



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTRE DE
L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ MOULOUD MAMERS TIZI-OUZOU FACULTÉ DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES
SCIENCES AGRONOMIQUES DÉPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

En vue de l'obtention du Diplôme :

De master en Agronomie

Spécialité : **Foresterie**

Option : **Production et aménagements de la forêt méditerranéenne**

***Contribution à l'étude de la variabilité de la
production du liège de reproduction en
relation avec la structure et les facteurs
dendrométriques dans la forêt de Beni-Ghobri
(wilaya Tizi-Ouzou)***

Présenté par :

Mr : Djemai Omar & Mr : Lahleb Youghorta.

Soutenu le 23 septembre 2017 devant le jury :

Président: Mr. **LARBI** M.A, chargé de cours à l'U.M.M.TO.

Promoteur: Mr. **ASMANI. A** M.A, chargé de cours à l'U.M.M.TO.

Examineurs: Mr. **CHENOUNE** M.A, chargé de cours à l'U.M.M.TO.

2016-2017

Remerciements

Nous voudrions exprimer nos vifs remerciements à notre promoteur Mr ASMANI, Maître assistant à l'université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou, de nous encadré et nous avoir accompagnés tout au long de ce travail avec ses orientations et ses conseils.

Nous adressons nos sincères remerciements à Mr LARBI A, Maître assistant chargé de cours à U.M.M.T.O qui nous a fait l'honneur en acceptant de présider notre jury de mémoire.

Nous exprimons également nos vifs remerciements à Mr CHENOUNE K, Maître assistant chargé de cours à U.M.M.T.O, d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Une profonde gratitude à toute personne ayant contribué de près ou de loin, à l'aboutissement de ce mémoire.

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Mes chers parents, toute ma famille

A mon binôme et tous mes amis (es)

Et tous ceux qui me sont chers.

Youghorta

Je dédie ce modeste travail à :

A toute ma famille ;

A mon binôme Youghorta ;

A tous mes amis

Omar

Liste des abréviations

% : Pourcentage.

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydriques.

C° : Degré Celsius

Cm : Centimètre

Cir : Circonférence

D : Densité

D.G.F : Direction Générale des Forêts.

Dia : Diamètre

Ep : Epaisseur du liège

FAO : Food and Agronomic Organization

Gi : Surface terrière

Ha : Hectar

H dem : Hauteur totale

IML : Institut Méditerranéen du liège

K : Coefficient de démasclage

M : Mètre

M³ : Mètre cube

M² : Mètre carré

Mm : Millimètre

Vol : Volume.

Liste des tableaux

Tableau 01 : les caractéristiques botaniques et dendrométriques du chêne	02
Tableau 02 : Superficies approximatives occupées par le chêne-liège dans les pays méditerranéen	04
Tableau 03 : La répartition des principales superficies de chêne-liège par willaya.....	05
Tableau 04 : Principaux agents pathogènes du chêne liège	08
Tableau 05 : Les défauts du liège	12
Tableau 06 : Classification du liège selon l'épaisseur	13
Tableau 07 : La production mondiale de liège.....	14
Tableau 08 : Cordonnées géographiques des stations étudiées	24
Tableau 09 : Classe de fertilité selon la hauteur dominante	32
Tableau 10 : Résultats du test de normalité (shapiro wilk).....	35
Tableau 11 : Distribution des tiges par classes de diamètre pour les stations à structure irrégulière	37
Tableau 12 : Distribution des tiges par classes des diamètres pour les stations à structure régulière.....	38
Tableau 13 : Résultats de la densité et la surface terrière par placette.....	39
Tableau 14 : Densités des trois stations	40
Tableau 15 : Analyse descriptive des paramètres dendrométriques des trois stations	41
Tableau 16 : Analyse descriptive des paramètres dendrométriques mesures pour la station1 ...	43
Tableau 17 : Analyse descriptive des paramètres dendrométriques mesures pour la station2 ...	44
Tableau 18 : Analyse descriptive des paramètres dendrométriques mesures pour la station 3 ..	45
Tableau 19 : Moyennes de la hauteur dominante par placettes	47
Tableau 20 : Les hauteurs dominantes de chaque station et la classe de fertilité	48
Tableau 21 : Les moyennes du coefficient de démasclage par stations et par placettes.....	48
Tableau 22 : Le volume du liège de reproduction estime pour les trois stations.....	49

Tableau 23 : Moyennes des paramètres de production pour les placettes	50
Tableau 24 : Analyse de la variance des paramètres mesurés du peuplement.....	52
Tableau 25 : Analyse de la variance des paramètres mesures pour la station 1	53
Tableau 26 : Analyse de la variance des paramètres mesures pour la station 2	54
Tableau 27 : Analyse de la variance des paramètres mesures pour la station 3	55
Tableau 28 : Groupes homogénéise par le test HSD de le tukey.....	56
Tableau 29 : Corrélations entre les variables dendrométriques pour la station 1	58
Tableau 30 : Corrélations entre les variables dendrométriques pour la station 2.....	58
Tableau 31 : Les corrélations entre les variables dendrométriques pour la station 3	59
Tableau 32 : Les coefficients de détermination des courbes de tendance de toutes les stations	59
Tableau 33 : Moyenne des paramètres dendrométriques de l'a.c.p.....	62
Tableau 34 : Les corrélations entre les variables	63
Tableau 35 : Valeurs propres des axes.....	64
Tableau 36 : Les corrélations entre les facteurs et les variables avec les axes factoriels	64
Tableau 37 : Distribution des tiges par classes des diamètres pour les stations à structure irrégulière	67
Tableau 38 : Distribution des tiges par classes de diamètres des stations à structure régulière .	68
Tableau 39 : Comparaison des résultats des facteurs de production de liège.....	71

Liste des figures

Figure 01 : La distribution du chêne liège dans son aire géographique méditerranéenne et atlantique	5
Figure 02 : Aire de répartition du chêne-liège en Algérie.....	6
Figure 03 : Coupe transversale d'un bois de chêne liège	10
Figure 04 : Futaie régulière de chêne liège : fourchettes de densité pour toutes les catégories de grosseur et pour un couvert de 70 %	17
Figure 05 : Fourchettes des densités pour des futaies irrégulières de chêne-liège dans chaque catégorie de grosseur et pour un couvert de 70 % Carte de localisation de la zone d'étude.....	18
Figure 06 : Levée de liège	20
Figure 07 : Carte de localisation de la zone d'étude (Yakouren).....	22
Figure 08 : Photos des stations échantillonnées	25
Figure 09 : Mesure de la circonférence (mètre ruban)	29
Figure 10 : Mesure de la hauteur totale (Dendromètre blume-leiss et mire)	29
Figure 11 : Moyennes des paramètres de production pour les trois stations.....	51
Figure 12 : Relation entre la hauteur totale et le diamètre pour toutes les stations.....	61
Figure 13 : Pourcentages de la variabilité factorielle par axe et de la variabilité cumulée expliquée par rapport a la variabilité totale.....	62
Figure 14 : Répartition des paramètres dendrométriques sur le cercle de corrélation du plan (f1x f2).....	65
Figure 15 : Corrélation des stations aux axes factoriels (f1xf2).....	66

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

PARTIE A : GENERALITES SUR LE CHENE LIEGE

I-A-1. HISTORIQUE	01
I-A- 2. SYSTÉMATIQUE ET CLASSIFICATION	01
I-A-3. CARACTÉRISTIQUES DENDROMÉTRIQUES ET BOTANIQUES.....	02
I-A-4. CARACTÉRISTIQUES ÉCOLOGIQUES	03
I-A-4-1. EXIGENCES ALTITUDINALES	03
I-A-4-2. EXIGENCES CLIMATIQUES	03
I-A-4-3. EXIGENCES ÉDAPHIQUES ET GÉOMORPHOLOGIQUES	03
I-A-5. AIRE DE RÉPARTITION DE CHÊNE LIÈGE	04
I-A-5-1. AIRE MONDIALE	04
I-A-5-2, AIRE DE RÉPARTITION EN ALGÉRIE	04
I-A-6. DÉGRADATION DES SUBERAIES ALGÉRIENNES	06
I-A-6-1. LES INCENDIES	06
I-A-6-2. SURPÂTURAGE.....	06
I-A-6-3. LE DÉPÉRISSEMENT.....	06
I-A-6-4. ÉROSION	07
I-A-6-5. LES CONDITIONS CLIMATIQUES	07
I-A-6-6. LES MAUVAISES PRATIQUES DE GESTION.....	07
I-A-6-7. AGENTS PATHOGÈNE.....	07

PARTIE B : LE PRODUIT LIEGE

I-B-1. GENERALITE SUR LE LIEGE	09
I-B-1-1. DIFINITION	09
I-B-1-2. TYPES DE LIÈGE.....	09
I-B-1-3. CONSTITUTION ET STRUCTURE DE LIÈGE	09
I-B-1-4. PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET MÉCANIQUE DE LIÈGE.....	11
I-B-1-5. COMPOSITIONS CHIMIQUES DE LIÈGE	11
I-B-1-6. QUALITÉ DE LIÈGE.....	11
I-B-1-7. DÉFAUTS DU LIÈGE.....	12
I-B-1-8. CLASSIFICATION DE LIÈGE	13
I-B-1-8-1. CLASSIFICATION DE LIÈGE SELON SA NATURE.....	13

I-B-1-8-2. CLASSIFICATION DE LIÈGE SELON L'ÉPAISSEUR.....	13
I-B-2. IMPORTANCE ÉCONOMIQUE ET UTILISATION DE LIEGE	13
I-B-2-1. IMPORTANCE ÉCONOMIQUE	13
I-B-2-2. UTILISATION DE LIÈGE	14
I-B-2-3. PRODUCTION DU LIÈGE DANS LE MONDE	14
I-B-3. LES RÉGIMES ET MODES DE TRAITEMENT DES SUBERAIES	14
I-B-3-1. LA FUTAIE	14
I-B-3-2. LE TAILLIS	15
I-B-4. ETUDE D'UN CAS DE MODE D'APPROCHE DE GESTION DE SUBERAIES.....	16
I-B-4-1. CAS DE LA FUTAIE RÉGULIÈRE	16
I-B-4-2. CAS DE LA FUTAIE IRRÉGULIÈRE	17
I-B-5. LES TECHNIQUES DE RÉCOLTE DU LIEGE	18
I-B-5-1. DÉMASCLAGE.....	18
I-B-5-2. LA LEVÉ DE LIÈGE.....	19
CHAPITRE II : MATERIELS & METHODES	
PARTIE II.A. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE	
II.A.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE.....	21
II.A.2. GÉOLOGIE	21
II.A.3. PÉDOLOGIE	21
II.A.4. CLIMAT	22
II.A.4.1. Températures	22
II. A.4. 2. Précipitations	22
II.A.5. LOCALISATION DES STATIONS ETUDIÉES	22
II.A.6. LA VEGETATION	24
PARTIE II.B. MÉTHODOLOGIE	
II.B.1- MÉTHODOLOGIE D'ÉCHANTILLONNAGE	25
II.B.1-1- TYPE D'ÉCHANTILLONNAGE	25
II.B.1-2- CHOIX DES STATIONS ET DES PLACETTES D'ÉCHANTILLONNAGE.....	26
II.B.1.3. CHOIX DE LA FORME ET DE LA DIMENSION DE LA PLACETTE.....	26
II.B.1.4. DÉLIMITATION DES PLACETTES	27
II.B.1.5. ARBRES RETENUS DANS LA PLACETTE.....	27
II.B.2. APPROCHE DE L'ÉTUDE DE LA PRODUCTION DE LIÈGE.....	27
II.B.2.1. CHOIX DES PARAMÈTRES DENDROMÉTRIQUES	27
II.B.2.2- PARAMÈTRES POUR LA DESCRIPTION DES STATIONS.....	29

II.B.3. ÉTUDE DE LA VIGUEUR DES ARBRES PAR STATION.....	31
II.B.4. ETUDE DE LA PRODUCTION DU LIÈGE.....	31
II.B.5. ANALYSE DES DONNES	32
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	
III-1-RÉSULTATS.....	35
III-1-1-CARACTÉRISATION DES TROIS FORÊTS.....	35
III-1-1-1- ÉTUDE DE LA STRUCTURE	35
III-1-1-2- DENSITÉ ET LA SURFACE TERRIÈRE DESPLACETTES.....	37
III-1.1.3. DENSITÉS DES TROIS STATIONS.	39
III-1-2- MOYENNE DES PRAMATRES DENDROMÉTRIQUES.....	40
III-1.2.1. PAR STATION.....	40
III-1.2.2. PARPLACETTE.....	41
III-1-2-3- DISTRIBUTIONS COMPARÉES LES HAUTEURS DOMINANTES ET LES CLASSES DE FERTILITÉ.....	45
III-1-3-ÉTUDE DE LA PRODUCTION DE LIÈGE.....	47
III-1-3-1- HAUTEUR DE DÉMASCLAGE ET COEFFICIENT DE DEMASCÂGE	47
III-1-3-2- VOLUME DU LIÈGE DE REPRODUCTION PAR STATION	48
III-1-4- ÉTUDE DE LA VARIABILITÉ INTRA ET INTER STATIONS DES PARAMETRES DENDROMETRIQUES	50
III.1.4.1. COMPARAISON DES MOYENNES INTER STATIONS.....	50
II.1.4.2. COMPARAISON DES MOYENNES INTRA-PLACETTE.....	51
III.1.5. INTERACTIONS ENTRE PARAMÈTRES DENDROMÉTRIQUES.....	56
III.1.5.1. INTERACTIONS ENTRE PARAMÈTRES PRIS PAR DEUX	56
III.1.5.2. MODÉLISATION DE RELATION DIAMÈTRE-HAUTEUR TOT.....	58
III.1.6. ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES (A.C.P.).....	60
III.1.7. RÉSULTATS DU MODÈLE DE GESTION DES SUBERAIES	65
III.2. DISCUSSION	67
CONCLUSION GENERALE.	
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.	

INTRODUCTION GENERALE

Les écosystèmes forestiers méditerranéens couvrent une aire géographique considérable (81 millions d'hectares). Ils ont toutefois plusieurs facteurs importants en commun qui sont leur fragilité, instabilité et caractère souvent dégradé (**M'HIRIT**, 1999).

Les subéraies ne dépassent pas les 9% de la surface totale, soit une superficie très restreinte de 2,7 millions d'hectares répartie autour de sept pays : 33% au Portugal, 23% en Espagne, 1% en France, 10% en Italie, 15% au Maroc, 21% en Algérie et 3% en Tunisie.

Le chêne liège (*Quercus suber* L) est une essence forestière endémique du domaine méditerranéen, présent depuis plus de 60 millions d'années (AAFI, 2006), reconnu dans son aire naturelle pour son rôle écologique et socio-économique, la raison pour laquelle il a été introduit dans différents pays tels : l'Argentine, l'Australie, l'Angleterre, les USA ... (**DURAND**, 2009).

Cependant, c'est surtout à son écorce renouvelable qu'est le liège que *Quercus suber* doit sa réputation, et son statut d'espèce méditerranéenne exceptionnelle. Le Chêne-liège joue aujourd'hui un rôle clé dans l'économie et le maintien des populations humaines dans beaucoup de régions rurales de la zone Méditerranéenne occidentale.

En Algérie, les subéraies subiraient une continuelle régression (**MESSAOUDENE**, 1998), à cause d'une combinaison de plusieurs facteurs naturels (changements climatiques, incendies, concurrence et envahissement par d'autres essences, attaques pathogènes, et les actions anthropiques néfastes (mauvaises pratiques sylvicoles, surpâturage, défrichement, coupes).

Pour leurs conservations et pérennités, un plan d'aménagement pour la gestion durable de ces peuplements est nécessaire, afin d'améliorer leurs productions tant quantitative que qualitative, ont poussé les chercheurs et forestiers à faire des études approfondies pluridisciplinaires.

A cet effet, des forêts expérimentales ont été créées dans différents sites de zones de prédilection du chêne liège en Algérie (Yakouren « Tizi-Ouzou », Bainem « Alger », Guerrouch « Jijel », Tenes « Chlef »), projet initié par l'INRF en 1989, d'autre font l'objet pour des travaux d'inventaire et de suivi dans le temps, et répondre ainsi aux questionnements de recherches. (**CHENOUNE**), qui demeurent posées à savoir :

- Recherche du régime et de la structure idéale des peuplements de chêne liège d'où la détermination des normes d'espacement optimal, la capacité de production en liège et la capacité de régénération.
- Détermination de l'âge et du diamètre minimum et optimum d'exploitation du liège en régime de futaie et de taillis.
- Détermination de la hauteur théorique de démasclage en fonction de la fertilité de la station et de la circonférence.

L'objectif de ce travail est l'évaluation de la productivité du liège et quantifier les principales caractéristiques dendrométriques et sylvicoles.

Dans ce contexte, notre étude est scindée en trois chapitres :

Chapitre I : Synthèse bibliographique ;

Chapitre II : Matériels et méthodes ;

Chapitre III : Résultats et discussion.

Enfin, nous achevons notre travail par une conclusion générale et quelques recommandations.

CHAPITRE I

Synthèse bibliographique

PARTIE A : GENERALITES SUR LE CHENE LIEGE.

I-A-1. HISTORIQUE

Le chêne- liège est présent en Méditerranée occidentale depuis plus de 60 millions d'années. Selon (QUEZEL et MEDAIL, 2003), le chêne-- liège serait originaire de la péninsule ibérique, et aurait colonisé l'Afrique du Nord depuis Gibraltar et Rif, à la fin du miocène, ainsi des études palynologiques confirment que ce chêne est significativement présent en Afrique du Nord au moins depuis le pléistocène.

Selon BENTIBA et REILLE (1982) *in* QUEZEL et MEDAIL, 2003), *Quercus suber* a survécu dans divers refuges de la partie méridionale et du littoral de la péninsule ibérique, mais aussi en Afrique du Nord, lors du dernier maximum glaciaire.

La culture du chêne-liège n'est apparue en Algérie qu'en 1848, bien avant son développement en Tunisie en 1882 et au Maroc en 1914 (BOUDY, 1955).

Au cours du XIX^e siècle, le bois du chêne-- liège était utilisé dans les constructions navales et des chantiers (BOUDY, 1950).

Depuis l'an 1950, les suberaies ont été progressivement délaissées, ou profit de l'arrivée sur le marché des bouchons, d'autres produits de substitution moins coûteux comme le plastique (CANTAT&PIAZZETTA, 2005).

I-A- 2. SYSTÉMATIQUE ET CLASSIFICATION

L'espèce *Quercus suber L*, a été décrite pour la première fois en 1753 par le botaniste suédois Linné (NATIVIDADE, 1956). Du point de vue taxinomique elle appartient à :

- | | |
|----------------------|--------------------|
| Embranchement | : Spermaphytes. |
| • Sous-embranchement | : Angiospermes. |
| • Classe | : Dicotylédones. |
| • Ordre | : Fagales. |
| • Famille | : Fagacées. |
| • Genre | : Quercus. |
| • Espèce | : Quercus suber L. |

En Algérie, le chêne-liège est reconnu selon les noms suivants (BOUHRAOUA *et al.*2002) :

- **Bellotte El Féline** : cette dénomination est probablement due au fait de la dénomination grecque Phelloderus (Phellos : liège).
- **Aquéchouch** : dans les régions de grande Kabylie.
- **Fernane** : dans les régions de petite Kabylie.

I-A-3. CARACTÉRISTIQUES DENDROMÉTRIQUES ET BOTANIQUES DU CHÊNE LIÈGE

TABLEAU 1 : CARACTERISTIQUES BOTANIQUES ET DENDROMETRIQUES

Caractéristiques	Description	Auteurs
Hauteur	10 à 12 m en France ; 15 à 20 m en Afrique du Nord ; 20 à 25 m dans des conditions favorables.	DESSAIN & TONDELIER (1991) SEIGUE (1985)
Houppier	Talé si l'arbre est isolé. Élancée si en les arbres sont en peuplement serré.	YESSAD (1999)
Bois	Dense (d=1), très dur difficile à travailler, irrégulier et compact, rouge à brin rosé. bois de chauffage.	BOUDY (1952) ; YESSAD (1999) ; ALIECOR (2008)
Écorce	Épaisseur (25 cm) sur les vieux arbres non exploités. Ligneux vers 5 à 6 ans. Couleur grisâtre, peu dense et crevassée.	DESSAIN & TONDELIER (1991)
Racine	Pivotantes.	DESSAIN & TONDELIER (1991)
Rameaux	Écorce crevassée dès 3 ou 4 ans, et qui s'élargit de 3 à 4mm/ans.	SEIGUE (1985)
Bourgeons	Ovoïdes et protégés par des bractées. Couvert de poils fins et serrés. Plus développés dans les parties terminales	YESSAD (1999) ; MESSAOUDENE & MEZANI (2000)
Feuilles	Petite, persistante, ovale et assez souvent renflée. Proche de 5 cm de long, coriace et bien dentée. - à court pétiole à nervure centrale pointue. - vert foncé et lisse sur sa face supérieure, blanchâtre sur sa face inférieure.	SEIGUE (1985) ; DESSAIN & TONDELIER (1991)
Fleurs	Espèce monoïque, les fleurs mâles, en chatons, et femelles, minuscules, sont séparées sur le même pied.	SEIGUE (1985)
Fruit (Gland)	De 1,5 à 4 cm de long, surmonté d'un point court, velu dans toute sa longueur. Mûri dans l'année de la floraison. -tombe en octobre et novembre, parfois en janvier. - les bonnes glandées se répètent tous les 2 ou 3 ans.	SEIGUE (1985) ; NATIVIDADADA (1956)
Circonférence	1,5 à 4 m (arbre trapu)	AIT AIDER & ALLILECHE, (1993)
Longévité	150 ans en moyenne Peut atteindre 200 à 250 ans en Algérie.	SEIGUE (1985)
Régénération.	Après coup à blanc Rejet vigoureux, Levée abondante au semis.	SEIGUE (1985) ; YESSAD (2000)

I-A-4. CARACTÉRISTIQUES ÉCOLOGIQUES

I-A-4-1. EXIGENCES ALTITUDINALES

Quercus subers schématiquement se situe entre 0 et 700 à 800 m sur les rives nord de la Méditerranée, et jusqu'à 1000 m (2 400), selon la latitude au Maghreb (**QUEZEL & MEDAIL, 2003**). C'est une essence de plaine et de moyenne montagne (**BOUDY, 1950**). En Algérie, sa limite altitudinale moyenne est de 1200 m (**ZERAIA, 1982**), peut atteindre le maximum de 1550 m dans les massifs de Theniet El-Had (**SEIGUE, 1985**).

I-A-4-2. EXIGENCES CLIMATIQUES

- **LA LUMIÈRE**

Le chêne-liège est une espèce héliophile, c'est-à-dire essence de pleine lumière et exigeant une forte insolation (**BOUDY, 1950**).

Il se défend très mal lorsqu'il est en concurrence avec d'autres arbres qui est développent une cime importante (**DESSAN & TONDELIER, 1991**).

- **LA TEMPÉRATURE**

Quercus suber est une essence thermophile qui ne supporte pas les froids prolongés, les températures moyennes de l'année ne doivent pas être inférieures à 12 à 16 °C (**DESSAN & TONDELIER, 1991**).

- **HUMIDITÉ**

Le chêne-liège exige une humidité atmosphérique élevée : 60 % au moins durant les quatre mois de la saison sèche **BENSGHIR (1996)**. **ALLILI (1983)** signal que l'humidité de l'air doit supérieure à 60 % durant le mois le plus sec, pour favorises la régénération naturelle du chêne-liège.

- **PLUVIOMÉTRIE**

Le chêne-liège cherche les régions à précipitations annuelles très élevées 600 à 1200 mm/an (**DESSAN & TONDELIER, 1991**).

En Algérie la tranche pluviométrique peut varier d'une région à une autre. La zone littorale, avec une moyenne de 1024,5 mm de pluies par an, est plus arrosée que la zone téllienne avec seulement 844 mm par an. Ainsi les plus importantes suberaies reçoivent annuellement entre 600 mm et 1400 mm pour une moyenne de 960 mm environ (**YESSAD, 2000**).

I-A-4-3. EXIGENCES ÉDAPHIQUES ET GÉOMORPHOLOGIQUES

Quercus suber est une essence strictement calcifuge, colonisant surtout les substrats siliceux fissurés ou meubles : gneiss, micaschistes, granites, rhyolites, grès et sable fixés ; il peut exceptionnellement tolérer les arènes dolomitiques (**QUEZEL & MEDAIL, 2003**).

Ainsi, (**BENSGHIR, 1996**) signale que ce dernier s'accommode très bien avec les sols pauvres et profonds. Il faut noter qu'en Algérie, les forêts du chêne-liège couvrent des grès

Numidiens (Algérie-Tunisie), des roches éruptives et granitiques, des Schistes azoïques, des sables et de l'éocène. Il ne supporte pas les terrains salés de même que les sous-sols imperméables conduisant à des stagnations des eaux en hiver.

I-A-5. AIRE DE RÉPARTITION DE CHÊNE LIÈGE

I-A-5-1. AIRE MONDIALE

Quercus suber est une espèce typiquement ouest méditerranéenne, qui occupe, en fonction de son exigence écologique, la quasi-totalité de la péninsule italienne, les îles Tyrrhénienne, la France méditerranéenne, mais aussi sud atlantique, la péninsule ibérique et une partie du Maghreb (QUEZEL, 2003).

La suberaie mondiale serait d'environ 2 687 000 hectares répartis exclusivement sur sept pays : Portugal, Espagne, France, Italie, Algérie, Maroc, Tunisie.

Actuellement les surfaces approximatives occupées par le chêne-liège dans ces pays sont indiquées d'après (SEIGUE, 1985) modifiée dans le tableau suivant :

TABLEAU 2 : SUPERFICIES APPROXIMATIVES OCCUPÉES PAR LE CHÊNE-LIÈGE DANS LES PAYS MEDITERRANEENNES

Pays	Superficie (ha)	Pourcentage (%)
Portugal	860 000	32
Espagne	725 000	27
Maroc	440 000	16,4
Algérie	375 000	14
Tunisie	144 000	5,3
Italie	99 000	3,7
France	44 000	1,6

Source : (PIAZZETTA & MIVIER, 2005).

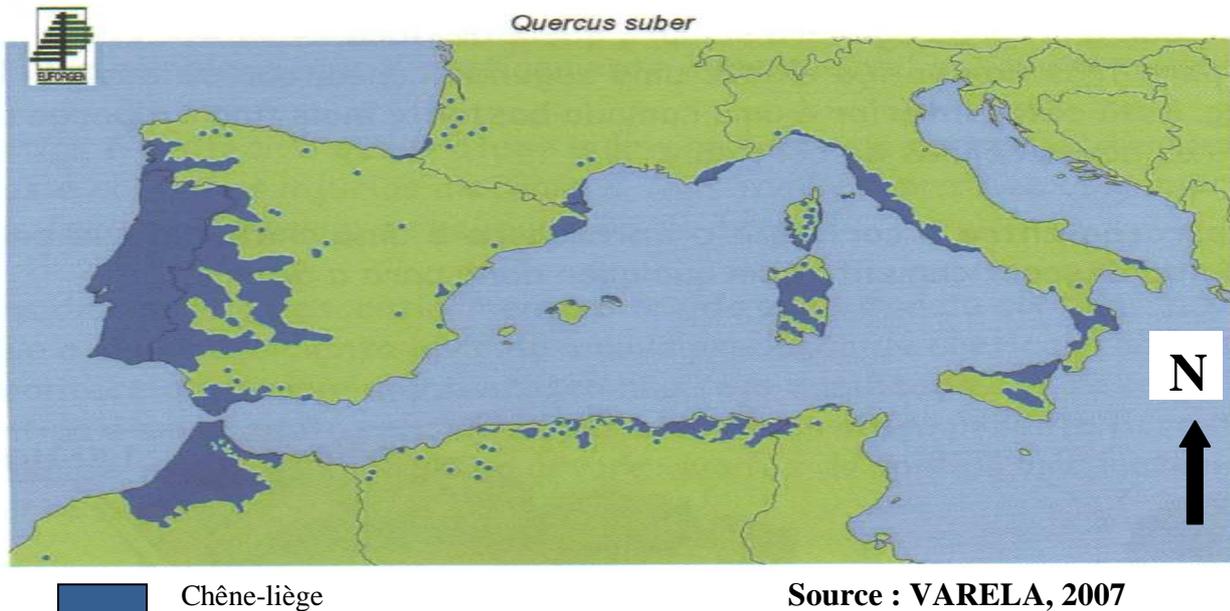


FIGURE 1 : DISTRIBUTION DU CHENE-LIEGE DANS SON AIRE GEOGRAPHIQUE MEDITERRANEENNE ET ATLANTIQUE

I-A-5-2. AIRE DE RÉPARTITION EN ALGÉRIE.

L’aire des forêts de chêne liège algérien serait de 440.000 ha environ et celle des Subéraies productives de l’ordre de 180.000 à 230.000 ha (MESSAOUDENE, 2000).

TABLEAU 3: RÉPARTITION DES SUPERFICIES DE CHENE-LIEGE

Conservations	Superficies (ha)	Conservation (ha)	Superficies (ha)
SKIKDA	85 200	CHLEF	6 500
EL-TARAF	59 500	MEDEA	4 600
JIJEL	43 700	TLEMCEM	4 000
BEJAIA	41 700	TIPAZA	2 800
TIZI-OUZOU	29 458	ORAN	2 000
GUELMA	21 800	SETIF	1 800
ANNABA	14 900	BOUIRA	1 800
AIN-DEFLA	13 700	BOUMERDES	1 300
SOUK-AHRAS	12 000	BLIDA	690
MILA	11 400	CONSTANTINE	650

Source: (D.G.F, 2009)

Les principales suberaies algériennes sont localisées dans le tell oriental situé essentiellement en zones subhumide et humides au nord-est de l’Algérie jusqu’à la frontière

Tunisienne (ZERAIA, 1982), région qui renferme à elle seule près des 4/5 de la suberaie algérienne (BOUDY, 1952, et YESSAD, 2000).

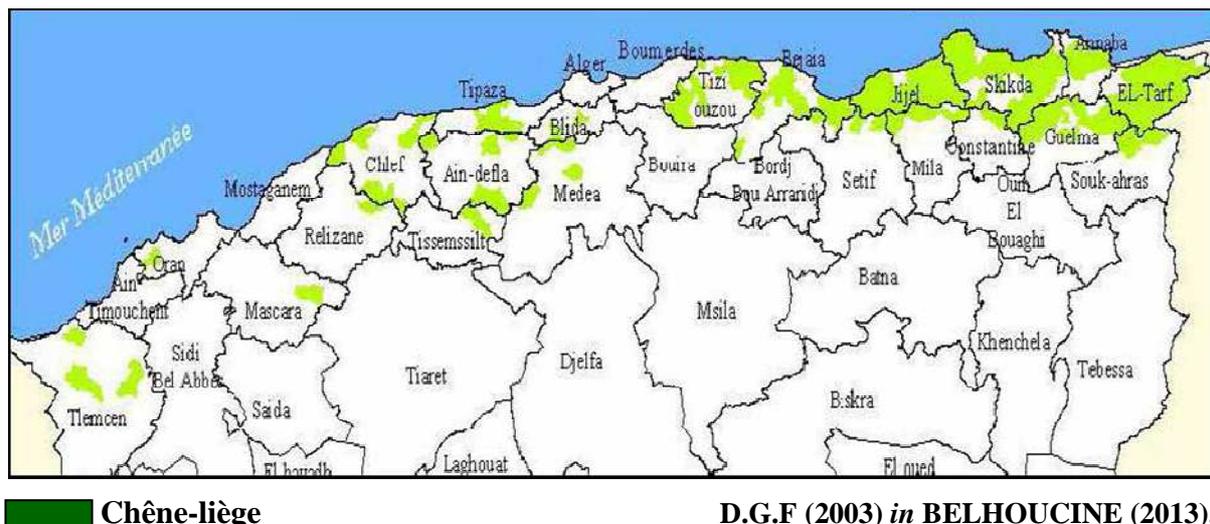


FIGURE 2 : AIRE DE REPARTITION DU CHENE-LIEGE EN ALGERIE

I-A-6. DÉGRADATION DES SUBERAIES ALGÉRIENNES

I-A-6-1. LES INCENDIES

Pendant des millions d'années, le feu a été un facteur majeur qui configurait la composition, la structure et le fonctionnement des écosystèmes méditerranéens. Les forêts sont régulièrement attaquées par le feu, souvent avec des conséquences sociales, environnementales et économiques désastreuses. Le feu est en effet une menace non seulement pour les vies humaines et les biens, mais aussi pour des prestations d'importance vitale assurées par l'écosystème. (MEDDOUR, 2014).

Les risques d'incendies sont très élevés dans la région, sur les deux massifs concernés, du fait de la forte influence méditerranéenne. Les précipitations sont mal réparties sur l'année et la sécheresse estivale marquée associée à des vents violents augmente la sensibilité des peuplements au feu.

I-A-6-2. SURPÂTURAGE.

Le pâturage est une activité normale en suberaie, parfois souhaitée, car le bétail participe au contrôle de la prolifération des strates arbustive et herbacée, hautement inflammables (LEHOUEIROU, 1980). Cependant, le surpâturage, causant un broutage excessif de la végétation et des jeunes semis, empêche toute régénération, épuise les ressources disponibles, dégrade les parcours et les soumet à l'érosion. (OUELMOUHOUB, 2005).

I-A-6-3. LE DÉPÉRISSEMENT

Le phénomène de dépérissement des peuplements de chêne-liège concerne pratiquement tous les pays producteurs de liège. Les premiers constats datent des années 1960, mais le phénomène est apparu plus nettement dans les années 1980/1990 et semble s'accélérer depuis les années 2000. Le pourcentage des zones affectées varie selon les lieux. Les symptômes du

dépérissement sont une défoliation progressive associée à l'évolution des états sanitaires pouvant aller jusqu'à la mort de l'arbre. Les conséquences du dépérissement des suberaies sont la diminution de la qualité du liège produit et la disparition de l'espèce.

I-A-6-4. ÉROSION

Suite au relief abrupt et à la brutalité des précipitations, mais aussi le couvert clair caractérisant certaines forêts de chêne liège, l'érosion pluviale, par découpage de la couche superficielle du sol ce qui entraîne le transport des glandes au fond des ravins par conséquent la régénération est considérablement limitée (ALLILI, 1983).

I-A-6-5. LES CONDITIONS CLIMATIQUES

Bien souvent, l'accumulation des stress liés aux récoltes et des blessures infligées par cette occasion précipite la déchéance des arbres, phénomène pouvant être accentué par des successions d'années sèches ou certains froids hivernaux exceptionnels (AMANDIER, 2004).

Avec des conditions climatiques extrêmes, il est plus prudent de ne pas lever, on risquerait d'endommager de manière irréversible les arbres. Il est déconseillé fortement d'écorder les jours de forte pluie. Les ruissellements de l'eau sur tronc fraîchement mis à nu auraient pour l'effet de lessiver les tanins qui assurent une protection des tissus. Les blessures de la levée peuvent être mineures, mais également mortelles (CANTAT & PIAZZETTA, 2005).

I-A-6-6. LES MAUVAISES PRATIQUES DE GESTION

- Une gestion sylvicole inappropriée ;
- Un écorçage mal conduit (mauvaise technique, période mal choisie, fréquence d'extraction excessive) ;
- Un pâturage excessif ;
- Un travail de sol inapproprié ;
- Un abandon des peuplements.

I-A-6-7. AGENTS PATHOGÈNE

Les suberaies algériennes sont âgées et exposées à différents insectes, qui participent au dépérissement fréquent des peuplements du chêne-liège (VILLEMENT, 1991).

Les attaques parasitaires, les mauvaises conditions du sol et l'influence des conditions climatiques sont à l'origine des principales maladies (LAMEY, 1893).

Le tableau (4) comporte les principaux agents pathogènes du chêne-liège.

TABLEAU 4 : PRINCIPAUX AGENTS PATHOGENES DU CHENE-LIEGE

Parasite	Nom	Symptômes et Dégâts	Traitements (Lutte)
Insectes défoliateurs	Lymantria dispar (Bombyx disparate)	- Défoliation complète en juillet/aout -des pertes sur la production de liège - La mort de l'arbre	- Lutte biologique, les oophages, les tachinaires et les chalcidiens. -Lutte microbiologique à base de Bacillus
	<i>Tortrix viridana</i> (Tordeuse verte)	-Réduire la surface foliaire. -Destruction des bourgeons floraux.	-Traitement aérien chimique qui n'est pas conseillé.
Insectes xylophages	<i>Cerambyx cerdo</i> (le grand capricorne du chêne)	-s'attaque aux vieux arbres. -Les attaques sont localisées sur la base de l'arbre, le tronc et les branches maitresses.	-Lutte biologique (les oophages). -Éviter le décollement de la couche, éviter la taille des grosses branches. - Éliminer les arbres morts.
	<i>Coroebus undatus</i> (lever du tronc)	-des altérations du tronc. -Dessèchement des branches.	- La vigueur de l'hôte est la seule lutte existante actuellement contre le ver.
	<i>Platypus cylindrus</i> (le platype)	-Dessèchement des branches. -S'attaque aux troncs démasclés.	- Insecticide avec une seringue dans tous les trous.
	<i>Crematogaster scutellaris</i>	-affecte le liège et la mère, il provoque le dépérissement de l'arbre.	- Il n'existe pas de moyen de lutte curatif. - nettoyer le pied de l'arbre
	<i>Coroebus bifasciatus</i> (Bupreste du chêne)	-Altération du tronc. -Dessèchement des branches. -Dépérissement de l'arbre.	-Repérage précoce des branches attaquées en avril.
Autres ravageurs	<i>Blaninus elephas</i> (Charançon)	-Dévastateur des glandés. -Ravageur des fructifications	-Traitements locaux appliqués en pépinière.
	<i>Reticulitermes banyulensis</i> (Termites)	-se nourrit de la cellulose. -Pourritures sur les branches.	-Pas de traitements.

Source : (CANTAT ET PIAZZETTA, 2005)

PARTIE B : LE PRODUIT LIEGE

I-B-1. GENERALITE SUR LE LIEGE

I-B-1-1. DIFINITION

Le liège est un tissu végétal formé de cellules mortes aux parois subérifiées qui protègent les parois vivantes du tronc et des branches de chêne liège, il est le résultat de la croissance en diamètre de l'arbre, se développe à partir de l'assise génératrice subéro-phéllodermique, assise plus couramment appelée la mère.

Le chêne-liège est l'un des rares arbres à pouvoir régénérer son écorce. C'est-à-dire à la reconstituer après qu'elle ait été enlevée.

I-B-1-2. TYPES DE LIÈGE

On distingue deux types du liège sur un même arbre au cours de sa vie : le liège mâle et le liège femelle.

Le liège mâle : il s'agit de l'écorce qui se développe naturellement sur le tronc et les branches de l'arbre, enlevé lors de l'opération appelée démasclage. S'il n'est jamais récolté, ce liège peut atteindre 20-25 cm d'épaisseur. Cependant il est très crevassé et envieillissant, perd sa valeur commerciale.

Le liège femelle : liège qui se reconstitue après le démasclage, il est moins crevassé, plus homogène et plus élastique. On distingue :

- Le liège de première reproduction : liège obtenu lors de la première récolte suivant le démasclage ; il peut être bouchonnable, mais sa qualité est encore moyenne (beaucoup de déchets). Sa valeur commerciale n'est pas très élevée.
- Le liège de reproduction : Liège récolte lors des levées suivantes. C'est à partir de ce moment-là que le liège atteint sa valeur optimale. Il possède toutes les qualités requises pour la fabrication de bouchons.

I-B-1-3. CONSTITUTION ET STRUCTURE DE LIÈGE

Le liège est constitué d'un empilement de cellules mortes, remplies de gaz d'une composition proche de l'air faible en CO₂, qui sont disposées en rangées radiales régulières et en coupe transversale présente un contour polygonal.

Comme montre la figure, de l'Intérieure à l'extérieur la coupe du tronc de chêne liège est composé de :

- Le bois ou xylème ;
- Le cambium (assise génératrice libéro-ligneuse) : Elle existe chez toutes les espèces d'arbres, produisant :
 - Vers l'intérieur, le bois dans lequel circule la sève brute véhiculant les éléments minéraux des racines vers les feuilles.
 - Vers l'extérieur, le liber assurant la circulation de la sève élaborée des feuilles vers les organes de réserve ;

- Le phelloderme : Couche peu développée, composé de cellules surédifiées et dont la morphologie est semblable à celle de parenchyme cortical situé entre le phellogène et le liber ;
- Le phellogène : Plus couramment appelée mère ou assise subéro-phellodermique, produisant vers l'intérieur un tissu mince appelé phelloderme et vers l'extérieur le suber qui est un tissu vivant à l'origine, mais qui meure rapidement et dont les épaisissements annuels successifs forment le liège proprement dit (**DESSAIN & TONDELIER, 1991**) ;
- Le liège : Tissu végétal naturel imperméable et léger, composé de deux éléments essentiels, le suber et les lenticelles.
 - Le suber : composé de cellules à paroi mince, imprégnées d'une substance grasse appelée subérine qui le rend imperméable vis-à-vis des liquides et des gaz.
 - Les lenticelles : ce sont des canaux ou pores qui traversent radialement l'écorce, c'est-à-dire la masse du liège et permettent les échanges gazeux entre les tissus vivants de l'arbre et l'atmosphère (**SEIGUE, 1985**).

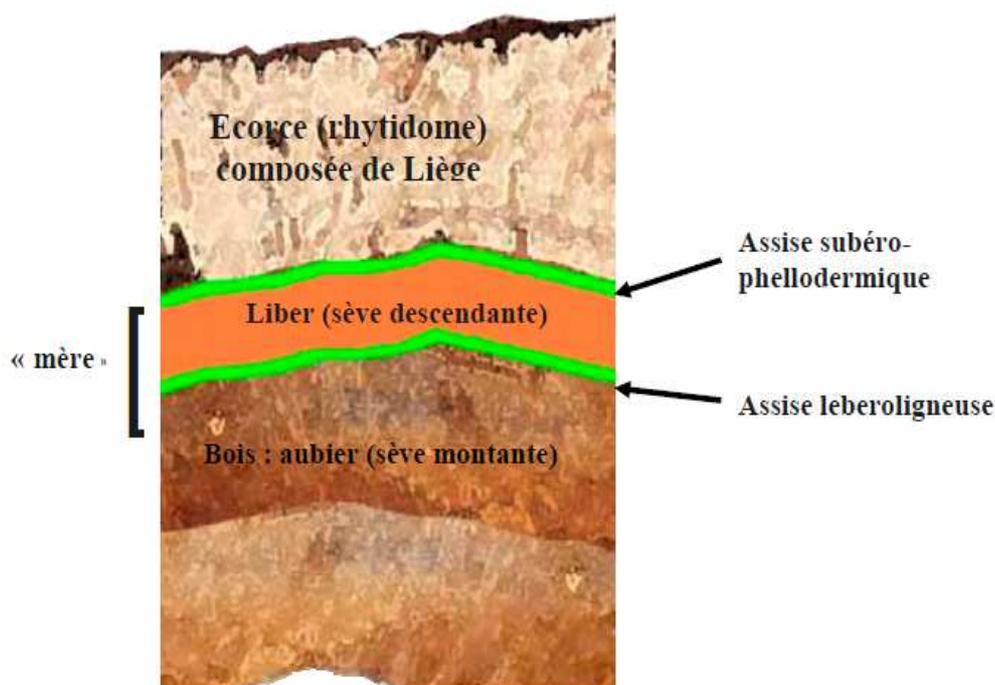


FIGURE 3 : Coupe transversale d'un bois de chêne liège

Source: (**SRGS – PACA, 2010**)

I-B-1-4. PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET MÉCANIQUE DE LIÈGE

D'après **DESSAIN & TONDELIER (1991)**, c'est la proportion considérable de gaz inclus hermétiquement dans les cellules du liège qui explique les qualités mécaniques et physiques prodigieuses dont le liège est le seul matériau naturel à pouvoir présenter toutes ces qualités, parmi ces qualités on citera :

- ❖ **La légèreté** : Le liège est constitué de 88 % d'air, avec une densité de (120 à 240 kg/m³), ce qui traduit une grande légèreté du liège ;
- ❖ **Élasticité et compressibilité** : La flexibilité des membranes et leurs imperméabilités aux liquides et aux gaz confèrent au liège des qualités de compressibilités et d'élasticité, ce qui permet son emploi dans l'industrie des bouchons ;
- ❖ **Imperméabilité** : Cette propriété est le résultat de l'imprégnation par la subérine des parois des cellules du liège, ce qui rend très difficile la diffusion des liquides et gaz ;
- ❖ **Forte isolation thermique** : la structure alvéolaire du liège, sa faible proportion en eau et le manque de conductivité de ses composants lui confèrent une forte capacité d'isolation thermique. Il présente une résistance à la chaleur 30 fois supérieure à celle du béton ;
- ❖ **Absence de toxicité** : C'est cette propriété, qui explique que le liège a pu accompagner l'homme dans sa vie quotidienne depuis l'antiquité ;
- ❖ **Faible combustibilité** : Le liège brûle mal en dégageant une fumée épaisse ce qui explique la viabilité des arbres de chêne-liège même après le passage d'incendies ;
- ❖ **Amortisseur d'impacts** : La déformation provoquée par un impact direct sur une zone donnée s'étend rapidement aux zones contiguës, ce qui indique la capacité du liège à bien amortir les impacts ;
- ❖ **Pouvoir d'absorption** : C'est la capacité que possède le liège à retenir à sa surface certaines molécules d'origine diverses par le phénomène d'absorption.

I-B-1-5. COMPOSITIONS CHIMIQUES DE LIÈGE

On citera six éléments chimiques en proportion suivants (YOUNSI, 2006) :

- **La subérine pour 45 %** : Principal composant des parois des cellules du liège et lui permettant son élasticité.
- **La lignine pour 27 %** : Elle permet la liaison entre les divers composants.
- **Les polysaccharides pour 12 %** : Composants des parois des cellules, contribuent à la définition de sa texture.
- **Les tannins pour 6 %** : Ils déterminent la couleur.
- **Les céroïdes pour 5 %** : Composés hydrophobes assurant l'imperméabilité.
- **Les autres constituants pour 5 %** : Minéraux, eaux, glycérine.

I-B-1-6. QUALITÉ DE LIÈGE

Les meilleurs lièges sont levés de la deuxième à la quatrième récolte. À partir de la cinquième récolte, le pied progressivement sa qualité, SEIGUE (1985).

Sur un même arbre, la porosité du liège diminue avec la hauteur du tronc, donc le liège des branches est meilleur que celui de tronc, cette amélioration est due principalement à la diminution de la porosité qui accompagne la réduction de l'épaisseur des planches (Natividade, 1956).

D'après (YESSAD, 2000), la qualité du liège augmente avec l'altitude, les lièges des formations à *Quercus suber* - *Cytisus Triflorus* et *Quercus suber* - *Quercus ilex* ont généralement des lenticelles fines et peu nombreuses, donc porosité faible. Par contre les formations mixtes des zones humides présentent un liège dit gras et soufflé.

I-B-1-7. DÉFAUTS DU LIÈGE

D'après (DESSAIN & TONDELIER, 1999) et l'institut méditerranéen du liège les défauts sont classés comme suit :

TABLEAU 5 : DÉFAUTS DU LIÈGE

Défauts	Caractéristiques
Porosité	- Lenticelles (pores) trop nombreuses, larges et déformées.
Trop souple	- Présentation des bandes plus larges dans les lenticelles correspondant à un climat à dominance humide ou à une succession d'années pluvieuses. - Le liège perd de son élasticité
Vert	- Il résulte d'une subérification incomplète (pénétration d'eau dans les cellules du liège), ce qui le rend se rétractant après séchage. - Il présente des parties d'un brun sombre, beaucoup plus foncé et humide au toucher.
Marbré	- Présence de marbrures noir ou noir bleuâtre, qui affectent considérablement la présentation.
Crevassé	- Ces nombreuses crevasses le rendent impropre à la fabrication des bouchons.
Fondu	- Il comporte une strate de cellules incomplètement, correspondant à une année particulièrement sèche ou à une défoliation accidentelle de l'arbre.
Gras	- La croissance a été rapide, le liège est mou, poreux et léger.
Clouté (ligneux)	- La présence des inclusions de liber qui le rendent dur et dense.
Terreux	- Un nombre trop important de lenticelles de grosse taille, larges, et déformées, contiennent une matière pulvérulente rougeâtre. - Il est localisé au niveau du liège du pied.
Double	- Ce défaut est dû à un arrêt de croissance du liège (année de sécheresse, incendie).
La tache jaune	- Elle se manifeste par une décoloration du tissu subéreux et par une forte odeur de moisissure, conduisant à un liège non bouchonnable.

Galerie du <i>Coroebus</i> <i>undati</i>	- La galerie se retrouve incluse dans l'épaisseur du liège, les traces du passage sont visibles au niveau des bouchons et peuvent occasionner des colleuses.
--	--

Source: (CANTA & PIEZZATA, 2005)

I-B-1-8. CLASSIFICATION DE LIÈGE

I-B-1-8-1. CLASSIFICATION DE LIÈGE SELON SA NATURE.

On distingue respectivement, le liège brut et le liège agglomérés :

- **Le liège brut** : C'est un liège qui n'a été soumis à aucun traitement après levé et peut être un liège mâle ou vierge, liège femelle ou de production.
- **Liège aggloméré** : Ce sont les matériaux obtenus par l'agglomération de tous les types de lièges sous des formes et des dimensions quelconques.

I-B-1-8-2. CLASSIFICATION DE LIÈGE SELON L'ÉPAISSEUR

La classification selon l'épaisseur sous croûte permet de distinguer sept catégories de liège, le tableau suivant donne une classification selon un ordre décroissant de l'épaisseur :

TABLEAU 6 : CLASSIFICATION DU LIÈGE SELON L'ÉPAISSEUR

Catégories	Épaisseurs (mm)
Surépais	>54
Épais	45-54
Demi-épais	40-45
Réguliers	32-40
Juste	27-32
Mince	22-27
Plat	< 22

Source : (ANONYME, 1983 in METNA, 2003).

I-B-2. IMPORTANCE ÉCONOMIQUE ET UTILISATION DE LIEGE

I-B-2-1. IMPORTANCE ÉCONOMIQUE

De point de vue économique et écologique, les forêts de chêne-liège apportent un important tribut aux pays de la région méditerranéenne, puisqu'elles occupent une aire globale de 2 687 000 hectares.

La subéraie pourrait constituer un élément important pour l'augmentation du revenu des entreprises et amélioration de l'emploi, la grande partie de la production de liège achetée par la société nationale qui transforme et commercialise la production à côté d'autres industriels nouvellement installés. Les consommations actuelles des pays du Maghreb, Maroc, Algérie,

Tunisie en produit de liège sont faibles ; la majorité de la production est exportée, principalement sous forme de produits finis et procure en moyenne chaque année 4 000 000 \$ environ en devises pour le cas de la Tunisie (ABDELHAMID, 2000).

I-B-2-2. UTILISATION DE LIÈGE

La principale utilisation de liège est la fabrication de bouchon naturel pour vins tranquilles, une planche de liège est d'ailleurs considérée de bonne qualité si l'on peut y maximiser la production de bouchon. Pour cela il faut limiter de déchets générés.

Le liège par rapport à d'autres produits industriels artificiels, est un élément naturel particulièrement hétérogène, en effet sur la globalité de la production seule une partie est bouchonnable et l'autre est inutilisable.

Par ses propriétés physiques et mécaniques, le liège occupe une place importante dans l'économie industrielle, ses principaux domaines d'utilisation sont (l'emballage, le bâtiment, chaussure, dans l'industrie (l'industrie de la pêche, l'industrie du froid, l'industrie chimique et pharmaceutique : bouchage et conditionnement des produits).

I-B-2-3. PRODUCTION DU LIÈGE DANS LE MONDE

TABLEAU 7 : LA PRODUCTION MONDIALE DU LIÈGE

Pays	Production (Tonne/an)	Pourcentage (%)
Portugal	157 000	52.46
Espagne	88 400	29.54
Italie	17 000	5.68
Algérie	15 000	5.01
Maroc	11 000	3.68
Tunisie	7 500	2.51
France	3 400	1.14
TOTAL	299 300	100

Source : PEREIRA (2008).

I-B-3. LES RÉGIMES ET MODES DE TRAITEMENT DES SUBERAIES.

Selon le mode de reproduction habituelle des arbres, on distingue en forêt deux régimes de base : la futaie et le taillis (SCHÜTZ, 1990).

I-B-3-1. LA FUTAIE

Une futaie est une forêt composée de grands arbres adultes issus de semis. Les futaies peuvent être naturelles ou être gérées par l'homme.

La détermination de la structure du peuplement (en futaie régulière ou futaie irrégulière) est nécessaire pour une bonne conduite de la sylviculture (traitements sylvicoles). Si le peuplement présente une répartition des diamètres des arbres autour de 3 classes, on s'orientera vers un traitement de futaie régulière à l'inverse si la répartition des classes de diamètre est hétérogène avec des classes de diamètre plus nombreuses, on s'orientera alors vers une gestion d'une futaie irrégulière. (SIGNOLLET & MANSION, 2003).

A- LA FUTAIE RÉGULIÈRE

La futaie régulière se conduit assez facilement. Les éclaircies ont pour objectif de diminuer la densité au profit des arbres les plus productifs, elles sont réalisées à chaque récolte. La densité finale préconisée est de 350 à 400 tiges par hectare.

La régénération de ce type de peuplement est cependant plus compliquée. Les coupes d'ensemencement entraînent une explosion du maquis peu profitable au semis. Cette régénération peut être assistée (débroussaillage de trouées, crocheta). Elle doit se faire par bouquet à fin d'éviter les coupes rases trop importantes tout en tenant compte de la durée de survie des sujets (CFT, 2008).

Ce type de gestion assure un revenu qui augmente en fonction de l'âge du peuplement.

B – LA FUTAIE IRRÉGULIÈRE OU LA FUTAIE JARDINÉE

La futaie irrégulière demande une attention particulière. Son principe repose sur une régénération continue. Les éclaircies se font dans toutes les classes de diamètres afin de conserver un équilibre entre les jeunes sujets improductifs (diamètre < 25 cm) et les arbres productifs. La régénération se fait dans les trouées laissées lors de l'élimination des arbres improductifs (CFT, 2008).

Cette gestion assure un revenu régulier grâce à un renouvellement continu du peuplement. Elle nécessite cependant des interventions sylvicoles régulières pour maintenir l'équilibre.

I-B-3-2. LE TAILLIS

Dans ce régime, les arbres sont issus de régénération végétative ou bien issus des rejets de souches et parfois de drageons.

Les premiers traitements sylvicoles de chêne-liège englobent l'ensemble des actions intervenant entre la régénération acquise et le premier écorçage (SEIGUE, 1985).

Le recepage entraîne la disparition momentanée de l'appareil photosynthétique, tout se passe ensuite comme si la souche cherchait à revenir à son état initial ou antérieur, c'est-à-dire, à reconstituer sa masse foliaire dans les meilleurs délais.

Le développement des bourgeons est un effort s'inscrivant dans la recherche de la stabilité antérieure. Ensuite le nombre de brins par souche diminue de façon à assurer un meilleur développement pour les sujets bien venants. Suite à l'avilissement des cours du liège de reproduction et de la vente rémunératrice du liège mâle, la production de celui-ci devient intéressante.

Il est bien entendu que cette méthode culturelle ne vise pas le remplacement des futaies, d'ailleurs elle sans succès dans les régions où la nature obligerait la prolongation des révolutions au-delà des limites qui réduisent les revenus économiques qui en résultent (**BELLABES & GUETTAS, 1991**). Les arbres sont recépés tous les 15 à 40 ans, selon leur productivité, afin qu'ils soient de petits diamètres. Leur bois sera débité en bûches ou transformé en charbon. Le taillis n'existe que dans une forêt exploitée pour produire du bois de chauffage (**PESSON, 1974**).

Selon (**NATIVIDADE, 1956**), le but recherché c'est de mieux profiter des aptitudes subéricole en adaptant la culture de l'espèce aux petites superficies où cet arbre est en voie de disparition.

I-B-4. ETUDE D'UN CAS DE MODE D'APPROCHE DE GESTION DE SUBÉRAIES

En vu d'envisager des conduites de gestion normalisées des subéraies, certaines auteures (**DEPORTES, 2004 & LOMBARDINI, 2010**) suggèrent des travaux de rénovation du peuplement surtout ceux qui sont nécessitant des interventions de soins culturaux.

On s'inspirant de recommandations de gestion des subéraies proposée par (**LOMBARDINI, 2010**), dans le cas de la futaie régulière et de la futaie irrégulière (figure 9 et 10), nous entreprenons dans cette dernière partie de notre étude, la mise en application de nos résultats, afin de les comparer aux normes proposées par ces auteurs. Cette approche, propose un type de gestion, qui a pour objectif de maintenir les peuplements suivant des densités par classes qui ne permettent pas la fermeture des houppiers, car dans le cas contraire, il y aura une influence sur la croissance en diamètre qui implique proportionnellement une influence sur la croissance du liège.

Selon le mode de traitement, deux modèles théoriques sont proposés :

I-B-4-1- CAS DE LA FUTAIE RÉGULIÈRE

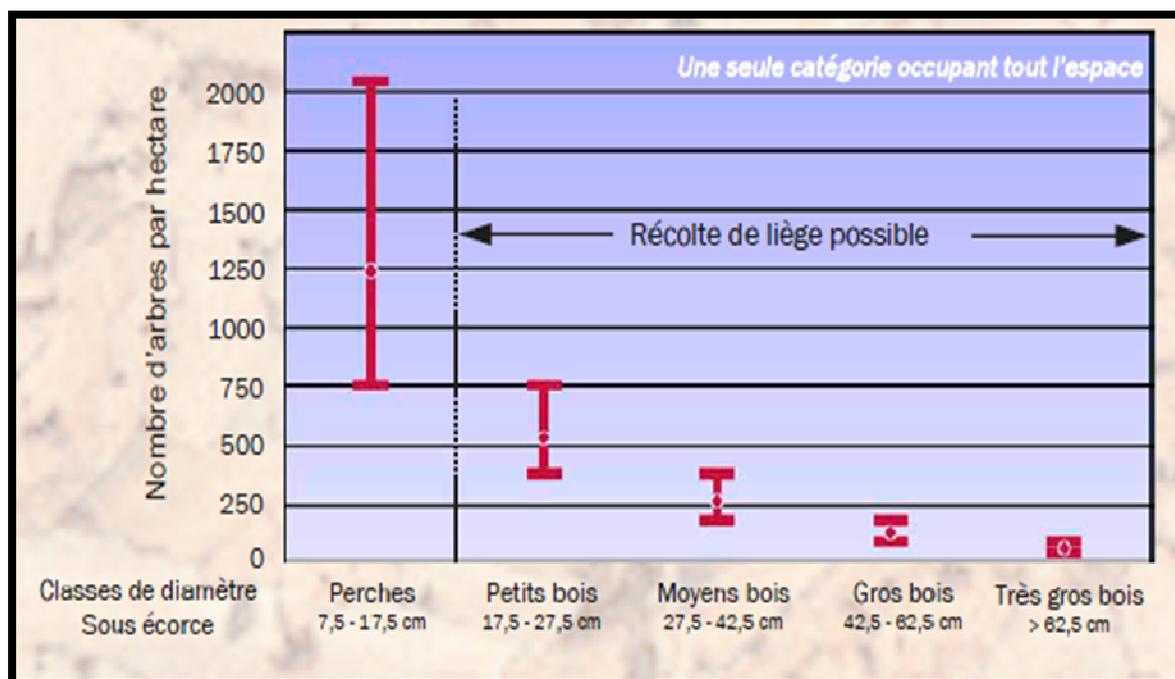
Selon les auteurs, elle concerne la plupart des subéraies à l'abandon (vieillesse du peuplement) ou le passage des incendies a conduit à une régularisation de la structure.

Les principes de base de la gestion de la futaie régulière sont :

La récolte de liège de qualité se fait après une quarantaine d'années, car la régénération est en fin de vie du peuplement ;

La régénération doit être envisagée lorsque, la densité d'arbres adultes produisant du liège chute en deçà de 150 arbres/ha. On favorise cette régénération avec un débroussaillage, un crochetage ou mieux un dessouchage du maquis, elle impose également une certaine synchronisation avec la pratique du pâturage.

La sylviculture peut être rythmée par les récoltes de liège toutes les 10 à 15 ans. Les travaux sont les suivants : débroussaillage préalable avant la levée, élimination des arbres non productifs tout on essayant de maintenir un couvert proche de 60 à 70 % et qui correspond à une densité par classe de diamètre proposé par les auteurs.



SOURCE : (ASSOCIATION SYNDICALE DE GESTION FORESTIERE DE LA SUBÉRAIE VAROISE, 2010).

FIGURE 4 : FUTAIE REGULIERE DE CHENE LIEGE : FOURCHETTES DE DENSITE POUR TOUTES LES CATEGORIES DE GROSSEUR ET POUR UN COUVERT DE 70 %.

I-B-4-2. CAS DE LA FUTAIE IRRÉGULIÈRE

Dans ce cas, l'objectif est de maintenir les effectifs de la structure irrégulière, suivant les normes qui apparaissent dans la figure 04.

Le modèle théorique pour ce mode de traitement est basé sur les principes de la gestion de la futaie irrégulière :

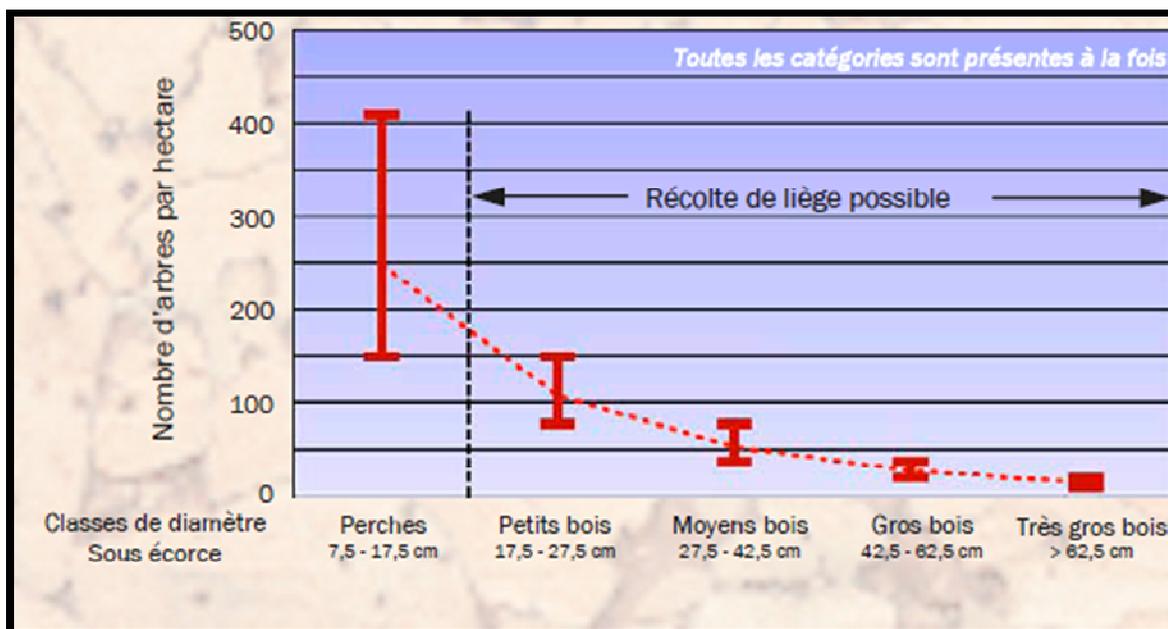
Le couvert optimal de la subéraie est de 60 à 70 %, pour obtenir des arbres en « boule », non jointifs, ce qui correspond à une norme empirique de 450 arbres/hectare de plus de 7,5 cm de diamètre sous écorce.

La répartition des arbres en cinq catégories de grosseurs (plus les gaules n'intervenant pas dans le calcul du couvert), chacune occupant 1/5 du couvert total.

L'année précédente de la récolte de liège, débroussaillage manuel ou mécanique, en sélectionnant les régénérations à préserver, et encore la récolte du bois de chauffage.

Après la récolte du liège, exploitation des gros arbres trop âgés pour porter un liège de qualité (120-150 ans).

Le passage d'une catégorie de grosseur à la suivante nécessite des éclaircies en éliminant des arbres malades ou blessés par la récolte du liège.



Source : ASSOCIATION SYNDICALE DE GESTION FORESTIERE DE LA SUBÉRAIE VAROISE, 2010).

FIGURE 5 : FOURCHETTES DES DENSITES POUR DES FUTAIES IRREGULIERES DE CHENE-LIEGE DANS CHAQUE CATEGORIE DE GROSSEUR ET POUR UN COUVERT DE 70 % .I-B-5. SYLVICULTURE DE CHÊNE LIÈGE

La sylviculture cherche à obtenir un fût élagué et si possible droit, afin de faciliter la récolte du liège et l'homogénéiser les produits, d'une hauteur de deux à cinq mètres en fonction des stations forestières et du diamètre des arbres. On facilite le développement de deux à quatre branches charpentières pour étendre le houppier. L'idéal étant que l'arbre soit en situation de croissance libre. De ce fait, les densités préconisées sont relativement faibles : 100 tiges /ha en peuplement final (CFT, 2008).

I-B-6. LES TECHNIQUES DE RÉCOLTE DU LIEGE

I-B-5-1. DÉMASCLAGE :

C'est une opération qui consiste à dépouiller un arbre de son liège naturel, sans abîmer la couche productrice de liège « la mère », pour que l'arbre produise du liège de reproduction dit commercial (DESSAIN et TONDELIER, 1991). Cependant, quand on le lève pour la première fois, il est peu estimé parce que très fendillé. Cette opération constitue pour l'arbre une blessure, qu'il surmonte grâce à la formation d'un tissu de cicatrisation qui est le liège (BOUDY, 1952).

L'âge lors du démasclage (première mise en valeur de l'arbre) est fixé à 35 ans pour les arbres sur les stations les plus fertiles (diamètre à 1.30 m de 17 cm) et 55 ans pour les chênes des classes de fertilité faible (diamètre à hauteur de poitrine de 22 cm).

I-B-5-2. LA LEVÉ DE LIÈGE :

La levée ou écorçage est l'opération qui consiste à séparer le liège femelle du chêne-liège (séparer le liège de l'écorce). Il se récolte quand il atteint une épaisseur de 3,5 à 4 cm, soit tous les 12 à 15 ans. (CANTAT ET PIAZZETTA, 2005).

Elle doit être réalisée en période de descente de sève (juin, juillet et août), en évitant les journées trop sèches, trop ventées ou pluvieuses (BOUDY, 1950).

❖ LES ÉTAPES DE DELIEGEAGE

Le déliègeage est un travail délicat, demandant une précision et un savoir-faire. Pour exécuter cette tâche, le démascleur est tenu à respecter les étapes suivantes :

- 1- Choisir l'arbre ou le sujet, doit être (sain, bon état végétatif). Tester l'arbre (essayer de décoller le liège à plusieurs endroits du tronc au niveau des fentes naturelles du liège)
- 2- Délimiter la couronne (le démascleur fait une incision horizontale à l'aide de la scie tout autour de la circonférence, la hauteur préalablement déterminée).
- 3- Délimiter les planches (le démascleur ouvre avec le tranchant de la hachette des fentes verticales, en utilisant les fentes naturelles ; 2 à 3 planches).
- 4- Faire des ouvertures verticales, pour faciliter le décollement des planches.
- 5- Décoller les planches, en utilisant le manche de la hachette.
- 6- Séparation des planches. Griffes les planches (les planches de liège décollées doivent être immédiatement griffées sur la mie, cette opération permet de reconnaître les lièges domaniaux , d'éviter les vols et la fraude au cours de débardage).
- 7- Extraire le liège de pied.

❖ Stockage de liège

Après la récolte, il est nécessairement de stocker le liège à l'air libre.

Au niveau du parc les lièges réceptionnés subissent les opérations suivantes :

- Triage- classement : à pour objectif de constituer des lots caractérisés par la qualité (bouchon-nable, trituration).

Les lièges sont classés en cinq catégories :

LRS : liège de reproduction sain ;

LRF : liège de reproduction flambé ;

LMS : liège mâle sain ;

LMF : liège mâle flambé ;

LR : liège rebut ;

- Empilage : mettre les lièges dans des piles (les planches sont disposées soigneusement par couches successives, dans le sens inverse, jusqu'à la hauteur désirée).

- Stéragé



FIGURE 6 : LA LEVEE DU LIEGE

SOURCE (VARELA, 2007)

CHAPITRE II

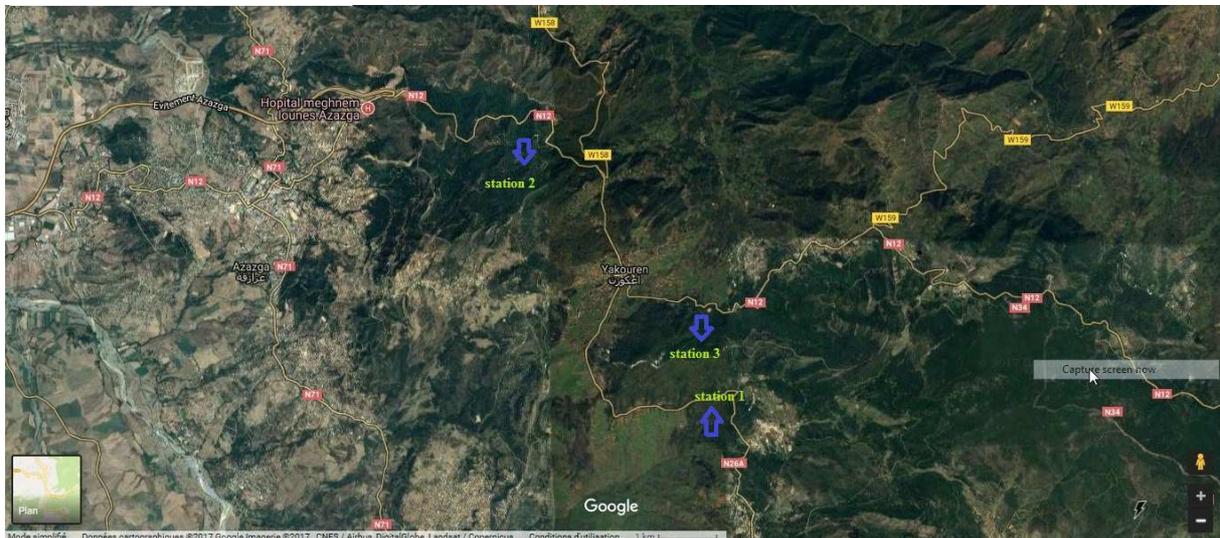
Matériels et méthodes

PARTIE II.A. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

II.A.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE

La forêt domaniale de « Beni-Ghobri » se trouve à environ 40 km à l'est de Tizi-Ouzou, administrativement, elle fait partie de la conservation des forêts de Tizi-Ouzou, circonscription d'Azazga. Elle s'étale sur deux communes (Azazga et Yakouren).

Elle se situe entre les parallèles 36° 43 ' à 36° 47' latitude entre nord et entre les méridiens 4° 22 ' à 4° 35' longitude et elle est limitée : par la ligne de crête la séparant de la forêt domaniale de Tamgout au nord. Les villages de Chercha N'Bahloul, et AssikhBouadda au Sud. À l'est, par la forêt d'Akfadou. Et l'ouest, par le chemin de wilaya N° 134 (commune d'Azazga)



SOURCE : GOOGLE EARTH

FIGURE 7 : CARTE DE LOCALISATION DE LA ZONE D'ÉTUDE (YAKOUREN)

II.A.2. GÉOLOGIE

Le massif forestier de Beni-Ghobri repose sur trois types de substratums géologiques : Les grès Numidie, dominants et occupants toutes les crêtes, les argiles sous Numidie de l'oligocène et les flyschs à micro-brèche brèche.

II.A.3. PÉDOLOGIE

Les sols sont acides ($\text{pH} < 6$), à texture limono-sableuse, de type brun lessivé, avec trois horizons bien distincts : A B C (OUDAH, 1979). Ils sont caractérisés par un humus de type mull riche en matières organiques sous chêne-liège.

II.A.4. CLIMAT

Les domaines méditerranéens sont des climats de transition entre la zone tempérée et la zone tropicale, ils dominent entre 30 et 40 parallèles de la forêt de Beni-Ghobri qui se situe entre les parallèles 36 42 et 36 47 latitude nord et soumise au climat méditerranéen.

II.A.4. 1. TEMPERATURES

Les températures enregistrées présentent un maximum de température moyenne de 27.1°C au mois d'août, qui reste le mois le plus chaud de l'année, un au minimum de température moyenne de 7.60 °C enregistrés au mois de décembre qui se considère le mois le plus froid.

II.A.4. 2. PRECIPITATIONS

Les précipitations déterminent la répartition des végétaux ; elles sont un facteur écologique limitant et un élément indispensable pour toute forme de vie (**DERRIDJ, 1990**).

La forêt de Beni-Ghobri bénéficie d'une pluviométrie importante, mais assez variable, les précipitations annuelles sont généralement comprises entre 900 et 1400mm/ an.

II.A.5. LOCALISATION DES STATIONS ETUDIEES

Les stations retenues pour cette étude correspondent à trois stations de la forêt de Beni-Ghobri. Nous avons à l'aide d'un GPS, localisé chacune d'elles et dont les coordonnées géographiques sont résumées dans le tableau suivant :

TABLEAU 8 : CORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES DES STATIONS.

Stations	Placettes	Coordonnées
S1	S1P1	N : 36°42'934''E : 004° 27' 408''
	S1P2	N : 36°42'919''E : 004° 27' 662''
	S1P3	N : 36°42'792''E : 004° 27' 879''
S2	S2P1	N : 36° 45' 252''E : 004° 24' 476''
	S2P2	N : 36° 45' 282''E : 004° 24' 416''
	S2P3	N : 36° 45' 260''E : 004° 24' 451''
S 3	S3P1	N : 36° 43' 723''E : 004° 26' 732''
	S3P2	N : 36° 43' 696''E : 004° 26' 647''
	S3P3	N : 36° 43' 690''E : 004° 26' 521''



PHOTO 1 : STATION 1



PHOTO 2 : STATION 2



PHOTO 3 : STATION 3

FIGURE 8 : PHOTOS DES STATIONS ECHANTILLONNEES

II.A.6. LA VÉGÉTATION

***Strate arborescente** : elle est composée essentiellement de chêne-liège (*Quercus suber*) et chêne-zen (*Quercus canariensis*).

***Strate arbustive** : Cette strate est composée essentiellement de : *Erica arborea*(Bruyère), *Cytisustriflorus*(Cytise), *Arbutusunedo*(Arbousier), *Rubus ulmifolius*(ronce).

* **Strateherbacée** :*Pterisaquilinum* , *Daphne gnidium* ,*Menthapulegium*, *Trifoliumcampestre*.

PARTIE II.B. MÉTHODOLOGIE

L'objectif de ce présent travail est une étude comparée de la variabilité de la production du liège de la forêt de Beni-Ghobri (Yakouren), établir la variabilité d'un certain nombre des paramètres sylvicoles : structures, densité ainsi que les paramètres dendrométriques qui rentrent dans le calcul du volume de la production du liège.

II.B.1- MÉTHODOLOGIE D'ÉCHANTILLONNAGE

L'échantillonnage est une étape primordiale dans l'étude de la végétation quelque soit, l'objectif de cette étude consiste à récolter les données en choisissant des éléments contenant des informations objectives, et d'une précision mesurable sur l'ensemble de la communauté végétale étudiée (GUINOCHET, 1973).

II.B.1-1- TYPE D'ÉCHANTILLONNAGE

Selon (RENDEUX, 1992), il existe plusieurs types d'échantillonnages :

➤ ÉCHANTILLONNAGE ALÉATOIRE ET SIMPLE

Dans l'échantillonnage aléatoire, tous les individus de la population ont une même probabilité d'être sélectionnée (chaque unité est choisie indépendamment des autres).

➤ ÉCHANTILLONNAGE ALÉATOIRE SYSTÉMATIQUE

Dans ce type, les unités choisies selon un schéma rigide prédéterminé, dont l'objectif principal est la couverture l'uniformité de l'ensemble de la population.

➤ ÉCHANTILLONNAGE ALÉATOIRE STRATIFIÉ

Ce type d'échantillonnage est utilisé lorsque les paramètres à estimer sont très variables dans l'ensemble de la population, et pour réduire l'erreur d'échantillonnage, où il est plus judicieux de scinder cette population en sous-populations plus homogènes appelées strates.

➤ ÉCHANTILLONNAGE À PLUSIEURS DEGRÉS

Ce type d'échantillonnage on considère qu'une population est constituée d'un ensemble d'unités d'échantillonnage (unités primaires), elle-même constituait d'un ensemble d'unités plus petites (unités secondaires), et ainsi de suite, son intérêt se présente dans le cadre de l'inventaire des ressources forestières sur de grandes étendues.

➤ L'ÉCHANTILLONNAGE A PLUSIEURS PHASES

Ce type d'échantillonnage se base sur un principe qui est d'échantillonner la population en plusieurs stades, simultanés ou successifs. On mettra souvent en œuvre un échantillonnage double ou à deux phases, indépendantes ou dépendantes.

➤ ÉCHANTILLONNAGE À PROBABILITÉ DE SÉLECTION VARIABLE

Cette méthode se base sur ce qu'on appelle communément l'échantillonnage à probabilité variable ou inégale.

Dans le cas de notre expérimentation, nous avons adopté l'échantillonnage aléatoire simple, chaque unité est choisie indépendamment des autres. Il présente des avantages importants en statistique (estimation non biaisée de la moyenne de la population, calcul aisé de la variance).

L'échantillonnage aléatoire et simple est la méthode de sélection la plus fondamentale. Les unités d'échantillonnage retenues lors de cette étude sont :

Les forêts ;

Les placettes.

II.B.1-2- CHOIX DES STATIONS ET DES PLACETTES D'ÉCHANTILLONNAGE

Le présent travail s'inscrit dans la continuité de ceux de (**SEDHOUM, 2008; DJAMOUH & DJEBBID, 2006**), ils s'inscrivent dans le cadre du projet forestier national en Algérie, qui est un projet pluridisciplinaire (production, sylviculture et bio-systématique).

Ainsi, pour la forêt de Yakouren, les 3 stations retenues sont toujours les mêmes que celles de **SEDHOUM (2008)**. Ce choix est dicté par la perspective de faire une synthèse de tous les travaux, ayant pour le même cadre, les mêmes stations.

Rappelons que le choix des stations suit les impératives de la situation de la forêt de Yakouren, qui a conduit à retenir 3 stations des plus accessibles suivant un gradient altitudinal de deux parties Est et ouest de la forêt de Yakouren(**SEDHOUM, 2008**).

II.B.1.3. CHOIX DE LA FORME ET DE LA DIMENSION DE LA PLACETTE

Nous avons retenu trois stations (S1, S2, S3), et dans chaque station, nous avons pris trois placettes.

Les placettes sont circulaires d'une superficie de cinq ares correspondant à un rayon de 12.80 m (**RONDEUX et LECOMTE, 2005**).

La distance minimale entre deux placettes égale à deux fois le rayon pour qu'un arbre d'une placette ne soit pas échantillonné dans une autre placette. Dans le but de vérifier l'homogénéité intra station.

Selon **RONDEUX (1999)**, les placettes de forme circulaire sont incontestablement les plus intéressantes et les plus utilisées eu égard aux considérations suivantes :

- Elle ne comporte pas de direction privilégiée, ce qui confère plus d'objectivité aux mesures et aux résultats ;
- Elles permettent de réduire considérablement le nombre de cas douteux d'appartenance ou non d'arbre à la placette ;
- Leur implantation sur le terrain est facile et rapide.

II.B.1.4. DÉLIMITATION DES PLACETTES

Sur le terrain, le souci premier est d'installer des placettes circulaires, dont le rayon doit être de projection horizontale et non dans le sens de la pente. Sur le plan pratique, nous avons utilisé une corde d'une longueur de 12,80 m.

II.B.1.5. ARBRES RETENUS DANS LA PLACETTE

Vu que notre étude prospecte l'influence de la densité sur la production des arbres, il est important de dénombrer exactement les effectifs des arbres de chaque placette.

Pour l'inventaire d'une placette, il est retenu que tous les arbres qui se trouvent dans le cercle et ceux dont plus de la moitié du diamètre du tronc est située à l'intérieur du cercle sont inclus (BOUCHON & PARDE, 1988).

Les arbres inventoriés dans chaque placette sont numérotés par chiffre ascendant en se déplaçant spirale de l'extérieur vers l'intérieur du cercle. Pour cela, les chiffres sont marqués sur le tronc de l'arbre.

II.B.2. APPROCHE DE L'ÉTUDE DE LA PRODUCTION DE LIÈGE

II.B.2.1. CHOIX DES PARAMÈTRES DENDROMÉTRIQUES

Le choix des paramètres dendrométriques retenus dans cette étude tient compte de l'objectif final (étude de la production du liège) et des paramètres intermédiaires nécessaires pour l'estimation et la caractérisation de cette production entre les trois stations.

Parmi les caractères habituellement pris en compte dans ce type d'études, notre choix se porte sur les paramètres dendrométriques les plus adaptés à notre problématique et ceux qui décrivent les peuplements (stations).

Nous allons donc nous intéresser principalement, à :

- Circonférence à 1 m 30 du sol (Cir 1.30 m) ;
- La hauteur totale (Htot m) ;
- Hauteur démasclage (Htot m) ;
- L'épaisseur du liège (épais cm).

• MESURE DE LA CIRCONFÉRENCE A 1 M 30 DU SOL

Au niveau de chaque placette délimitée, nous avons procédé à l'identification de tous les arbres précomptables, c'est-à-dire ceux qui ont une circonférence à 1.30 m du sol égal ou supérieur à 15 cm (YESSAD, 1990). Les arbres morts ne sont pas inventoriés. Les autres ont tous été numérotés, en vue de faciliter le recensement et d'éviter de faire des erreurs d'inventaires, notamment de comptabiliser deux (2) fois la mesure d'une même tige. Le matériel de mesure utilisé dans le cadre de ces opérations est le ruban mètre pour la circonférence à un 1.30 m du sol (à hauteur d'homme).

Conventions à adopter en fonction de la topographie et la morphologie des arbres selon **RONDEUX (1999)** :

- Mesure du côté amont de l'arbre sur terrain en pente ;
- Choix d'un niveau moyen matérialisant le point inférieur de mesure de la hauteur d'homme dans le cas d'un sol à surface très irrégulière ;
- Mesures individuelles des tiges d'arbres-fourche prennent naissance en dessus du niveau d'homme ;
- Mesure en oblique dans le cas d'arbres penchés ;
- Résultat moyen si le défaut se trouve à hauteur d'homme.



FIGURE 9 : MÈTRE RUBAN

- **MESURE DE LA HAUTEUR TOTALE (Htot m)**

La hauteur totale d'un arbre est la longueur de la ligne droite, joignant le pied de l'arbre (niveau du sol) à l'extrémité du bourgeon terminal (**ANONYME, 1989**).

Tous les arbres inventoriés précédemment ont fait l'objet de mesure de leur hauteur totale. L'instrument de mesure utilisé est **LE DENDROMÈTRE BLUME-LEISS**. Ce dendromètre (voir figure 5) très pratique et très utilisé. Il se présente sous la forme d'un boîtier en quart-de-cercle comprenant un clisimètre muni d'un pendule que l'on bloque manuellement lors de la visée devant 5 échelles graduées, 4 en hauteurs (correspondant à des distances de stationnement de 15, 20, 30 et 40 m) et une en degrés.

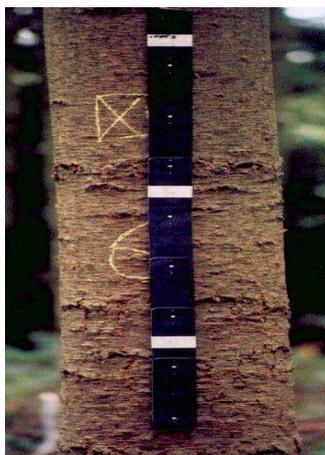


FIGURE 10 : DENDOMETRE BLUME-LEISS ET MIRE.

- **MESURE DE LA HAUTEUR DE DÉMASCLAGE DES ARBRES**

La hauteur de démasclage de chaque arbre est mesurée à l'aide du mètre ruban de deux mètres, qui va nous permettre d'estimer le volume de liège.

- **MESURE DE L'ÉPAISSEUR DU LIÈGE (épais cm)**

Elle se fait à l'aide d'un appareil appelé BarKmåtre Suédois de 0 à 5 cm, enfonce dans l'écorce de l'arbre à 1.30 m du sol. Les épaisseurs du liège obtenues sont estimées en centimètre (cm).

II.B.2.2- PARAMÈTRES POUR LA DESCRIPTION DES STATIONS

LA STRUCTURE DU PEUPEMENT

- ÉTUDE DE LA STRUCTURE DE CHACUNE DES TROIS STATIONS

L'étude de la structure des stations s'appuie sur le test de normalité de SHPIRO WILK (VILLAIN, 1999).

-ETUDE DE LA DISTRIBUTION DES ARBRES PAR CLASSE DE DIAMÈTRE

Elle implique d'effectuer au préalable une répartition des classes de diamètres pour la comparaison entre les stations de même structure. L'amplitude associée à chaque classe est de 10 cm. Les résultats sont représentés par les histogrammes de distribution des individus au sien de chaque station.

Elle nous permettra d'affiner l'étude de la structure de chaque peuplement par rapport à l'accroissement des arbres en présence de tous les stades de développement dans le cas des futaies irrégulières.

- **DIAMÈTRE**

Il est obtenu par le rapport entre la circonférence mesurée à 1.30 m est le quotient π qui correspond du diamètre qu'on peut mesurer au compas, il est déterminé par la formule suivante :

$$\text{Dia} = \frac{\text{Cir 1.30}}{\pi} \text{ Avec :}$$

Cir : circonférence d'un arbre à un 1.30 m ; et π : 3.14.

- **LA DENSITÉ DES STATIONS**

La notion de la densité est particulièrement intéressante à considérer en matière de traitements sylvicoles des peuplements et d'estimation de leur production (RONDEUX, 1992).

La densité correspond au nombre d'arbres sur une surface donnée. Elle permet de différencier les peuplements et très souvent utilisée en foresterie.

De nombreux travaux de chercheurs (GINGRICH, 1967 ; CURTIS, 1970 ; DANIELS & BURKHART, 1975 ; HANN & RIITERS, 1982 ; HOULIER et al, 1991 ; RONDEUX, 1999) ont été motivés par l'idée qu'une expression convenable de la densité d'un peuplement pourrait servir de façon non négligeable les études de production et de croissance. Dans cette étude, nous retenons celle de la densité à l'hectare et celle de la surface terrière. En effet, la surface terrière ou le nombre de tiges ne peuvent conduire isolément à une approche dendrométrique pertinente du peuplement. En revanche l'association des deux se révèle particulièrement intéressante pour comparer des peuplements entre eux ONF (2007) in CHANOUNE (2011).

La densité optimale d'une suberaie est celle qui permet, en même temps qu'une utilisation du sol aussi complète que possible, la production du liège maximale, sans que la qualité ni l'épaisseur du liège en souffrent et sans porter atteinte au développement végétatif et la longévité des arbres (NATIVIDADE, 1956).

a) EN FONCTION DU NOMBRE DE TIGES À L'HECTARE

La densité d'un peuplement est exprimée en fonction du nombre de tiges à l'hectare :

$$D \text{ (N/ha)} = \sum n_i / S$$

S : surface de la placette ($S = 3,14 \times R^2$, avec Rayon $R = 12,80$ m). **b) EN FONCTION DE LA SURFACE TERRIÈRE**

La surface terrière d'un peuplement est la somme des surfaces terrières de tous les arbres qui le composent.

$$Gi \text{ (m}^2\text{)} = \sum gi$$

La surface terrière d'un arbre est la surface de la section transversale de cet arbre à 1.30 m du sol (BOUCHON & PARDE, 1988).

$$Gi_{(1.30)} = \frac{\pi Dia_{(1.30)}^2}{4} = \frac{Cir_{(1.30)}^2}{4\pi}$$

Gi : la surface terrière d'un arbre ; Dia et Cir : le diamètre et la circonférence de cet arbre respectivement.

- **HAUTEUR DOMINANTE ET CLASSES DE FERTILITÉ**

Universellement employée, la hauteur dominante est définie différemment par les auteurs. PARDE (1961), HAMILTON (1975) in YESSAD (1988) et M'HIRIT (1982), recommandent de considérer la hauteur moyenne arithmétique des 100 plus gros arbres à l'hectare comme hauteur dominante du peuplement. Elle est indicatrice des conditions situationnelles et du niveau de fertilité de la zone, fluctue continuellement dans le temps et échappe à l'effet des interventions brusques dans le peuplement (PALM, 1981).

Selon RONDEUX (1999), la hauteur dominante est la hauteur moyenne des 100 plus gros arbres à l'hectare. Ce qui correspond dans notre cas au calcul de la hauteur dominante par placette et par station.

Le choix de la hauteur dominante du peuplement se justifie par : une très grande indépendance par rapport aux conditions des traitements sylvicoles (HÜSCH, 1963 in YESSAD, 1990). Elle varie d'une manière assez continue dans le temps.

- Calcul de la Hdom par placette : (où les placettes ont une superficie de cinq ares chacune).

La hauteur dominante est la moyenne arithmétique des hauteurs totales des 5 Arbres (correspondant à 100 arbres /ha) les plus gros arbres (H_x) pour une surface de la placette qui égale à cinq ares.

$$Hdom = \sum H_x / x$$

- Calcul de la Hdom par station : (où les stations ont une superficie de 5×3 ares chacune). Ce qui correspond à 15 arbres par station.

La hauteur dominante est la moyenne arithmétique des hauteurs totales des 15 plus gros arbres (H_x) pour une surface de la station qui égale à 15 ares.

$$Hdom = \sum H_x / x$$

La fertilité des stations pour une essence forestière donnée peut être mise en évidence par l'étude des hauteurs dominantes (**KADIK, 1987**).

Selon **CHANOUNE (1991)**, la classe de fertilité d'une station peut être déterminée à partir de l'estimation de la hauteur dominante qui y règne.

TABLEAU 9 : CLASSE DE FERTILITÉ SELON LA HAUTEUR DOMINANTE.

Hauteur dominante	Classes de fertilité
15-17	1
13-15	2
11-13	3
<11	4

SOURCE : (CHANOUNE, 1991)

II.B.3. ÉTUDE DE LA VIGUEUR DES ARBRES PAR STATION

RELATION HAUTEUR-DIAMETRE

Pour apprécier la vigueur d'un arbre, on a eu recours à l'étude des relations entre les caractères dendrométriques des peuplements forestiers : hauteur-diamètres (ou circonférence).

Ces relations sont approchées à l'aide de différentes modélisations mathématiques grâce au logiciel Excel.

- L'équation exponentielle : $y=ax+b$.- L'équation de puissance : $y=ax^b$
- L'équation polynomiale : $y=ax^2+bx+c$.- L'équation logarithmique : $y=a \log x+b$
- L'équation linéaire : $y=ax+b$

II.B.4. ÉTUDE DE LA PRODUCTION DU LIÈGE

La notion de production est un élément indispensable pour apprécier le développement du peuplement.

▪ COEFFICIENT DU DÉMASCLAGE (K)

Afin d'apprécier l'efficacité des opérations de réaliser dans les parcelles d'EL-Taref et de constater si la production du liège (réelle ou celle nous estimons) pouvait être améliorée, nous allons appuyer notre étude, sur celle du coefficient de démasclage d'une part et celle de la hauteur moyenne de démasclage d'autre part.

En réalité ces paramètres, indépendants, sont deux moyennes différentes traduisant le même résultat celui de la pratique de démasclage.

Selon **BOUDY (1952)**, le coefficient de démasclage dépend de l'état de végétation de l'arbre, il rentre dans la détermination de la hauteur de démasclage.

Ce coefficient prend pour valeur « 2 » selon la réglementation en vigueur sur l'exploitation du liège. On peut l'augmenter ou le réduire en fonction de la fertilité de la station.

La hauteur de levé du liège se détermine à partir de la circonférence, prise sur l'écorce (1.30 m), et a, laquelle on affecte, un coefficient de démasclage (**DESSAIN & TONDELIER, 1991 ; HAMMARD, 1980**).

$$K = \frac{\text{Hauteur de levé du liège}}{\text{Cir}_{1.30}}$$

Cir : Circonférence de l'arbre à 1.30m.

La hauteur de démasclage ou hauteur de levé du liège prend la valeur minimale de 1,50 m est ne peut dépasser les hauteurs de 4 m. cette variation est déterminée en fonction de la fertilité des stations (**YESSED, 2000**).

▪ VOLUME DU LIÈGE DE REPRODUCTION (VOL m²)

❖ PAR ARBRE (VOL_{ind})

Le volume du liège pour chaque arbre est déterminé par la formule suivante (**DJAMOUH & DJEBBID, 2006**). Avec :

$$\text{Vol}_{\text{ind}} = (\text{Cir} - \pi \text{Epais}) \times \text{Hdem} \times \text{Epai}$$

Cir : circonférence à un 1.30 m ; **Epais** : épaisseur du liège ;

π: egale a 3.14 ; **Hdem** : hauteur de démasclage.

❖ PAR PLACETTE (VOL_p)

Pour calculer le volume du liège de reproduction pour chacune de placettes, on applique la formule suivante :

$$\text{Vol}_p = \sum \text{Vol}_a$$

❖ PAR STATION (VOL_s)

Le volume de liège de reproduction produit par chaque station est obtenu comme suite :
 $\text{Vol}_s = \sum \text{Vol}_p = \sum \text{V}_a$

II.B.5. ANALYSE DES DONNES

Cette phase permet d'organiser les informations nécessaires (tableaux bruts) à l'analyse des données en vue des différentes méthodes statistiques.

TABLEAUX BRUTS

Lorsqu'on recueille les données, on les place la plupart du temps dans un tableau de contingence. D'une part, cela permet d'appréhender l'information qui est synthétisée et d'autre part facilite ou rend possible les calculs.

REPRÉSENTATIONS GRAPHIQUES

Pour donner à lire rapidement cette liste de données, on utilise les graphiques qui permettent de donner une synthèse visuelle de la distribution d'une variable et de percevoir l'éventuelle relation entre les variables. Les représentations peuvent être un diagramme, nuage du point ou un histogramme. Selon le type de variable ou de caractère. Tous les graphiques sont réalisables en effectifs ou en fréquences.

ANALYSE DESCRIPTIVE

Afin de comparer entre placettes et stations, une analyse statistique descriptive représentée par l'estimation des paramètres de position et de dispersion a été réalisée pour les variables dendrométriques étudiées.

- **LA MOYENNE (\bar{x})**

Est la caractéristique de position la plus simple et la plus employée qui s'obtient en sommant toutes les valeurs observées X_1, X_2, \dots, X_n , divisée par le nombre d'observations (n) (**DAGNELIE, 1973**).

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum n_i x_i$$

- **ÉCART TYPE (σ)**

Exprime les variations des différentes valeurs par rapport à la moyenne.

On définit la variation observée notée S^2 comme la moyenne arithmétique des carrés des écarts à la moyenne. L'écart type observé (σ) correspond à la racine carrée de la variance observée :

$$\sigma = \sqrt{S^2} \text{ Avec : } S = \frac{1}{n} \sum (X_i - \bar{X})^2$$

- **COEFFICIENT DE VARIATION (CV %)**

On appelle coefficient de variation le rapport de son écart-type sur sa moyenne. Ce coefficient est sans unité, souvent exprimé en pourcentage.

Il permet la comparaison entre des séries différentes. Il nous indique sur l'hétérogénéité de la forêt (**DAGNELIE, 1975**).

$$CV = \frac{\sigma * 100}{\bar{X}} \text{ Avec } \sigma : \text{Écart type et } \bar{X} : \text{Moyenne}$$

- **ANALYSE DE LA VARIANCE A UN FACTEUR (ANOVA 1)**

L'analyse de la variance a pour but la comparaison des moyennes des variables mesurées ou calculées d'une station à une autre. Elle se base sur les résultats de l'analyse descriptive.

- **COMPARAISON DES MOYENNES HOMOGÈNES**

Pour représenter les groupes homogènes, on a appliqué le test de comparaison multiple des moyennes (Test de TUKEY), appelé aussi le test de la déférence franchement

significative. C'est l'un des tests post-hoc des plus utilisés, car il exerce un contrôle sur le taux d'erreur de l'ensemble (**DAGNELIE, 1975**).

- **MATRICE DE CORRÉLATION**

Les corrélations nous permettent d'exprimer la liaison entre deux variables. Le signe positif du coefficient de corrélation indique une relation proportionnelle entre les deux variables et le signe négatif indique une relation inversement proportionnelle.

- **ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES (ACP)**

C'est une méthode statistique essentielle descriptive. Son objectif est de présenter sous forme de graphique le maximum d'informations contenues dans un tableau de données. À l'aide du logiciel XL stat 2014, on a réalisé l'A.C.P., elle porte sur un tableau de contingence en colonne par les moyennes des caractères mesurés sur le terrain.

Les traitements statistiques que nous venons de citer sont réalisés à l'aide des logiciels de statistiques suivants : Excel 2007, Statistica 7 ; Xlstat version 6.

CHAPITRE III

Résultats et discussion

Après une présentation des principaux résultats statistiques obtenus durant cette étude, le présent chapitre comprend également une discussion de ces résultats tout en les confrontant aux résultats d'autres auteurs.

III-1- RÉSULTATS

Nous présentons en premier, les résultats relatifs aux descriptions des stations des points de vue des structures et densités. Nous synthétiserons ensuite, les résultats des moyennes des paramètres dendrométriques étudiés sur le terrain ainsi que les estimations des paramètres de la production en liège. Dans les étapes suivantes, nous développerons les résultats des régressions, des corrélations entre paramètres dendrométriques et ceux de la production en liège. Enfin une synthèse (ACP) tenant compte de l'ensemble des paramètres étudiés simultanément. Les dernières étapes sont consacrées aux résultats des densités des arbres selon des critères de classes de diamètres en perspective de suggestions, de gestion et de rénovation.

III-1-1- CARACTÉRISATION DES TROIS FORÊTS

III-1-1-1- ÉTUDE DE LA STRUCTURE

Les résultats de l'étude de la structure de chacun des peuplements des trois stations sont ceux par l'approche du test de normalité de Shapiro appliqué à la distribution des diamètres. Les résultats de ce test sont résumés dans le tableau 15.

TABLEAU 10 : RÉSULTATS DU TEST DE NORMALITÉ (SHAPIRO WILK).

Stations	N	Dia max	P	Signification	Conclusion
Station 1	77	0,92	$P=0,00 < 0,01$	S	Structure irrégulière
Station 2	63	0,86	$P=0,00 < 0,01$	S	Structure irrégulière
Station 3	50	0,96	$P=0,08 > 0,01$	NS	Structure régulière

Légende : NS : Différence non significative, S : Différence significative

D'après le tableau 10, il apparaît qu'au seuil du risque α de 5 %, la station 1 et la station 2 présente des différences significatives, traduisant une distribution irrégulière des diamètres.

À l'opposé, la station 3 présente avec des différences non significatives, traduisant une distribution régulière des diamètres de cette station.

**TABLEAU 11 : DISTRIBUTION DES TIGES PAR CLASSES DE DIAMÈTRE POUR
LES STATIONS À STRUCTURE IRRÉGULIÈRE**

Stations Classes	Station 1		Station 2	
	N	%	N	%
] 0-10 cm]	4	5,19	4	6,35
] 10-20 cm]	27	35,06	<u>33</u>	<u>52,38</u>
] <u>20-30</u> cm]	<u>34</u>	<u>44,15</u>	14	22,22
] 30-40 cm]	6	7,79	5	7,93
] 40-50 cm]	5	6,49	5	7,93
] 50-60 cm]	1	1,3	2	3,17
] 60-70 cm]	0	0	0	0
] 70-80 cm]	0	0	0	0
Totale	77	100	63	100

La station 1 et la station 2 dont la structure est irrégulière se distinguent la station 3 qui a une structure régulière.

La station 1 et la station 2, les représentations des classes de diamètres sont conformes à celle d'une distribution irrégulière où le nombre de classes est plus important.

Pour la station 1, on remarque que le nombre de classes est de six :] 0-10 cm],] 10-20 cm],] 20-30 cm],] 30-40 cm],] 40-50 cm] et] 50-60 cm], et que la classe] 20-30 cm] est la plus importante en nombre (34 arbres) représentant 44,15 %. La classe qui représente les plus jeunes individus] 0-10 cm] [est enregistré par 4 individus dans cette station, on note aussi manque des classes supérieures] 60-70 cm] et] 70-80 cm] implique que le peuplement de la station 1 c'est une jeune futaie irrégulière.

Pour la station 2, à structure irrégulière, le nombre de classes est de six :] 0-10 cm],] 10-20 cm],] 20-30 cm],] 30-40 cm],] 40-50 cm] et] 50-60 cm] et que la classe] 10-20 cm] est la plus importante en nombre (33 arbres) représentant 52,38 %, la classe] 0-10 cm] moins importantes qui enregistrent 4 individus. Nous constatons l'absence totale des classes supérieures] 60-70 cm] et] 70-80 cm], implique que le peuplement de station 2 c'est une jeune futaie irrégulière.

**TABLEAU 12 : DISTRIBUTION DES TIGES PAR CLASSES DE DIAMÈTRE POUR
LES STATIONS À STRUCTURE RÉGULIÈRE**

Stations Classes	Station 3	
	N	%
] 0-10 cm]	0	0
] 10-20 cm]	0	0
] 20-30 cm]	4	8
] 30-40 cm]	15	30
] 40-50 cm]	21	42
] 50-60 cm]	5	10
] 60-70 cm]	4	8
] 70-80 cm]	1	2
Total	50	100

La station 3, dont la structure est régulière, les représentations des classes de diamètres sont conformes à celle d'une distribution régulière où le nombre de classes est réduit.

La structure de la station 3 est représentée par six classes :] 20-30 cm],] 30-40 cm],] 40-50 cm],] 50-60 cm],] 60-70 cm] et] 70-80 cm] et] 30-40 cm], et la classe] 40-50 cm] qui est avec 21 individus est la plus importante en nombre, soit 42 %. On remarque que les deux classes]0-10 cm] et] 10-20 cm] sont totalement absentes (qui représentent les classes des plus jeunes arbres) et la présence des classes supérieures]50-60cm],]60-70 cm] et] 70-80 cm] implique que le peuplement de station 3 c'est une vieille futaie régulière.

III-1-1-2- DENSITÉ ET LA SURFACE TERRIÈRE DES PLACETTES

Le tableau 18 représente les résultats de calcul des densités et des surfaces Terrières des placettes des trois stations.

TABLEAU 13 : RÉSULTATS DE LA DENSITÉ ET LA SURFACE TERRIERE PAR PLACETTE

Forêts.	Placettes	Nombre d'arbres	Densité (nombre d'arbres/ha)	Gi (m²/ha)
Station 1.	S1P1	35	700	22
	S1P2	22	440	39,34
	S1P3	20	400	17,52
station 2.	S2P1	19	380	17,19
	S2P2	26	520	29,65
	S2P3	18	360	17,6
Station 3.	S3P1	15	300	53,47
	S3P2	17	340	65,72
	S3P3	18	360	51,04

- **DENSITÉ**

La densité moyenne au niveau de la station 1 se situe entre 700 arbres/ha (S1P1) la plus grande valeur et 440 arbres/ha (S1P2), tandis que la placette (S1P3) présente 400 arbres/ha.

Dans la station 2 les densités moyennes varient entre 380 arbres/ha (S2P1) et 520 arbres /ha (S2P2), la placette (S2P3) présentes 360 arbres/ha.

Les variations de la densité moyenne dans la station3 sont de300 arbres /ha (S3P1) à 340 arbres/ha (S3P2), 360 arbres/ha au niveau de la placette (S3P3).

- **LA SURFACE TERRIERE**

Pour la station 1 la plus grande surface terrière est estimée au niveau de la placette S1P2 (39,34 m²/ha), la plus faible dans S1P3 (17,52 m²/ha) et la placette S1P1 avec une valeur (22m²/ha).

Au niveau de la station 2 la plus grande surface terrière est enregistrée dans S2P2 (29,65 m²/ha), les valeurs moyennes sont enregistrées dans les deux placettes S2P1 et S2P3 avec (17,19 m²/ha) et (17,6 m²/ha).

La surface terrière la plus grande dans la station3 se trouve au niveau de la placette S3P2 (65,72 m²/ha) et pour S3P1 et S3P3 les valeurs sont (53,47 m²/ha) et (51,04 m²/ha) respectivement.

III-1.1.3. DENSITÉS DES TROIS STATIONS.

Le tableau 14 regroupe les résultats de calcul des densités au niveau des trois stations.

TABLEAU 14 : DENSITÉS DES TROIS STATIONS.

station	station1	Station 2.	Station 3.	Moyenne des trois stations de Yakouren
Densité				
N/ha	<u>513,33</u>	<u>420</u>	333,33	422,22
Gi (m ² / ha)	26,29	<u>21,48</u>	<u>56,74</u>	34,96
gi (m ²)	<u>0,05</u>	<u>0,05</u>	<u>0,17</u>	0,08
CV (%) pour gi	85,11	<u>106,82</u>	<u>53,94</u>	99,46

Légende : Gi (m²/ ha) (Somme des surfaces terrières/ha) ; gi (m²) (surface terrière moyenne d'un arbre).

- **NOMBRE DES TIGES A L'HECTRE**

À partir du tableau 14, les densités les plus importantes sont enregistrées dans les station1 (513,33 tiges/ha) et station 2 (420 tiges/ha) qui ont une structure irrégulière. Par contre, la station 3 à structure régulière enregistre la valeur la plus faible de (333,33 tiges/ha).

Dans la moyenne pour les 3 stations de Yakouren enregistre une densité moyenne de (422,22 tiges/ha).

- **LA SURFACE TERRIERE PAR INDIVIDU**

La surface terrière moyenne la plus importante d'un arbre est enregistrée au niveau des stations 3 avec des valeurs de 0,17 m². Au niveau des stations 1 et 2 se présentent des valeurs moyennes respectives de 0,05 m² et 0,05 m². Pour les trois stations étudiées, la moyenne est de 0,08 m².

Concernant le coefficient de variation, la valeur la plus importante est enregistrée dans la station 2 avec une valeur égale à 106,82 %, et les valeurs respectives de 85,11 % et 53,94 % sont dans la station 1 et la station 3.

Pour les trois stations de Yakouren, nous obtenons une moyenne de 99,46%.

• LA SURFACE TERRIERE PAR STATION

Les surfaces terrières les plus faibles sont obtenues dans les stations 1 avec (21,29 m²/ha) et la station 2 avec (26,48 m²/ha). Celle de la station 3 présente la valeur la plus importante (56,74 m²/ha).

Concernant les trois stations de Yakouren, la moyenne enregistrée est (34,96 m²/ha).

III-1-2- MOYENNE DES PRAMATRES DENDROMÉTRIQUES

Ces résultats sont présents d'une part pour chacune des placettes (Tableau 16, 17 et 18), et d'autre part pour chaque station (tableau 15).

III-1.2.1. PAR STATION.

Le tableau 15 résume les résultats moyens des paramètres dendrométriques mesurés pour les trois stations.

TABLEAU 15 : ANALYSE DESCRIPTIVE DES PARAMÈTRES DENDROMÉTRIQUES DES TROIS STATIONS.

station	N	ND	Paramètres	Ht (m)	Hd (m)	Epais (cm)	Cir (cm)
S1	77	46	Moyenne	8,23	2,08	1,32	74,78
			CV (%)	32,78	22,06	33,56	39,09
S2	63	38	Moyenne	8,19	1,85	1,25	71,77
			CV (%)	40,31	40,76	32,47	50,16
S3	50	47	Moyenne	15,27	2,87	2,94	141,68
			CV (%)	20,66	25,87	14,97	25,89
moyen des trois stations	190	131	Moyenne	10,07	2,29	1,88	91,39
			CV (%)	43,02	34,39	47,94	49,27

Légende : CV : coefficient de variation ; Cir : Circonférence de l'arbre à 1,30 m du sol ; N : Nombre d'arbres échantillonnés ; ND : Nombre d'arbres démasclés ; Epais : épaisseur de liège ; H_{tot} : hauteur totale ; DEM : hauteur de démasclage. Cm : Centimètre ; m : mètre.

Le tableau 15 résume les moyennes des paramètres obtenues dans les trois stations. La station 3 marque les hauteurs moyennes les plus élevées (15,27 m). Par contre, la station 1 avec 8,23 m, et la station 2 avec 8,19 m, ont des moyennes intermédiaires. Les 3 stations de Yakouren présentent une moyenne de 10,07 m.

Le coefficient de variation le plus important est enregistré dans la station 2 (40,31 %). La plus faible est dans la station 3 avec (20,66 %), la valeur intermédiaire dans la station 1

avec une valeur de (32,78 %). Les trois stations de Yakouren se présentent avec une moyenne de coefficient de variation de (43,02 %).

- **HAUTEUR MOYENNE DE DÉMASCLAGE (H_{DEM})**

Pour ce paramètre, les valeurs 2,87 m est 2,08 m sont des valeurs plus importantes respectivement dans la station 3 et la station 1, par contre, la valeur faible celle de la station 2 avec 1,85 m. Pour les trois stations de Yakouren, nous obtenons une moyenne de (2,29 m).

Concernant le coefficient de variation, la station 2 est caractérisée par le coefficient le plus important (40,76 %). Cependant, la station 1, la station 3 et de Yakouren dans cet ordre enregistrent les valeurs suivantes : 22,06 %, 25,87 % et 34,39 %.

- **CIRCONFÉRENCE MOYENNE (CIR)**

Des moyennes les plus importantes sont marquées dans la station 3 (141,68 cm) et les trois stations de Yakouren (91,39 cm), et d'autres moyennes faibles sont observées dans les stations 1 avec (74,78 cm) et la station 2 avec (71,77 cm).

Des coefficients de variation de 39,09 % et de 25,39 % qui se rapprochent sont respectivement ceux de la station 1 et de la station 3. Tandis que, la station 2 note un coefficient de variation plus important (50,16 %) et pour les trois stations de Yakouren note un coefficient de variation moins important (49,27 %).

- **ÉPAISSEUR MOYENNE DE LIÈGE (EPAIS)**

L'épaisseur moyenne du liège, la plus élevée, est celle de la station 3 avec (2,94 cm), la moyenne la plus faible est dans la station 2 avec (1,25 cm). Au niveau des stations 1 et les trois stations de Yakouren se présentent des valeurs moyennes respectives de 1,32 cm et de 1,88 cm.

Pour les coefficients de variation, la station 1 avec (33,56 %), station 2 avec (32,47 %) et les trois stations étudiées de Yakouren prennent les grandes valeurs de (47,94 %), suivies la station 3 qui prend la valeur la plus faible de (14,97 %).

III-1.2.2. PAR PLACETTE.

-A- PLACETTE DE LA STATION 1

Le tableau 16 résume les résultats moyens des paramètres dendrométriques mesurés pour la station 1.

**TABLEAU 16 : ANALYSE DESCRIPTIVE DES PARAMÈTRES MESURES POUR
LA STATION 1.**

station	Placettes	N	ND	Paramètres	Ht (m)	Hd (m)	Epais (cm)	Cir (cm)
S1	S1P1	35	14	Moyenne	7,45	1,9	1,25	61,17
				CV (%)	29,33	13,17	28,23	23,92
	S1P2	22	21	Moyenne	9,22	2,36	1,14	99,4
				CV (%)	35,21	21,7	35,6	37,91
	S1P3	20	11	Moyenne	8,52	1,76	1,75	71,52
				CV (%)	30,16	7,57	19,3	28,32

Légende : CV : coefficient de variation ; Cir : Circonférence de l'arbre à 1,30 m du sol; N : Nombre d'arbres échantillonnés ; ND : Nombre d'arbres démasclés ; Epais : épaisseur de liège ; Htot : hauteur totale ;

H Dem : hauteur de démasclage. Cm : Centimètre ; m : mètre.

- **HAUTEUR TOTALE MOYENNE (H_{TOT})**

Le tableau 16 montre que la hauteur totale la plus élevée pour la station 1 est dans la placette S1P2 (9,22 m). Les valeurs moyennes 7,45m et 8,52 m sont dans les placettes respectives S1P1 et S1P3.

Concernant le coefficient de variation, les valeurs trouvées montrent que les placettes de la station 1 sont comme suit : les placettes S1P2 et S1P3 qui enregistrent des grandes valeurs respectivement (35.21 %) et (30,16 %). La placette S1P1 note une valeur de 29,33 %.

- **HAUTEUR DE DÉMASCLAGE MOYENNE (H_{DEM})**

Les moyennes de la hauteur de démasclage obtenues pour la station 1 sont inscrites comme suit : les placettes S1P1 et S1P2 prennent les grandes valeurs respectivement de (1,9 m) et (2,32 m). Par contre, la placette S1P3 enregistre la petite valeur de (1,76 m).

Les coefficients de variation les plus importants pour ce paramètre sont ceux des placettes S1P1 et S1P2 avec des valeurs respectivement de (13,17 %) et (21,7 %), le plus faible est celui de la placette S1P3 avec (7,57 %).

- **ÉPAISSEUR MOYENNE (EPAIS)**

Les moyennes les plus importantes pour l'épaisseur de la station 1 sont celles des placettes S1P1 et S1P3 avec des valeurs respectivement de (1,25 cm) et (1,75 cm). Une valeur faible est notée dans la placette S1P2 qui est de (1,14 cm).

Les placettes de la station 1 marquent des coefficients de variation différents qui sont dans l'ordre suivant : la placette S1P1 (28,23 %) puis les placettes S1P2 (35,6 %) et S1P3 (19,3 %).

- **CIRCONFÉRENCE MOYENNE (CIR)**

Au niveau de la station 1, on observe que la circonférence moyenne la plus importante est enregistrée dans la placette S1P2 avec une valeur de (99,4 cm), la valeur la plus faible est dans la placette S1P1 avec (61,17 cm). La placette S1P3 note la moyenne intermédiaire avec (71,52 cm).

Pour ce paramètre, les placettes de la station 1 sont classées comme suit : La placette S1P2 prend le coefficient de variation le plus élevé de 37,91 % et les placettes S1P2 et S1P3 enregistrent des moyennes les plus faibles respectivement avec (23,92 %) et (28,32 %).

-B- PLACETTES DE LA STATION 2

**TABLEAU 17 : ANALYSE DESCRIPTIVE DES PARAMÈTRES MESURES
POUR LA STATION 2.**

STATION	Placettes	N	ND	Paramètres	Ht (m)	Hd (m)	Epais (cm)	Cir (cm)
S2	S2P1	19	11	Moyenne	7,39	1,69	1,18	66,54
				CV (%)	49,56	17,62	29,51	54,73
	S2P2	26	14	Moyenne	8,65	2,1	1,1	74,4
				CV (%)	39,93	49,55	21,68	55,32
	S2P3	18	13	Moyenne	8,38	1,7	1,48	73,5
				CV (%)	31,5	36,02	34,54	38,16

Légende : CV : coefficient de variation ; Cir : Circonférence de l'arbre à 1,30 m du sol ; N : Nombre d'arbres échantillonnés ; ND : Nombre d'arbres démasclés ; Epais : épaisseur de liège ; Htot : hauteur totale; DEM : hauteur de démasclage. Cm : Centimètre; m : mètre.

- **HAUTEUR TOTALE MOYENNE (H_{TOT} MOY)**

Pour la station 2, la hauteur totale la plus élevée est celle de la placette S2P2 avec une valeur de (8,65 m). Pour les placettes S2P1 et S2P3 elles sont respectivement de : (7,39 m) est (8,38 m).

Le coefficient de variation le plus important pour ce paramètre est enregistré dans la placette S2P1 avec (49,56 %). Pour les placettes S2P2 et S2P3, elles sont respectivement de : (39,93 %) et (31,5 %).

- **HAUTEUR DE DÉMASCLAGE MOYENNE (H_{DEM} MOY)**

La plus importante des moyennes pour la hauteur de démasclage et enregistrée dans la placette S2P2 avec une valeur de (2,1 m). Les plus faibles qui sont enregistrées dans les placettes S2P1 et S2P3 avec des valeurs respectives de (1,69 m) est de (1,7 m).

Le coefficient de variation le plus élevé pour ce paramètre est noté dans la placette S2P2 avec (49,55 %). Les placettes S2P1 et S2P3 enregistrent des valeurs respectives de (17,62 %) et de (36,02 %).

- **ÉPAISSEUR MOYENNE (ÉPAIS MOY)**

Pour l'épaisseur, les moyennes trouvées dans les placettes S2P1, S2P2 et S2P3 sont respectivement dans l'ordre décroissant suivant : (1,18 cm), (1,1 cm) et (1,48 cm).

Le coefficient de variation le plus important pour ce paramètre est celui de la placette S2P3 avec (34,54 %). Les placettes S2P1 et S2P2 enregistrent des valeurs respectives de (29,51 %) et de (21,68 %).

- **CIRCONFÉRENCE MOYENNE (CIR MOY)**

La circonférence moyenne la plus importante est enregistrée dans la placette S2P2 avec (74,4 cm), la valeur la plus faible est marquée dans la placette S2P1 avec (66,54 cm). La placette S2P3 présente une valeur intermédiaire égale a (73,5 cm).

Le coefficient de variation le plus important pour ce paramètre est enregistré dans la placette S2P2 avec (55,32 %). Par contre, le plus faible est dans la placette S2P3 avec une valeur de (38,16 %). La placette S2P1 présente une valeur intermédiaire avec (54,73).

-C- PLACETTES DE LA STATION 3

Le tableau 18 résume les résultats moyens des paramètres dendrométriques mesurés pour la station 3.

**TABLEAU 18 : ANALYSE DESCRIPTIVE DES PARAMÈTRES MESURES
POUR LA STATION 3**

STATION	Placettes	N	ND	Paramètres	Ht (m)	Hd (m)	Epais (cm)	Cir (cm)
S3	S3P1	15	13	Moyenne	13,62	3,49	2,82	145,5
				CV (%)	20,43	23,24	7,25	24,93
	S3P2	17	16	Moyenne	16,27	2,61	3,05	149,94
				CV (%)	17,87	18,38	16,55	29,23
	S3P3	18	18	Moyenne	15,69	2,66	2,93	130,69
				CV (%)	20,9	24,4	16,95	21,36

Légende : CV : coefficient de variation ; Cir : Circonférence de l'arbre à 1,30 m du sol; N : Nombre d'arbres échantillonnés ; ND : Nombre d'arbres démasclés ; Epais : épaisseur de liège ; Htot : hauteur totale ; H Dem : hauteur de démasclage. Cm : Centimètre ; m : mètre.

- **HAUTEUR TOTALE MOYENNE (H_{TOT} MOY)**

Les hauteurs totales les plus élevées sont dans les placettes S3P2 et S3P3 avec des valeurs respectivement de (15,69 m) et (16,27 m). Par contre, la plus faible est celle de la placette S3P1 avec une valeur de (13,62 m).

Les coefficients de variation les plus importants pour ce paramètre sont observés dans les placettes S3P1 et S3P3 avec des valeurs respectives de (20,41 %) et de (20,09 %). La placette S3P2 prend une moyenne de (17,87 %).

- **HAUTEUR DE DÉMASCLAGE MOYENNE (H_{DEM} MOY)**

Pour la hauteur de démasclage, les moyennes les plus élevées sont enregistrées dans les placettes S3P1 et S3P3 avec des valeurs respectives : (3,49 m) et (2,66 m). Une valeur moyenne est dans la placette S3P2 avec (2,61 m).

Les coefficients de variation les plus importants pour ce paramètre sont enregistrés dans les placettes S3P1 et S3P3 avec des valeurs respectives de (23,24 %) et de (24,04 %). La placette S3P2 enregistre la valeur la moins importante avec (18,38 %).

- **ÉPAISSEUR MOYENNE (ÉPAIS MOY)**

Les moyennes obtenues pour l'épaisseur se rapprochent, elles sont comme suit : les placettes S3P1, S3P2 et S3P3 avec des valeurs respectivement de (2,82 cm), (3,05 cm) et (2,93 cm).

Le coefficient de variation le plus important pour ce paramètre est enregistré dans la placette S3P3 avec (16,95 %). La valeur la plus faible qui est dans la placette S3P1 avec (7,25 %). La placette S3P2 présente une valeur intermédiaire de (16,55 %).

- **CIRCONFÉRENCE MOYENNE (CIR MOY)**

Les moyennes les plus importantes pour la circonférence sont au niveau des placettes S3P1 et S3P2 avec des valeurs respectives : (145,5 cm) et (149,94 cm). Celle de la placette S3P3 est de (130,69 cm).

Les coefficients de variation sont dans l'ordre croissant comme suivant : les placettes S3P3, S3P1 et S3P2 avec des valeurs respectivement de (21,36 %), (24,93 %) et (29,23 %).

III-1-2-3- DISTRIBUTIONS COMPARÉES LES HAUTEURS DOMINANTES ET LES CLASSES DE FERTILITÉ.

-A- PLACETTES

Les résultats de calcul de la hauteur dominant, des différentes placettes, et la moyenne des trois stations sont résumés dans le tableau 19.

TABLEAU 19 : MOYENNES DE LA HAUTEUR DOMINANTE PAR PLACETTES

STATION	Placette	H _{dom} (m)	
STATION1	S1P1	10,68	11,66
	S1P2	13,44	
	S1P3	<u>10,86</u>	
STATION2	S2P1	12,18	12,86
	S2P2	<u>14,76</u>	
	S2P3	11,64	
STATION3	S3P1	16,96	<u>18,07</u>
	S3P2	<u>19,06</u>	
	S3P3	18,2	

La hauteur moyenne dominante des peuplements varie d'une placette à l'autre, la station 1 avec une hauteur moyenne dominante de (11,66 m), entre placettes les variations de la hauteur dominante pour (S1P1) et (S1P3) sont respectivement situées entre (10,68 m) et (10,86 m). Alors que la placette (S1P2) présente une hauteur moyenne dominante qui est (13,44 m) (Tableau 19).

La station 2 présente une hauteur moyenne dominante de (12,86 m). La hauteur moyenne dominante la plus importante est enregistrée dans la placette S2P2 avec (14,76 m), la plus faible est celle de la placette S2P3 avec (11,64 m). Tandis que la placette S2P1 présente une moyenne intermédiaire avec (12,18 m) (Tableau 19).

Au niveau de la station 3, la hauteur moyenne dominante est de (18,07 m). L'intervalle de variation entre les placettes (S3P1) et (S3P2) enregistrent des valeurs respectivement de (16,96 m) et (19,06 m). Alors que la placette (S3P3) présente une moyenne de (18,2 m) (Tableau 19).

-B- STATIONS

Les résultats de la hauteur dominante (tableau 20) permettent de déterminer la classe de fertilité de nos stations.

D'après le tableau 20, il apparaît que les hauteurs dominantes des stations les plus importantes sont enregistrées au niveau de la station S3 avec (18,07 m) qui est de la première classe de fertilité. La station S2 avec (12,86 m) et la station S1 avec (11,66 m) qui sont moins importantes sont respectivement de la deuxième classe de fertilité.

TABLEAU 20 : LES HAUTEURS DOMINANTES DE CHAQUE STATION ET LA CLASSE DE FERTILITE.

stations	hauteurs dominantes (m)	classe de fertilité selon VEILLON (1998)
S3	18,07	1
S2	12,86	2
S1	11,66	2

III-1-3- ÉTUDE DE LA PRODUCTION DE LIÈGE

Le but de cette partie est d'estimer la production du liège et de discuter les paramètres qui l'influencent.

III-1-3-1- HAUTEUR DE DÉMASCLAGE ET COEFFICIENT DE DEMASCAGE

Après la mesure des hauteurs de démasclage effectuées dans les trois stations de la forêt de Yakouren, il était intéressant de calculer le K et de vérifier si le k fixé par les forestiers est respecté ou pas en pratique ?

En effet, même si un peuplement renferme des arbres productifs en liège, une mauvaise appréciation de coefficient de démasclage à pratiquer est importante pour la production.

Le calcul de K dans les trois stations et les placettes de chaque station a donné les résultats regroupés dans le tableau 21.

TABLEAU 21 : LES MOYENS DE COEFFICIENT DE DÉMASCLAGE PAR STATIONS ET PAR PLACETTES.

STATION	Placettes	K	CV (%)	K	CV (%)
STATION1	S1P1	1,11	128,2	1,51	88,74
	S1P2	2,36	36,85		
	S1P3	1,27	97,1		
STATION2	S2P1	1,19	93,01	1,44	92
	S2P2	1,42	99,12		
	S2P3	1,71	82,46		
STATION3	S3P1	2,23	56,94	2,01	45,09
	S3P2	1,7	40,21		
	S3P3	2,12	31,5		

Légende : K : Coefficient de démasclage. CV : Coefficient de variation.

-A- PAR STATIONS

Le coefficient de démasclage le plus élevé est observé au niveau de la station 3 avec une valeur égale a (2,01) et un coefficient de démasclage moyen au niveau des stations 1 et la station 2 avec des valeurs respectives égales a (1,51) et (1,44).

Le coefficient de variation le plus important est dans la station 2 avec (92 %). Le plus faible est dans la station 3 avec (45,09 %). La station 1 présente une valeur intermédiaire égale a (88,74 %).

-B- PAR PLACETTES

Les placettes de la station 1 et celles de la station 3 marquent les valeurs les plus importantes, ces dernières varient respectivement de (1,11) a (2,36) et (1,7) a (2,23). Par contre, les placettes de la station 2 enregistrent les moyennes les plus faibles qui varient respectivement de (1,19) a (1,71).

Les placettes de la station 1 enregistrent un coefficient de variation le plus important dans la placette S1P1 qui est de (128,2 %) et de valeur moyenne dans la placette S1P3 égale a (97,1 %). Par contre, la placette S1P2 présente une valeur intermédiaire égale a (36,85 %).

Les placettes de la station 2 enregistrent le coefficient de variation le plus important dans les placettes S2P1 et S2P2 avec des valeurs respectives égales a (93,01 %) et (99,12 %). La plus faible est dans la placette S2P3 (82,46 %).

Les placettes de la station 3 enregistrent le coefficient de variation le plus élevé dans la placette S3P1 avec (56,94 %), une valeur moyenne est dans la placette S3P2 égale (40,21 %) et la plus faible est dans la placette S3P3 avec (31,5 %).

III-1-3-2- VOLUME DU LIÈGE DE REPRODUCTION PAR STATION

La mesure des paramètres dendrométriques (Circonférence, hauteur de démasclage et épaisseur) nous permet de calculer le volume de liège de reproduction au niveau des quatre stations et dans les placettes de chaque station et de chaque placette et nous avons abouti aux résultats regroupés dans les tableaux 22 et 23.

TABLEAU 22 : LE VOLUME DU LIEGE DE REPRODUCTION ESTIME POUR LES TROIS STATIONS.

FORET	N	ND	Moyenne	CV (%)	Vol _{ind} (m ³)	Vol _{station} m ³ /ha
STATION1	77	46	0,02	61,96	1,07	21,55
STATION2	63	38	0,02	100,26	0,82	16,5
STATION3	50	47	0,11	41,36	5,31	106,32

Légende : Vol_{ind}: volume individuel en (m³); V_{tot}: volume total en (m³/ha); N: nombre d'arbres échantillonnés ; Nd : nombre d'arbres démasclés

-A- PAR INDIVIDU

Le volume moyen de liège de reproduction le plus important par individu est celui de la station 1 et la station 3 avec des valeurs respectivement égales à (1,07 m³) et (5,31 m³). Au niveau de la station 2 se présente une valeur moyenne de (0,82 m³).

-B- PAR STATION

La moyenne la plus importante du volume est notée dans la station 3 avec une valeur égale a (106,32 m³/ha). Et la station 1 et la station 2 présentent des valeurs les plus faibles respectivement de (21,55m³/ha) et (16,5m³/ha).

Des coefficients de variation : (61,96 %) et (41,36 %) qui se rapprochent, sont respectivement ceux de la station1 et la station 3. Tandis que la station 2 note un coefficient de variation plus grand par rapport aux autres stations égale a (100,26 %).

-C- PAR PLACETTE

Le tableau 23 résume les résultats de calcul des volumes de liège de reproduction au niveau des placettes de chaque station.

TABLEAU 23: MOYENNES DES PARAMÈTRES DE PRODUCTION POUR LES PLACETTES

Stations	Placettes	N	Nd	Moyennes	cv (%)	Vol _p (m ³)	Vol _{placette} (m ³ /ha)
S1	S1P1	35	14	0,01	40,9	0,22	4,47
	S1P2	22	21	0,02	65,06	0,6	12,02
	S1P3	20	11	0,02	34,75	0,25	5,04
S2	S2P1	19	11	0,01	83,72	0,2	4,12
	S2P2	26	14	0,02	111,4	0,37	6,92
	S2P3	18	13	0,02	97,02	0,27	5,45
S3	S3P1	15	13	0,13	32,63	1,71	34,26
	S3P2	17	16	0,11	39,63	1,86	37,23
	S3P3	18	18	0,09	48,35	1,74	34,82

Légende : V_{ind} : volume individuel en (m³) ; V_{tot} : volume total en (m³/ha) ; CV : coefficient de variation ; N : nombre d'arbres échantillonnés ; Nd : nombre d'arbres démasclés.

Les placettes de la station 1 se caractérisent par des valeurs suivantes : la placette S1P2 prend la valeur la plus importante avec (12,02 m³/ha), les placettes S1P1et S1P3 prennent des valeurs moins importantes respectivement de (4,47 m³/ha) et (5,04 m³/ha) .

Au niveau de la station 2, la moyenne la plus importante de volume est obtenue dans la placette S2P2 avec (6,92 m³/ha). Et les placettes S2P1 et S2P3 présentent des valeurs moyennes respectives de (4,12 m³/ha) et de (5,45 m³/ha).

Pour la station 3, la moyenne la plus élevée du volume est obtenue dans la placette S3P2 avec (37,23 m³/ha). Et les placettes S2P1 et S2P3 présentent des valeurs intermédiaires respectives de (34,26 m³/ha) et de (34,82 m³/ha).

-D- PAR HECTARE

La moyenne la plus importante en volume est celle de la station 3 avec une valeur égale à (106,32 m³/ha). La plus faible est dans la station 2 avec une valeur égale a (16,5 m³/ha). La station 1 a une valeur moyenne importante égale a (21,55 m³/ha).

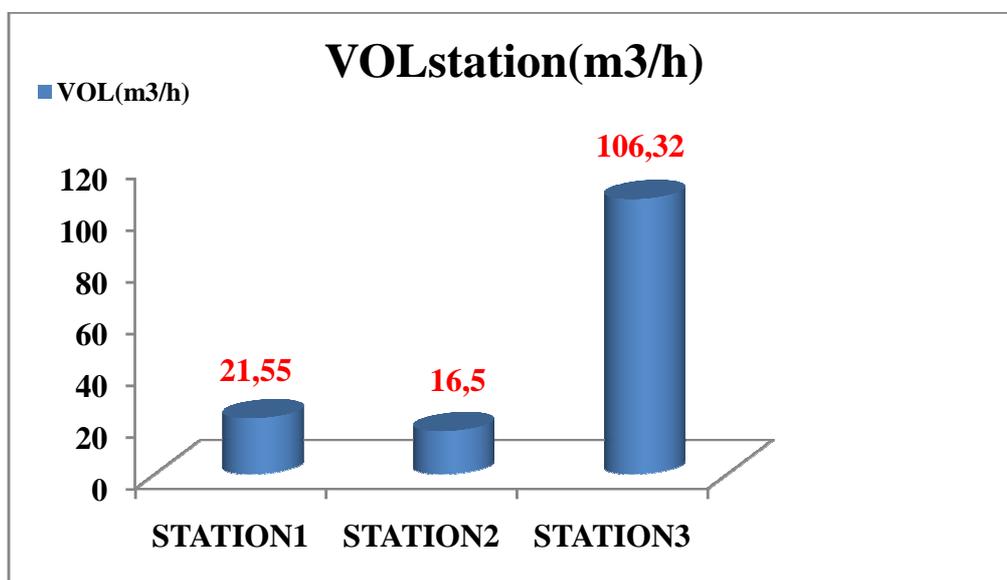


FIGURE 11 : MOYENNES DES PARAMÈTRES DE PRODUCTION POUR LES TROIS STATIONS

III-1-4 ÉTUDE DE LA VARIABILITÉ INTRA ET INTER-STATIONS DES PARAMÈTRES DENDROMÉTRIQUES

Pour appréhender cette variabilité pour chacun des caractères dendrométriques, nous avons eu recours à différents tests de l'analyse de la variance à un facteur.

III.1.4.1. COMPARAISON DES MOYENNES INTER STATIONS

Le tableau 24 résume les résultats de comparaison des moyennes interstations des différents paramètres dendrométriques. Le tableau 24 montre que les différentes analyses de la variance pour tous les paramètres étudiés présentent des différences très hautement significatives au seuil de ($\alpha = 0,05$), ce qui nous permet de rejeter l'hypothèse d'égalité des moyennes (H_0) entre les stations.

TABLEAU 24 : ANALYSE DE LA VARIANCE DES PARAMÈTRES MESURES DU PEUPLEMENT.

Variable	Source de variation	SC	Ddl	MC	Fobs	P	Observation
Htot	Inter- placette	1833,4	2	916,7	99,6385	0	THS
	Intra- placette	1720,4	187	9,2			
H_{dem}	Inter- placette	25,7	2	12,8	28,404	0	THS
	Intra- placette	57,8	128	0,45			
Epais	Inter- placette	79,3	2	39,6	195,3332	0	THS
	Intra- placette	25,8	127	0,2			
Cir	Inter- placette	162009,2	2	81004,6	66,6899	0	THS
	Intra- placette	227138,7	187	1214,65			
gi	Inter- placette	0,5	2	0,3	65,1319	0	THS
	Intra- placette	0,8	187	0			
Vol	Inter- placette	0,2	2	0,1	123,8643	0	THS
	Intra- placette	0,1	127	0			

Légende : Htot : Hauteur totale. Hdem : hauteur de démasclage, Cir1.30 : circonférence à 1.30 m, Epais : Épaisseur du liège, Vol : volume du liège, Gi : surface terrière. THS : très hautement significative.

II.1.4.2. COMPARAISON DES MOYENNES INTRA-PLACETTE

- **STATION 1**

Le tableau 25 résume les résultats de comparaison des moyennes des paramètres dendrométriques intra placette de la station 1. Il montre qu'au seuil de risque α de 5 %, les paramètres Vol et H_{tot} présentent des différences significatives tandis que les paramètres (Vol, H_{dem}, Epai, Gi et Cir) présentent une différence très hautement significative.

**TABLEAU 25 : ANALYSE DE LA VARIANCE DES PARAMÈTRES
MESURES POUR LA STATION 1.**

Variable	Source de variation	SC	Ddl	MC	Fobs	P	Observation
H_{tot}	Inter- placette	44,42	2	22,21	3,2251	0,045402	S
	Intra- placette	509,62	74	6,8867			
H_{dem}	Inter- placette	3,31	2	1,66	11,5026	0,0001	THS
	Intra- placette	6,19	43	0,144			
Epais	Inter- placette	3,76	2	1,88	13,66543	0,000025	THS
	Intra- placette	5,92	43	0,1376			
Cir	Inter- placette	20038,69	2	10019,34	16,50816	0,000001	THS
	Intra- placette	44913,03	74	606,9328			
gi	Inter- placette	0,05	2	0,02	17,75176	0,000001	THS
	Intra- placette	0,1	74	0,0013			
Vol	Inter- placette	0	2	0	3,58153	0,036418	S
	Intra- placette	0,01	43	0,0002			

Légende : H_{tot} : Hauteur totale. H_{dem} : hauteur de démasclage, Cir1.30 : circonférence à 1.30 m, Epais : Épaisseur THS : très hautement significatif. HS : hautement significatif. NS : non significatif

- **STATION 2**

Le tableau 26 résume les résultats de comparaison des moyennes des différents paramètres dendrométriques intra placette de la station 2. Ainsi, il apparaît qu'au seuil du risque α de 5 %, le paramètre et Epai présentent des différences significatives et les paramètres H_{tot}, H_{dem}, Cir, Gi, et le volume présente une différence non significative.

**TABLEAU 26 : ANALYSE DE LA VARIANCE DES PARAMÈTRES
MESURES POUR LA STATION 2.**

Variable	Source de variation	SC	Ddl	MC	Fobs	P	Observation
H_{tot}	Inter- placette	18,1367	2	9,0684	0,824081	0,443541	NS
	Intra- placette	660,25	60	11,004			
H_{dem}	Inter- placette	1,4351	2	0,7175	1,272008	0,292906	NS
	Intra- placette	19,74	35	0,564			
Epais	Inter- placette	1,1344	2	0,5672	3,830198	0,031611	S
	Intra- placette	5,03	34	0,148			
Cir	Inter- placette	752,4773	2	376,2387	0,283525	0,754127	NS
	Intra- placette	79620,1	60	1327,002			
gi	Inter- placette	0,0016	2	0,0008	0,254813	0,775896	NS
	Intra- placette	0,19	60	0,003			
Vol	Inter- placette	0,0005	2	0,0002	0,625957	0,540799	NS
	Intra- placette	0,01	34	0			

Légende : H_{tot} : Hauteur totale. H_{dem} : hauteur de démasclage, Cir1.30 : circonférence à 1.30 m, Epais : Épaisseur THS : très hautement significatif. HS : hautement significatif. NS : non significatif

• **STATION 3**

Le tableau 27 résume les résultats de comparaison des moyennes des différents paramètres dendrométriques intra placette de la station 3. Il montre qu'au seuil α de 5 %, H_{dem} volume présent une différence hautement significative, quant aux paramètres H_{tot}, Cir, Gi et Epai, ils présentent une différence non significative.

**TABLEAU 27 : ANALYSE DE LA VARIANCE DES PARAMÈTRE MESURES
POUR LA STATION3.**

Variable	Source de variation	SC	Ddl	MC	Fobs	P	Observation
Htot	Inter- placette	60,971	2	30,486	3,355497	0,043432	S
	Intra- placette	427,01	47	9,085			
H_{dem}	Inter- placette	7,266	2	3,633	8,038091	0,001058	HS
	Intra- placette	19,89	44	0,452			
Epais	Inter- placette	0,662	2	0,331	1,57385	0,218689	NS
	Intra- placette	9,26	44	0,21			
Cir	Inter- placette	3254,036	2	1627,018	0,97339	0,385285	NS
	Intra- placette	78560,34	47	1671,497			
gi	Inter- placette	0,025	2	0,012	1,493357	0,235081	NS
	Intra- placette	0,39	47	0,008			
Vol	Inter- placette	0,009	2	0,004	2,054111	0,140325	NS
	Intra- placette	0,09	44	0,002			

Légende : H_{tot} : Hauteur totale. H_{dem} : hauteur de démasclage, Cir1.30 : circonférence à 1.30 m, Epais : Épaisseur THS : très hautement significatif. HS : hautement significatif. NS : non significatif

TABLEAU 28 : GROUPES HOMOGÈNES PAR LE TEST HSD DU TUKEY

Variables	Forêts	Moyennes	Groupe homogène
Hauteur totale	S1	8,23	1
	S2	8,2	
	S3	15,27	2
Hauteur de démasclage	S1	2,08	1
	S2	1,85	2
	S3	2,87	3
Circonférence	S1	74,78	1
	S2	71,77	
	S3	141,68	2
Épaisseur	S1	1,32	1
	S2	1,25	
	S3	2,94	2
Diamètre	S1	23,8	1
	S2	22,84	
	S3	49,09	2
surface terrière	S1	0,51	1
	S2	0,51	
	S3	0,17	2
Volume	S1	0,01	1
	S2	0,01	
	S3	0,1	2

- **HAUTEUR TOTALE**

Pour cette variable, on distingue deux groupes homogènes 1 et 2. Le premier, regroupe les stations S1 et la station S2 avec des valeurs respectivement de (8,23 m) et (8,2 m) alors que le deuxième groupe la station S3 avec (15,27 m).

- **HAUTEUR DE DÉMASCLAGE**

Pour cette variable nous remarquons trois groupes homogènes 1, 2 et 3. La station S3 enregistre la plus grande moyenne égale a (2,87 m) et appartient au groupe 3 tandis que la station S1 avec (2,08 m), appartient au groupe 1 et la station S2 avec (1,85 m) appartient au groupe 2.

- **CIRCONFÉRENCE**

Pour la circonférence, deux groupes homogènes apparaissent : 1 et 2. Le groupe 1 regroupe la station S1 et la station S2 avec des valeurs respectivement de (7 4,78 cm) et (71,77 cm). La station S3 appartient au groupe 2 avec une valeur égale à (141,68 cm).

- **ÉPAISSEUR MOYENNE**

Concernant cette variable, nous remarquons deux groupes homogènes 1 et 2. Le groupe 1 regroupe les stations : S1 avec (1,32 cm) et S2 avec (1,725 cm) tandis que le groupe 2 contient la station S3 qui enregistre la moyenne la plus importante égale a (2,94 cm).

- **DIAMÈTRE MOYEN**

Pour cette variable nous remarquons deux groupes homogènes 1 et 2. Les stations S1 et S2 appartiennent au groupe 1 avec des valeurs respectivement de (23,8 cm) et (22,84 cm). Le groupe 2 contient la station S3 qui est une valeur la plus importante égale a (49,09 cm).

- **SURFACE TERRIERE**

Pour ce paramètre il apparaît deux groupes homogènes 1 et 2. Les stations S1 et S2 appartiennent au groupe 1 et enregistrent la même valeur la plus élevée égale a (0,51 m²) . Tandis que la station S3 appartient au groupe 2 avec une valeur de (0,17 m²).

- **VOLUME MOYENNE**

Il apparaît deux groupes homogènes 1 et 2, le groupe 1 englobe les stations S1 et S2 qui ont la même valeur la plus faible égale a (0,01 m³). Par contre, la valeur toute élevée et enregistrée dans le groupe 2 pour la station S3 avec une valeur égale a (0,1 m³).

III.1.5. INTERACTIONS ENTRE PARAMÈTRES DENDROMÉTRIQUES

III.1.5.1. INTERACTIONS ENTRE PARAMÈTRES PRIS PAR DEUX

Les tableaux 34, 35 et 36 représentent les matrices des corrélations entre les variables dendrométriques prises deux par deux et pour chacune des 3 stations.

Il ressort des tableaux 29, 30 et 31 l'existence de corrélations positives entre :

Hauteur totale et le diamètre dans la station 1, la station 2 et la station 3 ;

Hauteur de démasclage et la hauteur totale dans la station 1 et la station 2 ;

Le diamètre et la hauteur totale, le diamètre et la hauteur de démasclage dans la station 1 et la station 2 ;

Le diamètre et la hauteur totale dans la station 3 ;

La surface terrière et la hauteur totale, La surface terrière et le diamètre dans toutes les stations ;

La surface terrière et la hauteur de démasclage dans la station 1 et la station 2 ;

Le volume et la hauteur totale, le volume et le diamètre, le volume et l'épaisseur, le volume et la hauteur de démasclage, le volume et la surface terrière dans toutes les stations

**TABLEAU 29 : CORRÉLATIONS ENTRE LES VARIABLES DENDROMÉTRIQUES
POUR LA STATION 1.**

caractères	Ht	Hd	Epai	Dia	Gi	Vol
Ht	1,00					
Hd	0,37	1,00				
Epai	0,29	-0,28	1,00			
Dia	0,50	0,64	0,03	1,00		
Gi	0,49	0,66	0,01	0,99	1,00	
Vol	0,64	0,61	0,43	0,84	0,83	1,00

Légende : H_{tot} : Hauteur totale. H_{dem} : hauteur de démasclage, Cir1.30 : circonférence à 1.30 m, Epais : épaisseur du liège, Vol : volume du liège, Gi : surface terrière. En gras soulignés corrélés significativement pour $\alpha = 5\%$.

**TABLEAU 30 : CORRÉLATIONS ENTRE LES VARIABLES DENDROMÉTRIQUES
POUR LA STATION 2.**

caractères	Ht	Hd	Epai	Dia	Gi	Vol
Ht	1,00					
Hd	0,60	1,00				
Epai	-0,19	-0,08	1,00			
Dia	0,81	0,71	0,15	1,00		
Gi	0,80	0,72	0,12	0,99	1,00	
Vol	0,62	0,82	0,34	0,87	0,88	1,00

Légende : H_{tot} : Hauteur totale. H_{dem} : hauteur de démasclage, Cir1.30 : circonférence à 1.30 m, Epais : épaisseur du liège, Vol : volume du liège, Gi : surface terrière. En gras soulignés corrélés significativement pour $\alpha = 5\%$.

TABLEAU 31 : CORRÉLATIONS ENTRE LES VARIABLES DENDROMÉTRIQUES POUR LA STATION 3

caractères	Ht	Hd	Epai	Dia	Gi	Vol
Ht	1,00					
Hd	0,03	1,00				
Epai	0,12	-0,02	1,00			
Dia	0,45	0,00	0,27	1,00		
Gi	0,41	-0,03	0,28	0,98	1,00	
Vol	0,32	0,62	0,48	0,69	0,65	1,00

Légende : H_{tot} : Hauteur totale. H_{dem} : hauteur de démasclage, Cir1.30 : circonférence à 1.30 m, Epais : épaisseur du liège, Vol : volume du liège, Gi : surface terrière. En gras soulignés corrélés significativement pour a = 5 %.

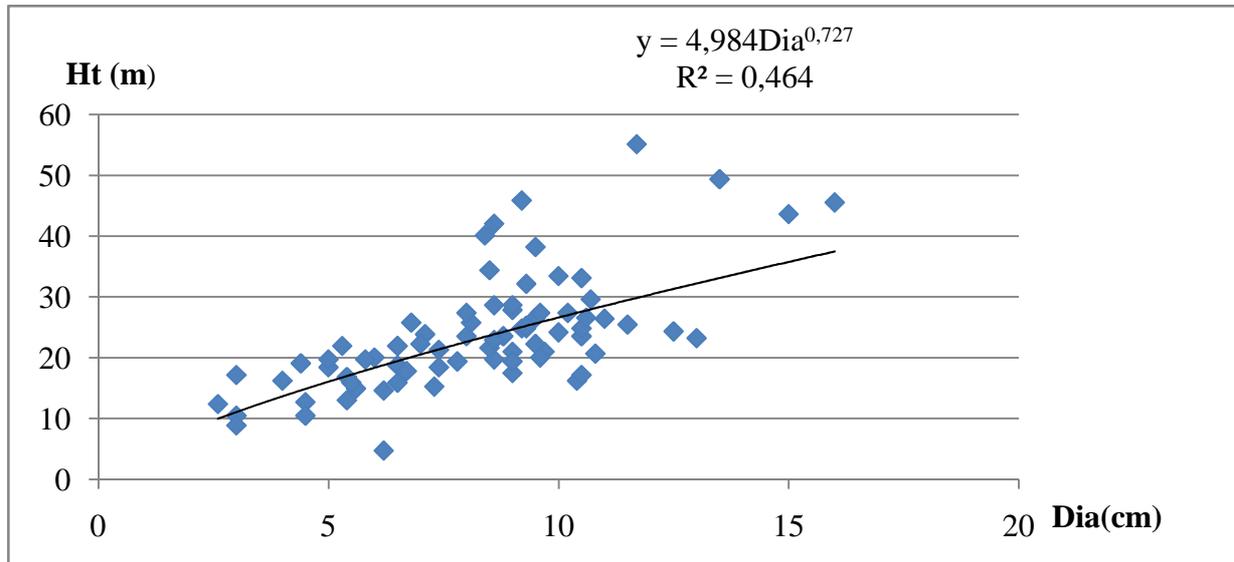
III.1.5.2. MODÉLISATION DE RELATION DIAMÈTRE-HAUTEUR TOT

En se basant sur le coefficient de détermination le plus élevé, la relation (figure 12) reliant le diamètre et la hauteur totale retenue pour les différentes stations sont :

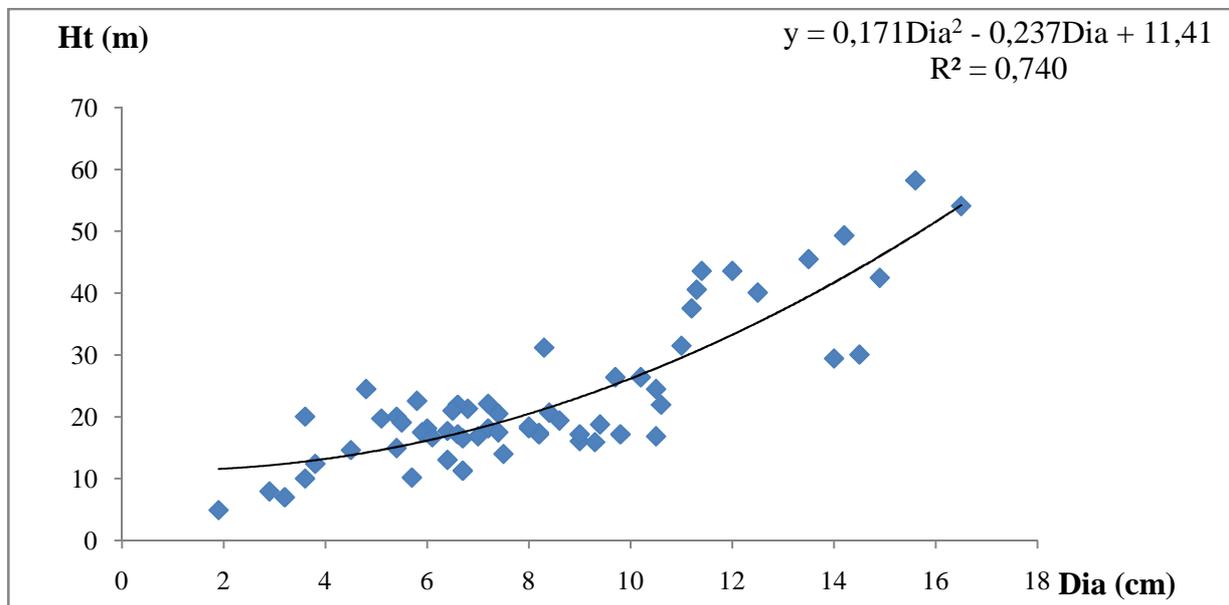
TABLEAU 32 : LES COEFFICIENTS DE DÉTERMINATION DES COURBES DE TENDANCE DE TOUTES LES STATIONS.

stations	Type de la courbe	Équation	coefficient de détermination
S1	puissance	$Ht = 4,984 \text{ Dia}^{0,727}$	$R^2 = 0,464$
S2	polynomiale	$Ht = 0,171\text{Dia}^2 - 0,237\text{Dia} + 11,41$	$R^2 = 0,740$
S3	puissance	$Ht = -8,492\text{Dia}^{0,605}$	$R^2 = 0,265$

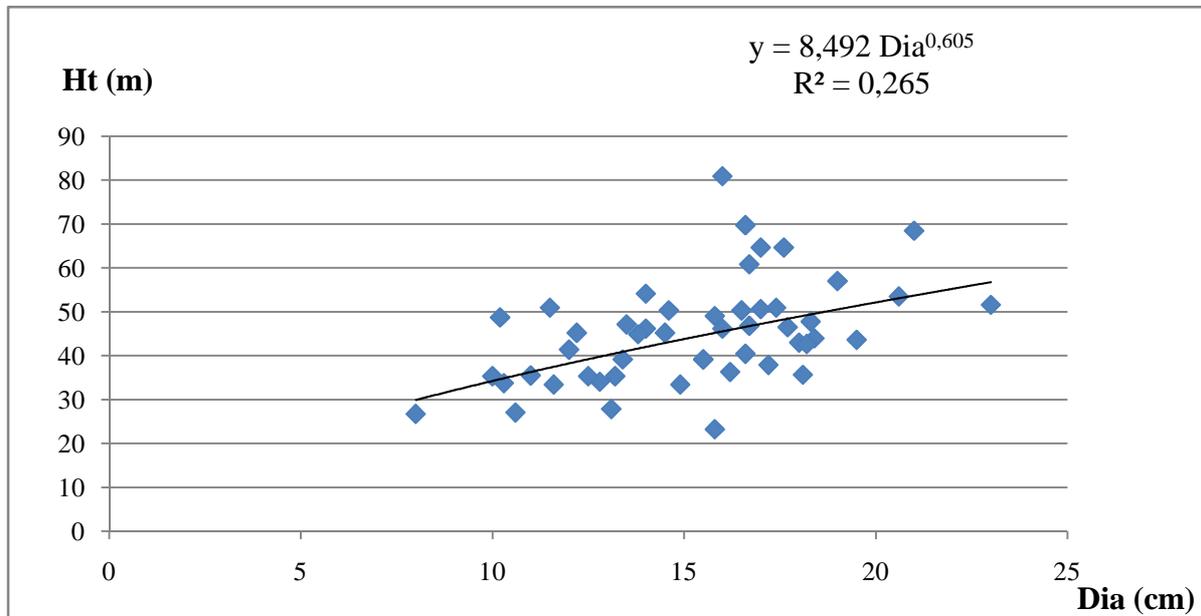
Légende : Ht : hauteur totale ; Dia : diamètre ; R² : coefficient de détermination.



STATION1



STATION2



STATION3

FIGURE 12 : RELATION ENTRE LA HAUTEUR TOTALE ET LE DIAMÈTRE POUR TOUTES LES STATIONS

Pour ce qui est de la corrélation entre le diamètre et la hauteur totale, les coefficients de détermination sont faibles pour la station 1 et la station 3 qui sont respectivement : 0,464 et 0,265. Quant à la station 2, on note une certaine corrélation entre le diamètre et la hauteur totale par un coefficient de détermination ($R^2 = 0,740$) même si cette dernière n'est pas vraiment importante.

III.1.6. ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES (A.C.P.)

L'analyse en composantes principales (ACP) est une méthode statistique essentiellement descriptive, son objectif : Représenter graphiquement l'observation de $P > 3$ variables, le maximum de l'information contenue dans un tableau de données (PHILIPPEAU, 1986).

Cette analyse globale est réalisée sur le tableau 33 de contingence formé par les moyennes des paramètres dendrométriques en colonnes et de stations en lignes (Tableau 33). Le paramètre exposition est codé de 1 à 8 selon l'exposition.

TABLEAU 33 : MOYENNES DES PARAMETRES DENDROMETRIQUES DE L'A.C.P.

STATIONS	Ht	H _{dem}	H _{dom}	Epais	Cir	Gi	Vol	Den
S1	8,23	2,08	11,66	1,32	74,78	26,29	21,55	513,33
S2	8,19	1,85	12,86	1,25	71,77	21,48	16,5	420
S3	15,27	2,87	18,07	2,94	141,68	56,74	106,32	333,33

Légende : H_{tot} : hauteur totale. H_{dem} : hauteur de démasclage. Cir 1,30 : circonférence à 1,30 m. Épais : épaisseur du liège. Vol : volume du liège. Gi : surface terrière. H_{dom} : hauteur dominante. Den : Densité.

La figure 13 représente les variabilités factorielles pour tous les axes factoriels sous forme de diagramme en bâton et aussi leurs pourcentages.

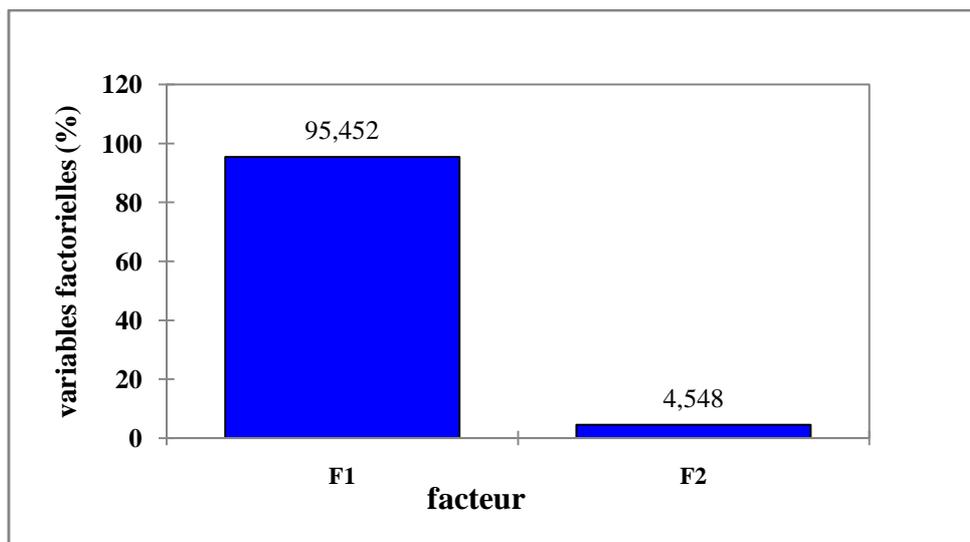


FIGURE 13 : POURCENTAGES DE LA VARIABILITÉ FACTORIELLE PAR AXE ET DE LA VARIABILITÉ CUMULÉE EXPLIQUÉ PAR RAPPORT A LA VARIABILITÉ TOTALE.

Les plus fortes contributions à cette inertie sont expliquées par les deux axes F1 et F2, avec des variabilités respectivement 95,45 % et 4,55 %. La combinaison de ces deux axes traduit 100 % de la variance totale.

Le tableau 34 résume les résultats des corrélations entre les variables, prises deux par deux.

TABLEAU 34 : LES CORRÉLATIONS ENTRE LES VARIABLES

Variables	Ht	Hdem	Hdom	Epais	Cir	Gi	Vol	Den
Ht	1							
Hdem	0,978	1						
Hdom	0,984	0,924	1					
Epais	0,999	0,984	0,977	1				
Cir	0,999	0,984	0,977	1,000	1			
Gi	0,993	0,996	0,954	0,996	0,996	1		
Vol	0,999	0,986	0,974	1,000	1,000	0,997	1	
Den	-0,853	-0,724	-0,933	-0,836	-0,835	-0,783	-0,828	1

Légende : H_{tot} : hauteur totale, Cir : circonférence, Epai : épaisseur du liège, Vol : volume du liège, Gi : surface terrière, H_{dom} : hauteur dominante, Den : densité, H_{dem} : hauteur de démasclage.

Les caractères en gras soulignés sont corrélés significativement pour $\alpha=5\%$, on peut rejeter l'hypothèse nulle d'absence de corrélation significative entre les variables.

De cette matrice nous constatons l'existence des corrélations entre les variables :

➤ **Des corrélations positives entre :**

- La hauteur totale avec la hauteur de démasclage, la hauteur dominante, l'épaisseur la circonférence, la surface terrière, le volume et la densité ;
- La hauteur de démasclage avec l'épaisseur, la circonférence, la surface terrière et le volume ;
- La hauteur dominante avec l'épaisseur, la circonférence, la surface terrière et le volume ;
- L'épaisseur avec la circonférence, la surface terrière et le volume ;
- La circonférence avec la surface terrière et le volume ;
- La surface terrière et le volume.

➤ **Des corrélations négatives entre :**

- La hauteur totale et la densité ;
- La hauteur dominante et la densité ;
- La circonférence et la densité.

TABLEAU 35 : VALEURS PROPRES DES AXES.

Axes	F1	F2
Valeur propre	7,636	0,364
Variabilité (%)	95,452	4,548
% cumulé	95,452	100,000

Nous allons prendre en considération les deux premiers axes où les variables sont bien expliquées.

Le tableau 36 résume les corrélations des variables aux deux premiers axes factoriels (F1, F2) et la somme des carrés pour les deux axes (r^2).

Les corrélations de la somme des carrés (r^2) permettent de distinguer sur le plan factoriel bidimensionnel (F1×F2) que les variables qui expliquent très bien l'inertie (avec un $r^2 \geq 70\%$) sont : la hauteur totale (100 %), la hauteur de démasclage (100 %), l'épaisseur (100 %), la Circonférence (100 %), la surface terrière (100 %), le Volume (100 %) et la variable hauteur dominante (69 %), moyennement représentée et expliquent moyennement l'inertie, alors que la variable Densité (13 %), faiblement représentés et expliquent mal l'inertie.

TABLEAU 36 : LES CORRÉLATIONS ENTRE LES FACTEURS ET LES VARIABLES AVEC LES AXES FACTORIALS

variables	F1	F2	Σr^2
Ht	1,000	0,026	100%
Hdem	0,972	0,235	100%
Hdom	0,988	-0,155	69%
Epais	0,998	0,058	100%
Cir	0,998	0,059	100%
Gi	0,989	0,147	100%
Vol	0,997	0,071	100%
Den	-0,866	0,500	13%

Légende : H_{tot}: hauteur totale. H_{dem}: hauteur de démasclage, Cir1.30: circonférence à 1.30m, Epai: épaisseur du liège, Vol: volume du liège, Gi: surface terrière, H_{dom}: hauteur dominante, Den: densité.

Par rapport à la corrélation avec les axes :

- **AXE 1**

Suivant l'axe 1, c'est toutes les variables : H têt (100%), H_{dem} (97 %), H_{dom} (98 %), Epai (99 %), Cir (99 %), Gi (98 %), Vol (99 %) et Den (86 %) qui sont bien représentées.

- **AXE 2**

Les variables H têt (2 %), H_{dem} (23 %), H_{dom} (15 %), Epai (5 %), Cir (5 %), Gi (14 %), Vol (7 %) sont faiblement représentés. Par contre la variable Den (50 %) est moyennement représentée.

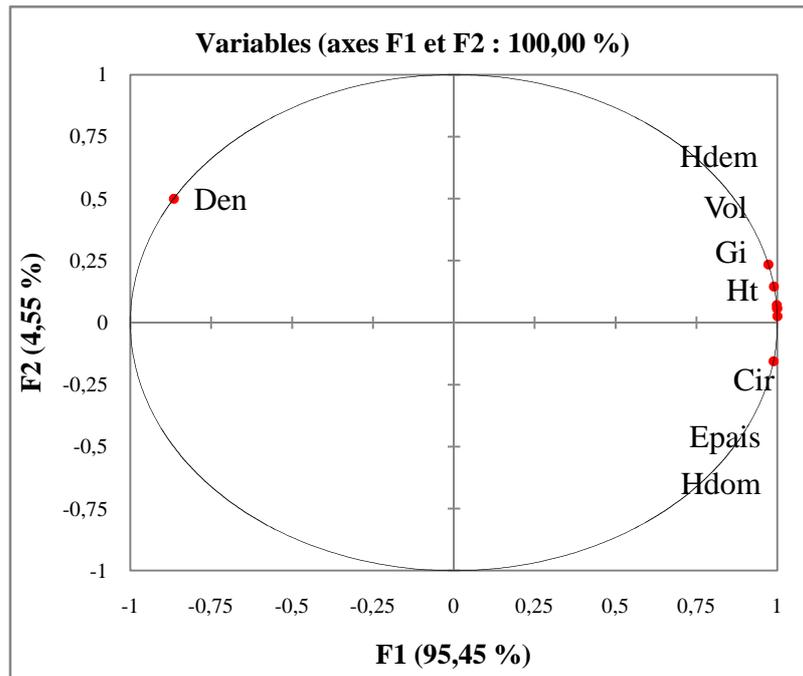


FIGURE 14 : RÉPARTITION DES PARAMETRES DENDROMETRIQUES SUR LE CERCLE DE CORRÉLATION DU PLAN (F1X F2).

À partir de la représentation bidimensionnelle (figure 15), le regroupement des stations par rapport aux variables permet de distinguer deux groupes et trois sous-groupes :

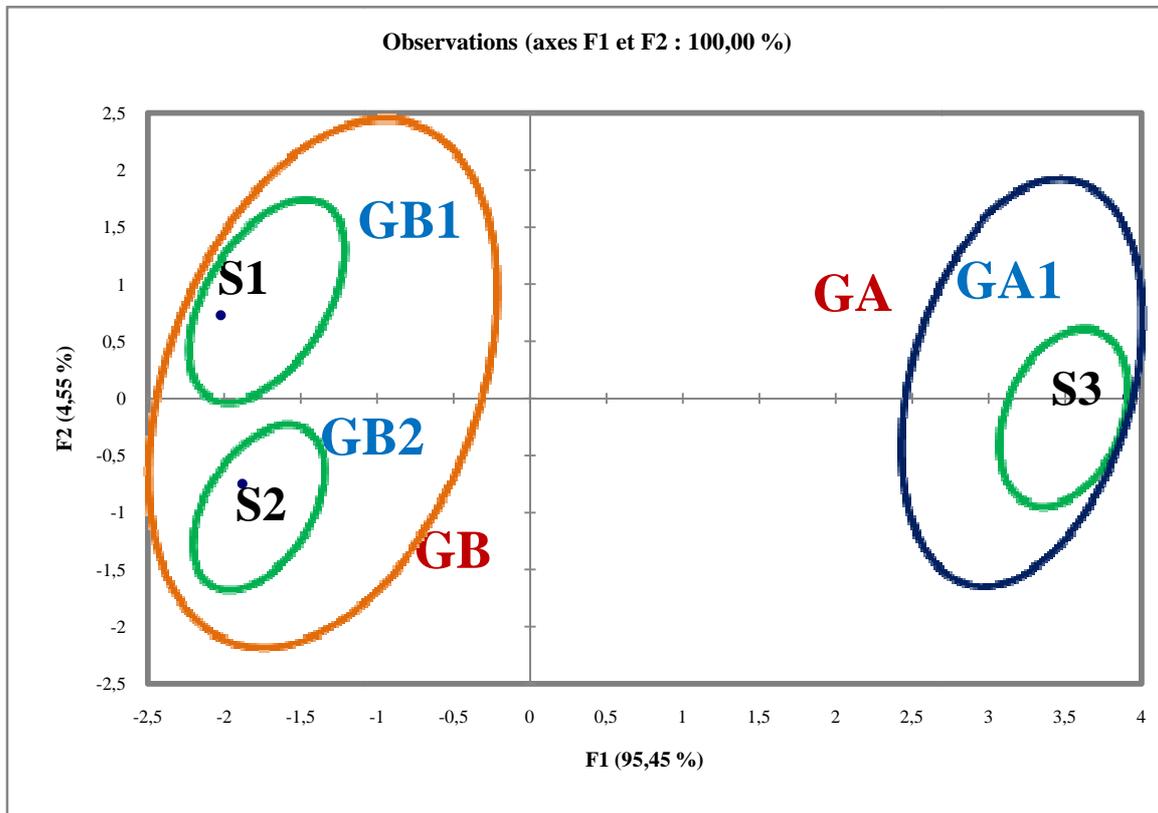


FIGURE 15 : CORRELATION DES STATIONS AUX AXES FACTORIELS (F1XF2).

À travers l'axe 1, l'A.C.P. fait apparaître deux groupes GA et GB, le premier groupe englobe la station S3, tandis que le deuxième, il regroupe les stations S1 et S2. Ces deux groupes se différencient entre eux par toutes les variables (H_{dem} , Vol, Gi, H_{tot} , Cir, Epai et H_{dom}), qui enregistrent les moyennes les plus importantes pour GA et les plus faibles pour GB suivant le sens positif de l'axe 1.

L'axe 2 permet de distinguer dans le groupe GB deux sous-groupes GB1 (station S1) et GB2 (station S2) et dans le groupe GA, un seul sous-groupe GA1 (station S3). Ces trois sous-groupes se caractérisent d'une part, par les variables ρ , Cir, Epai et H_{dom} qui présentent les plus importantes pour les sous-groupes GB2 et GA1, et les plus faibles pour GB1 suivant le sens négatif de l'axe 2, d'autres parts, par la variable Den qui enregistre la moyenne la plus importante pour GB1 et la plus faible pour GA1 et GB2 suivant le sens positif de l'axe 2.

III.1.7. RÉSULTATS DU MODÈLE DE GESTION DES SUBERAIES

Les tableaux 37 et 38 résument la répartition des tiges par classes des diamètres pour les différentes stations, selon les classes établies par (A.S.L., 2010) dont les normes de densité par classes ont pour finalité une meilleure gestion des suberaies (figure 4 et 5).

- **CAS DES STATIONS À STRUCTURES IRRÉGULIÈRES**

Dans le cas des deux stations à structure irrégulière, le tableau 37 montre qu'au niveau de la station 1, la classe] 17,5-27,5 cm] présente un surnombre d'individu : 480 arbres par rapport à la norme qui est de 75 à 150 arbres. Aussi, les classes] 27,5-42,5 cm] avec 220

arbres (pour une norme de 40 à 75 arbres) et la classe] 42,5-62,5 cm] avec 220 arbres (pour une norme de 25 à 40 arbres). La classe supérieure à 62,5 cm et carrément absente.

Dans la station 2, quatre classes montrent un surnombre : La classe des]7,5-17,5 cm] avec 480 arbres (pour une norme de 150 à 400 arbres), la classe] 17,5-27,5 cm] avec 460 arbres (pour une norme de 75 à 150 arbres), la classe] 27,5-42,5 cm] avec 160 arbres (pour une norme de 40 à 75 arbres) et la classe] 42,5-62,5 cm] avec 120 arbres (pour une norme de 25 à 40 arbres). La classe supérieure à 62,5 cm et carrément absente.

TABLEAU 37 : DISTRIBUTION DES TIGES PAR CLASSES DES DIAMETRES POUR LES STATIONS A STRUCTURE IRRÉGULIÈRE.

Classes	Station 1	Station 2	Normes (A.S.L., 2010) (N/ha)
] 7,5 -17,5 cm]	300	<u>480</u>	150-400 cm
] 17,5 -27,5 cm]	<u>840</u>	<u>460</u>	75-150 cm
] 27,5 -42,5 cm]	<u>220</u>	<u>160</u>	40-75 cm
] 42,5 -62,5 cm]	<u>100</u>	<u>120</u>	25-40 cm
>62,5 cm	0	0	10-25 cm

- **CAS DES STATIONS A STRUCTURES RÉGULIÈRES**

Dans le cas des stations à structure régulière, le tableau 38, montre qu'au niveau de la station 3 à l'exception des classes] 27,5-42,5 cm] et >62,5 cm qui présentent des effectifs dans les normes, les autres classes de diamètres, la classe] 17,5-27,5 cm] et en sous-effectifs importants, la classe] 42,5-62,5 cm] présente un surnombre d'individu : 480 arbres par rapport à la norme qui est de 100 à 200 arbres et voire l'absence complètement de la classe] 7,5-17,5 cm].

TABLEAU 38 : DISTRIBUTION DES TIGES PAR CLASSES DE DIAMÈTRES DES STATIONS A STRUCTURE RÉGULIÈRE.

Classes	Station 3	Normes (A.S.L., 2010) (N/ha)
] 7,5 -17,5cm]	0	750-2100 cm
] 17,5 -27,5 cm]	<u>60</u>	375-750 cm
] 27,5 -42,5 cm]	340	200-375 cm
] 42,5 -62,5 cm]	<u>480</u>	100-200 cm
>62,5 cm	100	25-100 cm

III.2. DISCUSSION

L'étude de la production, au niveau des trois stations de la forêt de Yakourene située à différentes altitudes et expositions, fait ressortir l'existence d'une variabilité dans le volume du liège par hectare entre les trois stations. De même qu'elle fait apparaître l'existence d'une variabilité de cette production entre les placettes dans une même station.

Afin d'expliquer cette variabilité, nous avons entamé l'étude d'un certain nombre de paramètres. Cette démarche comprend en premier lieu la caractérisation des trois stations par l'étude de la structure et la distribution des classes de diamètre.

L'étude de la structure nous a permis de montrer que les trois stations présentent deux types de structure : L'une à structure régulière et l'autre à structure irrégulière. Ainsi, les stations 1 et station 2 sont de structure irrégulière, par contre la station 3 est de structure régulière. Pour ces raisons, nous optons dans le reste de la discussion, à une comparaison des stations par type de structure.

Dans le cas des stations régulières, station 3, il paraît que la distribution des classes de diamètre est conforme à celle de la distribution des peuplements réguliers confirmés par un nombre de classes de diamètre réduit.

Dans le cas de la station 3, il y a six classes en présence (] 20-30 cm],] 30-40 cm] et] 40-50 cm],] 50-60 cm],] 60-70 cm] et] 70-80 cm]). Pour les stations 1 et station 2 à structure irrégulière (et dont le nombre de classes est de six pour la station 1 et la station 2), on note la présence des classes] 0-10 cm] et] 10-20 cm]. De plus dans ces dernières stations, plus de 35 % des arbres appartiennent à la classe] 10-20 cm] et environ 20 % appartiennent à la classe] 20-30 cm]. Enfin, ces deux classes (] 0-10 cm] et] 10-20 cm]) sont manquantes dans la station 3. Ainsi, il apparaît que la station 3 comprend des arbres plus âgés.

Concernant la station 1 et la station 2 à structure irrégulière, il apparaît que la station 1, avec six classes de diamètres (] 0-10 cm],] 10-20 cm],] 20-30 cm],] 30-40 cm],] 40-50 cm] et] 50-60 cm] présent même nombre de classes que la station 2, où il manque les des deux classes les plus grandes : celle des] 60-70 cm] et] 70-80 cm]. De plus, la classe dominante dans la station 1 est celle des] 20-30 cm] avec 44,15 % en effectifs, alors que dans la station 2 la classe dominante est celle des] 10-20 cm] avec un effectif de 52,38%. Ainsi, il apparaît que le peuplement 2 est plus jeune que le peuplement 1.

Ces résultats sont confirmés également par l'étude des densités des stations. Toute fois, dans les stations à structure régulière, la station 3 se présente avec une plus grande densité avec (333,33 tiges/ha) et une surface terrière plus importante et de (56,74m²/ha).

Concernant celles à structure irrégulière, elles sont conformes puisque la station 1 se présente avec une forte densité égale a (513,33 Tiges/ha) dont les arbres sont plus jeunes et donc, une surface terrière plus faible avec (26,29 m²/ha) que celle de la station 2 avec des valeurs sont (420 Tiges/ha et 21,48 m²/ha). Ceci apparaît également à travers la surface terrière faible par arbre.

Ces premiers résultats sur l'approche de la connaissance et de la description des stations étudiées peuvent expliquer les différences constatées dans les estimations des volumes de production entre les stations par type de structure :

Pour les stations à structure régulières, le volume pour la station 3 est de (106,32 m³/ha).

Entre les deux stations à structure irrégulière, pour la station 1 il est de (21,55 m³/ha) et pour la station 2 égale à (16,5 m³/ha).

D'un autre côté, on comparant nos résultats à celle de Mizrana **AMROUCHE & SEGHILANI (2009)**, celle de la wilaya de Tlemcen (**TAZELMAT, 2013**) et de la wilaya d'El-Tarf (**DJEMAI & CHERFI, 2014**) permet de constater que la production des forêts de la wilaya d'El-Tarf est supérieure à celle de la wilaya de Tlemcen et de Mizrana de la wilaya de Tizi-Ouzou, ceci est confirmé par le volume de liège, la hauteur de démasclage et l'épaisseur (Tableau 39).

Comme le soulignent de nombreux auteurs (**BOUDRU, 1989 ; SHÜTZ, 1997**), des différences de types de structure en place, auxquelles il faut ajouter des différences de densité et d'âge qui impliquent sans nul doute des relations différentes, dans la concurrence et les réponses des arbres (physiologique, de croissance et de production) dans chacune des stations. L'étude de la variabilité, des paramètres dendrométriques mesurés sur site, ainsi que celles qui découlent de calculs, font apparaître une variabilité inter-stations pour l'ensemble des caractères (Anova1). Tenant compte des moyennes de tous les paramètres étudiés et de certains paramètres des stations, une approche de la variabilité globale entre les stations (par l'ACP) font ressortir que certains des paramètres étudiés sont plus discriminants que d'autres (plus grande variabilité) entre les stations : hauteur totale, hauteur de démasclage, épaisseur du liège, circonférence, hauteur dominante, volume, surface terrière et bien sûr l'altitude puisque nous avons pris un gradient altitudinal. Ainsi, les stations 1 et 2 forment un groupe se différenciant de station 3 qui constitue le deuxième groupe.

La station 3 se caractérise par des fortes moyennes pour les paramètres : Htot (15,27m), Hdem (2,87m), Epai (2,94cm), Cir (141,68cm), Hdom (11,66m), Vol (106,32m³/ha), Gi (56,74m²/ha).

Les plus faibles moyennes pour les paramètres : densité (333,33 tiges/ha) et les expositions (Nord-ouest et Nord-est).

Quant aux paramètres altitude (H_{dem}), épaisseur du liège (H_{dom}) et densité (Den), ils permettent de distinguer entre les stations d'un même groupe.

TABLEAU 39 : COMPARAISON DES RÉSULTATS DES FACTEURS DE PRODUCTION DE LIÈGE

Paramètres	EL-Tarf (OMAR&cherfi,2014)			Tlemcen (TAZELMAT, 2013)			Mizrana (AMROUCHE et SEGHILANI)				yakourene (nos résultats)		
	HADDADA	BOUGOUS	ZITOUNA	HAFIR	ZARIFFET	MOUTAS	Station A	Station C	Station B	Station D	station 1	station 2	Station 3
Hdem (m)	1,61	1,79	1,96	1,57	1,35	1,49	1,55	1,81	2,13	1,67	2,08	1,85	2,87
K	2,24	1,67	1,95	2,51	2,21	2,02	2,79	1,81	1,91	2,71	1,55	1,44	2,01
Epai (cm)	2,28	1,83	3,11	1,53	1,48	2,73	1,27	1,75	1,8	1,7	1,32	1,25	2,94
Vol_t (m³/ha)	17,4	49,8	73,9	24,95	3,15	18,66	50,2	83,66	110,3	18,43	21,55	16,5	106,32

Cette étude globale a montré d'une part que les paramètres estimant la production en liège des quatre stations ne sont pas homogènes entre les stations du fait de leurs structures, leurs densités et leurs âges. D'autre part, la prospection des paramètres ayant une relation avec la production (matrices de corrélations) a fait ressortir dans le cas de la relation de la production (V_{tot}) avec chacun des caractères dendrométriques les remarques qui vont suivre.

Dans la station 1, une variable dendrométrique « le volume » est corrélée avec toutes les variables. En effet, la hauteur de démasclage a fait apparaître une grande variabilité dans cette station (ANOVA1). De plus, la moyenne de cette station est de (2,08 m) c'est la valeur moyenne de ces trois stations. Ceci se traduit par un coefficient de démasclage moins important avec (1,51) et qui est inférieur à la norme de $k = 2$, préconisée par les services des forêts. Cette surestimation de la hauteur de démasclage et sa variabilité d'un arbre à l'autre expliquent partiellement sa faible production égale à (21,55 m³/ha) avec l'autre station irrégulière, station 2.

Le même constat est à faire dans l'autre station irrégulière station 2, puisque le volume est corrélée avec toutes les variables dendrométriques. Toutefois, la hauteur de démasclage dont la moyenne la plus faible des trois stations avec une valeur égale à (1,85 m) est pratiquée de façon homogène dans la station avec un coefficient de démasclage moyen de (1,44 m) qui est inférieur au $k = 2$, retenu par les services des forêts. Ces résultats montrent que les arbres sont démasclés à une hauteur sous-estimée, ce qui donne un volume plus faible qui est de (16,5 m³/ha) que celui de la station 1.

Dans la station 3 à structure régulière, le volume est corrélé à toutes les variables dendrométriques. En effet, pour cette station, la hauteur de démasclage est pratiquée de façon hétérogène (il ya des arbres qui dépassent (3 m) de H_{dem}) est surestimée puisque le coefficient de démasclage est le plus important ($k = 2,01$) qui est supérieur au $k = 2$, retenu par les services des forêts. De plus, ce coefficient n'est pas appliqué de manière homogène entre les arbres de la station, puisqu'il existe une variabilité significative (ANOVA 1) pour ce caractère. Ces résultats montrent que les arbres sont démasclés à une hauteur sous-estimée, ce qui laisse à l'arbre les potentialités de se régénérer du point de vue du liège, ce qui donne un volume plus important avec (106,32 m³/ha) par rapport aux autres stations. Rappelons que cette station est la plus faible en densité (333,33 tiges/ha).

À ce stade de la discussion, parait sur le plan pratique du démasclage, toute l'importance du respect de la norme établie pour chaque station. En effet, nous constatons que la surestimation de la hauteur de démasclage n'entraîne pas une augmentation de la production de liège, au contraire cette dernière est affectée négativement puisqu'un arbre trop démasclé n'a pas le temps de renouveler son épaisseur de liège dans les meilleures conditions physiologiques et en plus la récolte du liège elle-même est un stress pour l'arbre (CANTAT & PIAZZETTA, 2005).

De plus, l'étude de la fertilité des stations par l'approche de la hauteur dominante a montré que les stations ne sont pas d'égales classes de fertilité : les stations 1 et 2 appartiennent à la deuxième classe et enfin la station 3 à la première classe. Sur le plan du démasclage dans les

stations, il paraît également que le K pratique des stations de première classe de fertilité est sous-estimé alors qu'elles sont les plus productives. De ce fait, on sous-estime les potentialités de production de ces stations. Selon **VEILLON (1998)**, en tenant compte des hauteurs dominantes (classes de fertilités) et des accroissements moyens de liège, il est estimé qu'il est possible d'augmenter le K appliqué des stations de deuxième classe de fertilité à un niveau de $k = 3$ au lieu de $k = 2$ adoptés par les services forestiers. Selon le même auteur, ce niveau de coefficient est retenu arbitrairement sans aucune étude préalable pour beaucoup de stations, ce qui se confirme pour les stations de yakourene.

De plus, nos résultats montrent également que les stations 3 (première classe) et celle qui présente des K les plus élevés que la norme de $k = 2$ (dans la station 3 le $K = 2,01$) traduisant des hauteurs de démasclage surestimées par rapport aux potentialités des deux stations (de moindre fertilité). De ce fait, il est évident que les arbres ont moins de possibilités de se renouveler.

En effet, l'étude du comportement de la vigueur des arbres par l'approche de la modélisation de la relation entre le diamètre et la hauteur dans les trois stations montre que la meilleure vigueur des arbres est celle de la station 2 (dont le coefficient de corrélation R^2 est égal à $0,740$). La station où les arbres sont les moins vigoureux est celle de la station 3 avec ($R^2 = 0,265$). La station 1 est intermédiaire avec ($R^2 = 0,464$).

Quant à la dernière partie de cette discussion, nous la réservons aux résultats de l'approche de propositions de gestion subéricole proposée par **(A.S.L., 2010)**.

Rappelons que cette approche consiste en une conduite de gestion normalisée, suggère des travaux de rénovation tenant compte des densités par classes de diamètres, ne permettant pas la fermeture du houppier et de ces conséquences sur le plan sylvicole. Dans ce cadre, la gestion des futaies irrégulière propose le maintien des effectifs (selon des fourchettes) par classes de diamètre (Figures 4 et 5) en tenant compte de la fermeture des houppiers horizontalement, contrairement aux peuplements à structure régulière, dont la fermeture est verticale (SCHÜTZ, 1990 ; SCHÜTZ, 1997).

À partir des résultats de cette étude, nous pouvons tirer quelques renseignements pertinents de gestions des stations :

Dans la station 1, l'ensemble des classes des diamètres se présente sauf que l'absence d'arbre des classes supérieures : celles des stades vieille-futaie ($>62,5$ cm) dans la fourchette des normes (tableau 42) à l'exception de la classe] $17,5-27,5$ cm] qui est en sureffectif (840 arbres/ha) pour une norme de 75 à 150 arbres/ha. De ce fait, nous préconisons des coupes de nettoyage des arbres dans cette classe, sinon la fermeture de ses houppiers entraînera le ralentissement de la croissance des arbres de la classe inférieure] $7,5-17,5$ cm] plus jeunes, voire même leurs morts, sans oublier les conséquences que subira la régénération.

Concernant la station 2, nous constatons d'une part que la classe] 7,5-17,5 cm] sommes en sureffectif (480 arbres/ha) par rapport à la norme (150 à 400 arbres/ha) ; et d'autre part la classe supérieure] 27,5-42,5 cm] est en sur effectif (160 arbres/ha) par rapport à une norme de 40 à 75 arbres/ha. Ces résultats démontrent que dans cette station la forte densité de la classe] 27,5-42,5 cm] implique une fermeture moyenne des houppiers de cette classe, qui a pour conséquences une diminution de la régénération prochainement dans la classe] 7,5-17,5 cm]. Afin de maintenir cette structure irrégulière, il est urgent d'intervenir dans la classe] 27,5-42,5 cm] afin de diminuer la densité par des coupes d'éclaircis correspondant au stade jeune-futaie pour obtenir un rajeunissement des effectifs.

Dans le cas des stations à structure régulière (tableau 43), pour ce qui est de la station 3, nous constatons que les trois seules classes :] 7,5-17,5 cm] ;] 17,5-27,5 cm] et]27,5-42,5 cm] en présence sont toutes en sous-effectif. Pour expliquer ce résultat, nous supposons que cela est la conséquence de la fermeture des houppiers par la présence d'arbres des classes supérieures : celles des stades de moyenne futaie] 42,5-62,5 cm] et vieille-futaie (>62,5 cm), qui a pour conséquences une diminution de la régénération comme le montre le sous-effectif de la classe] 7,5-17,5 cm], il est urgent d'intervenir afin de diminuer la densité par des coupes d'éclaircis correspondant au stade futaie à partir de classe] 27,5-42,5 cm] jusqu'à la classe vieille-futaie (>62,5 cm).

Cette approche nous apparaît très intéressante, pour la prise de décision, en vue du suivi des peuplements, de leurs gestions et dans certains cas de leurs rénovations.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GÉNÉRALE

Au terme de la présente étude, nous résumons les principaux résultats auxquels nous sommes parvenus. Auparavant, rappelons que notre étude est consacrée à la variabilité de la production de liège par l'estimation de certains caractères dendrométriques, dans trois stations de la région de Yakourene. Elle explore plus précisément, la variabilité inter-stations et intra station (inter placettes de la même station), la variabilité intra station (inter arbres de la même placette).

En effet, pour l'échantillonnage dans les trois stations, trois placettes circulaires de 5 ares ont été retenues et au sein de chacune d'elles, une fois le dénombrement des arbres y ait (pour l'estimation de la densité de la placette et de la station), nous avons procédé la mesure des paramètres dendrométriques suivants : la circonférence, hauteur totale, hauteur de démasclage et épaisseur du liège de chaque arbre.

L'étude de la structure de chaque station par la normalité de la distribution des diamètres des arbres nous a permis de conclure que la station 1 et la station 2 sont des futaies irrégulières et que la station 3 est de futaie régulière.

L'étude a mis également en relief qu'entre stations de même structure, la station 3 est une vieille futaie régulière plus âgée. Quant aux futaies irrégulières, il a paru que la station 2 est plus jeune que la station 1.

La dernière approche pour la description des trois stations, nous l'avons prospectée par l'étude de la classe de fertilité des stations à l'aide de la hauteur dominante. Il ressort que la station 1 et la station 2 font partie d'une 2^{ème} classe de fertilité, alors que la station 3 est classée dans la 1^{re}.

Les résultats sur les paramètres dendrométriques et les estimations des paramètres de production de liège rejoignent ceux des travaux similaires sur le chêne-liège d'autres régions. Ils montrent l'existence d'une variabilité inters stations pour les paramètres étudiés ainsi que pour les stations de même structure. Parmi les causes auxquelles revient cette variabilité, nous retenons entre autres une absence des soins sylvicoles, qui se traduit par une très forte densité aussi bien des stations régulières que des stations irrégulières. Ceci montre pour certaines stations, la présence de forte densité par classe de diamètre, se traduisant d'une part, par le vieillissement de ces stations et la fermeture des houppiers ce qui a pour conséquence une déficience dans le recrutement des classes inférieures.

Tous ces résultats ont, sans aucun doute, des effets sur les rendements de la production de liège comme le traduit la forte variabilité de production de liège par arbre, par placette et par station constatée à travers nos résultats. Ajouter à ces résultats, ceux mettant en relief la non-application des coefficients de démasclage retenus en pratique ont fait apparaître que dans les meilleures stations en classe de fertilité (la station 1 et la station 2) les coefficients appliqués sont inférieurs à 2, alors que ceux des stations moins fertiles avoisinent 3 (station 3).

Ceci a pour conséquence, une sous-exploitation du volume de liège par rapport aux potentialités de la station 2. Au contraire, la station 1 et la station 3 sont surexploitées, ce qui

ne permet pas aux arbres de chacune des stations une meilleure régénération du liège dans le temps.

Nous avons voulu conforter ces constatations et suggestions d'interventions en adoptant un schéma de gestions par une étude qui s'apparente à celle proposée par (A.S.L, 2010) pour la gestion et la rénovation des subéraies. Cette gestion tient compte des normes de fourchettes de densités par classes de diamètres selon le type de structure régulière ou irrégulière appliqué à nos stations. Il apparaît que dans la station 1 la classe] 17,5-27,5 cm] qui présente une densité égale à (840 arbres/ha) et dans la station 2 la forte densité est dans la classe] 7,5-17,5 cm] avec (480 arbres/ha) et la classe supérieure] 27,5-42,5 cm] avec (160 arbres/ha). Ceci engendre une fermeture des houppiers de ces classes. Dans le cas des stations à structure régulière, c'est les trois premières classes qui présentent un sous-effectif dans la station 3, traduisant une futaie trop claire.

Tenants comptes, de tous ces résultats, en plus des propositions de soins cultureux déjà suggérées, il nous semble qu'il est nécessaire de prendre quelques mesures d'accompagnement afin de valoriser les subéraies de ces stations :

- Intégration de la population dans les actions d'aménagement, en formant des forestiers pour la gestion des forêts et des travaux sylvicoles.
- Régénérer les peuplements improductifs ou vieillissants, en conduisant des travaux de réhabilitation afin d'assurer leur pérennité et satisfaire aux enjeux multiples (économiques et écologiques).
- L'entretien du sous-bois, qui est indissociable à la subériculture qui fait partie intégrante de la gestion normale de la subéraie et l'élimination des vieux arbres déperissants et de certaines tiges pour favoriser le développement des plus beaux arbres.
- Lutte contre le surpâturage et le défrichement.
- Amélioration de la quantité de liège par l'application généralisée du coefficient de déliégeage $K = 2$ pour toutes les stations, voire $K = 3$ pour les stations de 2^e classe de fertilité, comme le suggère **CHENOUNE (1991)**.

Pour finir avec le volet sylvicole, ils nous semblent qu'il serait intéressant d'entreprendre une étude sur la régénération naturelle dans ces stations afin de quantifier réellement si les déficiences de recrutement des jeunes arbres surtout des stations irrégulières sont liées à une absence totale de régénération où à une mortalité des jeunes plants en raison de la fermeture à certaines strates (arbres de mêmes stades de développements formant les futaies régulières) comme nous l'avons signalé plus haut.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- AAFI A., 2006:** La Mamora. Encyclopédie du Maroc, N°21: 7199-7200.
- ABDELHAMID K. 2000 :** Association Tunisienne pour la Protection de la Nature et de l'Environnement. Tunis.
- AIT AIDER H. & ALLILECHE A. 1993 :** Contribution à l'étude de la relation station-productivité subéricole du chêne-liège dans les massifs forestiers de Béni-Ghobri et Tamgout. Mémoire d'Ingénieur d'état en Agronomie.Univ. Tizi-Ouzou 96 P.
- ALLILI N. 1983 :** Contribution à l'étude de la régénération naturelle du chêne-liège dans la forêt domaniale des Beni-Ghobri. Mémoire d'ingénieur d'état en Agronomie. I.N.A El Harrach. 53 P.
- AMANDIER L. 2004 :** Lecomportement du Chêne-liège après l'incendie : conséquences sur la régénération naturelle des subéraies VIVEXPO 13 P.
- AMMROUCHE Z & SEGhilani S. 2009 :** Étude de la variabilité de la production du liège de reproduction entre quatre stations de la subéraie de MIZRANA (wilaya de Tizi-ouzou) en relation avec la structure et les facteurs dendrométriques. Mém. Ing. Agr. Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- ANONYME., 1989 :** la forêt algérienne, magazine d'information sur la protection et la conservation de la forêt N°1,pp :26-27
- ARONSON J., PEREIRA J.S. ET PUASAS J.G., 2009:** Cork Oak woodland on the edge. Islandpress. Washington. Covelo. London.
- BELABBES DJ et GETTAS A. 1989 :** Contribution à l'étude de la structure et de la productivité subéricole d'un taillis de chêne-liège dans la forêt domaniale de Beni Ghobri cas d'une tranchée pare-feu Tala Rbiad. Mémoire d'ingénieur d'état en Agronomie Tizi-Ouzou. 69 P.
- BELHOUCENEL. 2013 :** les champignons associés au Platypus Fab. (Coleoptera Curculionidae, platypodinae) dans un jeune peuplement de chêne liège de la forêt de M'sila (Oran, nord-ouest d'Algérie) : Étude de la biologie et l'épidémiologie de l'insecte. Thèse de doctorat en sciences foresterie, Univ. Tlemcen. 200P.
- BENSGHIRE L A. 1996.** Amélioration des techniques de la production hors sol de chêne-liège : conteneurs, substrats, nutrition minérale. Thèse en sciences forestières. École nationale des eaux et forêts, ENGRF.NANCY. CERMAGREF. Aix En-Provence, 28 P.
- BOUCHON J. & PARDE J. 1988 :** DendrométrieEdition. ENGREF Nancy 2èmeédition. 327 P.

- BOUDRU M. 1989 :** Forêt et sylviculture, traitements des forêts. Presse agronomique de GEMBLoux, 348P.
- BOUDY P. 1955 :** Économie forestière nord-africaine T 4. Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie Ed. Larose, 453 P.
- BOUDY P. 1950 :** Économie forestière africaine monographie et traitement des essences forestières. Édité. Larose. Paris. 575 P.
- BOUDY P. 1952 :** Guide de foresterie en Afrique du Nord. Édité. La maison Rustique. Paris. 505 P.
- BOUHRAOUA R-T , 2003 :** situation sanitaire de quelques forêts de la chaîne liège de l'ouest algérien. Etude particulière des problèmes posés par les insectes .Thèse, Doct , Dép, Forest, Fac, Sc.Univ de Tlemcen.
- CANTAT R. & PIAZZETTA R. 2005 :** La levée du liège : guide technique et de vulgarisation. IML (2005). (www.institutduliege.com).
- CFT.** Du longue DOC, 2008. Les essences forestières feuillues : Le chêne-liège. Une valorisation allant de la sylviculture à la transformation du bois. (WWW. Coopcft.org).
- CHENOUNE K. 1991 :** contribution à l'étude écodendrométrique d'une futaie et d'un taillis de chêne-liège dans le massif forestier de Beni-Ghobri. Mémoire d'ingénieur d'état en Agronomie Université Tizi-Ouzou. 86 P.
- CHENOUNE K. 2011 :** Étude de la relation entre la circonférence et la hauteur ; et entre la circonférence, la hauteur et l'espacement des arbres. Cas des subéraies de Souk Ahras et de Tizi-Ouzou. Thèse de magister en science agronomiques (E. N. S. A). El Harrach, Alger. 74 P.
- CURTIS R.O. 1970 :** Stand density measures and interpretation. For. Sci, pp : 16, 403-414.
- DAGNELIE P. 1975 :** Théorie et méthodes statistiques applications agronomiques. Édité. Presses agronomiques de Gembloux. 365 P.
- DANIELS A.N & BURKHART H.E. 1975 :** Simulation of individual tree GROWTH and development in managed loblolly plantations. Publication FWS-5-75. Blacksburg, Virginia polytechnic Institute and State University, 69 P.
- DEPORTES E. 2004 :** Utilisation d'une typologie du peuplement en subéraie brûlée. Édité. VIVEXPO 2004.6P.
- DERRIDJ A., 1990 :** Etude des populations de *Cedrus atlantica* Manetti en Algérie. Thèse de doctorat. Université Paul Sabatier. Toulouse.
- DESSAIN G & TONDELIER M. 1991 :** Liège de méditerranée. Édité. Maritim. 80 P.

- DJAMOUH N et DJEBBID K., 2006:** Contribution à l'étude écodendrométrique d'une futaie du chêne-liège dans les massifs forestiers de Beni- Ghobri. Mémoire d'Ingéniorat d'état en Agronomie Univ Tizi-Ouzou. 68 P.
- DJEMAI O & CHERFI M, 2014:** Contribution à l'étude de la variabilité de la production du liège de reproduction entre trois forêts de la subéraie d'el Taref en relation avec la structure et les facteurs dendrométriques. Mém. Ing. Agr. Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 108 P.
- DURAND, 2009 :** Contribution à la cartographie génétique chez les Fagacées. Thèse présentée à l'université Bordeaux l'école doctorale des sciences et environnement par Gêrôme Durand pour obtenir le grade de docteur spécialité : écologie évolutive, fonctionnelle et des communautés.
- GINGRICH S.F. 1967 :** Masuring and evaluating stoking and stand density in upland hardwood forest in the central states. Forest Sci, pp : 13, 38-53.
- GUINOCHET M., 1955.** Logique et dynamique du peuplement végétale. Ed. Masson.
- HAMILTON J. 1969:** The dependance of volume incment of indivdual trees on dominance, crow dimensions and competition. Forestry 42, pp : 133-144.
- HAMMAR P. 1890 :** Inventaires du chêne-liège dans Les Pyrénées orientales. Rapport de stage. 41P.
- HANN D & RITTERS K. 1982:** A key to the literature on forest growth and yield in the Pacific Northwest : 1910-1981. Research Bulletin 39. Oregon State University, School Of Forestry.77P.
- HOULLIER F. 1991 :** Modélisation de la dynamique des peuplements forestiers : état et perspectives. Rev. For. Fr, pp : 43, 87-107.
- KADIK B. 1987 :** Contribution à l'étude du Pin d'Alep (*Pinus halepensis Mill.*) En Algérie : écologie, dendrométrie, morphologie. Édit. O. P. U., Alger. 580 P.
- La faune du chêne liège, IAV Hassan II. Actes Editions, 1991.
- LAMEY A., 1893.** Le chêne-liège - sa culture et son exploitation, Paris, Berger-Levrault éditeur, 289 p.
- LEHOUEIROU HN. 1980 :** L'impact de l'homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne. Forêt Médit 1980, pp : 2 : 46-81.
- LOMBARDINI F. 2010 :** Subéraie varoise. Document P.D.F.ASL. (Subéraie Varoise@wanadoo.Fr).
- M'HIRIT O., 1993 :** Biodiversité et conservation in situ au Maroc. Réseau des ressources

- MEDDOUR – Sahar O. 2014** : Les feux de forêt en Algérie : Analyse du risque, étude des causes, évaluation du dispositif de décence et des politiques de gestion, Thèse de Doctorat en sciences agronomiques. Univ : M.M.T.O. 256 P.
- MESSAOUDENE M. & MEZANI A. 2000** : Étude de la régénération par rejet de souche de *Quercus suber* L (chêne-liège) dans la forêt domaniale d'Ait Laddour, Azazga, Tizi-Ouzou. Mémoire d'Ingénieur en Agronomie, Univ. Tizi-Ouzou, 41P.
- MESSAOUDENE M., 1998.** La régénération naturelle des peuplements de *Quercus suber* L. dans la forêt domaniale des Beni Ghobri (Algérie). Actes du séminaire méditerranéen sur la régénération des forêts de chêne-liège. Tabarka. Tunisie. 73-86.
- MESSAOUDENE M., 2000** : Réflexion sur la structure des peuplements de chêne liège (*Quercus suber*) en Algérie. Arti. Rev. Forêt Algérienne. pp5-9.
- METNA B. 2003** : Caractérisation physique et chimique du liège de reproduction de la subéraie orientale de la wilaya de Tizi-Ouzou. Thèse de magister Tizi-Ouzou 103P.
- NATIVIDADE J. V. 1956** : Subériculture. Édit. Française de l'ouvrage portugais « subéricultura ». Nancy : École Nationale des Eaux et forêts, 303 P.
- OUDAHI O.,1979**-étude de la production du liège dans la forêt domaniale de beni-ghobri. Thèse Ing.,INA, El Harrach.
- OUELMOUHOUB S. 2005** : Gestion multiusage et conservation du patrimoine forestier : cas des subéraies du Parc National d'El-Kala (Algérie).Thèse de Master of Science du CIHEAM-IAMM n°78. 137 P.
- PALM . 1981** : Calcul et choix des équations de cubages des arbres .Bulletin de recherche agronomique de Gembloux (Belgique).16P.
- PARDE P. 1961** : Dendrométrie. Édit. De l'école nationale des eaux et forêts. Nancy. 350 P. Paris.116p.
- PAUSAS J.G. PEREIRA J.S. & ARONSON J. 2009** : The tree in : J. Aronson, J.S.Pereira & J.G. Pausas (eds). Cork oak woodlands on the edge. Ecology, adaptive management and restoration. Island Press, Abingdon, Oxfordshire, UK, pp : 11-21.
- PEREIRA. 2008** : Chemical composition and variability of cork from *Quercus suber* L. Wood sci. techn. 22, pp : 211-218.
- PESSON P. 1974** : Écologie forestière la forêt : son climat, son sol, ses arbres, sa faune, GAUTHIER-VILLARS, Paris, Bruxelles, Montréal, 1974, collection Géobiologie- Ecologie-Aménagement, 388 P.

- PHILIPPEAU G. 1986 :** Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales. Services des études statistiques, ITCT, 63 P. phylogénétiques pour la zone d'Asie et de l'Ouest, l'Afrique du Nord, pp.4-8. Production. Tec et Doc. Lavoisier .édition J.B baillière. 335 P. Production. Tec et Doc. Lavoisier .édition J.B baillière. 335 P.
- QUEZEL P & MEDAIL. 2003 :** Écologie et biogéographie de la forêt du bassin méditerranéen. Édit .Elsevier. 571 P.
- QUEZEL P. 2002 :** La réflexion sur l'évolution de la flore et de la végétation méditerranéenne Edition IBISPRESS. 112 P.
- RONDEUX J. & LECOMTE H. 2005 :** Inventaire permanent des essences forestières observation et bas d'un tableau de bord de la forêt Wallonne. Ministère de l'emploi pour la région Wallon. Wallonie N°83. 13 P.
- RONDEUX J. 1992 :** La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Presse agronomique Gembloux (Belgique). 521 P.
- RONDEUX J. 1999 :** Les mesures des arbres et des peuplements forestiers. Les presses agronomiques de Gembloux, pp : 338-373.
- SANTIAGO R., 2009 :** Qualité du liège. Indice et carte de qualité. 1^{er}rencontre chercheurs-gestionnaires industriels : la gestion des subéra ies et la qualité du liège 19-20 Octobre. Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen.
- SCHÜTZ J.P. 1990 :** Sylviculture, principe d'éducation de forêt. Édition Presse polytechnique et universitaire romande. Lausanne (suisse), 243P.
- SCHÜTZ J.P. 1990 :** Sylviculture, principe d'éducation de forêt. Édition Presse polytechnique et universitaire romande. Lausanne (suisse), 243P.
- SEIGUE A. 1985 :** La forêt méditerranéenne et ses problèmes. Paris : Maison neuve et Larose. 502 P.
- SIDHOUM L., 2008 :**Exploration de la variabilité des caractères foliaires Chez le chêne liège (*Quercus suberL.*) de la forêt de Mizrana (wilaya de Tizi-Ouzou) Mémoire d'Ingéniorat d'état en agronomie. Univ. Tizi-Ouzou 108 P.
- SIGNOLLET S. & MANSION. 2003 :** Découvrir et comprendre la Forêt, édition ouest-France, Rennes, 2003, 96 P.
- SRGS – PACA. 2010 :** Centre régional de la propriété forestière, Généralités sur les subéraies, forêts de Chêne- liège ; N° 274210. 4 P.
- TAZELMAT M. 2013 :** Contribution à l'étude de la variabilité de la production du liège de reproduction entre trois forêts de la subéraie de Tlemcen en relation avec la structure et les facteurs dendrométriques. Mém. Ing. Agr. Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 106 P.

- VARELA, MC. 2007:** "Processo do simbolo da cortiça, Cork Mark" 105 PP., Ed. Eslaçao florestal, oeirás, Portugal. 105 P.
- VILLAIN M. 1989 :** La production végétale .Volume 2 : La maîtrise technique de
- VILLAIN M. 1989 :** La production végétale .Volume 2 : La maîtrise technique de
- VILLEMEANT C & FRAVAL A., 1991.** Insectes et acariens phyllophages du chêne liège.
- YESSAD S. 1990 :** Forêt expérimentale ; note méthodologies INRF, 2^{ème} partie, pp : 1-9.
- YESSAD S. 1999 :** Le chêne-liège dans les pays du Méditerranéen occidentaux. Faculté des sciences. Agro. Univ. Cath de Louvain, 111P+Annexe.
- YESSAD S. 2000 :** Le chêne-liège et le liège dans les pays de la méditerranée occidentale. Édit. L'ASBL Forêt Wallon Louvain. La neuve. 190 P.
- YESSAD S.A. 1988 :** Contribution à l'étude écodendrométrique de *Pinus Halepensis Mill* dans la zone subhumide littorale centre. Cas de la forêt de Taourira de Cherchell. *Thèse de Magister.INA, 139p +annexes.*
- YOUNSI S. 2006 :**Diagnostic des essais de reboisement et de régénération du chêne-liège (*Quercus suber L.*) dans la région de Jijel. Thèse de MagisterUniv. Mentouri de Constantine. Fac des Sciences de la Nature et de la Vie. Dép. Des Sciences de la Nature et de la Vie. 104 P.
- ZERAÏA L. 1982 :** Le chêne liège phytosociologie, phénologie, régénération et productivité dans la forêt de chêne-liège de provenance cristalline (France méridionale et d'Algérie). Extrait de la thèse de doctorat d'État. 367P.