêt est de 640 ha, l'échantillonnage est de 2% soit 12,8 ha de la superficie totale et qui vaut 128 placettes.

En raison de contraintes de temps et des difficultés rencontrés sur terrain, toutes les placettes situées dans le peuplement jeunes et dans les vides sont éliminés, en plus des placettes localisées dans le même peuplement ou incomplètes pour ne retenir finalement que 31 placettes bien réparties sur le peuplement représentatif seulement.

- Calcul de pourcentage de l'occupation de sol de chaque strate (Figure 19).

Superficie totale : $S = 640$ ha

Superficie de stade de développement « Jeune Futaie » : 105 ha.

Superficie de stade de développement « Perchis » : 179 ha.

Superficie de stade de développement « Gaulis » : 207 ha.

Superficie de stade de développement « Fourré + Semis » : 149 ha.

640 ha	—————>			100 %
105 ha (Jeune Futaie)	—————>	X	→	$X = 17 \%$
179 ha (Perchis)	—————>	X	→	$X = 28 \%$
207 ha (Gaulis)	—————>	X	→	$X = 32 \%$
149 ha (Fourré et Semis)	—————>	X	→	$X = 23 \%$

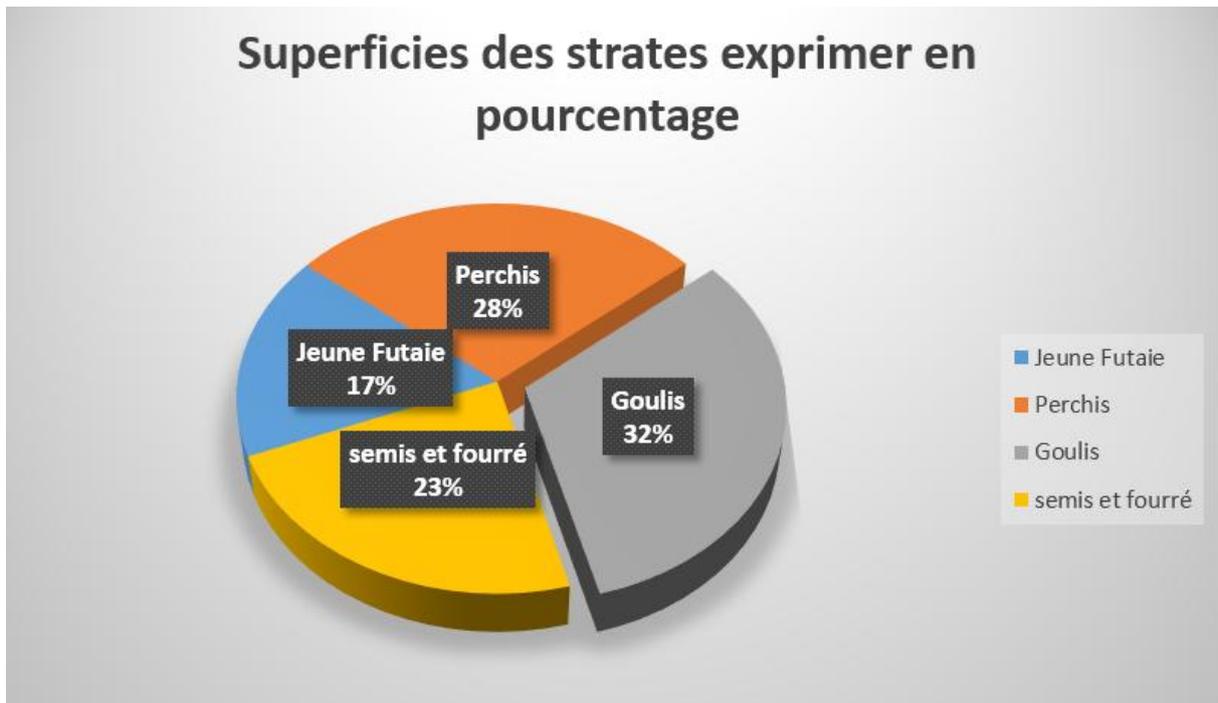


Figure 19 : Superficie de chaque stade de développement exprimé en pourcentage.

■ Calcul de nombre de placettes de chaque strate

31	→	100 %	
X (Jeune Futaie)	→	17 %	→ X = 6 Placettes.
X (Perchis)	→	28 %	→ X = 8 Placettes.
X (Goullis)	→	32 %	→ X = 10 Placettes.
X (Fourré et Semis)	→	23 %	→ X = 7 Placettes.

4.2.7. Analyse des placettes d'échantillonnage

4.2.7.1. Localisation des placettes

Les placettes d'essais serviront de placettes permanentes pour les inventaires ultérieurs. Afin de faciliter cette tâche, on les a localisées par des coordonnées planimétriques.

4.2.8. Inventaire de la parcelle

4.2.8.1. Détermination des mesures à faire dans chaque placette

Chaque travail dendrométrique est basé sur des relevés pris sur terrain.

Après la détermination de chaque placette d'échantillonnage, les informations suivantes sont relevées dans le but de déterminer la production de la forêt.

- Dénombrement par classe de circonférence de tous les arbres à hauteur de poitrine (1.30m), à l'aide d'un ruban.
- Les mesures des hauteurs des arbres s'effectuent comme suit :
 - Hauteur supérieur à 7 mètres à l'aide de Blume Leiss.
 - Hauteur inférieur à 7 mètres à l'aide de croix du bûcheron.

N.B : Les hauteurs sont prises par catégorie de diamètre.

- Mesure de distance la plus proche entre les arbres à l'aide d'un ruban.
- Détermination de l'âge des 5 arbres dominants par placette pour établir les classes de fertilités du peuplement.
- Mesure de l'accroissement sur les dix derniers cernes de végétation.

Enfin, on a relevé dans chaque placette quelques caractéristiques stationnelles, telles que :

- La pente : déterminée à l'aide de carte des pentes ;
- L'altitude : déterminée à l'aide des courbes de niveau (carte) ;
- L'exposition : déterminée grâce à l'orientation symétrique des axes d'infrastructures (Nord-Sud et Est-Ouest) ;
- Localisation de la placette en fonction des coordonnées planimétriques ;
- Recouvrement : exprimé en %, représentant l'occupation du sol par le couvert et non pas la densité du peuplement ;
- Relevé floristique, et la détermination de la nature du sol ;

4.2.8.2. Mesures proprement dites sur la placette

Après la détermination de chaque placette d'échantillonnage, on procède aux opérations suivantes :

4.2.8.2.1. Mesure de la circonférence

Les circonférences des arbres ont été mesurés à 1.30m du sol à l'aide d'un ruban (**Photo 2**).

Les mesures ont été effectués à l'aide d'un ruban inextensible celui-ci donne des résultats plus fiables que le ruban (Nasrallah, 1986).



Photo 2 : Mesure de la circonférence de l'arbre à l'aide d'un ruban.

(Photo de l'auteur, 2016)

4.2.8.2.1.1 Sources d'erreurs

- Erreurs dues aux instruments : fausse graduation.
- Erreurs dues à l'opérateur : mauvaise lecture, mesure à une hauteur autre que 1.30m.

4.2.8.2.2. Mesures des hauteurs totales des arbres

4.2.8.2.2.1. Définition

La hauteur d'un arbre est la longueur du segment de droite qui joint le pied de l'arbre à son bourgeon terminal (Pardé et Bouchon, 2009).

La mesure des hauteurs se fait par catégorie de diamètre de l'arbre, deux ou trois mesures suffisent.

4.2.8.2.2.2. Méthodes de mesures

- Estimation de la hauteur à l'aide de dendromètre croix du bûcheron dans les jeunes peuplements (hauteur inférieur à 7 mètres).

C'est une méthode simple qui nécessite deux baguettes de même longueur à angle droit et un seul opérateur.



Photo 3 : Estimation de la hauteur à l'aide de dendromètre croix du bûcheron.

(Photo de l'auteur, 2016)

→ Principe d'utilisation

- Placez les deux baguettes l'une (A) sur le milieu de l'autre (B).
- Tenez-vous le plus possible à la même hauteur que le pied de l'arbre. La baguette A posé près de l'œil, s'éloigner ou se rapprocher de l'arbre pour s'inscrire dans le prolongement des extrémités de B.
- Mesurez la distance jusqu'à l'arbre par un ruban ou par le pas étalonné.

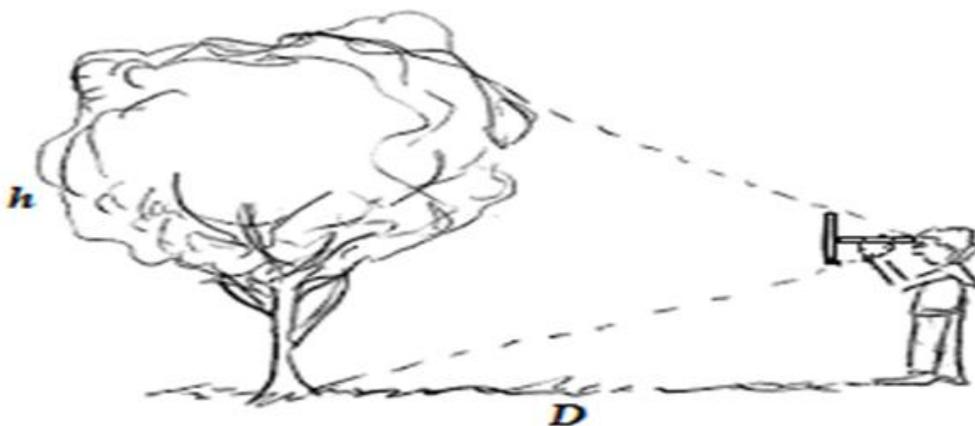


Figure 19 : Principe d'utilisation de croix de bûcheron.

Si $A = B$ alors $D = h$ (Relations dans les triangles semblables).

- Mesure de la hauteur à l'aide de dendromètre Blume-Leiss dans la mesure des arbres dont la hauteur est supérieure à 7 mètre.



Photo 4 : Mesure de la hauteur à l'aide de dendromètre Blume-Leiss.

(Photo de l'auteur, 2016)

→ Principe d'utilisation

- Placer la mire noire sur l'arbre, en choisissant l'échelle proche à cette hauteur : 15m, 20 m, 30 m ou 40 m.
- A l'aide du viseur dioptrique on vise la mire pour se placer à une distance de l'échelle choisie.
- Débloquer le pendule et viser successivement le pied et le niveau choisi.
- Bloquer chaque fois le pendule et lire la valeur sur l'échelle correspondant à la distance.

Sur un terrain horizontal : $h = a + b$

a : lecture supérieure.

b : lecture inférieure.

Sur un terrain pentu :

L'opérateur se trouve audessous :

$$h = a - b$$

L'opérateur se trouve audessus :

$$h = b - a$$

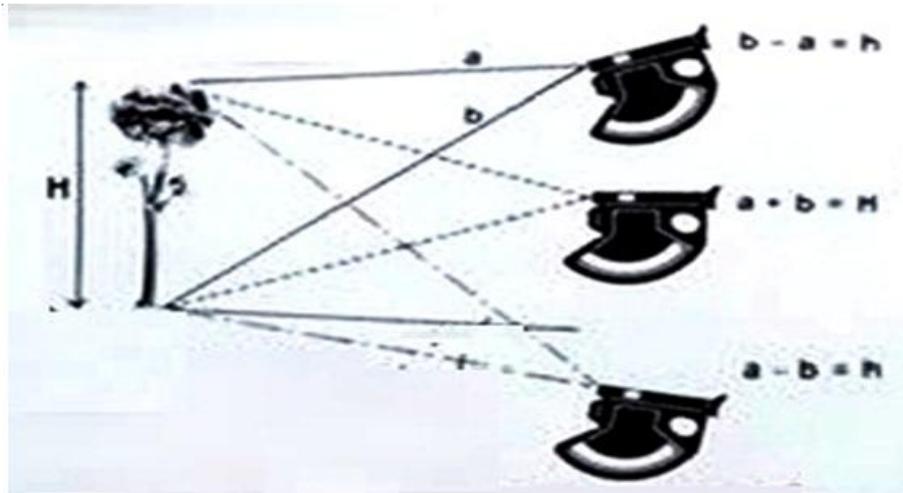


Figure20 : Principe d'utilisation de Blum-Leiss.

Dans le terrain pentu :

Lorsque l'opérateur se trouve plus bas ou plus haut que le pied d'arbre :

- On met la mire de l'échelle 15 m et on se positionne près de cette distance.
- On vise le pied et le sommet de l'arbre et on marque les lectures.
- Donc la hauteur de cet arbre c'est la soustraire de ces lectures : soit (a-b) ou (b -a) selon la position de l'opérateur.
- Pour avoir la hauteur réelle de cet arbre, il faut effectuer une correction de la pente :
- à l'utilisation de l'échelle des pentes, on lit l'angle correspondant par une vise au milieu de la mire.
- on multiplie la hauteur lue par le facteur de correction ($CF = \cos^2 \alpha$ ou encore sur une des faces latérales de l'appareil, le tableau donne le facteur de correction en fonction de l'angle de visée).

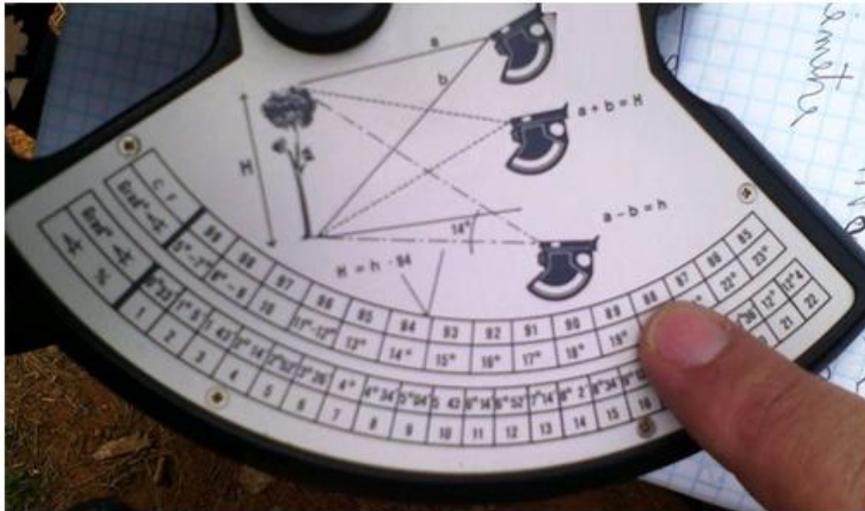


Figure 21 : Correction due à la pente : Echelle de valeurs du facteur de correction sur le Blum Leiss.

$$h_r = h \times CF \text{ (Hauteur vraie = hauteur lue} \times \cos^2 i \text{).}$$

4.2.8.2.2.1. Les erreurs de mesures de hauteur

On distingue:

- Les erreurs dues à l'appareil;
- Les erreurs dues à l'opérateur;
- les erreurs dues à l'objet visé;

Toutes ces erreurs peuvent être aléatoires ou systématiques (Pardé et Bouchon, 2009).

N.B: Avant l'utilisation du dendromètre Blum Leiss dans notre expérimentation, on a vérifié son exactitude (étalonnage) sur un poteau électrique d'une hauteur connue.

4.2.8.2.3. Mesure de distance la plus proche entre les arbres

Nous mesurons la distance la plus proche entre les arbres au niveau du sol à l'aide d'un ruban. Cette mesure nous aide à déterminer le niveau de concurrence entre les arbres.

On distingue :

- Compétition pour la recherche de la lumière (croissance en hauteur)
- Compétition pour le développement latéral du houppier
- Compétition racinaire pour la recherche des nutriments

Le niveau de concurrence c'est l'un des facteurs qui détermine la classe de fertilité

4.2.8.2.4. Mesure et calcul de la hauteur dominante

La hauteur dominante est la moyenne arithmétique des hauteurs totales des 100 ou des 50 plus gros, et les plus beaux arbres à l'hectare.

Elle est beaucoup moins liée aux opérations culturales par exemple l'éclaircie. A ce titre, la hauteur dominante peut être utilisée comme critère de productivité, et comme indice de fertilité d'un peuplement.

Dans ce cas bien précis de nos placettes d'échantillonnage de 10 ares de superficie, ceci correspond donc à:

$(50 \text{ tiges /ha} * 10 \text{ ares}) / (100 \text{ ares /ha}) = 5 \text{ tiges / placettes}$ (Hamilton, 1975 in Yessad, 1988).

Donc la hauteur dominante de la placette est la moyenne arithmétique des hauteurs totales des 5 plus gros arbres de celle-ci

4.2.8.2.5. Détermination de l'âge

La détermination de l'âge des arbres est réalisée par sondage à la tarière de Pressler a une hauteur de plus ou moins 30 cm du sol (**photo 5**).

Il est nécessaire d'ajouter 6 ans aux âges mesurés pour compenser les 30 cm de la souche (Bruce, 1960 et all in Yessad, 1988).

- on peut extraire des carottes de bois à l'aide de tarières de Pressler.
- En suite mis dans l'eau et colorés.
- puis compter les cernes sous la loupe binoculaire après ponçage.

Remarque

Cependant, pour les très vieux arbres, cette méthode est très approximative car leurs troncs sont particulièrement asymétriques et les carottes ne passent en général pas par l'ensemble des cernes.

La longueur de la tarière ne dépasse pas 40 cm c-a-d ne peut être utilisé si le diamètre de l'arbre dépasse 80 cm.



Photo 5 : Détermination de l'âge des arbres dominants (**à gauche** : sondage par tarière de Pressler. **au centre** : extraction des carottes. **à droite** : comptage des cernes des carottes sous loupe binoculaire). (Photo de l'auteur, 2016)

4.2.8.2.6. Détermination de volume

A l'aide de tarif du cubage utilisé dans cette forêt, le calcul du volume devient facile. Le tarif de cubage est un tableau chiffré par des formules qui donnent le volume d'un arbre ou d'une somme d'arbres sur pied en fonction de diverses variables.

En collaboration avec un programmeur les équations suivantes ont été testés :

- **Tarif à une entrée en fonction de la circonférence**

$$1^{\circ}) V = (a_0 + a_1) \times C$$

$$2^{\circ}) V = (a_0 + a_1) \times C + a_2 \times C^2$$

$$3^{\circ}) V = (a_0 + a_1) \times C + a_2 \times C^2$$

- **Tarif à deux entrées en fonction de la circonférence et de la hauteur totale**

$$1^{\circ}) V = (a_0 + a_1) \times C + a^2 \times H$$

$$2^{\circ}) V = (a_0 + a_1) \times C + a_2 \times C^2 \times H$$

$$3^{\circ}) V = (a_0 + a_1) \times C + a_2 \times H + a_3 \times C^2 \times H$$

$$4^{\circ}) V = (a_0 + a_1) \times C + a_2 \times H + a_3 \times C^2$$

$$5^{\circ}) V = (a_0 + a_1) \times C + a_3 \times C^2 \times H \times C^2$$

4.2.8.2.6.1. Equations de cubage retenues.

Les équations (3) pour le tarif a une entrée et (4) ; pour le tarif à deux entrées (Tableau 17) apparaissent comme étant les plus précises à employer, si l'on tient compte de leur coefficient de corrélation et de leur S.C.E résiduelle. Ces équations s'inscrivent après le test et le calcul des indices de la façon suivante :

- Equation (3) pour le tarif de la 1ère classe à une entrée :

$$V=227.8-10.098+0.13741X C^2.$$

- Equation (4) pour le tarif de la première classe à 2 entrées :

$$V=225.9 - 12.75 C + 11.192 X h +0.14492 X C^2$$

4.2.8.2.6.2. Etablissement des équations des cubages

Tableau 17 : Equations de cubage pour les tarifs a une et a deux entrées

<u>Tarif a une entrée</u>	Coefficient de corrélation. R	Coefficient de Détermination R²	C.C.E Résiduelle	Observation
1°) $V = (a_0 + a_1) X C$	0.910	0.828	204.0	Non retenue
2°) $V = (a_0 + a_1) X C + a_2 X C^2$	0.964	0.929	130.4	Non retenue
3°) $V = (a_0 + a_1) X C + a_2 X C^2$	0.973	0.948	112.5	Non retenue
<u>Tarif à deux entrées</u>	Coefficient de corrélation. R	Coefficient de Détermination R²	C.C.E Résiduelle	Observation
1°) $V = (a_0 + a_1) X C + a^2 X H$	0.910	0.828	204.9	Non retenue
2°) $V = (a_0 + a_1) X C + a_2 X C^2 X H$	0.959	0.920	140.0	Non retenue
3°) $V = (a_0 + a_1) X C + a_2 X H + a_3 X C^2 X H$	0.969	0.940	121.6	Non retenue
4°) $V = (a_0 + a_1) X C + a_2 X H + a_3 X C^2$	0.976	0.953	108.2	Retenue
5°) $V = (a_0 + a_1) X C + a_3 X C^2 X H X C^2$	0.976	0.953	109.0	Non retenue

4.2.8.2.7. Accroissements et production en volume d'un peuplement

4.2.8.2.7.1. Production totale en volume

La production totale en volume (PTV) d'un peuplement est le volume total produit par le peuplement depuis son origine, dans notre cas il n'y a pas d'éclaircie, donc la production totale en volume c'est la somme du volume actuel du peuplement.

4.2.8.2.7.2. Accroissements courants et moyens en volume

La notion d'accroissement la plus importante en gestion forestière est celle d'accroissement en volume des peuplements.

On peut distinguer trois types d'accroissements:

4.2.8.2.7.3. Accroissement moyen annuel (à un âge donnée du peuplement) en volume

C'est le rapport entre la production totale en volume atteinte à l'âge considéré et l'âge du peuplement.

$$AMV = PTV / \text{âge}.$$

4.2.8.2.7.4. Accroissement moyen périodique en volume (AMPV)

Il s'agit d'un accroissement moyen observé durant une période de temps donné.

$$AMPV = \Delta PTV / \Delta \text{âge}.$$

4.2.8.2.7.5. Accroissement courant annuel (ACV)

Il s'agit de l'accroissement observé dans le courant d'une année donnée de la vie d'un peuplement. Plus précisément, l'accroissement courant annuel en volume est donnée par la dérivée $d PTV / d \text{âge}$ ou $\Delta PTV / \Delta \text{âge}$ sont infiniment petits. Lorsque ΔAge vaut un an, on parlera d'accroissement courant annuel.

Les accroissements ci-dessus sont exprimé en volume ($m^3/ha/an$), mais on peut s'intéresser également aux diamètres, à la surface terrière,....

4.2.8.2.8. Détermination de l'accroissement d'un arbre

L'accroissement peut se définir comme étant l'augmentation des dimensions (circonférence, rayon diamètre, surface terrière, hauteur, volume...) des arbres prise en surface individuellement ou en peuplements (M.E.R.Q, 1989 (A)).

Cette étude nous a permis d'avoir une idée sur la qualité de station (fertilité), ainsi que le comportement du peuplement dans une période donnée.

4.2.8.2.8.1. Accroissement courant annuel en diamètre

Il peut être déterminé par l'emploi de la tarière de pressler ; l'analyse des accroissement a été effectuée sur les cinq gros arbres de chaque placette. Nous nous sommes intéressé , à la croissance des 10 dernières années.

C'est la moyenne de l'accroissement en diamètre d'un arbre au cours d'une période de 10 ans précédants.

$$A.A.C_d = \frac{da - d(a-10)}{10}$$

Da: diamètre sans écorce à 1.30 mètre au dessus de sol à l'âge (a)

Da – 10: diameter sans écorce à 1,30 mètre au dessus de sol à l'âge (a- 10)

4.2.8.2.8.2. Accroissement courant annuel en volume

C'est la moyenne annuelle de l'accroissement en volume d'un arbre au cours d'une période de 10 ans précédants.

$$A.A.C_v = \frac{Va - V(a-10)}{10} \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$$

Va : volume d'arbre à l'âge (a) ans.

V (a-10): volume d'arbre à l'âge (a-10) ans.

4.2.8.2.9. Détermination de la tige moyenne de la placette expérimentale

Sur la base de l'inventaire des diamètres, nous avons procédé à la détermination de la tige moyenne de la placette, également appelée " arbre modèle " qui est l'arbre de surface terrière moyenne. C'est l'arbre de la surface terrière moyenne et non celui de diamètre moyen étant donné la plus grande insensibilité de la première mesure aux traitement sylvicoles (éclaircies...) (Assman, 1970 in leleux 1984).

La surface terrière moyenne est calculée à partir d'une placette préparée préalablement.

La somme de ces dernières permet d'avoir G qui représente la surface terrière de la placette d'inventaire.

$$G = \frac{\pi}{4} \sum_{i=1}^n (d_i * d_i) \rightarrow G = \sum g_i$$

En divisant G par le nombre N des arbres de la placette, on obtient la surface terrière moyenne gm.

$$gm = \frac{G}{N}$$

Donc, il est facile de déduire le diamètre de cet arbre de surface terrière moyenne.

$$dg = \sqrt{4gm/n}$$

4.3. Méthode de calcul des différents paramètres dendrométriques

4.3.1. Calcul de la surface terrière

On appelle surface terrière d'un arbre la surface terrière de la section transversal de cet arbre à la hauteur d'homme (soit 1.30m) (Pardé et Bouchon, 2009).

$$g = \frac{n(d*d)}{4} = \frac{(c*c)}{4\pi} (m^2)$$

La surface terrière d'une placette est la somme des surfaces terrières de tous les arbres qui la composent (Pardé et Bouchon, 2009).

$$G_p = \frac{\pi}{4} \sum_{i=1}^n (d_i * d_i) \rightarrow G_p = \frac{\pi}{4} \sum_{i=1}^n g_i (m^2)$$

Pour calculer la surface terrière à l'hectare:

$$G = \frac{G_{placette}}{0,1} (m^2/ha) \text{ (cas d'une placette a 10 are).}$$

4.3.2. Calcul de la surface terrière moyenne

L'arbre de la surface terrière moyenne (\bar{g}) correspond à la surface terrière totale d'un peuplement (placette) divisée par le nombre de bois. (Rondeux, 1978 in Loulou, 1987).

$$G = \frac{G_{placette}}{N}$$

4.3.3. Diamètre de l'arbre de la surface terrière moyenne

A partir de la surface terrière moyenne, on déduit le diamètre de l'arbre de la surface terrière moyenne (Pardé et Bouchon, 2009).

$$dg = \sqrt{4\bar{g}/n}.$$

4.3.4. Calcul de la densité

La densité d'un peuplement est connue habituellement, par le nombre de ses tiges à l'hectare et elle est influencée par le mode de traitement sylvicole ainsi que la densité à la plantation (Alder, 1980 in Loulou, 1987).

$$N = \frac{N_{\text{placette}}}{0,1} \text{ tige / ha.}$$

4.3.5. Calcul de la hauteur moyenne

C'est la moyenne arithmétique de tous les arbres composant chaque placette d'échantillonnage.

$$\bar{h} = \frac{h_1 + h_2 + \dots + h_n}{N}$$

N: nombre de tige total de la placette.

4.3.5. Calcul de diamètre moyen

C'est la moyenne arithmétique de tous les arbres composant chaque placette d'échantillonnage.

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_n}{N}$$

N: nombre de tige total de la placette.

5.1. Résultats

- **Cas des Jeune Futaie et Perchis**

A partir des équations de tarif testées, nous avons retenu la 4^{ème} équation (à deux entrées en fonction de la circonférence et de la hauteur totale) qui est la suivante :

$$V = (a_0 + a_1) \times C + a_2 \times H + a_3 \times C^2$$

Nous avons calculés les volumes et les accroissements moyens annuels des 14 placettes représentant les deux stades de développement (Jeunes futaies et perchis) (Tableau 18).

Tableau 18 : Résultats et classement des placettes en fonction de l'accroissement.

Placettes	Peuplement	Product.Totale en Volume	Age	Accroissement	Classes de fertilité
Placette 1	Jeune Futaie	470	93	5.05	1
Placette 2	Perchis	342.6	79	4.33	1
Placette 3	Perchis	279	85	3.29	1
Placette 4	Jeune Futaie	316	89	3.55	1
Placette 5	Jeune Futaie	326	94	3.46	1
Placette 6	Perchis	230	88	2.62	2
Placette 7	Jeune Futaie	270	97	2.78	2
Placette 8	Perchis	230	77	2.98	2
Placette 9	Perchis	227	83	2.74	2
Placette 10	Jeune Futaie	245	88	2.96	2
Placette 11	Perchis	71	74	0.96	3
Placette 12	Jeune Futaie	128	79	1.62	3
Placette 13	Perchis	130	69	1.89	3
Placette 14	Perchis	85	73	1.17	3

Sur la base des descriptions des peuplements pédologiques réalisées dans les différentes placettes, nous avons constaté la présence des caractéristiques des sols (Tableau 19).

Tableau 19 : Résultats et classement des placettes en fonction de la profondeur du sol et la richesse en matière organique.

Placettes	Peuplement	Profondeur du sol	Richesse en Matière organique	Classes de fertilité
Placette 1	Jeune Futaie	35 < P	Riche	1
Placette 2	Perchis	35 < P	Riche	1
Placette 3	Perchis	35 < P	Riche	1
Placette 4	Jeune Futaie	35 < P	Riche	1
Placette 5	Jeune Futaie	35 < P	Riche	1
Placette 6	Perchis	12 < P < 23	Faible	2
Placette 7	Jeune Futaie	12 < P < 23	Faible	2
Placette 8	Perchis	12 < P < 23	Faible	2
Placette 9	Perchis	12 < P < 23	Faible	2
Placette 10	Jeune Futaie	12 < P < 23	Faible	2
Placette 11	Perchis	12 < P < 23	Très faible	3
Placette 12	Jeune Futaie	12 < P < 23	Très faible	3
Placette 13	Perchis	12 < P < 23	Très faible	3
Placette 14	Perchis	12 < P < 23	Très faible	3

Sur la base des descriptions des peuplements phytosociologiques réalisées dans les différentes placettes, nous avons constaté la présence des espèces indicatrice du type du sol (Tableau 20).

Tableau 20 : Résultats et classement des placettes en fonction des espèces indiquant le type de sol.

Placettes	Peuplement	Espèces présente	Type de sol	Classes de fertilité
Placette 1	Jeune Futaie	Diss - Chêne kermès	Bon	1
Placette 2	Perchis	Diss - Chêne kermès - Romarin	Bon	1
Placette 3	Perchis	Diss - Chêne kermès- Alfa	Bon	1
Placette 4	Jeune Futaie	Diss –Romarin-Alfa	Bon	1
Placette 5	Jeune Futaie	Diss - Chêne kermès	Bon	1
Placette 6	Perchis	Filaire-Chêne kermès	Moyen	2
Placette 7	Jeune Futaie	Filaire-Chêne kermès	Moyen	2
Placette 8	Perchis	Filaire – Diss -Chêne kermès - Romarin	Moyen	2
Placette 9	Perchis	Filaire-Diss-Chêne kermès	Moyen	2
Placette 10	Jeune Futaie	Filaire-Chêne kermès	Moyen	2
Placette 11	Perchis	Thuya de Berberie – Alfa -Romarin	Mauvais	3
Placette 12	Jeune Futaie	Thuya de Berberie – Alfa -Romarin	Mauvais	3
Placette 13	Perchis	Alfa - Thuya de Berberie	Mauvais	3
Placette 14	Perchis	Thuya de Berberie – Romarin	Mauvais	3

En fonction des données dendro-pédo-phytosociologiques, nous avons dégagé les classes suivantes :

- **Classe 1** : les placettes de 1 à 5.
- **Classe 2** : les placettes de 6 à 10.
- **Classe 3** : les placettes de 11 à 14.

- **Cas de Gaulis et de Fourré**

Elles sont classées en fonction des caractéristiques pédologiques et phytosociologiques.

Tableau 21 : Résultats et classement des placettes en fonction de la profondeur du sol et la richesse en matière organique.

Placettes	Peuplement	Profondeur du sol	Richesse en Matière organique	Classes de fertilité
Placette 15	Gaulis	35 < P	Riche	1
Placette 16	Gaulis	12 < P < 23	Faible	2
Placette 17	Gaulis	35 < P	Riche	1
Placette 18	Gaulis	12 < P < 23	Très faible	3
Placette 19	Gaulis	35 < P	Riche	1
Placette 20	Gaulis	12 < P < 23	Très faible	3
Placette 21	Gaulis	12 < P < 23	Faible	2
Placette 22	Gaulis	12 < P < 23	Faible	2
Placette 23	Gaulis	35 < P	Riche	1
Placette 24	Gaulis	12 < P < 23	Très faible	3
Placette 25	Fourré	12 < P < 23	Faible	2
Placette 26	Fourré	35 < P	Riche	1
Placette 27	Fourré	12 < P < 23	Très faible	3
Placette 28	Fourré	35 < P	Riche	1
Placette 29	Fourré	35 < P	Riche	1
Placette 30	Fourré	12 < P < 23	Faible	2
Placette 31	Fourré	12 < P < 23	Très faible	3

Sur la base des descriptions des peuplements phytosociologiques réalisées dans les placettes de 15 à 31, nous avons constaté la présence des espèces indicatrice du type du sol (Tableau 22).

Tableau 22: Résultats et classement des placettes en fonction des espèces indiquant le type de sol.

Placettes	Peuplement	Espèces présente	Type de sol	Classes de fertilité
Placette 15	Gaulis	Diss - Chêne kermès – Alfa – Romarin	Bon	1
Placette 16	Gaulis	Filaire – Diss- Chêne kermès	Moyen	2
Placette 17	Gaulis	Diss - Chêne kermès– Romarin	Bon	1
Placette 18	Gaulis	Thuya de Berberie – Alfa	Mauvais	3
Placette 19	Gaulis	Diss - Chêne kermès	Bon	1
Placette 20	Gaulis	Thuya de Berberie - Alfa	Mauvais	3
Placette 21	Gaulis	Filaire – Diss- Chêne kermès	Moyen	2
Placette 22	Gaulis	Filaire – Alfa- Romarin	Moyen	2
Placette 23	Gaulis	Diss - Chêne kermès – Alfa – Romarin	Bon	1
Placette 24	Gaulis	Thuya de Berberie –Romarin – Alfa	Mauvais	3
Placette 25	Fourré	Filaire – Diss	Moyen	2
Placette 26	Fourré	Diss - Chêne kermès – Alfa – Romarin	Bon	1
Placette 27	Fourré	Thuya de Berberie – Alfa- Romarin	Mauvais	3
Placette 28	Fourré	Diss - Chêne kermès	Bon	1
Placette 29	Fourré	Diss - Chêne kermès – Romarin	Bon	1
Placette 30	Fourré	Filaire – chêne kermès – Romarin	Moyen	2
Placette 31	Fourré	Thuya de Berberie –Romarin – Alfa	Mauvais	3

En fonction des données dendro-pédo-phytosociologiques, nous avons dégagé les classes suivantes :

- **Classe 1** : les placettes suivantes : 15 – 17 – 19 – 23 – 26 – 28 et 29.
- **Classe 2** : les placettes suivantes : 16 – 21 – 22 – 25 et 30.
- **Classe 3** : les placettes suivantes : 18 - 20 - 24 - 27 et 31.

- **Cas des Jeune Futaie et Perchis**

5.2. La première classe de fertilité de la forêt de Benjloud

5.2.1. Présentation des résultats des placettes (de 1 à 5)

5.2.1.1.Placette 1

■ **Stade de développement** : Jeune futaie.

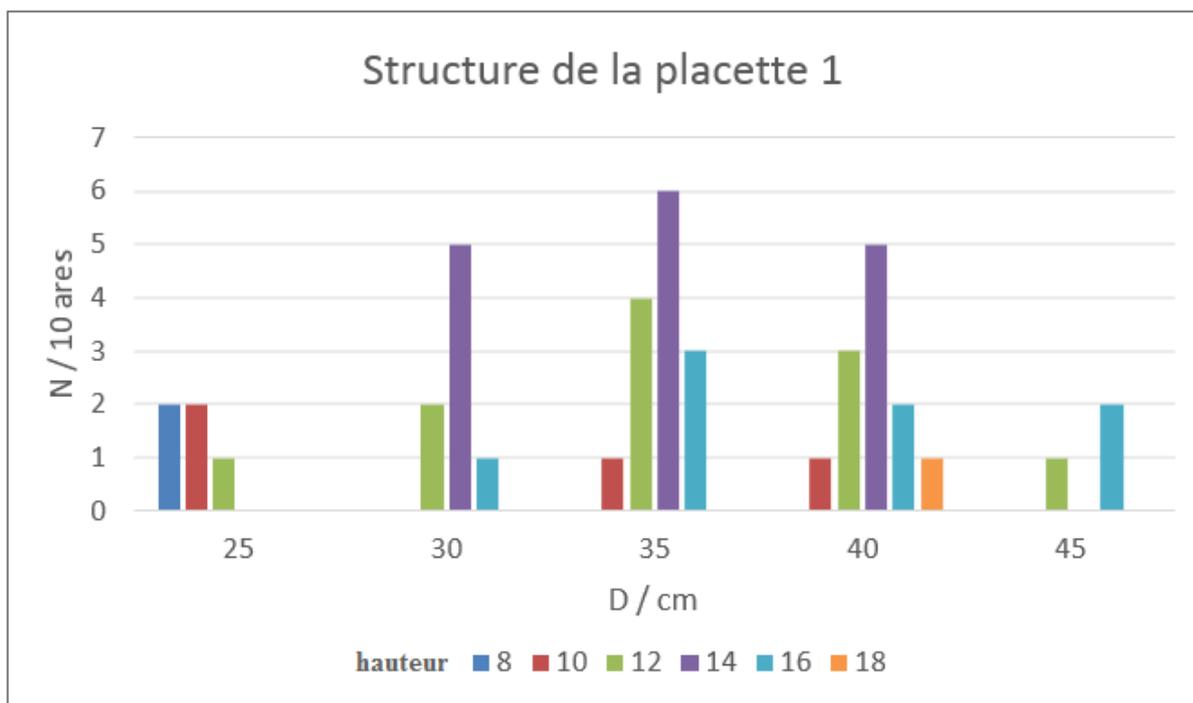


Figure 24 : Présentation de la structure de la placette 1.

5.2.1.1.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : sans.
- Altitude : 890 m.
- Pente : nulle.

- Parcelle : 24(150 m Nord, 100 m Est).

5.2.1.1.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 42 arbres.
- Densité : $N = 420$ tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : $H_m = 12,89$ m.
- Hauteur dominante : $H_{dom} = 15,10$ m.
- Distance moyenne entre les arbres : $d = 4,56$ m.
- La surface terrière de la placette : $G = 7.215768$ m²/ 10 ares.
- La surface terrière moyenne : $g_m = 0,171804$ m².
- Diamètre moyenne : $d_g = 34$ cm.
- Circonférence moyenne : $C = 109$ cm.
- Volume de placette : $V_p = 47.00581$ m³.
- Production totale en volume : $PTV = 470.0581$ m³/ha.
- Age moyen des cinq arbres dominants : $A = 93$ ans.
- Accroissement moyen annuelle : $AMA = 5.0537634$ m³/ha/ an.

5.2.1.1.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 65%.
- Groupement de :
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) + + + + +
 - Diss (*Ampélodesmos mauritanicus*) + + +
 - Chêne kermès (*Quercus coccifera*) + +

5.2.1.2. Placette 2

■ Stade de développement : Perchis.

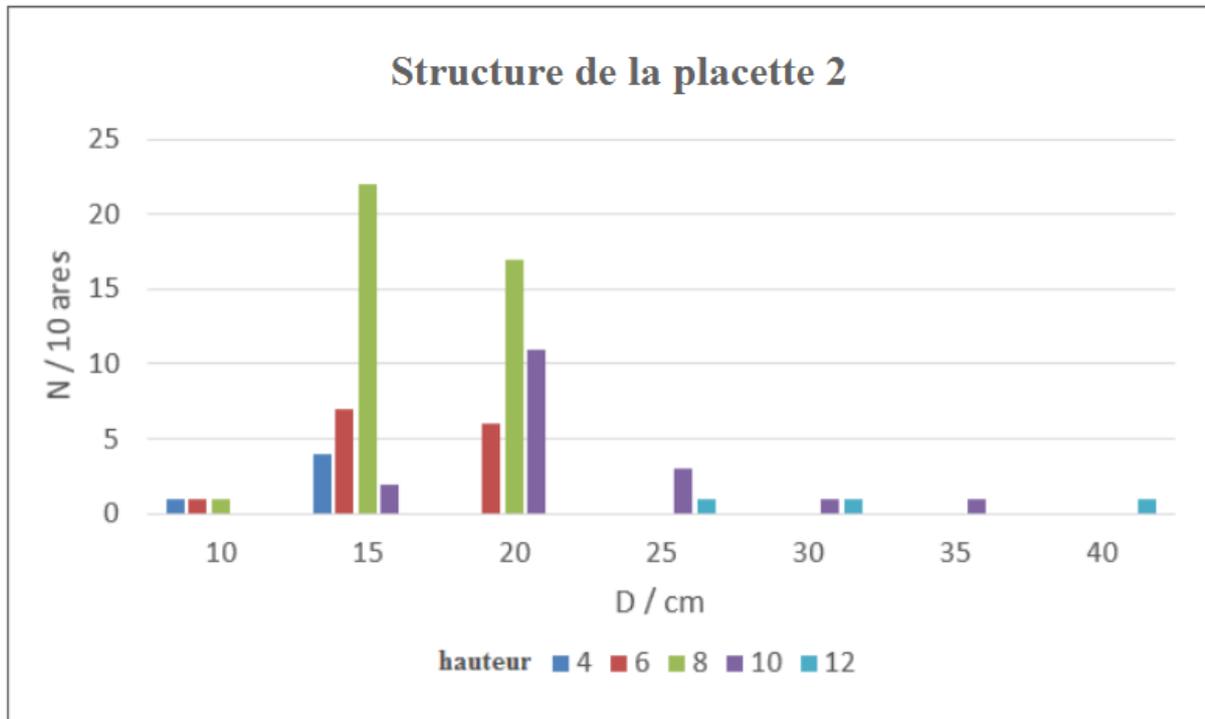


Figure 25 : Présentation de la structure de la placette 2.

5.2.1.2.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Nord-Est.
- Altitude : 960 m.
- Pente : 5%.
- Parcelle 53 (70m Nord, 90m Ouest).

5.2.1.2.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 98 arbres.
- Densité : $N = 980$ tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : $H_m = 10.70$ m.
- Hauteur dominante : $H_{dom} = 11.41$ m.
- Distance moyenne entre les arbres : $d = 3.66$ m.
- La surface terrière de la placette : $G = 4.0474$ m²/ 10 ares.
- La surface terrière moyenne : $g_m = 0.041361$ m².
- Diamètre moyenne : $d_g = 17$ cm.

- Circonférence moyenne : $C = 55$ cm.
- Volume de placette : $V_p = 34.2671\text{m}^3$.
- Production totale en volume : $PTV = 342.67$ m³/ha.
- Age moyen des cinq arbres dominants : $A = 79$ ans.
- Accroissement moyen annuelle : $AMA = 4.3376076$ m³/ha/an.

5.2.1.2.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 80 %.
- Groupement de :
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) + + + + +
 - Chêne kermès (*Quercus coccifera*) + + +
 - Diss (*Ampélodesmos mauritanicus*) +
 - Romarin (*Rosmarinus officinalis*) +

5.2.1.3. Placette 3

■ Stade de développement : Perchis

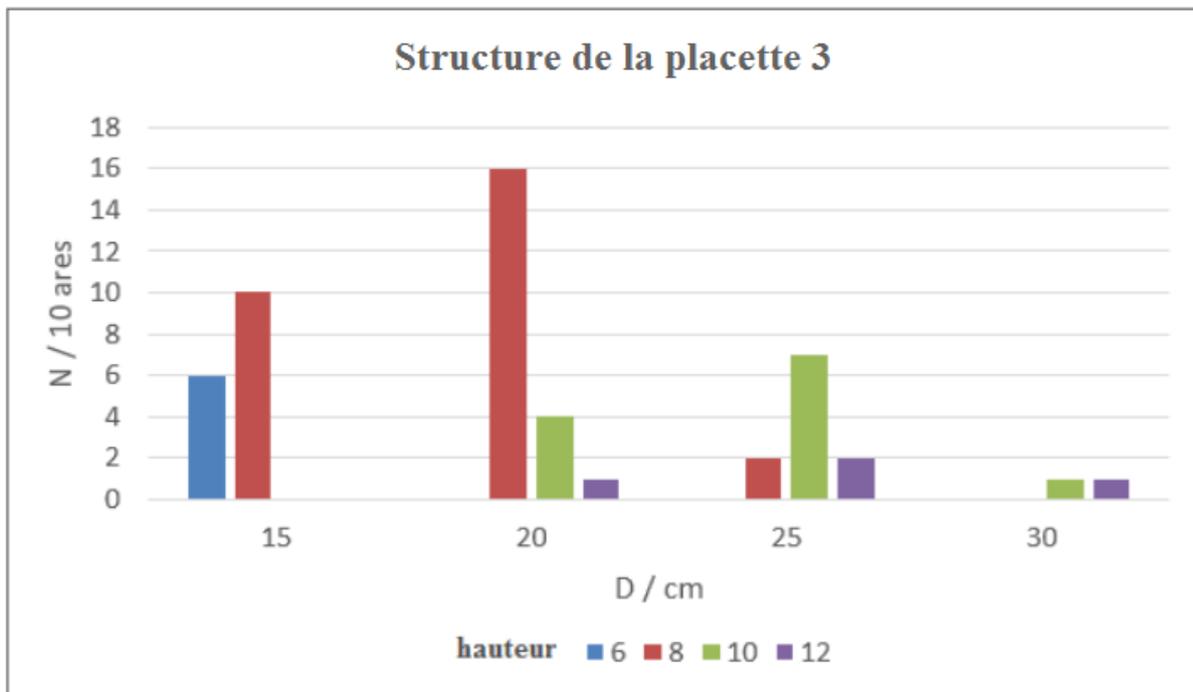


Figure 26 : Présentation de la structure de la placette 3.

5.2.1.3.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Sud-Ouest.
- Altitude : 1050 m.

- Pente : 22%.
- Parcelle 48 (100m Nord, 90m Ouest).

5.2.1.3.2. Caractéristiques dendrométriques :

- Nombre de tiges de la placette : 52 arbres.
- Densité : N= 520 tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : Hm = 11.40 m.
- Hauteur dominante : H dom =12.39 m.
- Distance moyenne entre les arbres : d = 3.64 m.
- La surface terrière de la placette : G = 3.64 m²/ 10 ares.
- La surface terrière moyenne : gm = 0.07 m².
- Diamètre moyenne : dg = 20 cm.
- Circonférence moyenne : C = 63 cm.
- Volume de placette : Vp = 27.9719 m³.
- Production totale en volume : PTV = 279.719 m³/ha.
- Age moyen des cinq arbres dominants : A = 85 ans.
- Accroissement moyen annuelle : AMA = 3.29081176 m³/ha/ an.

5.2.1.3.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 95 %.
- Groupement de :
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) + + + + +
 - Diss (*Ampélodesmos mauritanicus*) + + +
 - Chêne kermès (*Quercus coccifera*) + +
 - Alfa (*Stipa tenacissima*) +

5.2.1.4. Placette 4

■ **Stade de développement** : Jeune futaie.

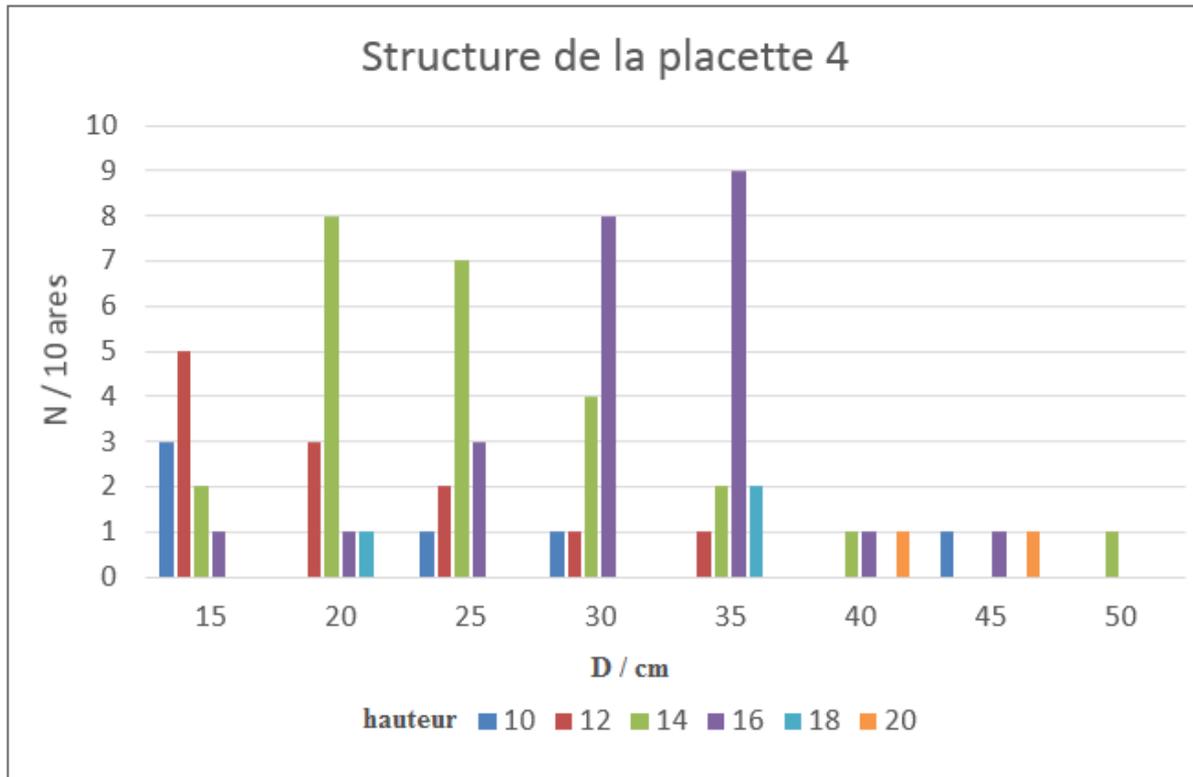


Figure 27 : Présentation de la structure de la placette 4.

5.2.1.4.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Ouest.
- Altitude : 1060 m.
- Pente : 15 %.
- Parcelle : 34 (30m Sud, 60m Est).

5.2.1.4.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 71 arbres.
- Densité : N= 710 tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : Hm = 14.5 m.
- Hauteur dominante : H dom =16.85 m.
- Distance moyenne entre les arbres : d = 3.63 m.
- La surface terrière de la placette : G = 4.288287 m²/ 10 ares.

- La surface terrière moyenne : $gm = 0.060397 \text{ m}^2$.
- Diamètre moyenne : $dg = 26 \text{ cm}$.
- Circonférence moyenne : $C = 84 \text{ cm}$.
- Volume de placette : $Vp = 31.6022 \text{ m}^3$.
- Production totale en volume : $PTV = 316.022 \text{ m}^3 / \text{ha}$.
- Age moyen des cinq arbres dominants : $A = 89 \text{ ans}$.
- Accroissement moyen annuelle : $AMA = 3.55080899 \text{ m}^3 / \text{ha} / \text{an}$.

5.2.1.4.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 75 %.
- Groupement de :
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) + + + + +
 - Diss (*Ampélodesmos mauritanicus*) + + +
 - Romarin (*Rosmarinus officinalis*) + +
 - Alfa (*Stipa tenacissima*) +

5.2.1.5. Placette 5

■ **Stade de développement** : Jeune futaie.

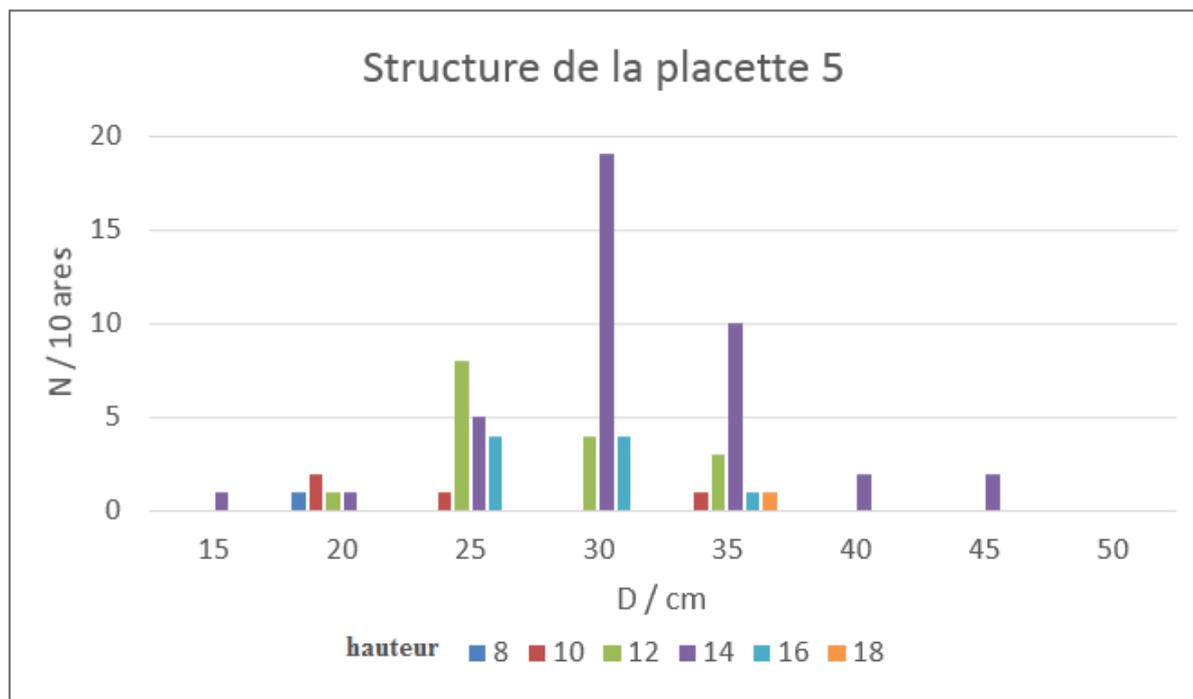


Figure 28 : Présentation de la structure de la placette 5.

5.2.1.5.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Est.
- Altitude : 980 m.
- Pente : 10%.
- Parcelle : 23 (200m Nord, 100 Ouest).

5.2.1.5.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 70 arbres.
- Densité : N= 700 tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : Hm = 14.3 m.
- Hauteur dominante : H dom =15.75 m.
- Distance moyenne entre les arbres : d = 4.13 m.
- La surface terrière de la placette : G = 4.43548 m²/ 10 ares.
- La surface terrière moyenne : gm = 0.063364 m².
- Diamètre moyenne : dg = 29 cm.
- Circonférence moyenne : C = 92 cm.
- Volume de placette : Vp = 32.6174m³.
- Production totale en volume : PTV= 326.174 m³/ha.
- Age moyen des cinq arbres dominants : A = 94 ans.
- Accroissement moyen annuelle : AMA = 3.46993617 m³/ha/ an.

5.2.1.5.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 70 %.
- Groupement de :
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) + + + + +
 - Diss (*Ampélodesmos mauritanicus*) + + +
 - Chêne kermès (*Quercus coccifera*) +

5.2.2. Comparaison et interprétation des données de la première classe de fertilité

5.2.2.1. Données dendrométriques

La première classe de fertilité est composée de cinq placettes d'expérimentation, dont trois placettes de jeune futaie et deux de perchis, on constate que le pin d'Alep est l'essence dominante.

Une comparaison des données de ces cinq placettes nous permet de dégager les résultats suivants :

- La densité (N) est donnée en tiges par hectare est très normale dans cette première classe, les arbres sont bien repartis, sauf quelques cas où une intervention rapide par une éclaircie est à préconiser, cette densité a une moyenne de 666 tiges / ha pour ces cinq placettes, nous rappelons que les normes pour le pin d'Alep sont de 600 à 700 tiges/ ha à l'Age de 50 ans selon Cochet, (in Leutrech, 1982).

- Le diamètre de l'arbre de la surface terrière moyenne (Dg) est une valeur qui exprime l'importance du tronc. Pour cette première classe sa valeur est de 25.2cm.

- La surface terrière (G) a une valeur moyenne de 47,22 m²/ha.

- La hauteur (Hd) varie entre 11,41 m et 16,85 m pour les cinq placettes .La valeur de la première classes de fertilité paraient important dans les conditions climatiques de Saida.

- La hauteur moyenne de peuplement de perchis et jeune futaie prend une valeur moyenne de 12,75 m.

- L'accroissement moyen annuel ne peut être calculé avec exactitude, pour cette raison on a établi des fourchettes en prenant l'âge moyen des cinq plus gros arbres de chaque placette, on a calculé la production totale en volume puis divisée par l'âge moyen.

- L'accroissement moyen annuel trouvé, varie entre 3,29 m³/ha/an et 5,05 m³/ha/an pour les cinq placettes.

5.2.2.2. Données pédologiques

Les cinq placettes de la première classe de fertilité nous ont permis de distinguer que :

- Le sol dépasse généralement une profondeur de 35 cm.
- Le pourcentage de la matière organique est variable, alors que généralement cette classe est caractérisée par une richesse moyenne en matière organique.

5.2.2.3. Données phytosociologies

Pour cette première classe de fertilité, qui regroupe 5 placettes, une comparaison des relevés phytosociologiques avec l'abondance-dominance des espèces, nous a permis de lier cette première classes de fertilité aux espèces suivantes :

- **Pin d'Alep** (*Pinus halepensis*)

Cette espèce dont les critères ont été cités auparavant montre que :

- Une croissance et une vigueur comme le reflètent fort bien les résultats dendrométriques de ces placettes.
- Un bon état sanitaire et une bonne répartition des arbres et couvert élevé et fermé.
- Une abondance-dominance très forte pour les 5 placettes.

- **Diss** (*Ampélodesmos mauritanicus*)

Cette espèce a été présente dans toutes les placettes de la première classe de fertilité, avec une abondance-dominance variable et témoigne d'un bon ensoleillement et d'une humidité de sol importante.

- **Chêne kermès** (*Quercus coccifera*)

Espèce chaude et craignant le froid, indicatrice des sols aimant et distinguée par sa présence au niveau de toutes les placettes de cette première classe.

- D'autres espèces semblent moins fréquentes (**Alfa, Romarin**) ou totalement absentes (**Thuya de berberie**).

5.3. Deuxième classe de fertilité de la forêt de Benjloud

5.3.1. Présentation des résultats des placettes (de 6 à 10)

5.3.1.1.Placette 6

■ Stade de développement : Perchis.

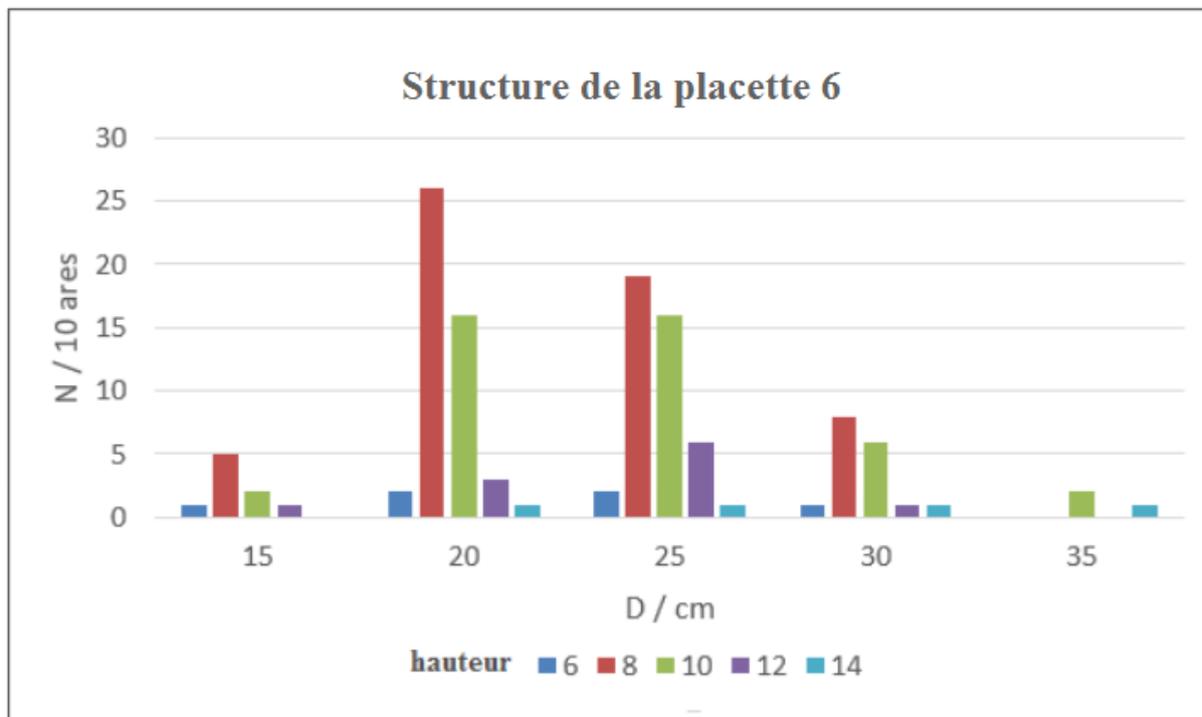


Figure 29 : Présentation de la structure de la placette 6.

5.3.1.1.1.Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Sans.
- Altitude : 890 m
- Pente : nulle.
- Parcelle 7 (50m Nord, 100m Ouest).

5.3.1.1.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 121 arbres.
- Densité : N= 1210 tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : Hm = 9.45 m.
- Hauteur dominante : H dom = 12.89 m.
- Distance moyenne entre les arbres : d = 3.64 m.

- La surface terrière de la placette : $G = 2.56074 \text{ m}^2 / 10 \text{ ares}$.
- La surface terrière moyenne : $gm = 0.02613 \text{ m}^2$.
- Diamètre moyenne : $dg = 23 \text{ cm}$.
- Circonférence moyenne : $C = 72 \text{ cm}$.
- Volume de placette : $Vp = 23.08513 \text{ m}^3$.
- Production totale en volume : $PTV = 230.8513 \text{ m}^3 / \text{ha}$.
- Age moyen des cinq arbres dominants : $A = 88 \text{ ans}$.
- Accroissement moyen annuelle : $AMA = 2.62331023 \text{ m}^3 / \text{ha} / \text{an}$.

5.3.1.1.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 75%.
- Groupement de :
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) + + + + +
 - Filaire (*Phillyrea angustifolia*) + + +
 - Chêne kermès (*Quercus coccifera*) +

5.3.1.2. Placette 7

■ Stade de développement : Jeune Futaie.

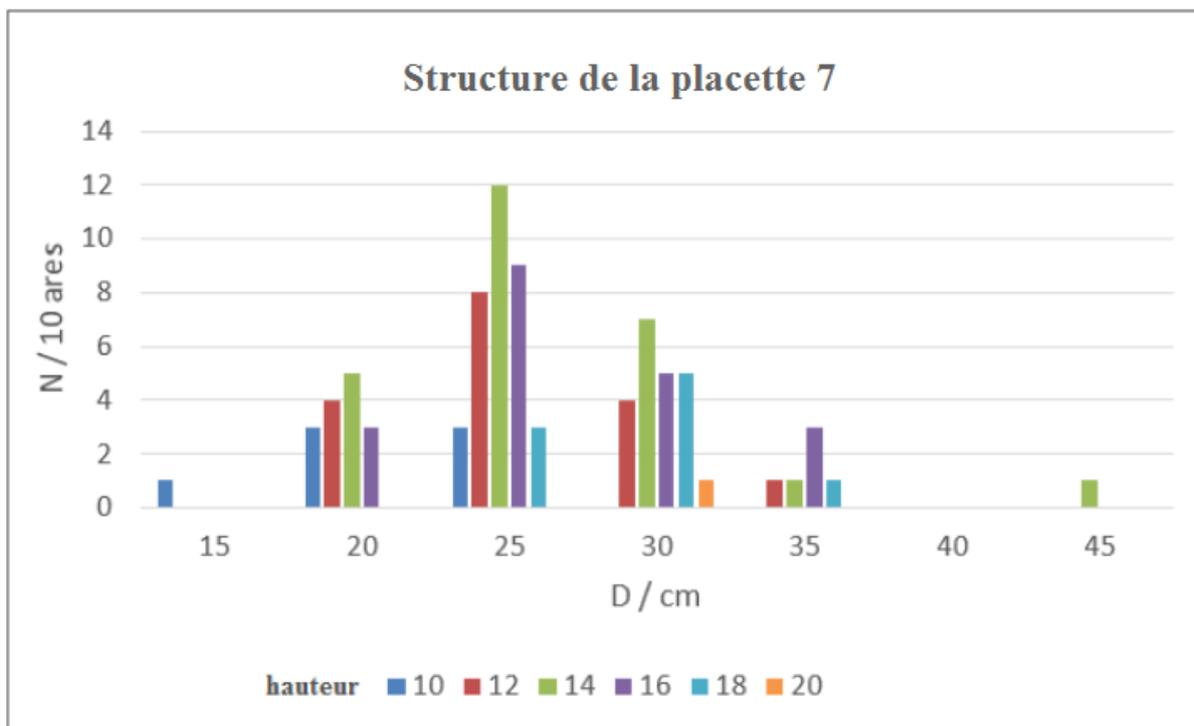


Figure 30 : Présentation de la structure de la placette 7.

5.3.1.2.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Sud-Ouest.
- Altitude : 1015 m.
- Pente : 15 %.
- Parcelle : 11 (250m Sud, 40m Est).

5.3.1.2.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 80 arbres.
- Densité : $N = 800$ tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : $H_m = 13.6$ m.
- Hauteur dominante : $H_{dom} = 14.05$ m.
- Distance moyenne entre les arbres : $d = 2.69$ m.
- La surface terrière de la placette : $G = 3.21927$ m²/ 10 ares.
- La surface terrière moyenne : $g_m = 0.040240875$ m².
- Diamètre moyenne : $d_g = 26$ cm.
- Circonférence moyenne : $C = 82$ cm.
- Volume de placette : $V_p = 27.0763$ m³.
- Production totale en volume : $PTV = 270.763$ m³/ha.
- Age moyen des cinq arbres dominants : $A = 97$ ans.
- Accroissement moyen annuelle : $AMA = 2.78724742$ m³/ha/an.

5.3.1.2.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 80%.
- Groupement de :
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) + + + + +
 - Filaire (*Phillyrea angustifolia*) + + +
 - Chêne kermès (*Quercus coccifera*) + + +
 - Romarin (*Rosmarinus officinalis*) +

5.3.1.3. Placette 8

■ Stade de développement : Perchis.

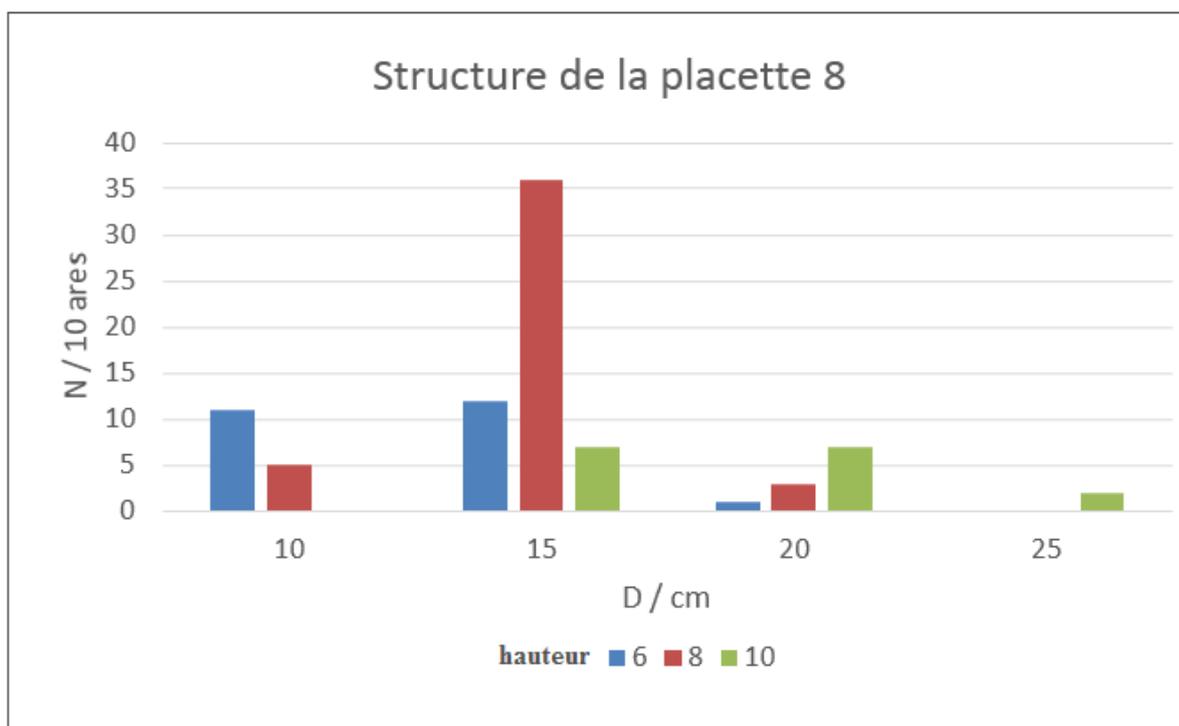


Figure 31 : Présentation de la structure de la placette 8.

5.3.1.3.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Sud-Ouest.
- Altitude : 1050 m.
- Pente : 22%.
- Parcelle 48 (100m Nord, 90m Ouest).

5.3.1.3.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 85 arbres.
- Densité : $N = 850$ tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : $H_m = 9.05$ m.
- Hauteur dominante : $H_{dom} = 10.53$ m.
- Distance moyenne entre les arbres : $d = 2.53$ m.
- La surface terrière de la placette : $G = 1.50518$ m²/ 10 ares.
- La surface terrière moyenne : $g_m = 0.017708$ m².

- Diamètre moyenne : $d_g = 14$ cm.
- Circonférence moyenne : $C = 46$ cm.
- Volume de placette : $V_p = 23.0122\text{m}^3$
- Production totale en volume : $PTV = 230.122 \text{ m}^3/\text{ha}$.
- Age moyen des cinq arbres dominants : $A = 77$ ans.
- Accroissement moyen annuelle : $AMA = 2.98858442 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$.

5.3.1.3.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 95%.
- Groupement de :
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) + + + + +
 - Filaire (*Phillyrea angustifolia*) + +
 - Diss (*Ampélodesmos mauritanicus*) +
 - Chêne kermès (*Quercus coccifera*) +
 - Romarin (*Rosmarinus officinalis*) +

5.3.1.4. Placette 9

■ **Stade de développement** : Perchis.

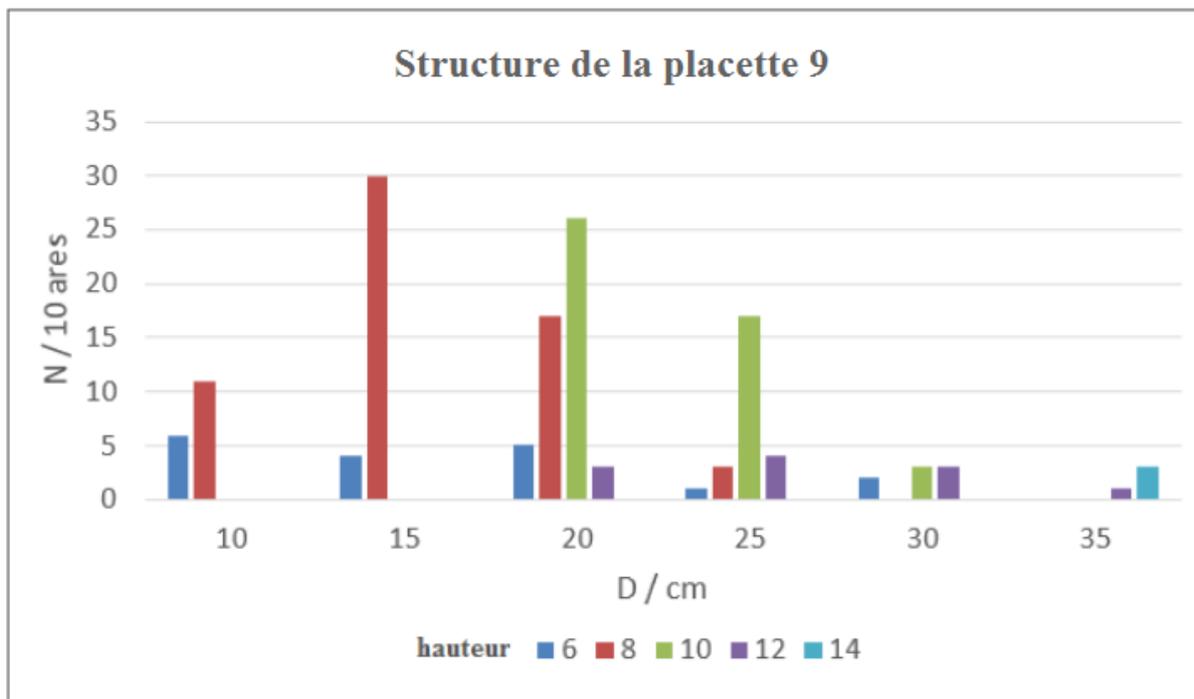


Figure 32 : Présentation de la structure de la placette 9.

5.3.1.4.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Nord-Est.
- Altitude : 980 m.
- Pente : 5%.
- Parcelle 53 (70m Nord, 90m Ouest).

5.3.1.4.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 139 arbres.
- Densité : $N = 1390$ tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : $H_m = 10.20$ m.
- Hauteur dominante : $H_{dom} = 11,55$ m.
- Distance moyenne entre les arbres : $d = 2.83$ m.
- La surface terrière de la placette : $G = 3.17046$ m²/ 10 ares.
- La surface terrière moyenne : $g_m = 0.02280906$ m².
- Diamètre moyenne : $d_g = 18$ cm.
- Circonférence moyenne : $C = 56$ cm.
- Volume de placette : $V_p = 22.79$ m³
- Production totale en volume : $PTV = 227.9$ m³/ha
- Age moyen des cinq arbres dominants : $A = 83$ ans.
- Accroissement moyen annuelle : $AMA = 2.745783.13$ m³/ha/ an.

5.3.1.4.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 80%.
- Groupement de : - pin d'Alep (*Pinus halepensis*) + + + +
 - Filaire (*Phillyrea angustifolia*) + + +
 - Diss (*Ampélodesmos mauritanicus*) +
 - Chêne kermès (*Quercus coccifera*) +

5.3.1.5.Placette 10

■Stade de développement : Jeune Futaie.

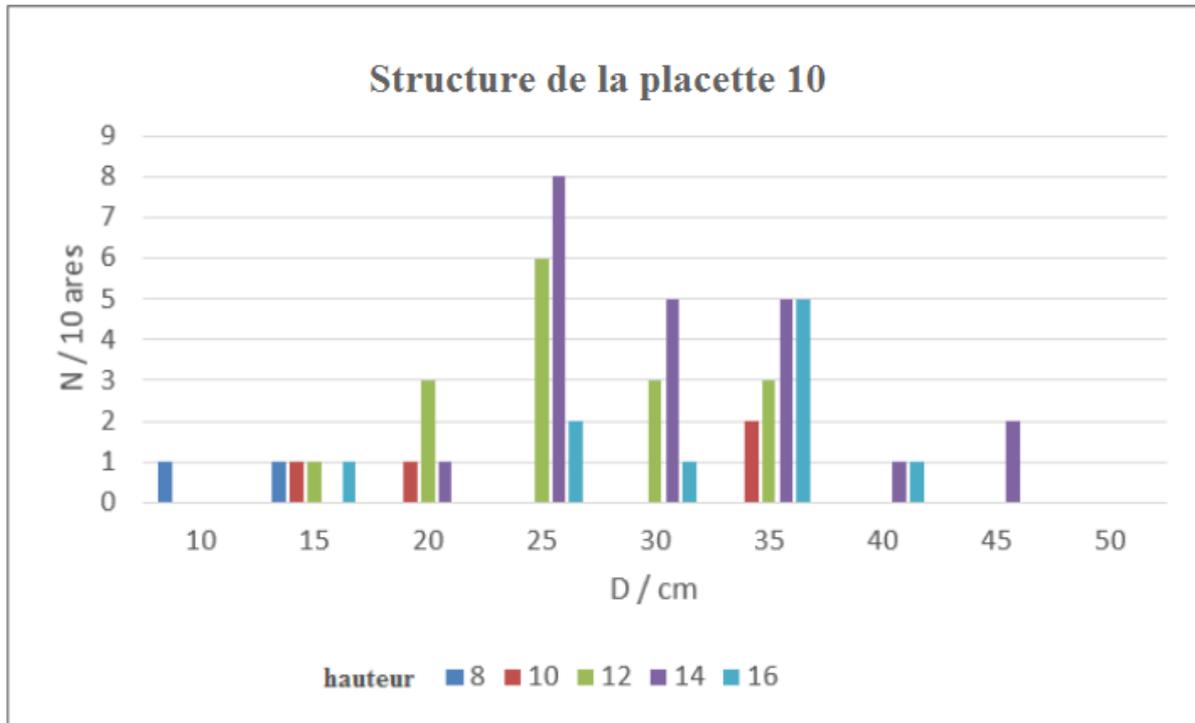


Figure 33 : Présentation de la structure de la placette 10.

5.3.1.5.1.Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Nord.
- Altitude : 890 m.
- Pente : 5 %.
- Parcelle : 16 (80 m Sud, 50 m Ouest).

5.3.1.5.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 56 arbres.
- Densité : N= 560 tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : Hm = 12,18 m.
- Hauteur dominante : H dom =13.25 m.
- Distance moyenne entre les arbres : d = 3.51 m.
- La surface terrière de la placette : G = 2.46136 m²/ 10 ares.
- La surface terrière moyenne : gm = 0.0439528 m².
- Diamètre moyenne : dg = 28 cm.

- Circonférence moyenne : $C = 90$ cm.
- Volume de placette : $V_p = 24.5684\text{m}^3$.
- Production totale en volume : $PTV = 245.684 \text{ m}^3/\text{ha}$.
- Age moyen des cinq arbres dominants : $A = 88$ ans.
- Accroissement moyen annuelle : $AMA = 2.9600482 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$ (âge =83 ans).

5.3.1.5.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 75 %.
- Groupement de :
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) + + + + +
 - Filaire (*Phillyrea angustifolia*) + + +
 - Chêne kermès (*Quercus coccifera*) +

5.3.2. Comparaison et interprétation des données de la deuxième classe de fertilité

5.3.2.1. Données dendrométriques

La deuxième classe de fertilité est constituée de 5 placettes, réparties à travers la surface d'expérimentation dont deux placettes de jeune futaie et trois de perchis.

- La densité (N) est variable d'une placette à l'autre, cela confirme le fait que la forêt n'a bénéficié d'aucune opération sylvicole, la densité moyenne est de : 962 tiges/ha pour les placettes la jeune futaie et de perchis, cette densité est normalenous rappelons que les normes de Pin d'Alep sont de 700 tiges/ha.

- Le diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne (Dg) a une valeur de 21,8 cm.

- Si la surface terrière moyenne varie en fonction de l'âge du peuplement, elle est ici aussi fonction de la densité, sa valeur moyenne est de 25,83 m²/ha, pour les placettes installées dans les peuplements de perchis et de jeune futaie.

- La hauteur dominante prend des valeurs entre 10,53 m et 14,05 m.

- La hauteur moyenne de peuplement de perchis et jeune futaie prend une valeur moyenne de 10,89 m.

- L'accroissement moyen annuel trouvé, varie entre 2,62 m³/ha/an et 2,98 m³/ha/an pour les cinq placettes.

5.3.2.2. Données pédologiques

Les cinq placettes de la deuxième classe de fertilité nous ont permis de distinguer que :

- La profondeur du sol meuble et prospecté par les racines varie de 12 à 23 cm. La couche superficielle est toujours occupée par une litière décomposée ou en voie de décomposition.
- Cette classe peut être caractérisée par une décomposition moyenne de la matière organique, mais le pourcentage de cette matière reste faible.

5.3.2.3. Données phytosociologiques

Les cinq relevés phytosociologiques réalisés donc cette deuxième classe de fertilité de la forêt de Benjloud, nous permettent de déceler que :

- Les arbres du pin d'Alep constituent un bon couvert et que la projection des houppiers sur le sol couvre pratiquement toute la surface de la placette.
- **Pin d'Alep** (*Pinus halepensis*) : espèce pionnière à une abondance-dominance très forte.
- **Filaire** (*Phillyrea angustifolia*) : cette espèce à une abondance-dominance forte.
- **Diss** (*Ampelodesmos mauritanicus*) : est présente dans 2 placettes sur cinq, parallèlement son abondance-dominance est faible.
- **Chêne kermès** (*Quercus coccifera*) : Cette espèce demeure présente pratiquement dans toutes les placettes.

5.4. Troisième classe de fertilité de la forêt de Benjloud

5.4.1. Présentation des résultats des placettes (de 11 à 14)

5.4.1.1. Placette 11

■ Stade de développement : Perchis.

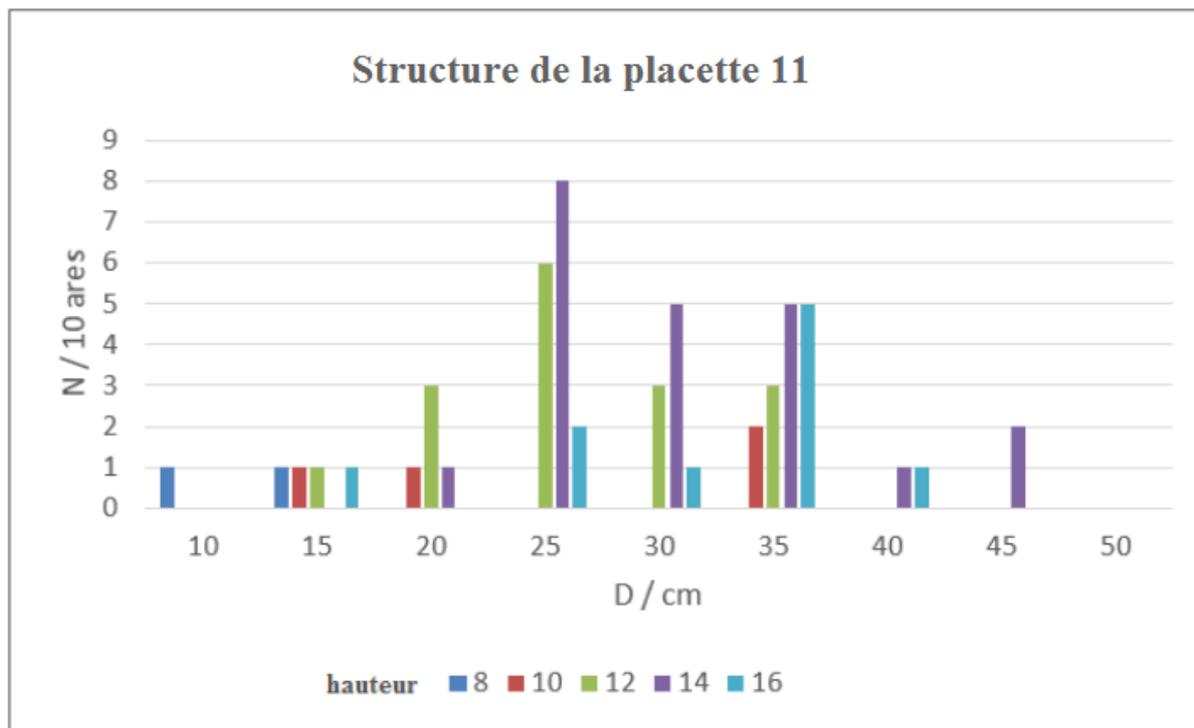


Figure 34 : Présentation de la structure de la placette 11.

5.4.1.1.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Nord.
- Altitude : 950 m
- Pente : 5%.
- Parcelle 28 (70m Nord, 60m Ouest).

5.4.1.1.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 103 arbres.
- Densité : N= 1030 tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : Hm = 8.60 m.

- Hauteur dominante : $H_{dom} = 9.50$ m.
- Distance moyenne entre les arbres : $d = 3.02$ m.
- La surface terrière de la placette : $G = 1.739281$ m²/ 10 ares.
- La surface terrière moyenne : $g_m = 0.016886223$ m².
- Diamètre moyenne : $d_g = 15$ cm.
- Circonférence moyenne : $C = 47$ cm.
- Volume de placette : $V_p = 7.13593$ m³.
- Production totale en volume : $PTV = 71.3593$ m³/ha.
- Age moyen des cinq arbres dominants : $A = 74$ ans.
- Accroissement moyen annuelle : $AMA = 0.9642419$ m³/ha/ an.

5.4.1.1.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 80%.
- Groupement de :
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) + + + + +
 - Thuya de berberie (*Tetraclinis articulata*) + + +
 - Alfa (*Stipa tenacissima*) +
 - Romarin (*Rosmarinus officinalis*) +

5.4.1.2.Placette 12

■Stade de développement : Jeune Futaie.

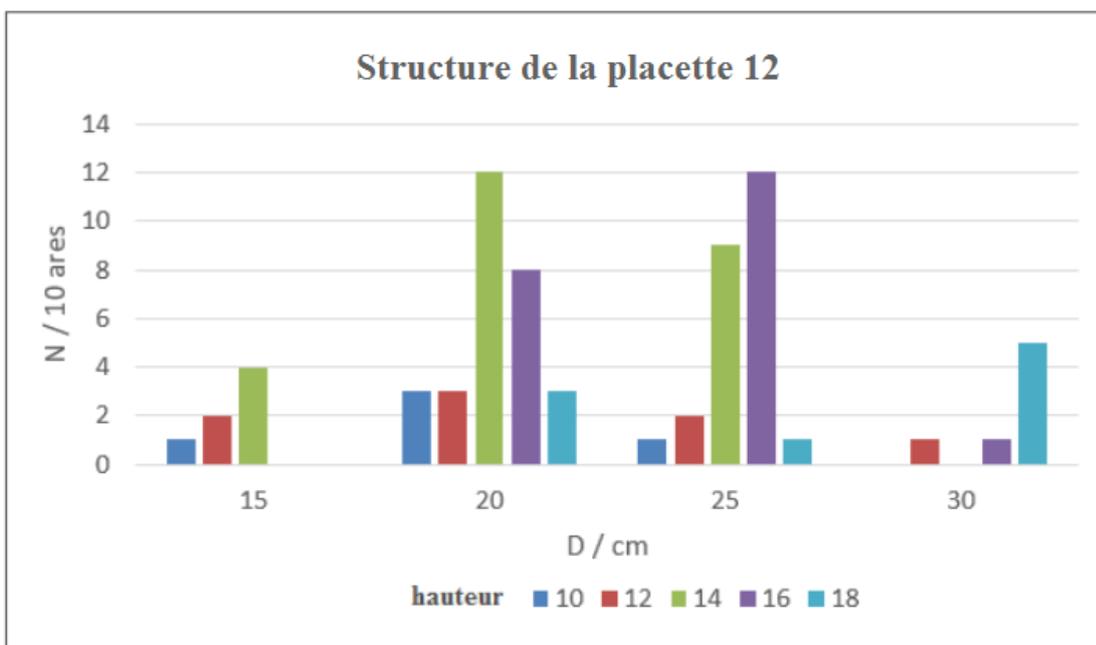


Figure 35 : Présentation de la structure de la placette 12.**5.4.1.2.1. Caractéristiques Orographiques et localisation**

- Exposition : Est.
- Altitude : 1050 m.
- Pente : 10%.
- Parcelle : 18 (20 m Sud ,100 m Est).

5.4.1.2.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 65 arbres.
- Densité : N= 650 tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : Hm = 11.22 m.
- Hauteur dominante : H dom =11.75 m.
- Distance moyenne entre les arbres : d = 2.69 m.
- La surface terrière de la placette : G = 1.384362 m²/ 10 ares
- . La surface terrière moyenne : gm = 0.032961 m².
- Diamètre moyenne : dg = 22 cm.
- Circonférence moyenne : C = 69 cm.
- Volume de placette : Vp = 12.8939 m³.
- Production totale en volume : PTV= 128.939 m³ /ha.
- Age moyen des cinq arbres dominants : A = 79 ans.
- Accroissement moyen annuelle : AMA = 1.6226962 m³ /ha/ an.

5.4.1.2.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 85 %.
- Groupement de :
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*), +++++
 - Thuya de berberie (*Tetraclinis articulata*) + + +
 - Alfa (*Stipa tenacissima*) +
 - Romarin (*Rosmarinus officinalis*) +

5.4.1.3. Placette 13

■ Stade de développement : Perchis.

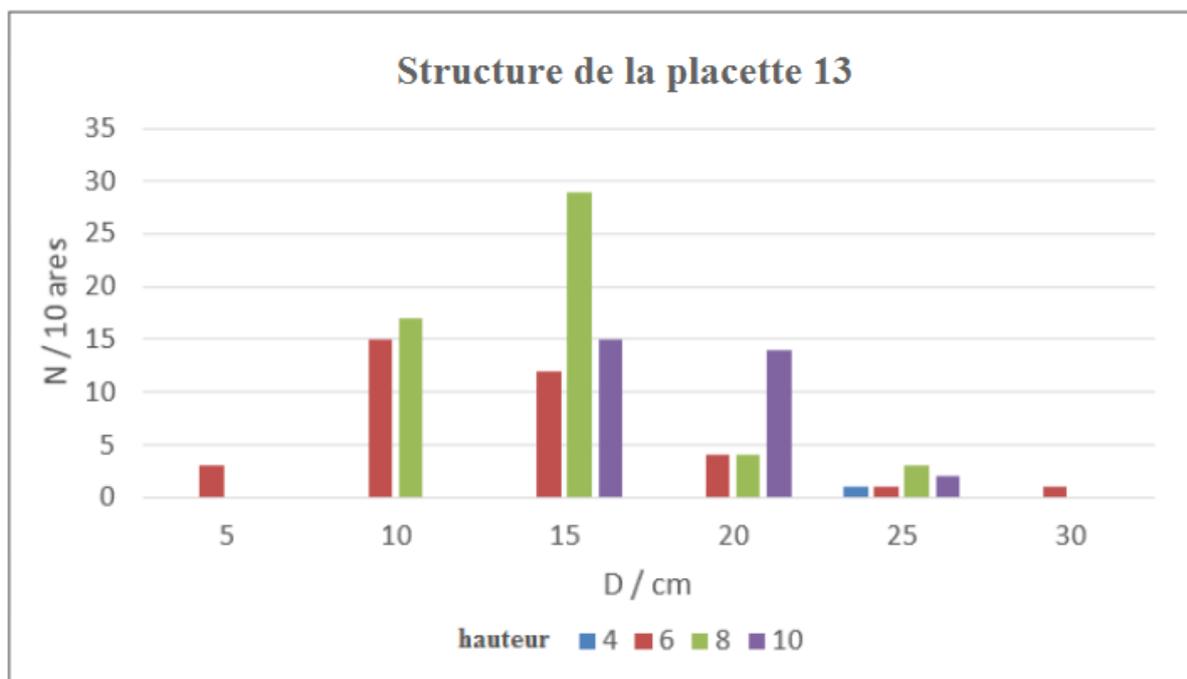


Figure 36 : Présentation de la structure de la placette 13.

5.4.1.3.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Est.
- Altitude : 970 m
- Pente : 15%.
- Parcelle 20 (80m Nord, 70m Ouest).

5.4.1.3.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 131 arbres.
- Densité : $N = 1310$ tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : $H_m = 5.84$ m.
- Hauteur dominante : $H_{dom} = 7.05$ m.
- Distance moyenne entre les arbres : $d = 3.33$ m.
- La surface terrière de la placette : $G = 2.305427$ m²/ 10 ares.
- La surface terrière moyenne : $g_m = 0.01759867939$ m².
- Diamètre moyenne : $d_g = 14$ cm.
- Circonférence moyenne : $C = 46$ cm.

- Volume de placette : $V_p = 13.09\text{m}^3$.
- Production totale en volume : $PTV = 130.90 \text{ m}^3 / \text{ha}$.
- Age moyen des cinq arbres dominants : $A = 69$ ans.
- Accroissement moyen annuelle : $AMA = 1.89710145 \text{ m}^3 / \text{ha} / \text{an}$.

5.4.1.3.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 85%.
- Groupement de : - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) ++++
- Alfa (*Stipa tenacissima*) + + +
- Thuya de berberie (*Tetraclinis articulata*) + + +

5.4.1.4. Placette 14

■ Stade de développement : Perchis.

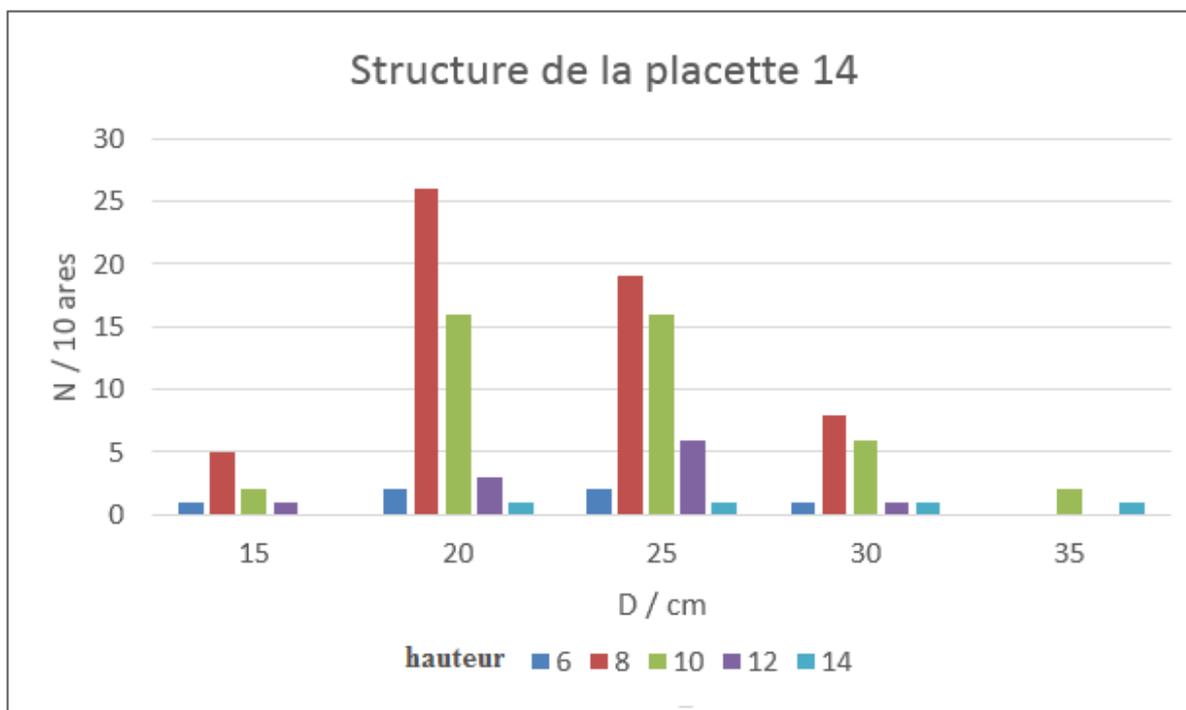


Figure 37 : Présentation de la structure de la placette 14.

5.4.1.4.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Sud-Est.
- Altitude : 1070 m

- Pente : 22%.
- Parcelle 42 (90m Nord, 100m Ouest).

5.4.1.4.2. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 90%.
- Groupement de :- Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) +++++
 - Thuya de berberie (*Tetraclinis articulata*) + + +
 - Romarin (*Rosmarinus officinalis*) + +
- Alfa (*Stipa tenacissima*) +

5.4.1.4.3. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 126 arbres.
- Densité : $N = 1260$ tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : $H_m = 7.80$ m.
- Hauteur dominante : $H_{dom} = 8.10$ m.
- Distance moyenne entre les arbres : $d = 2.05$ m.
- La surface terrière de la placette : $G = 2,18 \text{ m}^2 / 10$ ares.
- La surface terrière moyenne : $g_m = 0.0173015 \text{ m}^2$.
- Diamètre moyenne : $d_g = 15$ cm.
- Circonférence moyenne : $C = 49$ cm.
- Volume de placette : $V_p = 8.56382 \text{ m}^3$.
- Production totale en volume : $PTV = 85.6382 \text{ m}^3 / \text{ha}$.
- Age moyen des cinq arbres dominants : $A = 73$ ans.
- Accroissement moyen annuelle : $AMA = 1.173126 \text{ m}^3 / \text{ha} / \text{an}$.

5.4.2. Comparaison et interprétation des données de la troisième classe de fertilité

5.4.2.1. Données dendrométriques

La troisième classe de fertilité est composée de quatre placettes d'expérimentation, dont une placette de jeune futaie et trois de perchis.

Une comparaison des données de ces quatre placettes nous permet de dégager les résultats suivants :

- La densité (N) est très important dans cette classe, les arbres sont très serres la concurrence racinaire et aérienne évidente.
- La densité moyenne est de : 1062 tiges/ha.
- Le diamètre de l'arbre de la surface terrière moyenne (Dg) prend une valeur de 16,5cm.
- La surface terrière moyenne (G) à une valeur de 18,975 m²/hadans ces placettes.

Pour cette classe, la valeur de la hauteur dominante varie entre 7,05 m et 11,75 m.

- La hauteur moyenne a une valeur de 8,36 m.
- L'accroissement moyen annuel trouvé, varie entre 0,96 m³/ha/an et 1,89 m³/ha/an.

5.4.2.2. Données pédologiques

Les quatre placettes de la troisième classe de fertilité nous ont permis de distinguer que :

- Une profondeur de sol peut important allant de 12 cm à 23cm.
- Un très faible pourcentage de l'existence de la matière organique.

5.4.2.3. Données phytosociologiques

Les 4 relevés phytosociologiques réalisés dans cette troisième classe de fertilité, nous laisse croire à un changement de milieu d'une classe à l'autre. Si la densité a beaucoup augmenté dans cette classe par rapport aux autres, le couvert général est devenu plus complet et la concurrence aérienne plus intense.

- Les arbres du pin d'Alep sont devenus plus abondants que dominants.
- **Chêne kermès** (*Quercus coccifera*) : espèce présente dans les deux autres classes, elle est aussi présente dans cette classe mais avec une abondance-dominance plus faible.

- **Thuya de Berberie**(*Tetraclinis articulata*) : est présent presque dans tous les relevés ce qui montre que cette espèce indicatrice de milieu pauvre et dégradé, accompagne le pin d'Alep dans les mauvaises stations.

- La même remarque peut s'appliquer pour l'**Alfa**(*Stipa tenacissima*) et le **Romarin**(*Rosmarinus officinalis*) qui deviennent plus abondants dans cette classe.

- Par contre, des espèces comme **Diss**(*Ampélodesmos mauritanicus*), **Filaire**(*Phillyrea angustifolia*) deviennent moins fréquentes à absentes dans ce cortège floristique.

5.5. Interception des paramètres dendrométriques calculés des trois classes précédentes.

Les paramètres dendrométriques calculés au niveau des 14 placettes de la forêt de Pin d'Alep de Benjloud, répartis entre 3 classes de fertilité nous paraissent suffisants pour connaître les conditions sylvicoles de cette forêt naturelle qui n'a connue jusqu'à maintenant aucune action sylvicole.

La densité (N) remonte de la première classe vers la troisième classe. L'augmentation de la densité diminue l'espace entre les arbres et cause une concurrence aérienne et racinaire et cela se constate par la diminution de la surface terrière, l'arbre de diamètre moyen, la hauteur dominante et la hauteur moyenne des peuplements ; la productivité (A.M.A) diminue également (Voir tableau 23). La productivité est notre souci au long de tout ce travail.

La première classe d'une bonne productivité allant de 3,29 à 5,05 m³/ha/an et une moyenne de 3,93 m³/ha/an est plus fréquente sur l'ensemble de la forêt cartographiée.

La deuxième classe d'une productivité de 2,62 à 2,98 m³/ha/an et d'une productivité moyenne de 2,81 m³/ha/an et moyennement fréquente.

La troisième classe d'une faible productivité allant de 0,93 à 1,89 m³/ha/an et d'une moyenne de 1,41 m³/ha/an semble le moins fréquente dans cette forêt.

Tableau23: comparaison entre les paramètres dendrométriques calculés au niveau des 14 placettes auparavant mentionné.

	N (tiges/ha)	G (m ² /ha)	H d (m)	Hm (m)	Dg (cm)	A.M.A (m ³ /ha/an)	
						Fourchette	Moyen
Classe I	666	47,22	11,41– 16,85	12,75	25,2	3,29 - 5,05	3,93
Classe II	962	25,83	10,53 – 14,05	10,89	21,8	2,62 - 2,98	2,81
Classe III	1062	18,97	7,05 – 11,75	8,36	16,5	0,93 - 1,89	1,41

5.5.1. Relations dendro-pédo-phytosociologiques

D'après les analyses dendrométriques, pédologiques et phytosociologiques, cette essence est peut-être caractérisée comme suit :

■ Première classe de fertilité

Peuplement bien venant, composé par des arbres élancés bien élagués naturellement, avec un houppier normal et réduit.

Cette première classe donne un rendement moyen de 3,93 m³/ha/an sur un sol profond permettant aux racines de chercher l'eau retenue par une bonne structure et une texture riche en matière organique.

Ces remarques peuvent être confirmées par la présence d'espèces qui caractérisent cette classe, à savoir le Diss (*Ampélodesmos mauritanicus*) qui témoigne d'un bon ensoleillement et d'une humidité du sol importante ainsi que d'autres espèces indicatrices des bonnes conditions édaphiques et climatiques comme le Chêne kermès (*Quercus coccifera*). D'autres espèces semblent moins fréquentes Alfa (*Stipa tenacissima*) et Romarin (*Rosmarinus officinalis*).

■ Deuxième classe de fertilité

Peuplement moyennement venant, à bon aspect.

Cette classe intermédiaire donne une productivité moyenne de 2,81 m³/ha/an sur un sol de profondeur moyenne, la richesse en matière organique est moyenne à faible, dans ces

conditions l'enracinement est gêné, et l'eau ne peut être retenue longtemps. Comme espèce indicatrice on trouve Filaire (*Phillyrea angustifolia*). D'autres espèces semblent moins fréquentes Alfa (*Stipa tenacissima*) et Romarin (*Rosmarinus officinalis*). Quelques espèces de la première classe de fertilité restent présentes avec une faible abondance.

■ Troisième classe de fertilité

Peuplement mal venant déséquilibrer, avec des arbres tordus et petits.

Le rendement moyen est de l'ordre de 1,41 m³/ha/an. Le sol est peu profond, pauvre en matière organique. Les espèces les plus fréquentes dans cette classe sont : le thuya de berberie (*Tetraclinis articulata*), l'Alfa (*Stipa tenacissima*) et Romarin (*Rosmarinus officinalis*).

Conclusion :

Après l'analyse des résultats obtenus sur les classes de fertilités on a constaté que ces dernières ne sont pas bien déterminées précisément vu l'état de la forêt :

- Peuplements dégradés.
- Espacement hétérogène.

- **Cas des Gaulis et Fourré Futaie et Perchis**

5.6. Première classe de fertilité

5.6.1. Présentation des résultats des placettes : 15 – 17 – 19 – 23 – 26 – 28 et 29.

5.6.1.1. Placette 15

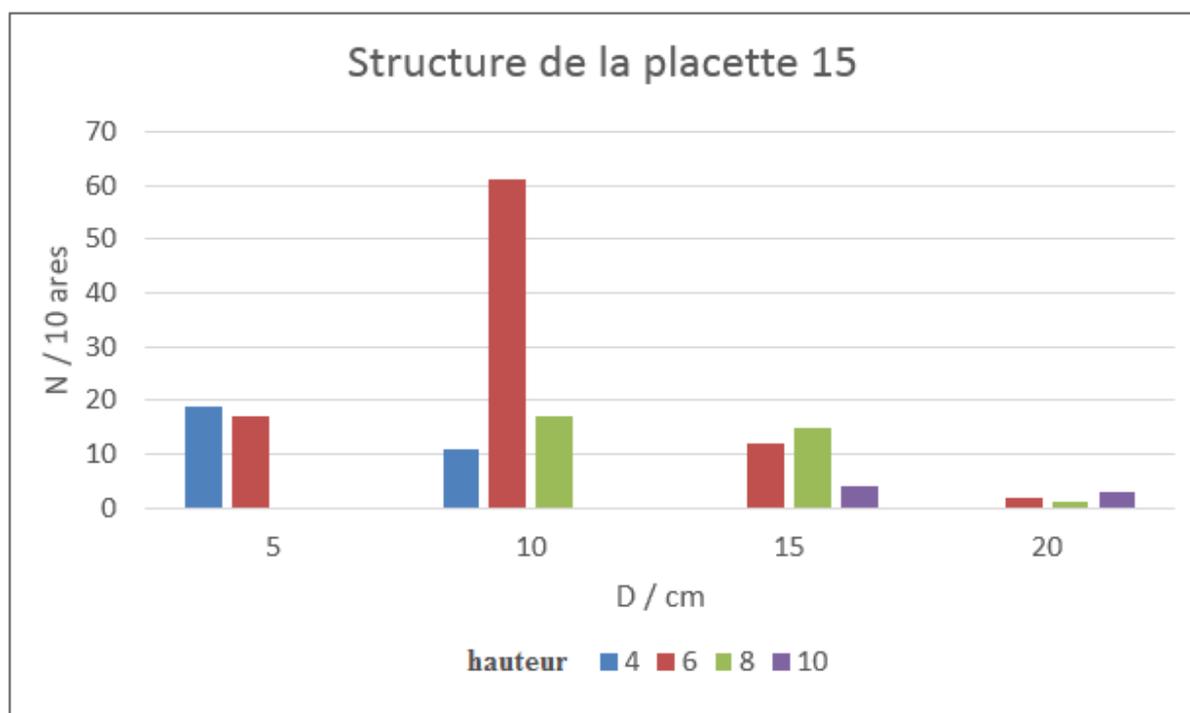


Figure 38 : Présentation de la structure de la placette 15.

5.6.1.1.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Nord-Est.
- Altitude : 880 m.
- Pente : 5%.
- Parcelle : 13 (70m Nord, 50m Ouest).

5.6.1.1.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 161 arbres.
- Densité : $N = 1610$ tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : $H_m = 7.30$ m.
- Hauteur dominante : $H_{dom} = 9.6$ m.
- Distance moyenne entre les arbres : $d = 2.27$ m.
- La surface terrière de la placette : $G = 4.732$ m²/ 10 ares.
- La surface terrière moyenne : $g_m = 0.028$ m².
- Diamètre moyenne : $d_g = 12$ cm.

- Circonférence moyenne : $C = 30$ cm.

5.6.1.1.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 85 %.
- Groupement de :
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) + + + + +
 - Diss (*Ampélodesmos mauritanicus*) + + +
 - Chêne kermès (*Quercus coccifera*) + + +
 - Alfa (*Stipa tenacissima*) +
 - Romarin (*Rosmarinus officinalis*) +

5.6.1.2. Placette 17

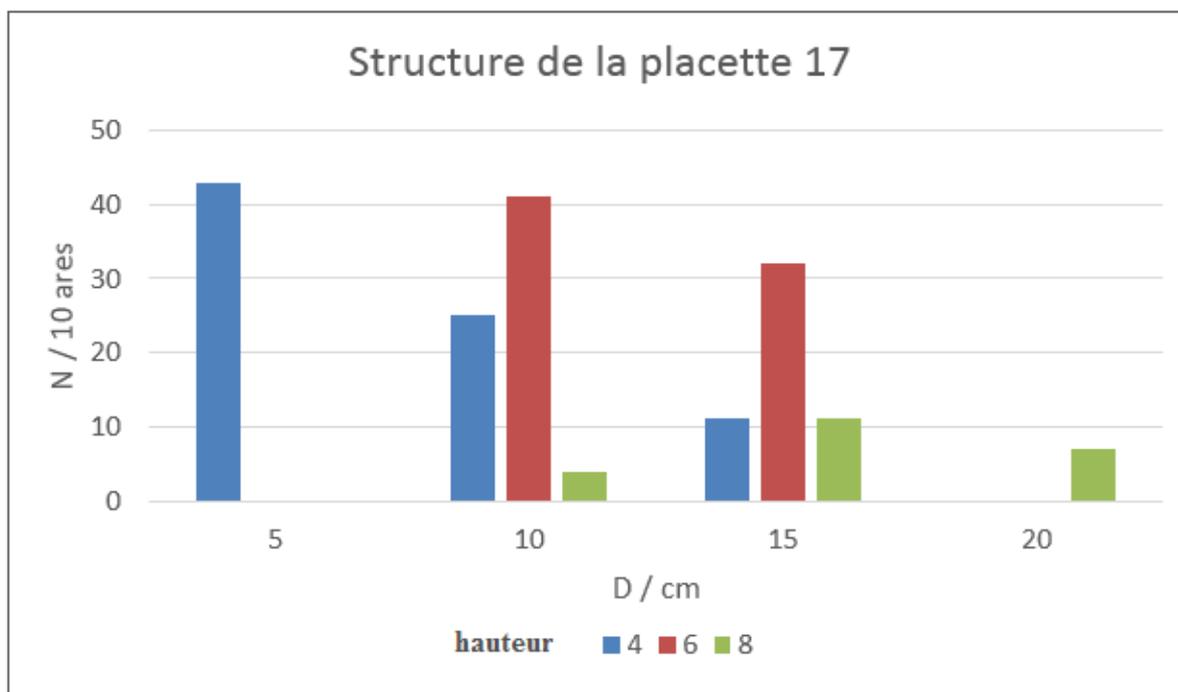


Figure 39 : Présentation de la structure de la placette 17.

5.6.1.2.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : sans.
- Altitude : 960m
- Pente : nulle.
- Parcelle 6 (80m Nord, 150m Ouest).

5.6.1.2.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 174 arbres.
- Densité : N= 1740 tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : Hm = 6.70 m.
- Hauteur dominante : H dom = 5.04 m.
- Distance moyenne entre les arbres : d = 2.85 m.
- La surface terrière de la placette : G = 5.742 m²/ 10 ares.
- La surface terrière moyenne : gm = 0.033 m².
- Diamètre moyenne : dg = 13 cm.
- Circonférence moyenne : C = 42 cm.

5.6.1.2.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 85%.
- Groupement de :
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) + + + + +
 - Diss (*Ampélodesmos mauritanicus*) + + +
 - Chêne kermès (*Quercus coccifera*) + + +
- Romarin (*Rosmarinus officinalis*) +

5.6.1.3. Placette 19

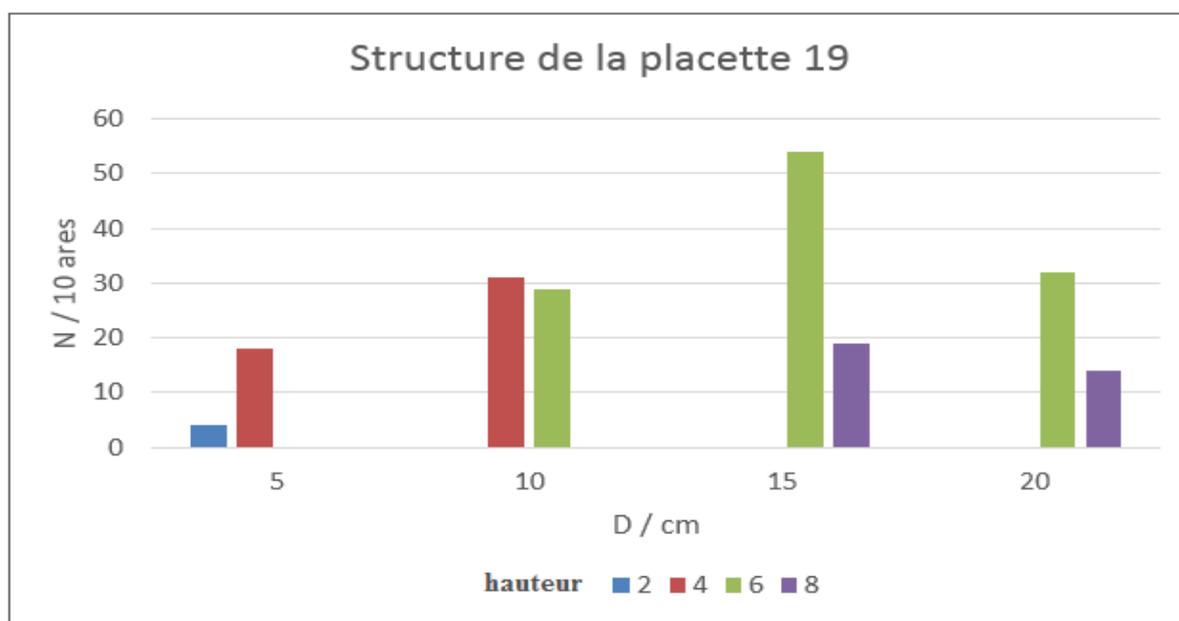


Figure 40 : Présentation de la structure de la placette 19.

5.6.1.3.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Nord-Est.
- Altitude : 900m
- Pente : 5%
- Parcelle 17 (110m Nord, 70m Ouest).

5.6.1.3.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 197 arbres.
- Densité : $N = 1970$ tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : $H_m = 7.00$ m.
- Hauteur dominante : $H_{dom} = 5.55$ m.
- Distance moyenne entre les arbres : $d = 2.62$ m.
- La surface terrière de la placette : $G = 6.5095498$ m²/ 10 ares.
- La surface terrière moyenne : $g_m = 0.030434$ m².
- Diamètre moyenne : $d_g = 10$ cm.
- Circonférence moyenne : $C = 32$ cm.

5.6.1.3.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 85%.

- Groupement de :
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) + + + + +
 - Diss (*Ampélodesmos mauritanicus*) + + +
 - Chêne kermès (*Quercus coccifera*) + + +

5.6.1.4. Placette 23

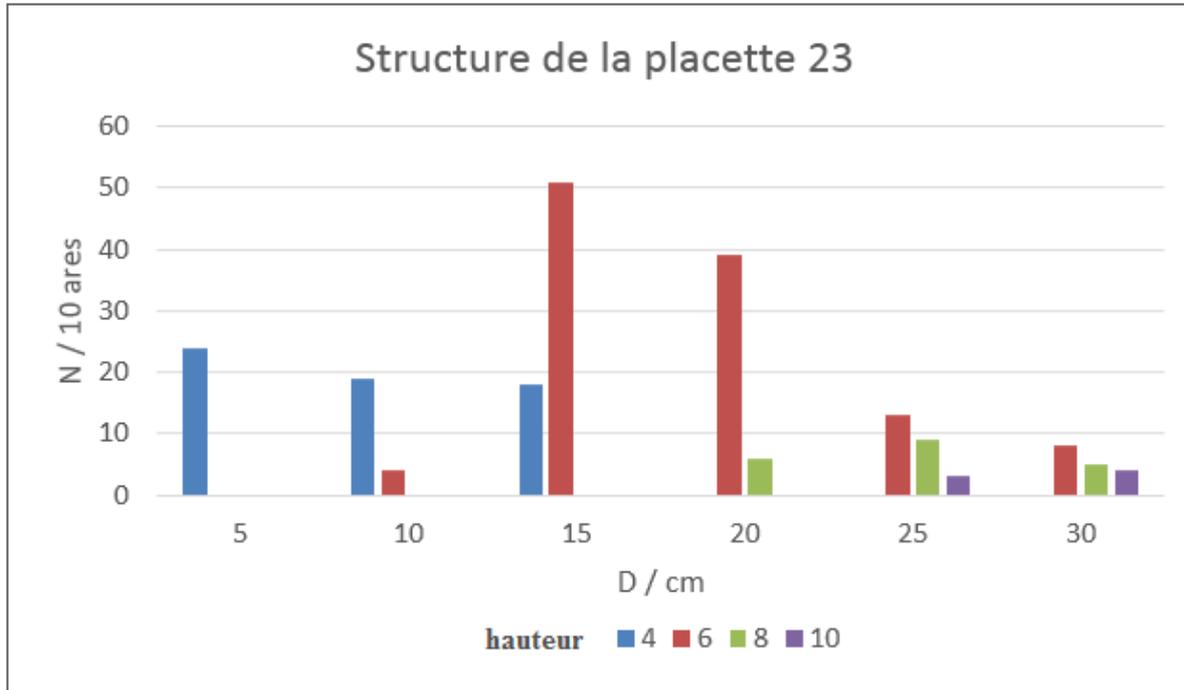


Figure 41 : Présentation de la structure de la placette 23.

5.6.1.4.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Nord-Est.
- Altitude : 970 m
- Pente : 5%
- Parcelle 28 (110m Nord, 90m Ouest).

5.6.1.4.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 202 arbres.
- Densité : N= 2020 tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : Hm = 8.50 m.
- Hauteur dominante : H dom = 5.49 m.
- Distance moyenne entre les arbres : d = 2.44 m.
- La surface terrière de la placette : G = 6.06 m²/ 10 ares.

- La surface terrière moyenne : $g_m = 0.030 \text{ m}^2$.
- Diamètre moyenne : $d_g = 10 \text{ cm}$.
- Circonférence moyenne : $C = 32 \text{ cm}$.

5.6.1.4.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 85%.
- Groupement de :
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) + + + + +
 - Diss (*Ampélodesmos mauritanicus*) + + +
 - Chêne kermès (*Quercus coccifera*) + +
 - Alfa (*Stipa tenacissima*) +
 - Romarin (*Rosmarinus officinalis*) +

5.6.1.5. Placette 26

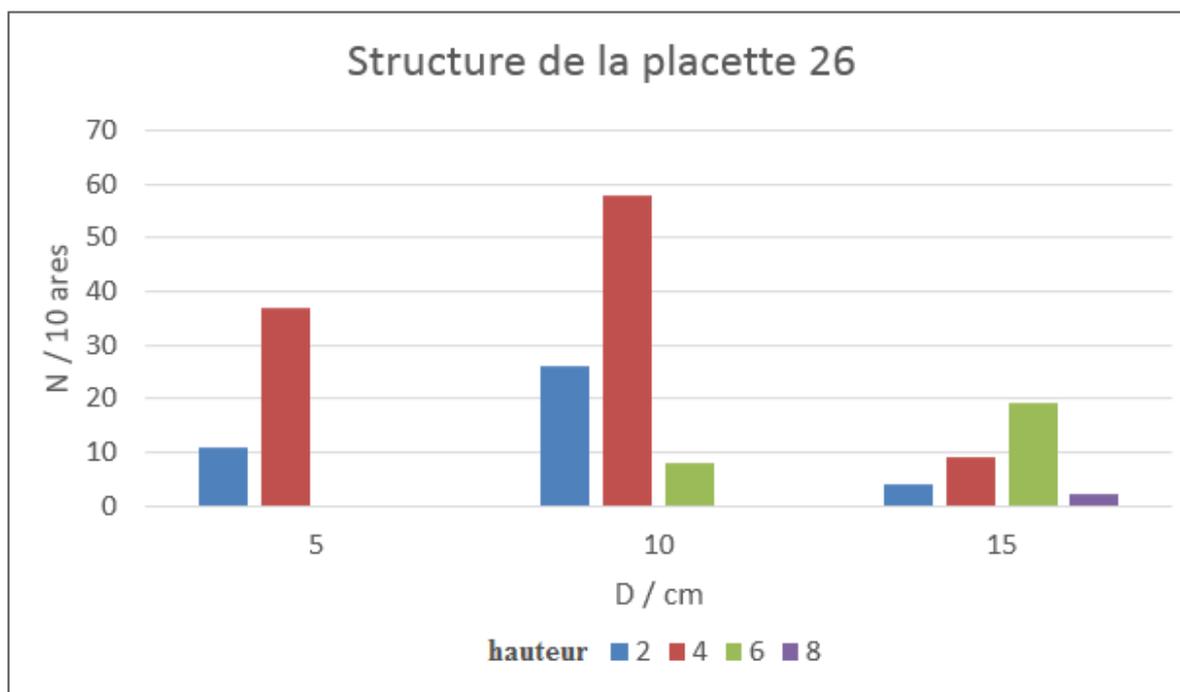


Figure 42 : Présentation de la structure de la placette 26.

5.6.1.5.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Nord-Est.
- Altitude : 950 m
- Pente : 5%
- Parcelle 42 (100m Nord, 80m Ouest).

5.6.1.5.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 172 arbres.
- Densité : $N = 1720$ tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : $H_m = 4.90$ m.
- Hauteur dominante : $H_{dom} = 5.67$ m.
- Distance moyenne entre les arbres : $d = 1.69$ m.
- La surface terrière de la placette : $G = 1.2556$ m²/ 10 ares.
- La surface terrière moyenne : $g_m = 0.0073$ m².
- Diamètre moyenne : $d_g = 9$ cm.
- Circonférence moyenne : $C = 29$ cm.

5.6.1.5.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 80%.
- Groupement de :
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) + + + + +
 - Diss (*Ampélodesmos mauritanicus*) + + +
 - Chêne kermès (*Quercus coccifera*) + + +
 - Alfa (*Stipa tenacissima*) +
 - Romarin (*Rosmarinus officinalis*) +

5.6.1.6. Placette 28

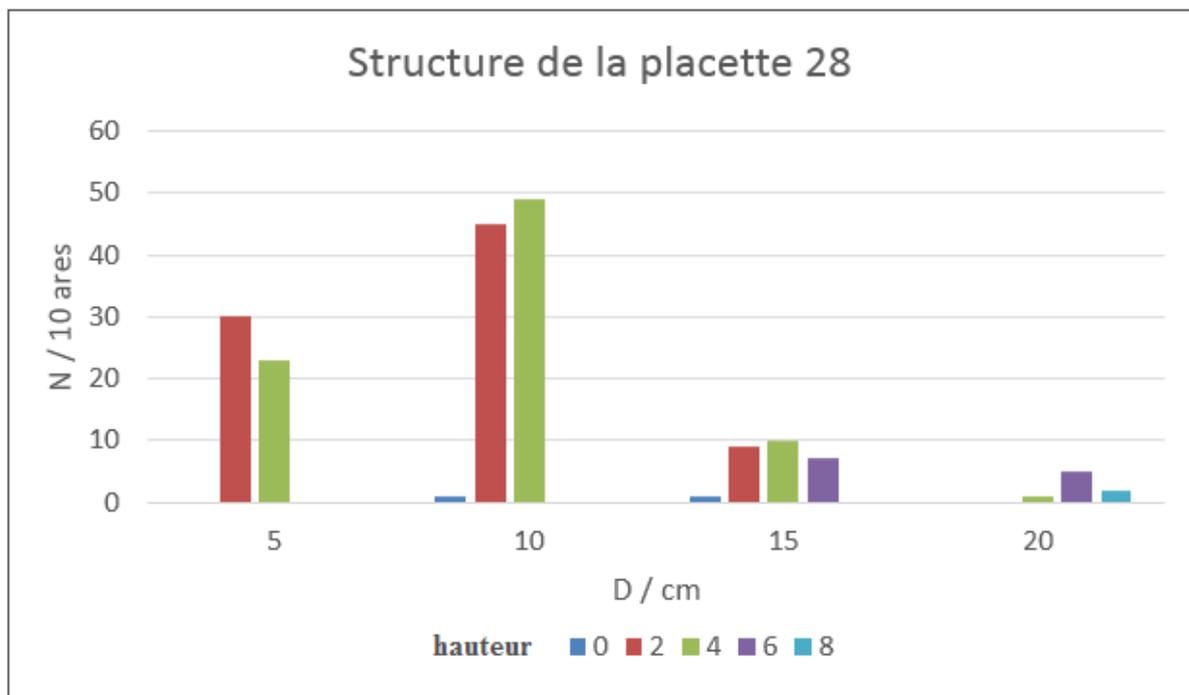


Figure 43 : Présentation de la structure de la placette 28.

5.6.1.6.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Sans.
- Altitude : 910 m
- Pente : nulle.
- Parcelle 46 (70m Nord, 90m Ouest).

5.6.1.6.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges e la placette : 185 arbres.
- Densité : N= 1850 tiges/ ha.

- Hauteur moyenne : $H_m = 4.30$ m.
- Hauteur dominante : $H_{dom} = 4.98$ m.
- Distance moyenne entre les arbres : $d = 1.80$ m.
- La surface terrière de la placette : $G = 1.3616$ m²/ 10 ares.
- La surface terrière moyenne : $g_m = 0.00736$ m².
- Diamètre moyenne : $d_g = 7$ cm.
- Circonférence moyenne : $C = 23$ cm.

5.6.1.6.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 80%.
- Groupement de:
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) + + + + +
 - Diss (*Ampélodesmos mauritanicus*) + + +
 - Chêne kermès (*Quercus coccifera*) + + +

5.6.1.7. Placette 29

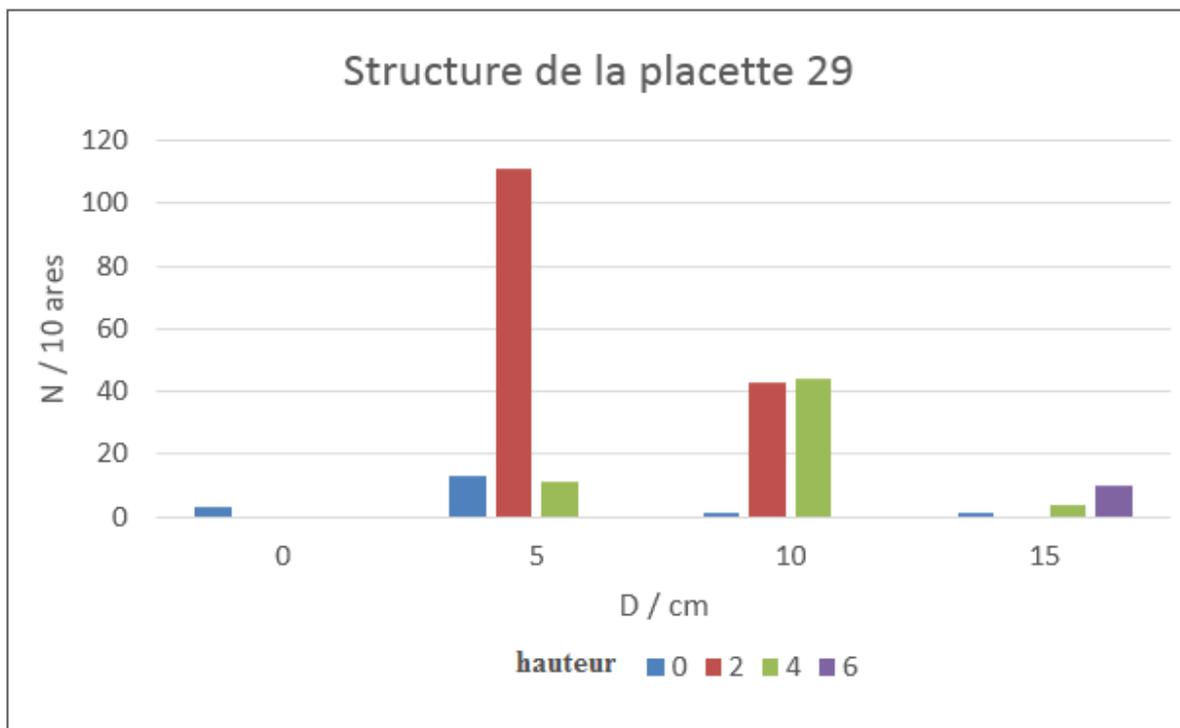


Figure 44 : Présentation de la structure de la placette 29.

5.6.1.7.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Sans.
- Altitude : 890 m
- Pente : nulle.
- Parcelle 33 (80m Nord, 90m Ouest).

5.6.1.7.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 240 arbres.
- Densité : $N = 2400$ tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : $H_m = 5.60$ m.
- Hauteur dominante : $H_{dom} = 6.32$ m.
- Distance moyenne entre les arbres : $d = 1.16$ m.
- La surface terrière de la placette : $G = 1.2048$ m²/ 10 ares.
- La surface terrière moyenne : $g_m = 0.00502$ m².
- Diamètre moyenne : $d_g = 7$ cm.
- Circonférence moyenne : $C = 23$ cm.

5.6.1.7.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 90%.
- Groupement de:
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) +++++
 - Diss (*Ampélodesmos mauritanicus*) + + +
 - Chêne kermès (*Quercus coccifera*) + + +
 - Romarin (*Rosmarinus officinalis*) +

5.6.2. Comparaison et interprétation des données de la première classe de fertilité

5.6.2.1. Données dendrométriques

La première classe de fertilité est composée de sept placettes d'expérimentation, dont quatre placettes de Gaulis et trois placettes de Fourré.

Une comparaison des données de ces sept placettes nous permet de dégager les résultats suivants :

- La densité (N) est donnée en tiges par hectare est peu élevée dans cette première classe, cette densité a une moyenne de 1901 tiges / ha pour ces sept placettes, nous rappelons que les normes pour le pin d'Alep sont de 1000 à 1200 tiges/ ha à l'Age de 30 ans selon Cochet, (in Letreuch, 1982).
- Le diamètre de l'arbre de la surface terrière moyenne (Dg) est une valeur qui exprime l'importance du tronc. Pour cette première classe ca valeur est de 11 cm.
- La surface terrière (G) a une valeur moyenne de 38,02 m² /ha.
- La hauteur dominante (Hd) varie entre 4,98m et 9,60 m pour les sept placettes .
- La hauteur moyenne de peuplement de perchis et jeune futaie prend une valeur moyenne de 6.32 m.

5.6.2.2. Données pédologiques

Les sept placettes de la première classe de fertilité nous ont permis de distinguer que :

- Le sol dépasse généralement une profondeur de 35 cm.
- Le pourcentage de la matière organique est variable, alors que généralement cette classe est caractérisée par une richesse moyenne en matière organique.

5.6.2.3. Données phytosociologies

Pour cette première classe de fertilité, qui regroupe 7 placettes, une comparaison des relevés phytosociologiques avec l'abondance-dominance des espèces, nous a permis de lier cette première classes de fertilité aux espèces suivantes :

- **Pin d'Alep** (*Pinus halepensis*)

Cette espèce dont les critères ont été cités auparavant montre que :

- Une croissance et une vigueur comme le reflètent fort bien les résultats dendrométriques de ces placettes.
- Un bon état sanitaire et une bonne répartition des arbres et couvert élevé et fermé.
- Une abondance-dominance très forte pour les sept placettes.

- **Diss** (*Ampélodesmos mauritanicus*)

Cette espèce a été présente dans toutes les placettes de la première classe de fertilité, avec une abondance-dominance variable et témoigne d'un bon ensoleillement et d'une humidité de sol importante.

- **Chêne kermès**(*Quercus coccifera*)

Espèce chaude et craignant le froid, indicatrice des sols aimant et distinguée par sa présence au niveau de toutes les placettes de cette première classe.

- D'autres espèces semblent moins fréquentes (**Alfa, Romarin**) ou totalement absentes (**Thuya de berberie**).

5.7. Deuxième classe de fertilité

5.7.1. Présentation des résultats des placettes (16 – 21 – 22 – 25 et 30).

5.7.1.1. Placette 16

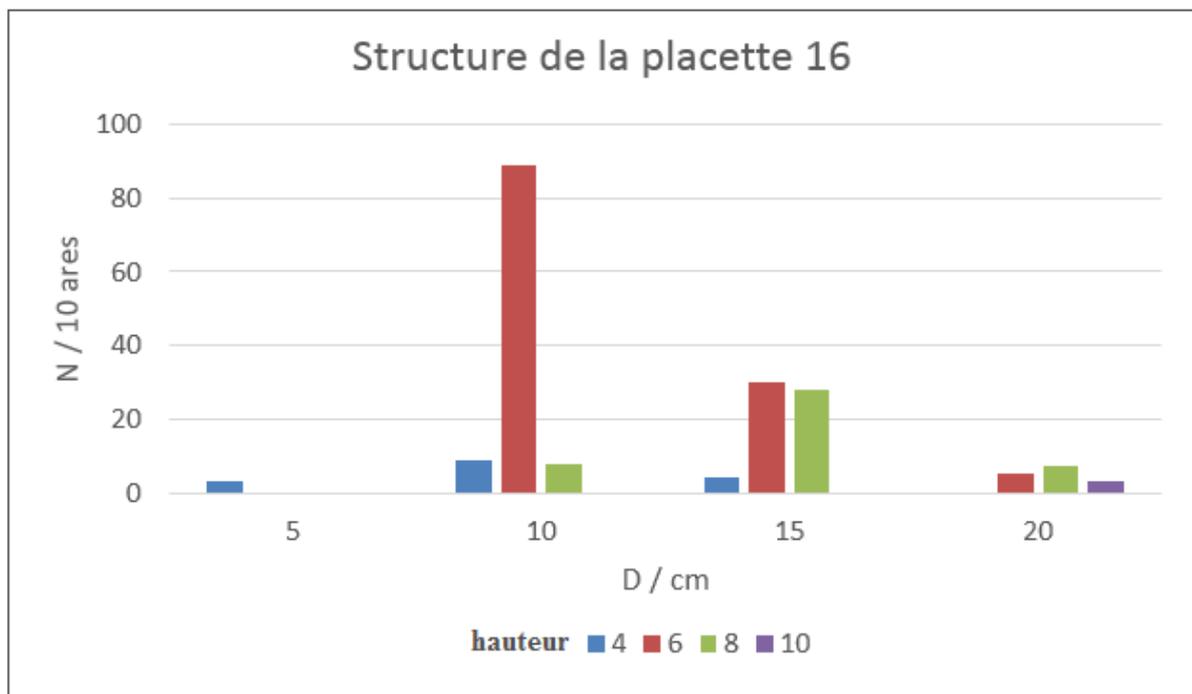


Figure 45 : Présentation de la structure de la placette 16.

5.7.1.1.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Est.
- Altitude : 950m
- Pente : 10 %.

- Parcelle : 21 (60m Nord, 40m Ouest).

5.7.1.1.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 182 arbres.
- Densité : $N = 1820$ tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : $H_m = 6.66$ m.
- Hauteur dominante : $H_{dom} = 6.15$ m.
- Distance moyenne entre les arbres : $d = 1.99$ m.
- La surface terrière de la placette : $G = 3.64$ m²/ 10 ares.
- La surface terrière moyenne : $g_m = 0.02$ m².
- Diamètre moyenne : $d_g = 11$ cm.
- Circonférence moyenne : $C = 35$ cm.

5.7.1.1.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 90%.
- Groupement de :
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) +++++
 - Filaire (*Phillyrea angustifolia*) + + +
 - Diss (*Ampélodesmos mauritanicus*) +
 - Chêne kermès (*Quercus coccifera*) +

5.7.1.2. Placette 21

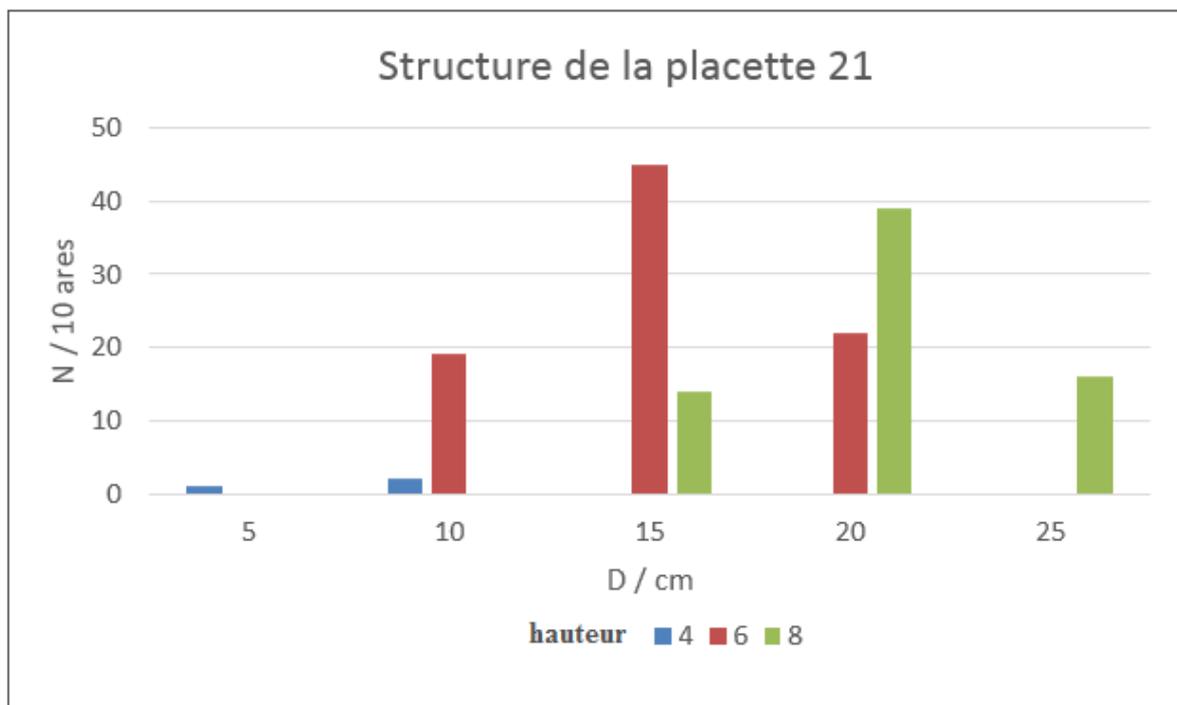


Figure 46 : Présentation de la structure de la placette 21.

5.7.1.2.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Nord.
- Altitude : 1000m
- Pente : 10%
- Parcelle 10 (80m Nord, 100m Ouest).

5.7.1.2.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 158 arbres.
- Densité : $N = 1580$ tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : $H_m = 5.90$ m.
- Hauteur dominante : $H_{dom} = 6.70$ m.
- Distance moyenne entre les arbres : $d = 2.07$ m.
- La surface terrière de la placette : $G = 4.23914$ m²/ 10 ares.
- La surface terrière moyenne : $g_m = 0.02683$ m².
- Diamètre moyenne : $d_g = 12$ cm.
- Circonférence moyenne : $C = 38$ cm.

5.7.1.2.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 75%.
- Groupement de :
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) + + + + +
 - Filaire (*Phillyrea angustifolia*) + + +
 - Diss (*Ampélodesmos mauritanicus*) +
 - Chêne kermès (*Quercus coccifera*) +

5.7.1.3. Placette 22

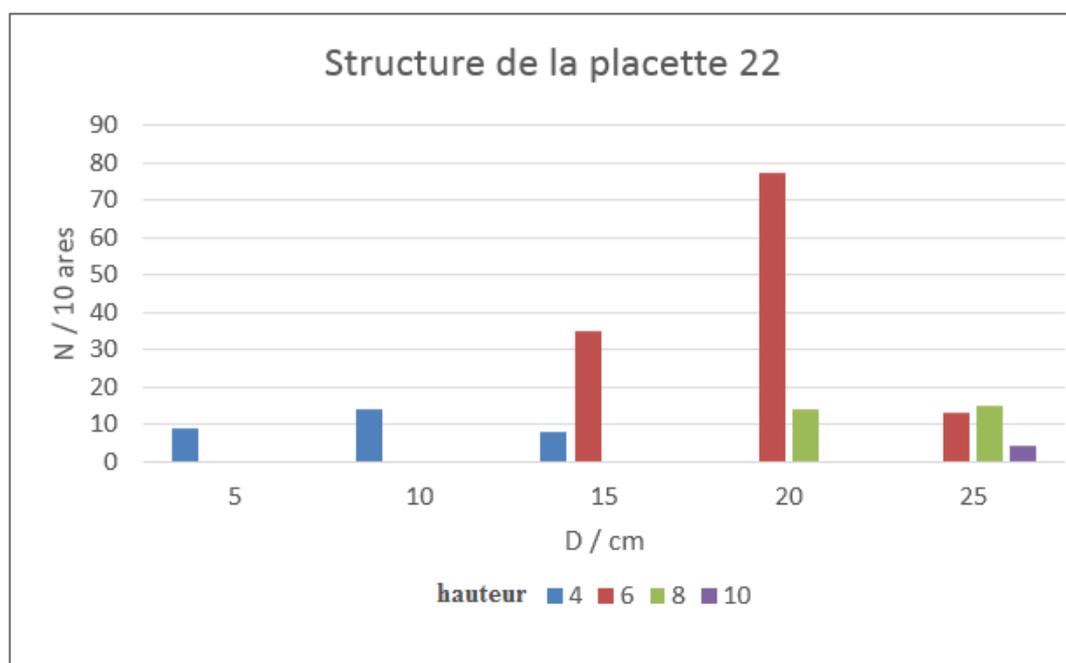


Figure 47 : Présentation de la structure de la placette 22.

5.7.1.3.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Nord-Ouest.
- Altitude : 1050m
- Pente : 15%
- Parcelle 19 (130m Nord, 60m Ouest).

5.7.1.3.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 188 arbres.
- Densité : N= 1880 tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : Hm = 6.10 m.

- Hauteur dominante : $H_{dom} = 5.86$ m.
- Distance moyenne entre les arbres : $d = 2.73$ m.
- La surface terrière de la placette : $G = 4.70$ m²/ 10 ares.
- La surface terrière moyenne : $g_m = 0.025$ m².
- Diamètre moyenne : $d_g = 13$ cm.
- Circonférence moyenne : $C = 42$ cm.

5.7.1.3.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 85%.
- Groupement de :
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) +++++
 - Filaire (*Phillyrea angustifolia*) +++
 - Alfa (*Stipa tenacissima*) +
 - Romarin (*Rosmarinus officinalis*) +

5.7.1.4. Placette 25

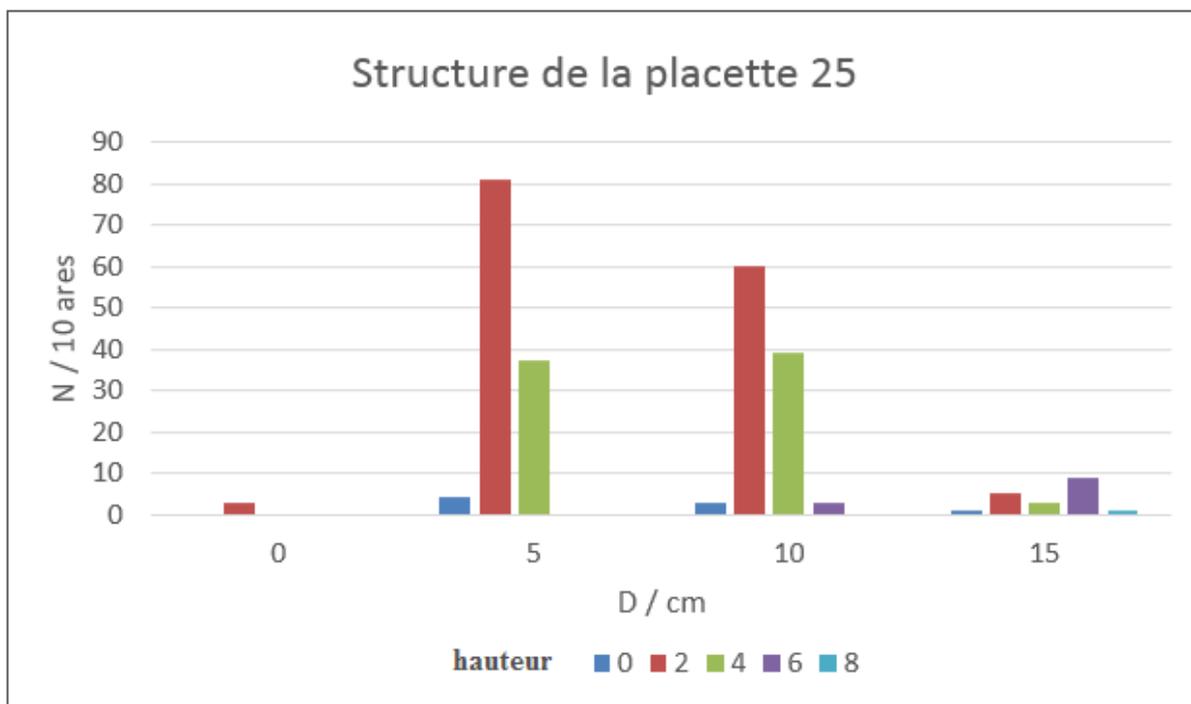


Figure 48 : Présentation de la structure de la placette 25.

5.7.1.4.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Nord.
- Altitude : 990 m
- Pente : 15%
- Parcelle 37 (110m Nord, 60m Ouest).

5.7.1.4.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 249 arbres.
- Densité : $N = 2490$ tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : $H_m = 6.50$ m.
- Hauteur dominante : $H_{dom} = 6.56$ m.
- Distance moyenne entre les arbres : $d = 1.37$ m.
- La surface terrière de la placette : $G = 1.41183$ m²/ 10 ares.
- La surface terrière moyenne : $g_m = 0.00567$ m².
- Diamètre moyenne : $d_g = 7$ cm.
- Circonférence moyenne : $C = 24$ cm.

5.7.1.4.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 90%.
- Groupement de :
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) +++++
 - Filaire (*Phillyrea angustifolia*) + + +
 - Diss (*Ampélodesmos mauritanicus*) +

5.7.1.5. Placette 30

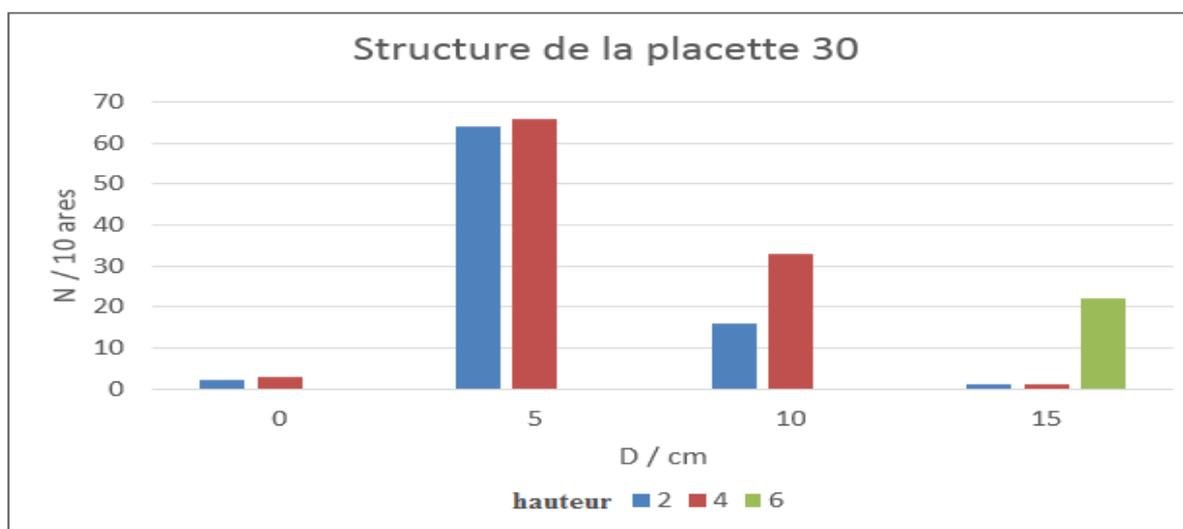


Figure 49 : Présentation de la structure de la placette 30.

5.7.1.5.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Nord.
- Altitude : 990 m
- Pente : 5%.
- Parcelle 41 (110m Nord, 60m Ouest).

5.7.1.5.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 207 arbres.
- Densité : $N = 2070$ tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : $H_m = 3.70$ m.
- Hauteur dominante : $H_{dom} = 4.19$ m.
- Distance moyenne entre les arbres : $d = 1.29$ m.
- La surface terrière de la placette : $G = 0.75762$ m²/ 10 ares/ 10 ares.
- La surface terrière moyenne : $g_m = 0.00366$ m².
- Diamètre moyenne : $d_g = 6$ cm.
- Circonférence moyenne : $C = 19$ cm.

5.7.1.5.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 85%.
- Groupement de :
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) +++++
 - Filaire (*Phillyrea angustifolia*) + + +
 - Chêne kermès (*Quercus coccifera*) +
 - Romarin (*Rosmarinus officinalis*) +

5.7.2. Comparaison et interprétation des données de la deuxième classe de fertilité

5.7.2.1. Données dendrométriques

La deuxième classe de fertilité est constituée de 5 placettes, dont trois placettes de Gaulis et deux placettes de Fourré.

- La densité (N) est variable d'une placette à l'autre, cela confirme le fait que la forêt n'a bénéficié d'aucune opération sylvicole, la densité moyenne est de : 1968 tiges/ha pour les ces placettes.
- Le diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne (Dg) a une valeur de 9.8 cm.
- Si la surface terrière moyenne a une valeur moyenne de 29,46 m²/ha.
- La hauteur dominante prend des valeurs entre 4,19 m et 6,70 m.
- La hauteur moyenne de peuplement de gaulis et de fourré prend une valeur moyenne de 5,77 m.

5.7.2.2. Données pédologiques

Les cinq placettes de la deuxième classe de fertilité nous ont permis de distinguer que :

- La profondeur du sol meuble et prospecté par les racines varie de 12 à 23 cm. La couche superficielle est toujours occupée par une litière décomposée ou en voie de décomposition.
- Cette classe peut être caractérisée par une décomposition moyenne de la matière organique, mais le pourcentage de cette matière reste faible.

5.7.2.3. Données phytosociologiques

Les cinq relevés phytosociologiques réalisés donc cette deuxième classe de fertilité de la forêt de Benjloud, nous permettent de déceler que :

- Les arbres du pin d'Alep constituent un bon couvert et que la projection des houppiers sur le sol couvre pratiquement toute la surface de la placette.
- **Pin d'Alep** (*Pinus halepensis*) : espèce pionnière à une abondance-dominance très forte.
- **Filaire** (*Phillyrea angustifolia*) : cette espèce à une abondance-dominance forte.
- **Diss** (*Ampélodesmos mauritanicus*) : est présente dans 2 placettes sur cinq, parallèlement son abondance-dominance est faible.
- **Chêne kermès** (*Quercus coccifera*) : Cette espèce demeure présente pratiquement dans toutes les placettes.

5.8. Troisième classe de fertilité

5.8.1. Présentation des résultats des placettes (18 - 20 - 24 - 27 et 31).

5.8.1.1. Placette 18

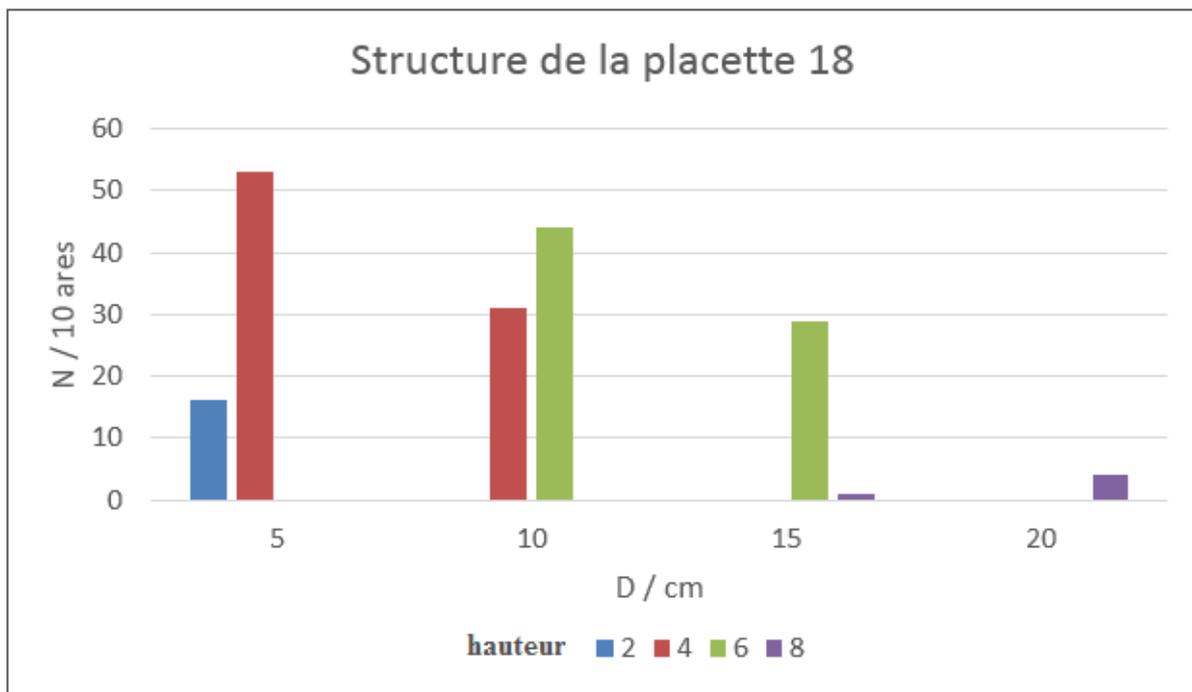


Figure 50 : Présentation de la structure de la placette 18.

5.8.1.1.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Est.
- Altitude : 920m
- Pente : 22%.
- Parcelle 9 (60m Nord, 120m Ouest).

5.8.1.1.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 178 arbres.
- Densité : $N = 1780$ tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : $H_m = 6.5$ m.
- Hauteur dominante : $H_{dom} = 4.60$ m.
- Distance moyenne entre les arbres : $d = 1.45$ m.
- La surface terrière de la placette : $G = 3.56$ m²/ 10 ares.
- La surface terrière moyenne : $g_m = 0.02$ m².
- Diamètre moyenne : $d_g = 12$ cm.
- Circonférence moyenne : $C = 38$ cm.

5.8.1.1.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 90%.
- Groupement de :
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) + + + + +
 - Thuya de berberie (*Tetraclinis articulata*) + + +
 - Alfa (*Stipa tenacissima*) +

5.8.1.2. Placette 20

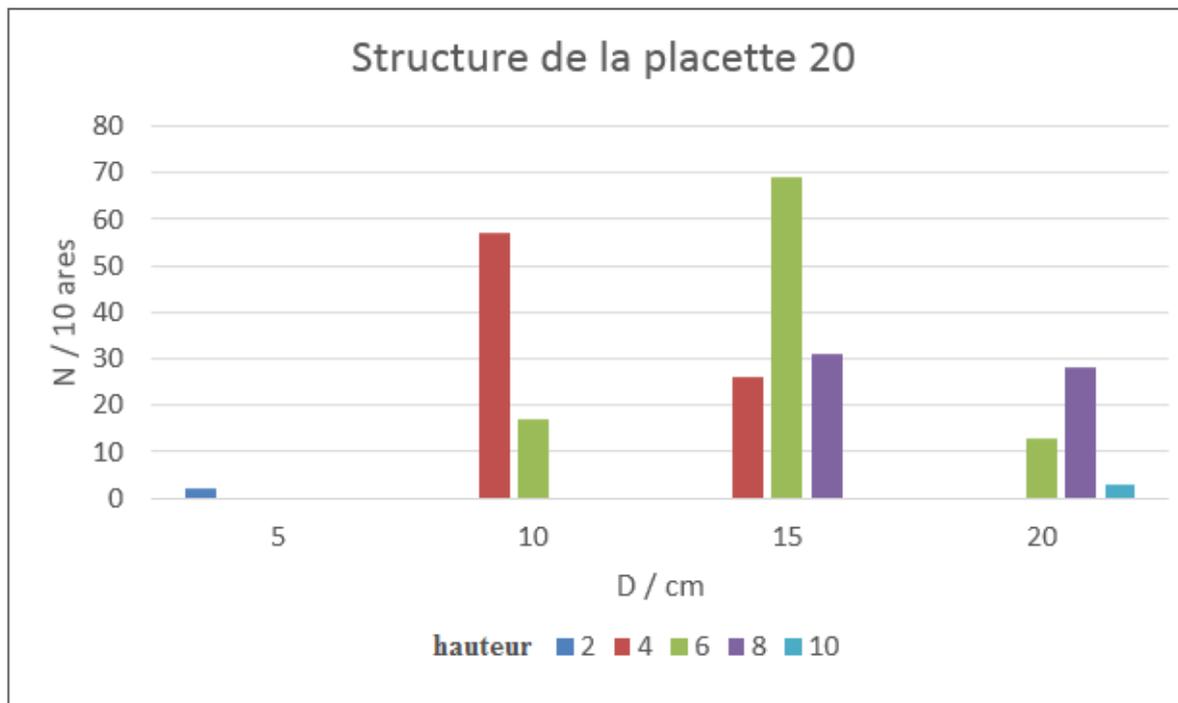


Figure 51 : Présentation de la structure de la placette 20.

5.8.1.2.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Ouest.
- Altitude : 1050m
- Pente : 22%
- Parcelle 26 (60m Nord, 90m Ouest).

5.8.1.2.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 213 arbres.
- Densité : $N = 2130$ tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : $H_m = 5.40$ m.
- Hauteur dominante : $H_{dom} = 5.29$ m.
- Distance moyenne entre les arbres : $d = 2.005$ m.
- La surface terrière de la placette : $G = 4.589085$ m²/ 10 ares.
- La surface terrière moyenne : $g_m = 0.021545$ m².
- Diamètre moyenne : $d_g = 13$ cm.
- Circonférence moyenne : $C = 41$ cm.

5.8.1.2.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 95%.
- Groupement de : - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) +++++
- Thuya de berberie (*Tetraclinis articulata*) + + +
- Alfa(*Stipa tenacissima*) +

5.8.1.3. Placette 24

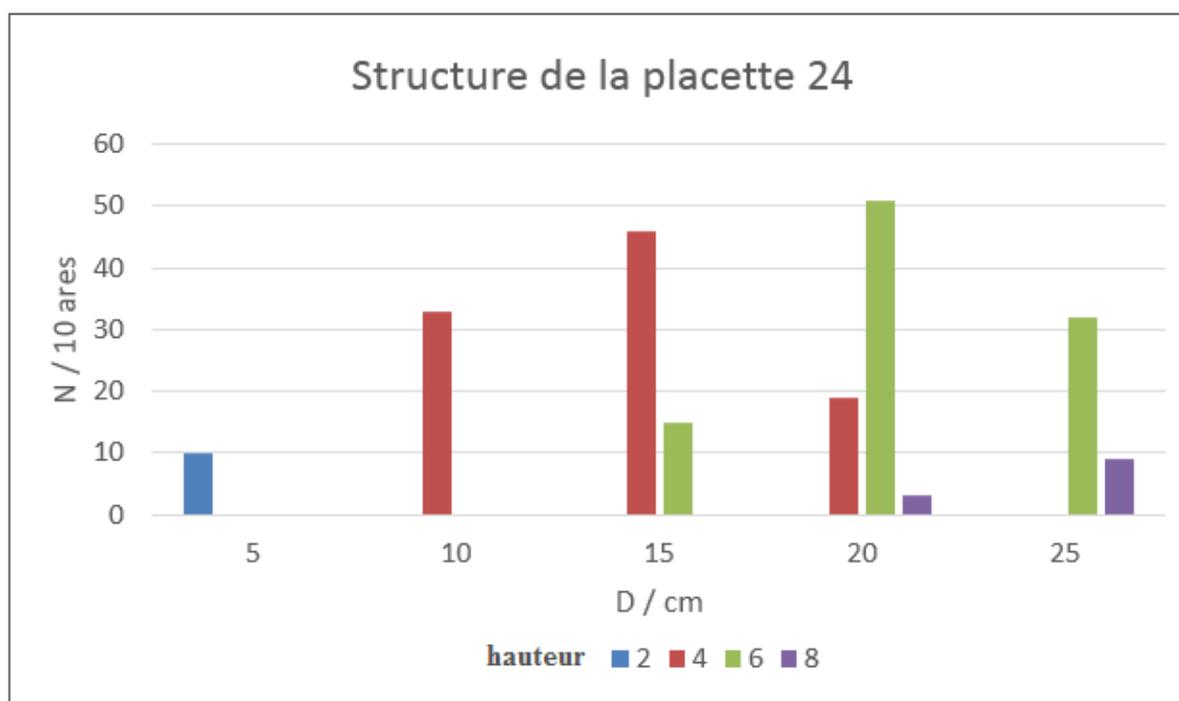


Figure 52 : Présentation de la structure de la placette 24.

5.8.1.3.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Est.
- Altitude : 1210 m
- Pente : 10%
- Parcelle 29 (90m Nord, 60m Ouest).

5.8.1.3.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 228 arbres.
- Densité : N= 2280 tiges/ ha.

- Hauteur moyenne : $H_m = 6.60$ m.
- Hauteur dominante : $H_{dom} = 4.91$ m.
- Distance moyenne entre les arbres : $d = 1.87$ m.
- La surface terrière de la placette : $G = 4.56$ m²/ 10 ares.
- La surface terrière moyenne : $g_m = 0.02$ m².
- Diamètre moyenne : $d_g = 13$ cm.
- Circonférence moyenne : $C = 41$ cm.

5.8.1.3.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 95%.
- Groupement de :
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) +++++
 - Thuya de berberie (*Tetraclinis articulata*) ++
 - Alfa (*Stipa tenacissima*) +
- Romarin (*Rosmarinus officinalis*) +

5.8.1.4. Placette 27

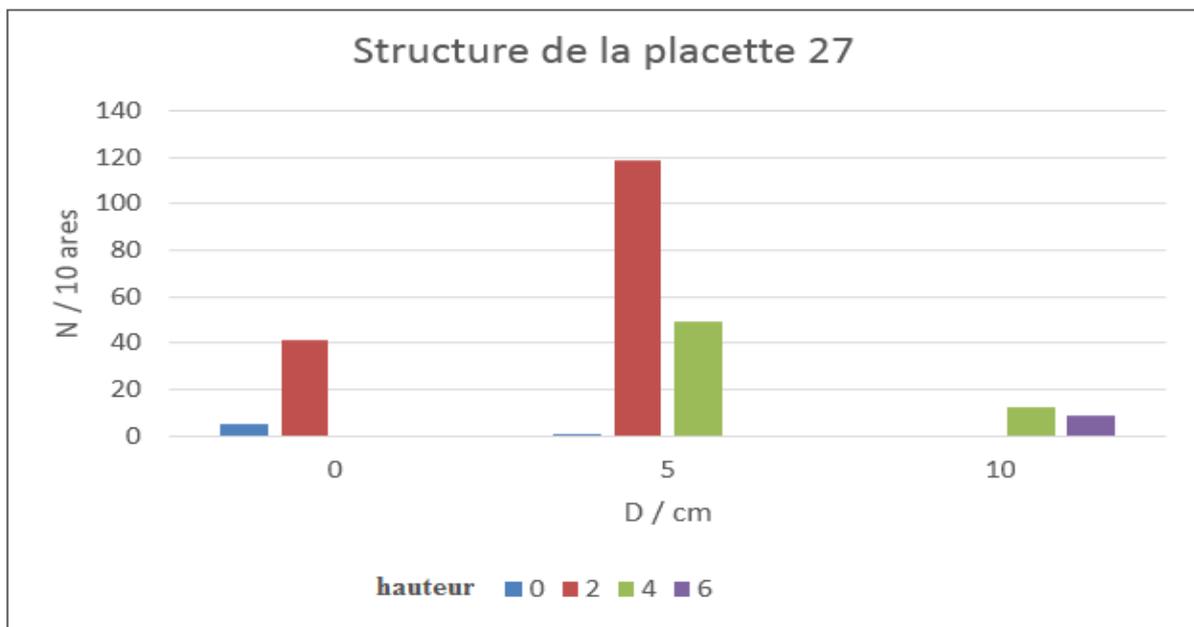


Figure 53 : Présentation de la structure de la placette 27.

5.8.1.4.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Sud-Ouest.
- Altitude : 1200 m
- Pente : 20%
- Parcelle 36 (110m Nord, 90m Ouest).

5.8.1.4.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 237 arbres.
- Densité : N= 2370 tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : Hm = 4.70 m.
- Hauteur dominante : H dom = 5.34 m.
- Distance moyenne entre les arbres : d = 1.38 m.
- La surface terrière de la placette : G = 0.39165 m²/ 10 ares.
- La surface terrière moyenne : gm = 0.00165m².
- Diamètre moyenne : dg = 4 cm.
- Circonférence moyenne : C = 12 cm.

5.8.1.4.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 85%.
- Groupement de :
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) + + + + +
 - Thuya de berberie (*Tetraclinis articulata*) + + +
 - Alfa (*Stipa tenacissima*) +
- Romarin (*Rosmarinus officinalis*) +

5.8.1.5. Placette 31

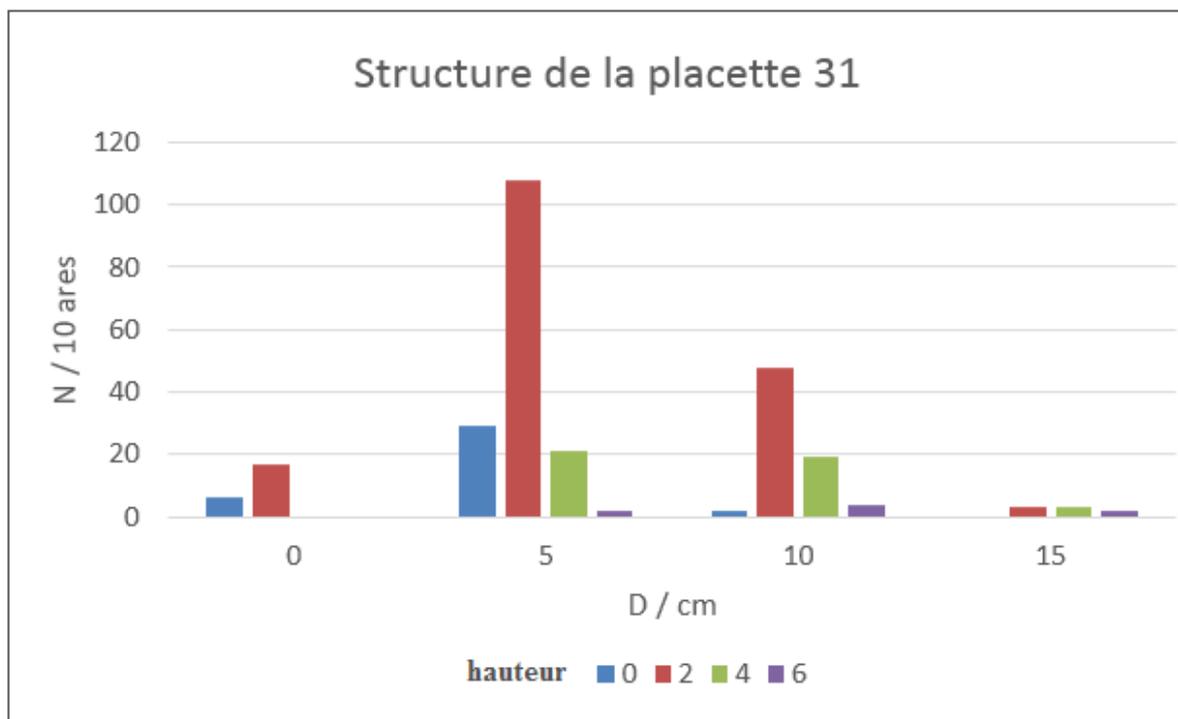


Figure 54 : Présentation de la structure de la placette 31.

5.8.1.5.1. Caractéristiques Orographiques et localisation

- Exposition : Sud-Ouest.
- Altitude : 1100 m
- Pente : 10%.
- Parcelle 54 (110m Nord, 90m Ouest).

5.8.1.5.2. Caractéristiques dendrométriques

- Nombre de tiges de la placette : 297 arbres.
- Densité : $N = 2970$ tiges/ ha.
- Hauteur moyenne : $H_m = 4.50$ m.
- Hauteur dominante : $H_{dom} = 5.60$ m.
- Distance moyenne entre les arbres : $d = 0.78$ m.
- La surface terrière de la placette : $G = 0.594$ m²/ 10 ares.
- La surface terrière moyenne : $g_m = 0.002$ m².
- Diamètre moyenne : $d_g = 5$ cm.
- Circonférence moyenne : $C = 16$ cm.

5.8.1.5.3. Caractéristiques phytosociologiques

- Couvert général : 95%.
- Groupement de :
 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) + + + + +
 - Thuya de berberie (*Tetraclinis articulata*) + + +
 - Alfa (*Stipa tenacissima*) + +
 - Romarin (*Rosmarinus officinalis*) +

5.8.2. Comparaison et interprétation des données de la troisième classe de fertilité

5.8.2.1. Données dendrométriques

La troisième classe de fertilité est composée de trois placettes d'expérimentation de stade de développement gaulis et deux placettes de stade fourré.

Une comparaison des données de ces cinq placettes nous permet de dégager les résultats suivants :

- La densité (N) est très importante dans cette classe, les arbres sont très serrés la concurrence racinaire et aérienne évidente.
- La densité moyenne est de : 2294 tiges/ha.
- Le diamètre de l'arbre de la surface terrière moyenne (Dg) prend une valeur de 9.40cm.
- La surface terrière moyenne (G) a une valeur de 27.37 m²/ha dans ces placettes.

Pour cette classe, la valeur de la hauteur dominante varie entre 4,60 m et 5,60 m.

- La hauteur moyenne a une valeur de 5,54 m.

5.8.2.2. Données pédologiques

Les cinq placettes de la troisième classe de fertilité nous ont permis de distinguer que :

- Une profondeur de sol peut être importante allant de 12 cm à 23cm.
- Un très faible pourcentage de l'existence de la matière organique.

5.8.2.3. Données phytosociologiques

Les 4 relevés phytosociologiques réalisés dans cette troisième classe de fertilité, nous laisse croire à un changement de milieu d'une classe à l'autre. Si la densité a beaucoup augmenté dans cette classe par rapport aux autres, le couvert général est devenu plus complet et la concurrence aérienne plus intense.

- Les arbres du pin d'Alep sont devenus plus abondants que dominants.
- **Chêne kermès** (*Quercus coccifera*) : espèce présente dans les deux autres classes, elle est aussi présente dans cette classe mais avec+9 une abondance-dominance plus faible.
- **Thuya de Berberie**(*Tetraclinis articulata*) : est présent presque dans tous les relevés ce qui montre que cette espèce indicatrice de milieu pauvre et dégradé, accompagne le pin d'Alep dans les mauvaises stations.
- La même remarque peut s'appliquer pour l'**Alfa**(*Stipa tenacissima*) et le **Romarin**(*Rosmarinus officinalis*) qui deviennent plus abondants dans cette classe.
- Par contre, des espèces comme **Diss**(*Ampelodesmos mauritanicus*), **Filaire**(*Phillyrea angustifolia*) deviennent moins fréquentes à absentes dans ce cortège floristique.

5.9. Interception des paramètres dendrométriques calculés des trois classes précédentes.

Tableau 24 : Comparaison entre les paramètres dendrométriques calculés au niveau des 17 placettes auparavant mentionné.

	N (tiges/ha)	G (m ² /ha)	H d (m)	Hm (m)	Dg (cm)
Classe I	1091	38	4,98 – 9,60	6,32	11
Classe II	1968	29.46	4,19 – 6,70	5,77	9,80
Classe III	2294	27	4,60 – 5,60	5,5	9,40

Les paramètres dendrométriques calculés au niveau des 17 placettes des stades de développements gaulis et fourré de la forêt de Benjloud, répartis entre 3 classes de fertilité

nous paraissent suffisants pour connaître les conditions sylvicoles de cette forêt naturelle qui n'a connue jusqu'à maintenant aucune action sylvicole.

La densité (N) remonte de la première classe vers la troisième classe. L'augmentation de la densité diminue l'espace entre les arbres et cause une concurrence aérienne et racinaire et cela se constate par la diminution de la surface terrière, l'arbre de diamètre moyen, la hauteur dominante et la hauteur moyenne des peuplements.

5.9.1. Relations dendro-pédo-phytosociologiques

D'après les analyses dendrométriques, pédologiques et phytosociologiques, cette essence a peut-être caractérisée comme suit :

- La première classe de fertilité est caractérisée par une densité très normale ou les peuplements sont en bon état sanitaire avec une bonne répartition des arbres et un couvert élevé et fermé sur un sol profond, permettant aux racines de chercher l'eau retenue par une bonne structure et une texture riche en argile et plus riche en matière organique.

Ces constatations peuvent être confirmées par la présence d'espèces qui caractérisent cette classe, à savoir le diss (*Ampelodesma mauritanica*) qui témoigne d'un bon ensoleillement et d'une humidité du sol importante ainsi que d'autres espèces indicatrices des bonnes conditions édaphiques et climatiques comme le lierre (*Quercus coccifera*). D'autres espèces semblent moins fréquentes (Alfa, romarin) ou totalement absentes (thuya de berberie).

- La deuxième classe de fertilité est caractérisée par un couvert moins élevé, sur un sol de profondeur moyenne avec une texture à tendance sablonneuse. L'argile est peu représentée et la richesse du sol en matière organique est moyenne à bonne. Dans ces conditions, l'enracinement est gêné, et l'eau ne peut être retenue longtemps. Comme espèces caractéristique, on trouve la globulaire (*globularia alypum*), la filaire (*phylaria angustifolia*) et le genêt (*genista angustifolia*). Quelques espèces de la première classe de fertilité restent présentes avec une faible abondance.

- La troisième classe de fertilité est caractérisée par une densité très importante ou les arbres sont très serrés, avec une concurrence aérienne et racinaire évidente. Le sol est peu profond, pauvre en matière organique, formé généralement d'un seul horizon à texture sablonneuse. Les espèces les plus fréquentes dans cette classe sont le thuya de berberie (*tetraclinis articulata*) : espèce indicatrice de milieux pauvres et dégradés, accompagné parfois par le pin d'Alep, l'Alfa et le romarin.

Enfin on peut conclure que les peuplements de bons états (bien venant) correspondent à la première classe de fertilité, les peuplements d'un état moyen (moyennement venant) correspondent à la deuxième classe de fertilité et les peuplements (mal venant) correspondent à la troisième classe de fertilité.

Conclusion générale

Dans le cadre de cette recherche, une étude réalisée dans la forêt naturelle de Benjloud (Oum Trif), commune d'Ain El Hadjar, Wilaya de Saida, nous a permis, d'une part de faire des avancées sur la typologie et fertilité des stations forestière, par la réalisation de la cartographie comme un outil d'évaluation de la productivité du pin d'Alep.

Cette recherche étudie les caractéristiques orographiques, dendrométriques, pédologique et phytosociologiques ainsi que les conditions de croissance du pin d'Alep et d'autre part, d'ouvrir de nouvelles perspectives dans le domaine de la gestion et l'aménagement forestière.

Comme elle s'est assignée pour objectif principal de déterminer les différentes classes de fertilité et d'explorer les conditions de l'accroissement moyen annuel en volume et en milieu stationnel.

Les résultats obtenus sont compatibles avec l'hypothèse selon laquelle : la typologie de cette forêt permet une vision et une description utile des formations forestières et surtout des peuplements en vue d'un aménagement rationnel et adapté.

Ces résultats confirment l'existence de trois classes de fertilités, à l'aide de cet outil, il est possible de proposer une évaluation, permettant de générer un modèle riche et adapté pour le traitement sylvicole et l'amélioration de production.

Références bibliographiques

1. AMMARI Y., SGHAIER T., KHALDI A. et GARCHI S. 2001. Productivité du pin d'Alep en Tunisie : table d Production. Annales de L'INGREF N° Spécial. 239-246.
2. AYARI A., MOYA D., REJEB M.N., BEN MANSOURA A., ALBOUCHI A., DE LAS HERAS J., FEZZANI T. et HENCHI B., 2011. Geographical Variation on cone and seed production of natural pinus halepensis Mill. Forests in tunisia. Journal of Arid Environment, 75 (5) : 403-410.
3. B.N.D.E.R., 1992. Etude du développement agricole dans la wilaya de Saida. Rapport final et documents annexes, 297 p.
4. BECKER M., 1985. Avantages et limites de l'étude de la végétation spontanée pour la typologie des stations forestières. Comptes rendus des Séances de l'Académie d'Agriculture de France, 72 (10) : 875-882.
5. BECKER M., 1989. The role of climate on present and past vitality of Silver fir forests in the Vosges Montais of Northeastern France. Can J For Res 19, 1110-1117.
6. 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.
7. BELGHAZI B., EZZAHIRI M. et ROMAN F., 2000. Productivité de peuplements naturels de pin d'Alep (*Pinus halepensis* M.) dans la forêt de Tamga (Haut Atlas, Maroc). Cahiers Agricultures, 9 (1), 39-46.
8. BENABDELI K., KEFIFA A. et LABANI A., 2006. Fluctuations climatiques et dynamique de l'occupation de l'espace dans la commune d'Ain El Hadjar (Saïda, Algérie). Art SCI. Sécheresse 17 (3) : 391-398 p.
9. BENTOUATI A., 2006. Croissance, productivité et aménagement des forêts de pin d'Alep (*Pinus halepensis* M.) du massif d'Ouled Yaegoub (Khenchela-Aurès). Thèse de doctorat d'état en sciences Agronomiques. Université Colonel El Hadj Lakhdar, Batna, Algérie. 119 p.
10. BENZIANE A., 2007. Contribution à l'étude de la végétation dans la commune d'Ain El-Hadjar de Saida. Mém ing en biologie, Univ Saida. Algérie, 119 p.
11. BERNARD P., 2013. Le pin d'Alep en France. Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20, rue des Grands-Augustins, Paris, 159 P.

12. BNEF., 1994. Etude d'aménagement des forêts domaniales de Tebrouria et Oum Trif, phase IV, 30 p.
13. Bouchon j, 1984. Les tarifs de cubage, école national du génie rurale des eaux et forêts, Nancy, France, 57p
14. BRETHERS A., 1991. La typologie des stations forestières et l'aménagement forestier. ONF – bulletin technique, (21) : 99 – 104.
15. BROCHIERO F., 1997. Ecologie et croissance du pin d'Alep en Provence calcaire. Mémoire de fin d'étude CEMAGRF AIX en Provence, ENREF, 73 p.
16. CHAKROUN M.L., 1986. Le pin d'Alep en Tunisie. Options Méditerranéennes. Série Etude CIHEAM 86/1, 25-27.
17. CHAUNU M., 1991. Typologie e cartographie des stations forestières en Normandie. ONF- bulletin technique. (21) : 105-111.
18. CHICOV k, 1991. Cours de dendrométrie. Polycopies de 3^{ème} et 4^{ème} années, institut de foresterie, Tlemcen, 102p.
19. CHRISTIAN S., JEAN M. et JACQUES D., 2005. Guide de la fertilisation raisonnée. Groupe France agricole 8, cité paradis. France Agricole, 407 P.
20. COUHERT B. et DUPLAT P., 1993. Le pin d'Alep. Rencontres forestiers-chercheurs en forêt méditerranéenne. La Grande-Motte (34), 6-7 octobre 1993. Ed. INRA, Paris 1993. (Les colloques n° 63), 125-147.
21. DELPECH P., 1985. Typologie des stations forestières. Ministère de l'Agriculture (direction des forêts), Institut pour le développement forestier, 243 p.
22. DUBOURDIEU J., 1997. Manuel d'aménagement forestier. Technique et documentation LAVOISIER. 13 p.
23. FADY B., SEMERCI H. et VENDRAMIN G.G., 2003. Euforgen, Technical guidelines for genetic conservation and use for Alepo pine (*Pinus halepensis*) and brutia pine (*pinus brutia*). International plan genetic resource institute. rome, 6 P.
24. FETATI R., 1996. Bilan productif de cinq espèces résineuses dans un étage sub-humide. Cas de la forêt de Bainem. Mém ing en Sci.Agron, Institut National d'Agronomie, El-Harrach, Alger, 92 p.
25. GAUDIN S., THEISEN P. et VANDERHEEREN N., 2005. Mieux connaître sa forêt grâce à la typologie des peuplements. CRPF de Champagne Ardenne. Juillet 2005. Vol, 2.21, P 24.
26. GAUSSEN H., 1954. Géographie des plantes. Ed 2. 333 P.

27. GIRARD F., VENNETIER M., GUIBAL F., CORONA C., OUARMIM S. et HERRO A., 2012. *Pinus halepensis* Mill. Crow development and fruiting declined with repeated drought in Mediterranean France. *European journal of forest Research*, 131(4) : 919-931.
28. GODRON M., DARRACQ S. et ROMANE F., 1984. *Typologie Forestière de la région des Garrigues du Gard*. 14, RUE GIRARDET- 54042 NANCY CEDEX. Ecole nationale du génie rural, des eaux et des forêts, 181p.
29. GRIM S, 1989. *Contenue d'un préménagement axé sur notice n°1 et notice n°2*
30. KADIK B., 1987. *Contribution à l'étude du pin d'Alep (Pinus halepensis Mill) en Algérie : Ecologie, Dendrométrie, Morphologie*. Office des publications universitaires (Alger), 585 p.
31. KHERIEF N. S., 2000. *Etude de la variabilité des températures extrêmes et pérennité des arbres urbains dans la région de Constantine*. Mém Magister, Univ de Constantine, 179p.
32. LADIER J., 1993. *Typologie des stations forestières de la massive sainte victoire*. *Revue forêt méditerranéenne*, Tome XIV (4) : 275-290.
33. LETRECH BELLAROUCI N., 1991. *Les reboisements en Algérie et leur perspective d'avenir*. Vol. I. OPU, Alger, 294 p.
34. LELEUX B., 1984. *Contribution à l'étude dendrométrique du Pinus Halepensis*. En forêt d'Ain-Zeddim (monts de Daïa, Algérie). Thèse ING AGR Louvain, Belgique, 172 P.
35. LELEUX A, 1987. *Analyse des reboisements en pin pignon dans la région de Mostaganem, contribution à l'étude dendrométrique*, thèse ING AGR, INA, Alger, 190p
36. M.E.R.Q : MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES RESSOURCES, QUEBEC, 1989 (A). *Manuel d'aménagement forestier Québec*. Services des forêts, 237 P.
37. M.E.R.Q : MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES RESSOURCES, QUEBEC, 1989 (B). *Normes d'inventaire forestier*, Québec. 177 P.
38. MEZALI M., 2003. *rapport sur le secteur forestier en Algérie*, 3^{eme} session du forum des nations unis sur les forêts, 9 p.
39. MONTERO G., CANELLAS I. et RUIS-PEINADO R., 2001. *Growth and Yield models for Pinus halepensis Mill*. *Invest. Agr. Sist. Recur. For.*, 10 (1), 24 p.
40. 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.

41. NAHAL I., 1986. Taxonomie et aire géographique des pins du groupe halepensis. CIHEAM-Options Méditerranéennes. (1) : 1-9.
42. NICAULT A., RATHGEBER C., TESSIER L. et THOMAS A. 2001. Croissance radiale et densité du bois du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en relation avec les facteurs climatiques. Analyse in situ de la mise en place du cerne. *Annals of Forest Sciences* 58: 769-784.
43. NOIRFALISE A., 1984. Forêts et stations forestières en Belgique. Avenue de la faculté, 22 -5800 Gembloux (Belgique). Les presses Agronomiques de Gembloux, 234 P.
44. PARDE J et BOUCHON J., 2009. Dendrométrie, 2ème édition Ecole National Du Génie Rural, des eaux et forêts, Nancy, France, 328 P.
45. PARDE J., 1957. La productivité des forêts de pin d'Alep en France. *Annales de l'école nationale des eaux et des forêts*, tome XV, fascicule 2 : 365-414.
46. QUEZEL P., 1980. Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen. *Actualités d'écologie forestière*, 216-252.
47. QUEZEL P., 1986. Les pins du groupe « Halepensis » écologie, végétation, écophysologie ; CIHEAM-options méditerranéennes, 11-23.
48. QUEZEL P., BARBÉRO M et LOISEL R., 1992. Contribution à l'étude des groupements forestiers et préforestiers du Maroc oriental. *Studia botanica. Univ. Salamarca*.
49. QUEZEL P., BARBÉRO 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) : 158-170.
50. QUEZEL P., MEDAIL F., 2003. *Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranée*, Elsevier (coll. Environnement). Paris, 573 P.
51. RAMADE F., 1984. *Eléments d'écologie: écologie fondamentale*. Auckland, McGraw-Hill, 394p.
52. RAMADE F., 2003. *Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale*. 3ème édition, Ed. Dunod, Paris, 690 p.
53. RAMADE F., 2009. *Elément d'écologie : Ecologie fondamentale*. 4ème édition, Ed. Dunod, Paris, 689 p.
54. SEIGUE A., 1985. *La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes*. Techniques agricoles et productions méditerranéennes. Edit. G.-P. Maisonneuve et Larose, 502 p.

55. SELTZER P., 1946. Le climat de l'Algérie, Recueil de données météo. Institut de Technologie Agricole, Mostaganem (Algérie), 142 p.
56. SERRE-BACHET F., 1973. Contribution à l'étude dendroclimatologique du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.). Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille III, France, 236 p.
57. SERRE-BACHET F., 1976 a. Les rapports de la croissance et du climat chez le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.). I - Méthodes utilisées. L'activité cambiale et le climat. *Acta Oecologica / Oecologica plantarum* 2 (2) : 143-171.
58. SERRE-BACHET F., 1976 b. Les rapports de la croissance et du climat chez le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.). II – L'allongement des pousses et des aiguilles et le climat. Discussion générale. *Acta Oecologica / Oecologica plantarum* 2 (3) : 201-224.
59. SOULERES G., 1969. Le pin d'Alep en Tunisie. *Annales de l'Inst. Nat. Rech. Forest. Tunisie*. Vol 2. Fasc. 126 p.
60. TERRAS M., 2011. Typologie, cartographie des stations forestières et modélisations des peuplements forestiers. Cas des massifs forestiers de la wilaya de Saida (Algérie). Thèse de doctorat en science agronomique et des forêts, Univer de Tlemcen, 401+ annexes.
61. TIMBAL J., Bonneau M., 2006. Recommandations pour la présentation des catalogues de stations forestières. Paris : Ministère de l'Agriculture. Direction des Forêts, 41 p.
62. VENNETIER M., VILA B., RIPERT C., CHADIOUX O., LIANG E.Y., GUIBAL F. et TORRE F., 2008. Les changements globaux ont-ils déjà induit des changements de croissance en forêt méditerranéenne, *29(2)* : 161-166.
63. YESSAD S.A., 1988. Contribution à l'étude dendrométrique du pinus halepensis Mill dans la zone subhumide littorale centre : cas de la forêt de Taourira Cherchell. Th. MAG.I.N.A, Alger, 139p.

Annexe 1: Les végétaux existant dans la forêt de Benjloud.



Chêne vert
(*Quercus ilex*)



Pin d'Alep
(*Pinus halpensis*)



Genévrier Oxycèdre
(*Juniperus oxycedrus*)



Thuya De Bérberie
(*Tetraclinis articulata*)



Pistachier lentisque
(*Pistacia lentiscus*)



Romarin
(*Rosmarinus tourneforti*)



Chêne kermès
(*Quercus Coccifera*)



Diss
(*Ampelodesma mauritanicum*)



Alfa
(*Stipa tenacissima*)

Annexe 2 : Les mammifères carnivores existant dans la forêt de Benjloud.



Chacal



Renard



mangouste



Lynx caracal



chat forestier

Annexe 3 : Les mammifères de chasse existant dans la forêt de Benjloud.



Sanglier



lapin de garenne



Porc épic



hérisson

Annexe 4 : Les Reptiles existant dans la forêt de Benjloud.



Lézard



vipère



Couleuvre



Aigle



Epervier



Buse féroce



Chardonneret élégant



Pie bavarde



Moineau domestique



Pigeon biset



Merle noire,



Grives,



Hibou



Caille des blés



Perdrix Gamba

Annexe 5 : Les Oiseaux existant dans la forêt de Benjloud.

Annexe 6 : Fiche d'inventaire.

Forêt : **Strate :** **Feuillet :** /

Date : Espèce dominante: pin d'Alep

Placette N° : Parcelle N° :

Cordonnées de la placette : Exposition :

Altitude : Pente :

Hauteur dominante : Formation végétale :

Comptage des tiges :

Tige N°	Cir 1,3 (m)	H (m)	Distance entre les arbres (m)	Tige N°	Cir 1,3 (m)	H (m)	Distance entre les arbres (m)
01				26			
02				27			
03				28			
04				29			
05				30			
06				31			
07				32			
08				33			
09				34			
10				35			
11				36			
12				37			
13				38			
14				39			
15				40			
16				41			
17				42			
18				43			
19				44			
20				45			
21				46			
22				47			
23				48			
24				49			
25				50			

