

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

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques

Département des Sciences Agronomiques



Mémoire

De fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Foresterie Spécialité :
Science forestière

Thème :

*Contribution à l'étude de la production du liège de la
reproduction en relation avec les indices de concurrences dans
la forêt de Beni-Ghobri (Tizi-Ouzou).*

Présenté par: M^{elle} ANEBES OUIZA et M^{elle} FADEL CYLIA

Devant le jury :

Président : Mr LARBI M A. Maitre Assistant Chargé de cours (U.M.M.T.O)

Promoteur : Mr ASMANI A. Maitre Assistant Chargé de cours (U.M.M.T.O)

Examineur : Mr CHENOUNE K. Maitre Assistant Chargé de cours (U.M.M.T.O)

Promotion 2018/2019



Remerciements

Nous remercions le DIEU, le Tout-Puissant de nous avoir accordé la santé et le courage pour accomplir ce modeste travail.

Nous tenons à remercier vivement nos chers parents pour leurs aides, leurs soutiens et leurs encouragements.

Il nous est agréable également de remercier M. ASMANI A. pour nous avoir encadrés, en nous faisant bénéficier de ses connaissances, de son aide et de ses conseils et orientations.

Nous adressons nos sincères remerciements à Mr LARBI M. Y. 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 remerciements à Mr CHENOUNE K, Maître assistant chargé de cours à U.M.M.T.O, d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous remercions aussi à tous ceux, et celles qui ont contribué de près ou de loin pour l'accomplissement de ce modeste travail.





Dédicaces

*C'est avec le sentiment le plus profond de mon cœur que je
dédie ce travail à tout ce que je porte dans mon cœur :
À la mémoire de mon père et ma grande mère qu'ils reposent
en paix.*

À Ma très chère mère.

*À mon cher frère Farid et Mes très chères sœurs : MIRA et
DYHIA.*

À mes tantes et oncles.

*Je dédie également ce travail à tous mes proches, cousins et
Cousines chacun son nom.*

*À ma meilleure copine et binôme Wiwi et sa famille et a mes
amis (es) chacun son nom.*

*Sans oublier mes amis (es) qui m'ont accompagné sur le terrain
surtout Ait Cherif Lisa.*

*À tous mes collègues de la promo de Sciences forestières
(2018-2019).*

Enfin à tous ceux que j'aime et à tous ceux qui m'aiment.

Cyfia.



Dédicaces

Pour que ma réussite soit complète je le partage avec tous les personnes que j'aime, je dédie ce modeste travail :

À Mon père et ma mère, mon ombre durant toutes les années des études, et qui ont veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger. Que dieu les gardes et les protège.

À mes chères sœurs Sadjia et Malika et ses petits Abdou et Brahim, à mes chers frères que je leurs souhaite beaucoup de succès et de réussite.

À ma meilleure copine et binôme CICI et toute sa famille et mon ami Mahdi.

Sans oublié notre chère amie Ait Cherif Liza et ceux qui m'ont accompagné sur le terrain.

À tous mes collègues de la promo de Sciences forestières (2018-2019).

À tous mes ami(e)s que j'ai passé avec eux des bons moments.

Enfin à tous ceux que j'aime et à tous ceux qui m'aiment.

Ouiza.

Liste des tableaux

<i>Tableau</i>	<i>Page</i>
Tableau 1: Répartition des superficies de chêne-liège.	2
Tableau 2 : Tableau 2 : Les caractéristiques dendrométriques et botaniques du chêne-liège.	4
Tableau 3 : Caractéristiques écologiques du <i>Quercus Suber L.</i>	6
Tableau 4: Cortège floristique et les espèces concurrentes du chêne-liège	6
Tableau 5 : les ravageurs du chêne-liège.	8
Tableau 6: comparaison entre le liège mâle et le liège femelle.	11
Tableau 7 : Composition chimique du chêne-liège.	12
Tableau 8 : Représentation des différents défauts du liège.	13
Tableau 9 : Classification du liège selon l'épaisseur.	16
Tableau 10: Répartition de la production du liège dans le monde.	27
Tableau 11 : Coordonnées géographiques de centre de chaque placette de nos cinq stations.	28
Tableau 12 : Classe de fertilité selon la hauteur dominante.	37
Tableau 13 : Nombre d'arbres par placette et par station.	43
Tableau 14 : Distribution des tiges par classes de diamètre pour les cinq stations.	45
Tableau 15 : Résultats du test de normalité (SHAPIRO WILK).	47
Tableau 16 : Résultats de la densité et la surface terrière par placette.	49
Tableau 17 : densité des cinq stations.	50
Tableau 18 : analyse descriptive des paramètres dendrométriques des cinq stations.	51
Tableau 19 : Analyse descriptive des paramètres mesures pour la station 1.	52
Tableau 20 : Analyse descriptive des paramètres mesures pour la station 2.	53
Tableau 21 : Analyse descriptive des paramètres mesures pour la station 3.	54
Tableau 22 : Analyse descriptive des paramètres mesures pour la station 4.	55
Tableau 23 : Analyse descriptive des paramètres mesures pour la station 5.	56
Tableau 24 : Moyenne de la hauteur dominante par placettes.	58
Tableau 25 : Les hauteurs dominantes de chaque station et la classe de fertilité.	59
Tableau 26 : les moyennes de coefficient de démasclage par stations et par placettes.	60
Tableau 27 : Moyennes des paramètres de production pour les cinq stations.	61
Tableau 28 : Moyennes des paramètres de production pour les placettes.	62
Tableau 29 : Analyse de la variance des paramètres mesures du peuplement.	64

Tableau 30 : Analyse de la variance des paramètres mesurés pour la station 1.	65
Tableau 31 : Analyse de la variance des paramètres mesurés pour la station 2.	66
Tableau 32 : Analyse de la variance des paramètres mesurés pour la station 3.	67
Tableau 33 : Analyse de la variance des paramètres mesurés pour la station 4.	68
Tableau 34 : Analyse de la variance des paramètres mesurés pour la station 5.	69
Tableau 35 : Estimation des indices de compétition (DMV, IR, IH) pour les placettes.	70
Tableau 36 : Estimation des indices de compétition (DMV, IR, IH) pour les stations.	71
Tableau 37 : Analyse de la variance des indices de compétition pour la station 1.	74
Tableau 38 : Analyse de la variance des indices de compétition pour la station 2.	74
Tableau 39 : Analyse de la variance des indices de compétition pour la station 3.	75
Tableau 40 : Analyse de la variance des indices de compétition pour la station 4.	75
Tableau 41 : Analyse de la variance des indices de compétition pour la station 5.	76
Tableau 42 : Analyse de la variance des indices de compétition pour le peuplement.	76
Tableau 43 : Matrice de corrélation des variables de la station 1.	76
Tableau 44 : Matrice de corrélation des variables de la station 2.	77
Tableau 45 : Matrice de corrélation des variables de la station 3.	77
Tableau 46 : Matrice de corrélation des variables de la station 4.	78
Tableau 47 : Matrice de corrélation des variables de la station 5.	78
Tableau 48 : les coefficients de détermination des courbes de Tendence de toutes les stations.	80
Tableau 49 : Matrice de corrélation des variables de peuplement.	82
Tableau 50 : Valeurs propres.	83
Tableau 51 : Corrélation variables-axes principaux.	84
Tableau 52 : Comparaison des résultats des facteurs de production de liège pour les stations irrégulières.	89
Tableau 53 : Comparaison des résultats des facteurs de production de liège pour les stations régulières.	89
Tableau 54 : Comparaison des résultats de la densité et de la surface terrière pour les stations irrégulières.	90
Tableau 55 : Comparaison des résultats de la densité et de la surface terrière de stations régulières selon différents auteurs.	91
Tableau 56 : distribution des tiges par classes des diamètres pour les stations à structure irrégulière	93
Tableau 57 : distribution des tiges par classes des diamètres pour les stations à structure régulière.	93

Liste des figures

<i>Figure</i>	<i>Page</i>
Figure 1: Distribution du chêne-liège dans son aire géographique méditerranéenne et atlantique.	1
Figure 2: Répartition actuelle du chêne-liège dans les pays du bassin méditerranéen.	2
Figure 3: Répartition du chêne-liège en Algérie.	3
Figure 4: Les caractères botaniques et dendrométriques du chêne-liège.	5
Figure 5 : Evolution annuelle des superficies de chêne-liège parcourues par le feu entre 1985 et 2012.	7
Figure 6 : Formation de liège.	8
Figure 7: Coupe transversale d'un tronc de chêne-liège.	9
Figure 8 : Représentation du liège mâle et du liège femelle.	10
Figure 9: Représentation des différents défauts du liège.	14
Figure 10: Les différents types des bouchons du liège.	15
Figure 11 : Production nationale annuelle de liège entre 1965-2010.	17
Figure 12 : fourchettes des densités pour des futaies régulières de chêne-liège dans chaque catégorie de grosseur et pour un couvert de 70 %.	20
Figure 13 : fourchettes des densités pour des futaies irrégulières de chêne-liège dans chaque catégorie de grosseur et pour un couvert de 70 %.	21
Figure 14: Matériels obligatoires pour l'opération d'écorçage.	22
Figure 15 : La levé de liège.	24
Figure 16 : Situation géographique et administrative de Béni-Ghobri (Yakouren).	25
Figure 17 : Situation de la zone d'étude et des différentes stations météorologique sur le climagramme d'EMBERGER .	26
Figure 18: la station d'Ain-el-anseur.	29
Figure 19 : La station d'Eghzare Zagaghane.	29
Figure 20 : La station Saccardy.	30
Figure 21 : La station Taourirt.	30
Figure 22 : Le compas forestier.	34
Figure 23 : Forester vertex III.	34
Figure 24 : mètre ruban.	34
Figure 25 : Barkmètre.	35
Figure 26 : Nombre d'arbres par placette et par station.	44
Figure 27 : Distribution des tiges par classe de diamètre dans les cinq stations.	46
Figure 28 : Distribution des diamètres selon le test de SHAPIRO WILK dans les cinq stations.	48

Figures 29 : Moyenns de volume de liège de production pour les cinq stations.	63
Figure 30 : Représentation graphique de poly du diamètre et celui de densité de chaque station.	81
Figure 32 : Représentation des variables propres.	83
Figure 33 : Représentation des variables sur le cercle de corrélation du plan principale (f1*f2).	85
Figure 34 : Représentation graphique des placettes et des stations sur le plan principale f1*f2.	86

Liste des abréviations

<i>Abréviation</i>	
%	Pourcentage.
A.S.L.	Association syndicale de gestion
a	Espacement moyen entre tiges.
A.P.C.O.R.	Association Portugaise du liège.
C°	Degré Celsius.
C.F.T.O.	Conservation des forêts de Tizi-Ouzou.
cm	Centimètre.
D	Densité.
Ddl	Degré de liberté.
Dg	Diamètre quadratique moyen.
D.G.F.	Direction générale des forêts.
Dia	Diamètre de l'arbre à 1 m 30 de sol.
DMV	distance moyenne des arbres voisins.
Ep	Epaisseur du liège.
F.A.O.	Food and Agronomic Organization
Fobs	variable de Fisher-Snedecor.
Gi	la surface terrière d'un arbre.
gi	la surface terrière d'un arbre.
H dem	Hauteur de démasclage.
H dom	Hauteur dominante.
H tot	Hauteur totale.
ha	Hectare.
IH	Indice de compétition de Hart-Beching.
I.M.L.	Institut Méditerranéen du liège.
IR	Indice de compétition de Reineke.
K	Coefficient de démasclage.
LMF	liège mal flambé
LMS	liège mal sain
LR	liège rebut
LRF	liège de reproduction flambé
LRS	liège de production sain
m	Mètre.

M	Moyenne.
m²	Mètre carré.
m³	Mètre cube.
MC	Moyenne des carrés.
mm	Millimètre.
N	Nombre de tiges à l'hectare.
ND	Nombre d'arbre démasclés.
NS	Différence non significative.
P	La pente de la droite de régression.
P	Probabilité.
Q	Coefficient pluviométrique.
S	Différence significative.
S1	Station 1.
S1P1	La placette 1 de la station 1.
SC	Somme des carrés.
THS	Très hautement significatif.
Vol	Volume du liège.
Vol ind	Volume individuel moyen d'un arbre.
Vol p	Le volume du liège de reproduction pour chacune de placettes.
Vol s	Volume moyen de liège pour chacune de station.
\bar{X}	Moyenne.
σ	Ecart type.

Sommaire

<i>Titre</i>	<i>Page</i>
Introduction générale	
Chapitre I : Monographie sur le chêne liège et le liège	
I.1- Généralités sur le chêne-liège	
I.1.1- Historique	1
I.1.2- Aire de répartition	1
I.1.3 - Systématique	3
I.1.4- Caractéristiques dendrologiques	4
I.1.5- Caractéristiques écologiques	6
I.1.6- Association végétale du chêne-liège	6
I.1.7- Facteurs de dégradation du chêne liège	7
I.1.7.1- Les incendie.	7
I.1.7.2- Le surpâturage	7
I.1.7.3- Les insectes et champignons	7
I.2- Le produit liège	
I.2.1-Généralités sur le liège	8
I.2.1.1-Définition	9
I.2.1.2-Constitution et structure de liège	9
I.2.1.3- Les type de liège	10
I.2.1.4- Propriétés mécaniques et physiques du liège	11
I.2.1.5- Composition chimiques de liège	12
I.2.1.6- Qualité de liège	12
I.2.1.7- Les défauts de liège	13
I.2.1.8- Utilisation du liège	15
I.2.1.9- Classification du liège	15
I.2.1.9.1- Classification du liège selon la nature	15
I.2.1.9.2- Classification du liège selon l'épaisseur	16
I.2.2- Production du liège	16
I.2.2.1- Production mondiale	16
I.2.2.2- Production nationale	17
I.2.3- Les régimes et modes de traitements des subéraies	18
I.2.3.1- La futaie	18
I.2.3.2- Le taillis	18
I.2.4- Modèle d'approche de gestion de suberaies	19
I.2.4.1- Cas de la futaie régulière	19
I.2.4.2- Cas de la futaie irrégulière	19
I.2.5- Le déliègeage du chêne-liège	21
I.2.5.1- Démasclage du chêne-liège	21
I.2.5.2- La levé de liège ou récolte de liège de qualité	21
I.2.5.3- L'écorçage	22
Chapitre II : Matériel et méthodes	
II.1-La présentation de la zone d'étude	
II.1- La présentation de la zone d'étude	25

II.1.1- Situation régionale	25
II.1.2- Le statut juridique et administratif	25
II.1.3- Géologie, sol, et topographie	26
II.1.4- La végétation	26
II.1.5- Climat	26
II.1.6- Localisation des stations étudiées	28
II.2-Méthodologie	
II.2.1- Méthodologie d'échantillonnage	31
II.2.1.1- Type d'échantillonnage	31
II.2.1.2- Le choix de type d'échantillonnage	32
II.2.1.3- Choix de la forme et de la dimension de la placette	32
II.2.1.4- Délimitation des placettes	33
II.2.2- Approche de l'étude de la production de liège	33
II.2.2.1- Choix des paramètres dendrométriques	33
II.2.2.2- Paramètres pour la description des stations	35
II.2.3- Etude de la vigueur des arbres par station	38
II.2.4-Etude de la production de liège	38
II.2.5- Analyse des données	39
Chapitre III : Résultats et discussions	
III.1-Résultats	
III.1.1- Etude descriptive de la structure des placettes	43
III.1.1.1- Inventaire du nombre d'arbres par placette et par station	43
III.1.1.2- Distribution des tiges par classes de diamètre	45
III.1.1.3- Etude de la structure par le test de normalité (SHAPIRO WILK)	46
III.1.1.4- La densité et la surface terrière	49
III.1.1.5- Moyennes des paramètres dendrométrique	51
III.1.1.6- Distributions comparées les hauteurs dominantes et les classes de fertilité	58
III.1.2- Etude de la production de liège	59
III.1.2.1- Hauteur de démasclage et coefficient de liège	59
III.1.2.2- Volume du liège de reproduction par station	61
III.1.3- Etude de la variabilité inter-placette et inter-station des paramètres dendrométriques	64
III.1.3.1- ANOVA 1 inter-station des caractères dendrométriques.	64
III.1.3.2- ANOVA 1 inter-placettes des caractères dendrométriques par station	65
III.1.4- Indice de compétition	70
III.1.4.1- Les moyennes des indices de compétition par station	71
III.1.4.2- Distance moyenne des arbres voisins (DMV)	71
III.1.4.3- Indice de compétition de Hart-Becking (IH)	72
III.1.4.4- Indice de compétition de Reineke (IR)	73
III.1.4.5- ANOVA 1 inter-placettes par station des indices de compétition	73
III.1.4.6- ANOVA 1 inter-station des indices de compétition	76
III.1.5- Matrice de corrélation	77
III.1.5.1- Régression entre la densité et le diamètre	80
III.1.6- Synthèse multifactorielle	82

*Introduction
générale*

La forêt méditerranéenne couvrait environ 85 millions d'hectares, soit 2 % de la surface forestière mondiale, dont 2,5 millions ha de subéraie (F.A.O., 2013). Elle couvre le bassin méditerranéen occidental et la côte atlantique de l'Europe du sud, sa présence ne touche que 7 pays seulement (Portugal, Espagne, Italie, France, Algérie, Maroc et Tunisie) (MESSAOUDENE, 2009).

Dans le pourtour méditerranéen, particulièrement en Algérie, le chêne-liège est confronté à plusieurs fléaux tels que les incendies répétés, le surpâturage, la surexploitation et en particulier, l'absence d'une sylviculture appropriée, réduisant sa superficie et limitant sa régénération naturelle (SACCARDY, 1937 ; ALILI, 1983 ; YESSAD, 2000).

Le chêne-liège (*Quercus suber* L.) est une essence particulière du bassin méditerranéen occidental, mais que l'on retrouve également sur la cote atlantique où il est présent depuis plus de 60 millions d'années. Il est reconnu dans son aire naturelle pour son rôle écologique et socio-économique (CANTAT et PIAZZETA, 2005).

En Algérie, les subéraies couvraient initialement une superficie variant entre 440 000 ha et 480 000 ha selon les auteurs et s'étendent sur le territoire de 23 wilayas, du littoral méditerranéen au nord aux chaînes telliennes au sud. Les plus vastes massifs sont localisés à l'est du pays, région qui détient à elle seule plus de 4/5 de la subéraie algérienne (BOUHRAOUA, 2014).

À la différence des autres arbres, la production principale attendue du Chêne liège n'est pas le bois, mais son écorce épaisse et subéreuse qui possède la propriété remarquable de pouvoir être décollée sans trop affecter l'arbre. Qui plus est, cette récolte est périodique ; elle se répète à intervalles quasi réguliers (de 10 à 15 ans), tout au long de la vie de l'arbre (CHIKHI et ADRIR, 2017).

Selon BOUDY (1950), la régénération des peuplements du chêne-liège reste difficile dans les pays du Maghreb (Algérie, Maroc et Tunisie) à cause des conditions situationnelles (climatiques, édaphiques, la difficulté de germination des glands, pâturage, etc.), ainsi que des caractères dendrométriques.

Le présent travail approche l'étude de la production de liège de reproduction dans le contexte de l'influence environnementale et des conditions de concurrence entre les arbres

constituant les peuplements, par l'utilisation des indices en relation avec la densité et les indices de concurrences développés dans le cadre des études écologiques et sylvicoles.

Cette étude a pour objectif l'étude de la production de liège en relation avec la concurrence, par l'étude de la variabilité :

- intra et interplacettes par station
- et intra et interstation dans la forêt de Beni-Ghobri.

Elle s'appuie sur une campagne de mesure sur terrain et de calculs :

- dans une première étape la mise en place de placettes d'échantillonnage dans 5 stations et des mesures sur le terrain, de paramètres dendrométriques (hauteur des arbres, hauteur de démasclage, diamètre, épaisseur du liège) permettant l'estimation de la production de liège et sa variabilité intra et interstations.
- La même campagne de mesure sur le site, comprends dans une seconde étape, des mesures de paramètres nécessaires à l'approche par l'étude de la concurrence (densité, surface terrière, distance entre les arbres, etc.).

L'ensemble des paramètres mesuré et calcules dans cette étude sont confronté simultanément dans une analyse statistique globale. À cette fin, nous optons pour « une analyse en composantes principales ».

Le présent travail qui s'inscrit dans le cadre d'une série de travaux (**CHIKHI et ADRIR, 2015** ; **SACI et SIAD, 2009**) des subéraies algériennes, sera l'occasion, de développer en discussion comparative.;

La restitution de ce mémoire de fin d'études de Master 2 est scindée en 3 chapitres :

- Le premier chapitre est consacré à la monographie du chêne-liège et sur le liège.
- Le deuxième chapitre présente la zone d'étude et l'approche du travail de ce mémoire.
- Le troisième chapitre consiste en une analyse des résultats et de leur discussion.
- Enfin une conclusion globale finalise le mémoire.

CHAPITRE

I

I.1-GÉNÉRALITÉS SUR LE CHENE-LIEGE

I.1.1-HISTORIQUE

Le chêne-liège (*Quercus suber* L.) est une essence particulière du bassin méditerranéen occidental, mais que l'on retrouve également sur la cote atlantique ou il est présent depuis bien avant l'Antiquité (CANTAT etPIAZZETA,2005).

Il existe une grande variation génétique au sein du chêne-liège à cause de la grande hybridation naturelle entre les arbres de la même espèce et entre d'autres chênes comme le chêne-zeen (SACCARDY, 1937), puis c'est à partir du 1848 que la culture du chêne-liège est apparue en Algérie après en Tunisie en 1882 et au Maroc en 1914 (BOUDY, 1955).

Selon PEREIRA (1940),c'est au cours du XVIII^e siècle que le liège devient un produit de grandes valeurs économiques, grâce à l'industrie du bouchon enlevé en Espagne puis dans tous les pays producteurs de liège.

I.1.2-AIRE DE RÉPARTITION

A- AIRE MONDIALE

Le chêne-liège étant développé de façon spontanée au Portugal et en Espagne, mais également au Maroc, dans le Nord de l'Algérie et en Tunisie. Il occupe également des zones plus restreintes dans le sud de la France et sur la côte occidentale de l'Italie, y compris la Sicile, la Corse et la Sardaigne (figure 1). Il couvre actuellement une surface totale d'environ 1,43 million d'hectares en Europe et 0,85 million d'hectares dans le nord de l'Afrique. Plus de la moitié de cette surface se trouve dans la péninsule ibérique. (D.G.R.F. et A.P.C.O.R., 2006).

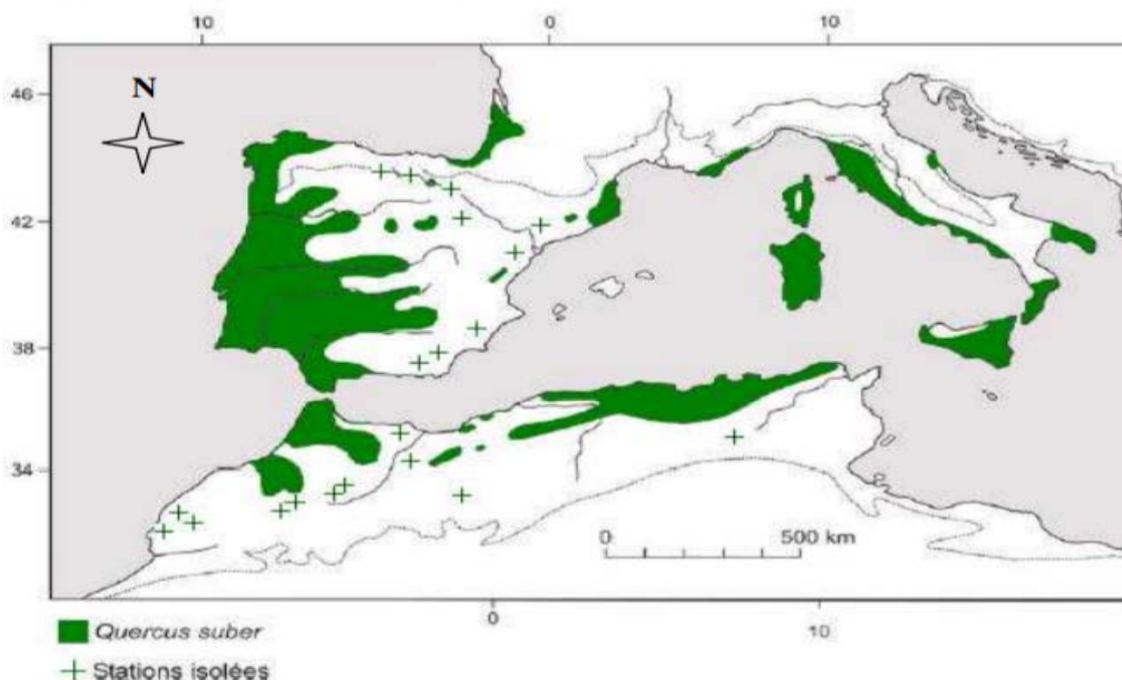


Figure 1: Distribution du chêne-liège dans son aire géographique méditerranéenne et atlantique
source : QUEZEL et MEDAIL, 2003.

Par la présence des conditions et des facteurs favorables à la croissance du chêne-liège (climat et sol), sa distribution est très liée à la région méditerranéenne et à la façade atlantique

(DEHIRI, 2017).

L'aire de répartition de chêne-liège est circonscrite à la région de la méditerranée occidentale dans laquelle, sous l'influence de l'océan atlantique et de la mer méditerranée, se trouvent réunies les conditions climatiques qui conviennent à la végétation de cet arbre (DEHANE, 2013).

La figure 2 présente la répartition de chêne-liège dans le bassin méditerranéen, il se trouve dans le Portugal avec le plus grand pourcentage avec 32 %, et l'Espagne en deuxième lieu avec 27 %, puis le Maroc avec 16 %, et l'Algérie avec 14 %, Tunisie et France.

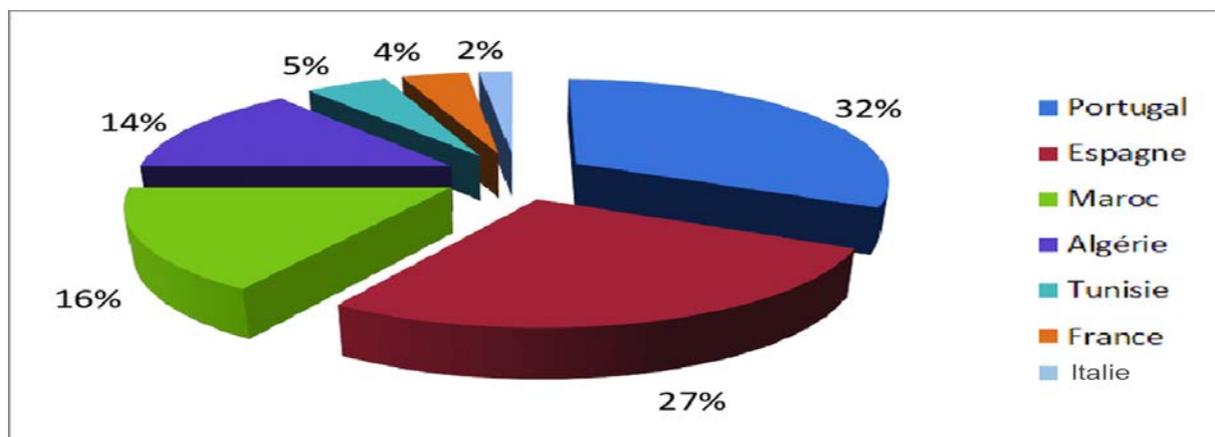


Figure 2: Répartition actuelle du chêne-liège dans les pays du bassin méditerranéen d'après SANTOS *et al.* (2008).

B- AIRE DE RÉPARTITION EN ALGÉRIE

Les forêts de chêne liège sont présentées sur 440,000 ha et celle des suberaies productives de l'ordre de 180.000 à 230.000 ha (MESSAOUDENE, 2000).

Tableau 1: Répartition des superficies de chêne-liège

Conservations	Superficies (ha)	Conservations	Superficies (ha)
Skikda	85 200	Chlef	6 500
El-Taref	59 500	Medea	4 600
Jijel	43 700	Tlemcen	4 000
Bejaia	41 700	Tipaza	2 800
Tizi-Ouzou	29 458	Oran	2 000
Guelma	21 800	Sétif	1 800
Annaba	14 900	Bouira	1 800
Ain-Defla	13 700	Boumerdès	1 300
Souk-Ahras	12 000	Blida	690
Mila	11 400	Constantine	650

Source : (D.G.F., 2009)

La figure 3 présente la répartition de chêne-liège en Algérie.

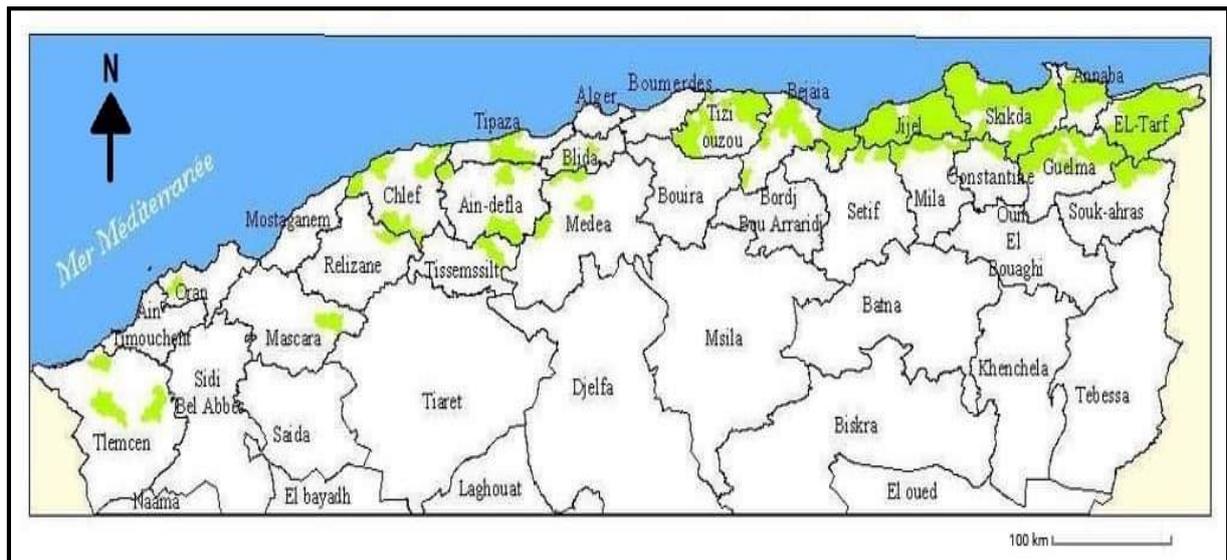


Figure 3: Répartition du chêne-liège en Algérie (D.G.F., 2004)

Selon ZERAIA (1982), les principales suberaies algériennes se retrouvent dans le tell oriental. Elles se situent essentiellement au nord-est de l’Algérie jusqu’à la frontière tunisienne, région qui renferme à elle seule près des 4/5 de la suberaie algérienne (BOUDY, 1952 ; NATIVIDADE, 1956 et YESSAD, 2000).

Le chêne-liège s’étend d’une manière assez continue le long de la zone littorale et reste disséminé sous forme d’îlot de moindres importances dans la partie ouest. Les suberaies se répartirent géographiquement dans 22 wilayas (figure 3).

I.1.3- SYSTEMATIQUE

Le chêne-liège est décrit pour la première fois par le botaniste suédois Linné en 1753. Du point de vue de la classification botanique *Quercus suber* L. appartient aux :

- | | |
|----------------------------------|----------------------|
| ➤ Embranchement | Spermaphytes |
| ➤ Sous-embranchement | Angiospermes |
| ➤ Classe | Dicotylédones |
| ➤ Ordre | Fagales |
| ➤ Famille | Fagacées |
| ➤ Genre <i>Quercus</i> | |
| ➤ Espèce <i>Quercus suber</i> L. | |

Le Chêne-liège en Algérie est reconnu selon les noms suivants :

- **Bellotte El Féline** en arabe.
- **Aquéchouch** dans la Kabylie.

I.1.4- CARACTÉRISTIQUES DENDROLOGIQUES

Le tableau 2 résume les descriptions dendrologiques et dendrométriques de cette essence :

Tableau 2 : Les caractéristiques dendrométriques et botaniques du chêne-liège

Désignation		Caractéristiques	Auteurs
Caractères botaniques	Feuille	Longueur de 5cm environ. Forme ovale, persistante, scoriacée. Couleur vert-foncé dessus ; blanchâtre et duveteuse dessous. Renouvellement au printemps tous les 2 ou 3 ans.	BOUDY (1952) SACCARDY (1937)
	Fleurs	Espèce monoïque, les fleurs males en chatons et femelles en petits boutons écailleux, sont séparées sur le même pied.	SEIGUE (1985)
	Bourgeons	Coniques, ovoïdes et protégés par des bractées. Couvert de polis fins et serrés. Plus développés dans les parties terminales	MESSAOUDENE et MEZANI (2000)
	Fruit (Glande)	De 1,5 à 4 cm de long, velu dans toute sa longueur. Mûri dans l'année de la floraison. Tombe en octobre à janvier.	SACCARDY (1938)
Caractères Dendrométriques	Dimensions	- Hauteur 10-12m et 20-25m. - Tronc : 3-4 m, les premières ramifications apparaissent à partir de 3 m du sol. - Circonférence : peut atteindre en général 70 cm entre 30 et 40 ans selon les conditions de végétation.	BOUDY (1952) GUETTAS (2012) et DEHANE (2012)
	Rameau	Son écorce se crevasse dès l'âge de 3 ou 4 ans.	SEIGUE (1985)
	Houppier	Étalé si les sujets sont isolés, par contre il est élancé en peuplement serré.	DEHIRI (2017)
	Racines	Robustes, pivotantes.	SEIGUE (1985).
	Tissu	Tissu végétal formé de cellules mortes, appelé le liège avec une couleur grisâtre peu dense et crevassée.	CANTAT et PIAZZETTA (2005)
	Bois	Lourd, compact, difficile à travailler peu d'intérêt économique.	CHENOUNE (2011)
	Longévité	150 à 200 ans en moyenne. 250 ans en Algérie.	BOUDY(1952)

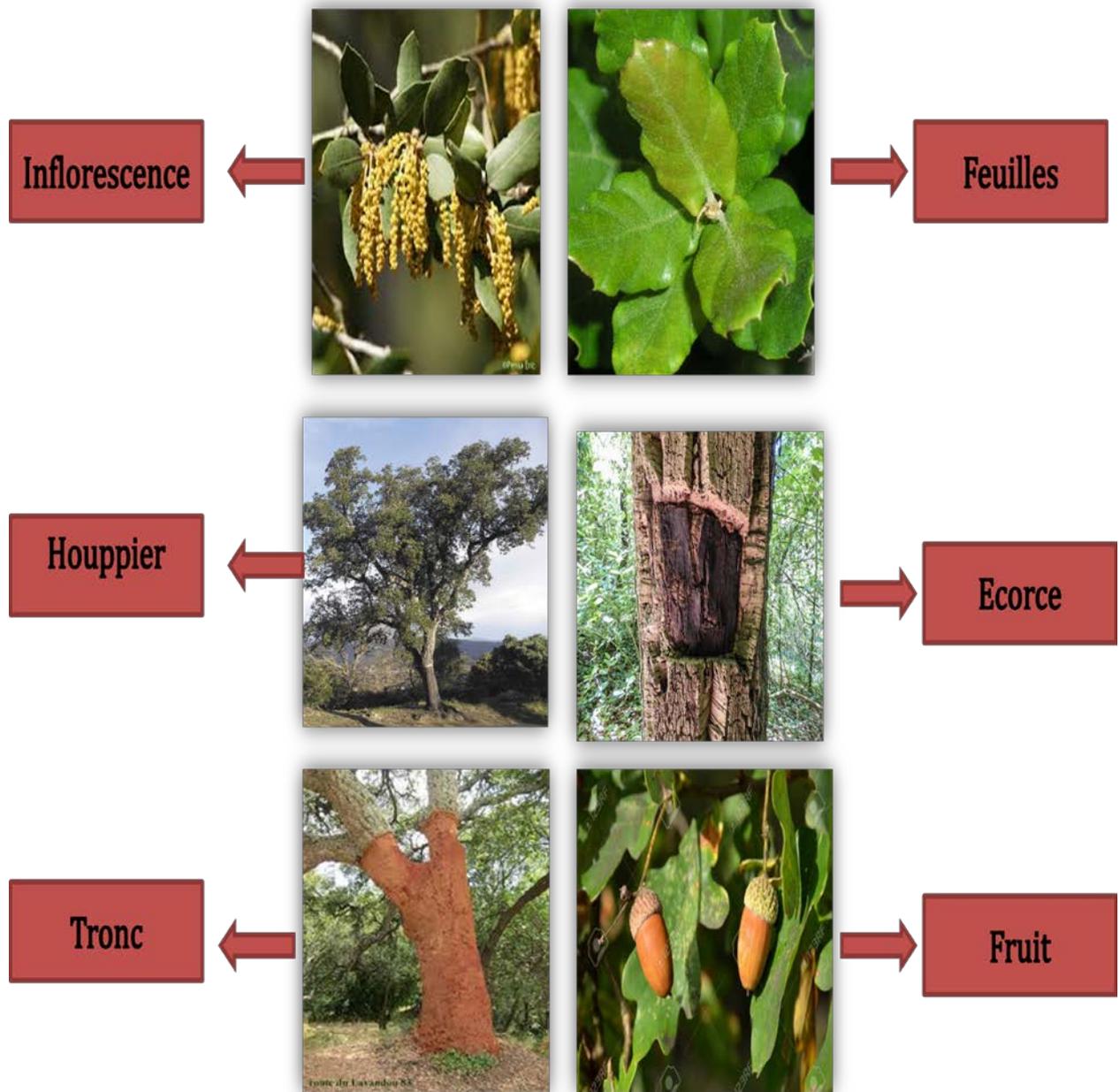


Figure 4 : Les caractères botaniques et dendrométriques du chêne-liège

(I.M.L., 2005)

I.1.5-CARACTERISTIQUES ÉCOLOGIQUES

Les caractéristiques de l'espèce sont définies par ses exigences écologiques : lumière, chaleur, pluviométrie, humidité et refus des sols calcaires (SACCARDY, 1937 ; BOUDY 1952 et I.M.L., 2005). Le tableau suivant récapitule l'écologie du chêne-liège :

Tableau 3 : Caractéristiques écologiques du <i>Quercus Suber L.</i>		Caractéristiques
Désignation		
Caractéristiques écologiques	Exigences altitudinales	<ul style="list-style-type: none"> - se développe du niveau de la mer jusqu'à 2000 m. - C'est une essence de plaine et de moyenne montagne. - En Algérie, sa limite moyenne est de 1200m.
	Exigences climatiques	<ul style="list-style-type: none"> - Lumière : espèce héliophile qui supporte mal l'ombre où il végète et finit par mourir, aussi exige une forte insolation. - Température : espèce thermophile qui ne supporte pas les froids prolongés, varie entre 13° et 18°C. - Humidité : espèce qui nécessite une humidité atmosphérique d'au moins 60% même s'il s'agit d'une saison sèche. - Pluviométrie : espèce qui cherche les régions à précipitations très élevées entre 600 à 1200mm/an. - Bioclimat : étages semi-arides tempérés et semi-arides, doux à humide tempéré et humide doux.
	Exigences édaphiques et géomorphologiques	<ul style="list-style-type: none"> - calcifuge ; colonisant surtout les substrats siliceux fissurés ou meubles. - Il s'accommode très bien avec les sols profonds.

Sources : (SACCARDY, 1938 et BOUDY 1952; I.M.L., 2005)

I.1.6-ASSOCIATION VÉGÉTALE DU CHENE-LIEGE

Le tableau suivant montre que les peuplements de chêne-liège sont accompagnés par un cortège floristique, des espèces concurrentes :

Tableau 4: Cortège floristique et les espèces concurrentes du chêne-liège

Cortège floristique	Espèces concurrentes
<u><i>Erica arborea</i></u> ,	<u><i>Quercus faginea</i></u> ,
<u><i>Erica scoparia</i></u>	<u><i>Quercus ilex</i></u> ,
<u><i>Arbutus unedo</i></u> ,	<u><i>Quercus canariensis</i></u> ,
<u><i>Cytisus triflorus</i></u> ,	<u><i>Olea europea</i></u> ,
<u><i>Cistus salvifolius</i></u> ,	<u><i>Castanea sativa</i></u> ,
<u><i>Cistus monspeliensis</i></u>	<u><i>Pinus pinaster</i></u> ,
<u><i>Pistacia lentiscus</i></u> ,	<u><i>Pinus halepensis</i></u>

Source :SACCARDY, 1938 et nos observations sur terrain

I.1.7- FACTEURS DE DÉGRADATION DU CHÊNE LIÈGE

Les principaux facteurs de dégradations du chêne-liège sont résumés comme suit.

I.1.7.1- LES INCENDIE

Le couvert clair du peuplement de chêne-liège aussi que la nature siliceuse des sols contribue à faciliter le développement d'un sous-bois abondant, principal facteur des incendies (SEIGUE, 1985).

Les incendies ravagent chaque année de vastes étendues de suberaies parfois récemment déliègée et causent la mortalité des arbres et occasionnent des pertes considérables en liège (AMANDIER, 2003).

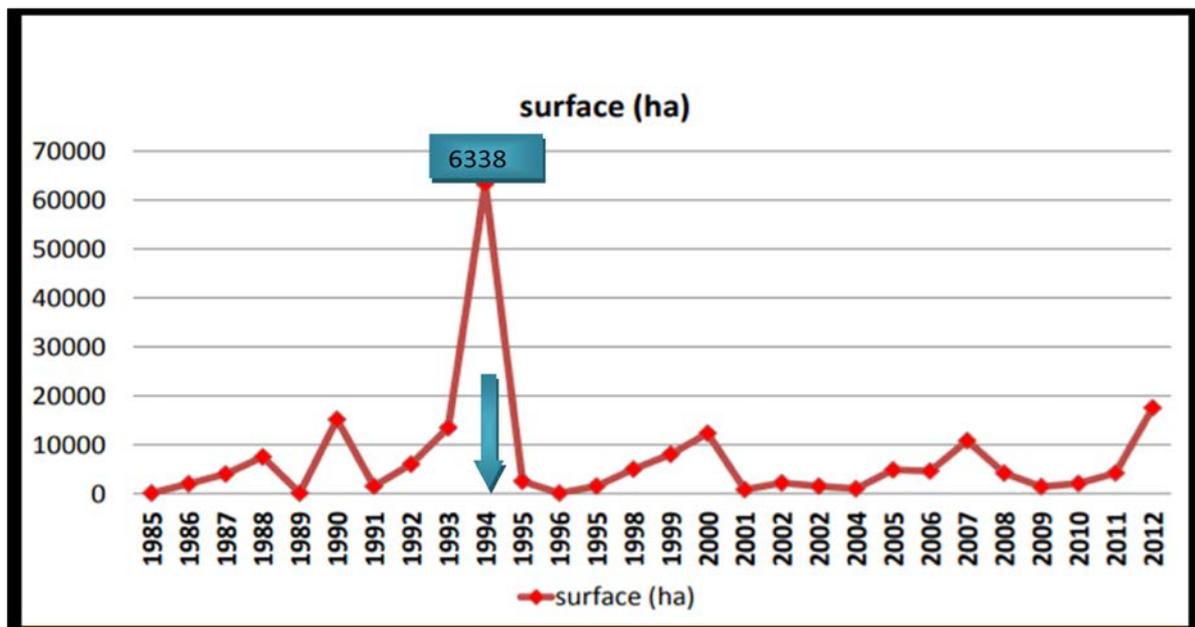


Figure 5 : Évolution annuelle des superficies de chêne-liège parcourues par le feu entre 1985 et 2012 (BOUHRAOUA, 2014)

Sur une période de 27 ans (1985-2012), les incendies de forêt ont ravagé une surface totale en chêne-liège d'environ 200000 hectares ce qui représente une surface moyenne annuelle de 7300 hectares (BOUHRAOUA, 2014).

I.1.7.2- LE SURPÂTURAGE

Le pâturage est une activité souvent utilisée en suberaie par apport à son contrôle de la prolifération des strates arbustive aussi herbacé, mais d'autre part en période de régénération causant un broutage excessif de la végétation et des jeunes semis, et empêche toute régénération (OULMOUHOB, 2005).

I.1.7.3- LES INSECTES ET CHAMPIGNONS

Parmi les causes du dépérissement et de dégradation des suberaies, les attaques d'insectes et de champignons entraînent d'une façon directe ou indirecte, une réduction graduelle de la vigueur des arbres et accélèrent ainsi le cycle de mortalité de ces arbres (CANTAT et PIAZZETTA, 2005). Nous résumons dans le tableau 5, les principaux de cette espèce.

Tableau 5 : les ravageurs du chêne-liège

Parasite	Nom	Symptômes et dégâts
Insectes défoliateurs	le Bombyx disparate (<i>Lymantria dispar</i> L.)	- Défoliation complète en juillet/aout. - Des pertes sur la production du liège ensuite la mort de l'arbre.
	la Tordeuse verte du Chêne (<i>Tortrix viridana</i> L.)	- Réduire la surface foliaire. - destruction des bourgeons floraux.
Insectes xylophages	le Grand Capricorne du Chêne (<i>Cerambyx cerdo</i> L.)	- S'attaquent aux vieux arbres sur la base et le tronc aussi les branches maitresses.
	Le Platype (<i>Platypus cylindrus</i> F.)	- Dessèchement des branches. - S'attaque aux troncs démasclés.
Champignons	Biscogniauxia mediterranea	- Plaie discrète de liège. - Fissure du liège.
	Phytophthora cinnamomi	- Infection des petites racines. - Une lésion brune interne de l'écorce puis racine.

Source : YESSAD, 2000 ; I.M.L., 2005 ; CANTAT et PIAZZETTA, 2005.

I.2-LE PRODUIT LIÈGE

I.2.1-GENERALITES SUR LE LIÈGE

L'examen d'une coupe transversale d'un tronc de chêne-liège montre trois zones; le bois, la mère et le liège.



Figure 6 : Formation de liège.

Source : I.M.L. (2006).

I.2.1.1-DEFINITION

C'est un tissu végétal qui revêt l'écorce du chêne-liège (*Quercus suber L.*). Il constitue, vers l'extérieur, une couche protectrice par excellence des parties internes vivantes de l'arbre contre toutes les agressions externes (attaques parasitaires, incendies, etc.) (BOUDY, 1950 ; AMANDIER, 2004 ; ARNAUDIES et PIAZZETTA, 2006).

I.2.1.2-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 présentent un contour polygonal.

Comme le montre la figure 7, on distingue de l'intérieur vers l'extérieur, qu'une coupe de 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 assure la circulation de la sève élaborée des feuilles vers les organes de réserve ;
- Le phellogène : Plus couramment appelée mère ou assise subéro-phellodermique, produisant vers l'intérieure 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 (DESSANet TONDELIER, 1991) ;
- Le liège : Tissu végétal naturel imperméable et léger, est 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 aux liquides et aux gaz.
 - Les lenticelles : ce sont des canaux ou pores qui traversent radialement l'écorce, c'est-à-dire la masse de liège est permettant les échanges gazeux entre les tissus vivants de l'arbre et l'atmosphère (SEIGUE, 1985).

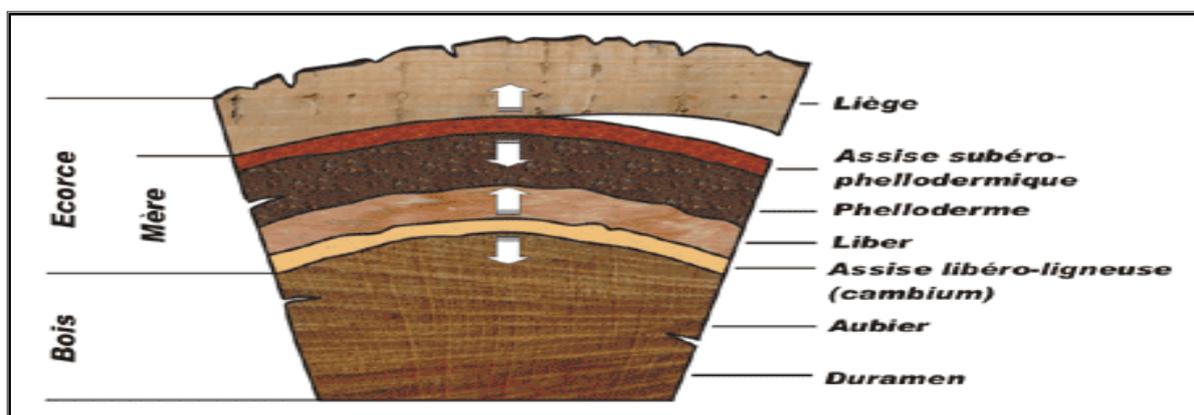


Figure 7: Coupe transversale d'un tronc de chêne-liège.

Source : I.M.L., 2006.

I.2.1.3- LES TYPES DE LIÈGE

On distingue principalement deux types de liège (Figure 8).

✓ **Le liège mâle**

Il s'agit de l'écorce qui se développe naturellement sur le tronc et les branches de l'arbre. S'il n'est jamais récolté, ce liège peut atteindre jusqu'à 25 cm d'épaisseur. Cependant, il se crevasse fortement en vieillissant, il devient compact, siliceux et dépourvu d'élasticité, ce qui ne permet pas son utilisation en bouchonnerie. Il reste, néanmoins, approprié pour la trituration et sa valeur commerciale est quasiment nulle. Le liège mâle est enlevé lors de l'opération appelée démasclage (I.M.L., 2005).

✓ **Le liège femelle**

Contrairement au liège mâle, le liège qui se développe après le démasclage est moins crevasse, plus homogène et élastique. On distingue :

a- 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 par rapport au liège de reproduction proprement dit.

b- Le liège de reproduction : liège récolté lors de levées suivantes. C'est à partir de ce moment que le liège atteint sa valeur optimale. Il possède toutes les qualités requises pour la fabrication de bouchons.

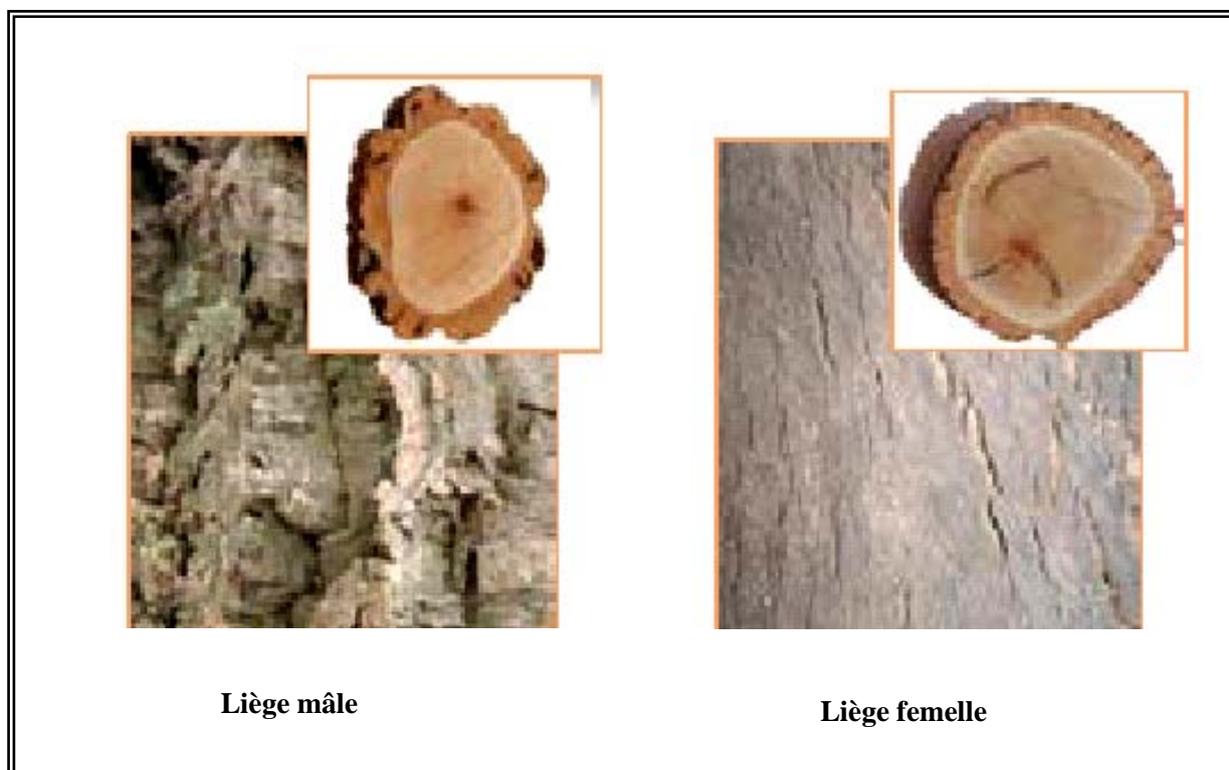


Figure 8 : Représentation du liège mâle et du liège femelle.

Source : I.M.L., 2006.

Tableau 6: comparaison entre le liège mâle et le liège femelle.

Le liège mâle	Le liège femelle
✓ Crevassé	✓ Moins crevassé
✓ Hétérogène	✓ Homogène
✓ Siliceux	✓ Siliceux
✓ Dépourvu d'élasticité	✓ Dépourvu d'élasticité
✓ L'épaisseur peut atteindre 25-30 cm	✓ L'épaisseur 2-5 cm
✓ Liège de moindre valeur	✓ Liège de qualité
✓ Destiné pour la trituration	✓ Apte au bouchonnage

I.2.1.4- PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES ET PHYSIQUES DU LIÈGE

La nature des membranes cellulaires des tissus subéreux explique les nombreuses propriétés du liège.

- **Légèreté** : 89.7 % d'air, faible densité 0.12 à 0.24 kg.
- **Élasticité et compressibilité** : le liège récupère son volume initial après compression sans subir des déformations sensibles.
- **Coefficient de frottement élevé** : la surface du liège est tapissée de micro ventouse qui lui confère une forte adhérence.
- **Haute imperméabilité** : la présence de Subérine et de Céroïdes rend les cellules du liège imperméable aux liquides et aux gaz.
- **Pouvoir calorifique élevé** : le liège génère une chaleur équivalente à celle du charbon végétal, elle est d'environ 7000 kcal/kg.
- **Facilement transformable** : le bouillage facilite les processus industriels du liège
- **Faible humidité d'équilibre** : cette faible humidité génère des conditions défavorables au développement de micro-organismes et lui confère une durabilité illimitée.
- **Isolation thermique** : Le liège possède une forte isolation thermique grâce à sa structure alvéolaire, sa faible proportion en eau et le manque de conductivité de ces composantes. Il présente une résistance à la chaleur 30 fois supérieure à celle du béton (NATIVIDADE, 1956 et IPROCOR, 1999).

Selon NATIVIDADE (1956), le liège a une forte aptitude acoustique et vibratoire, étant donné que l'air reste enfermé dans de minuscules compartiments isolés par une matière de faible poids spécifique et qui n'est pas hygroscopique.

- **Pouvoir d'absorption** : les pores contenus dans le liège, lui permettent la capacité de retenir certaines molécules diverses issues du milieu ambiant.

- **Coefficient de « poisson » nul** : Lorsqu'on réduit le volume du liège vers une direction donnée, il ne se produit aucune déformation perpendiculaire.
- **Mauvaise combustibilité** : le liège exige beaucoup d'oxygène pour se brûler, et il se carbonise en surface, ce qui empêche la propagation du feu (ALIECOR, 2007).

I.2.1.5-COMPOSITION CHIMIQUES DE LIÈGE

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

Tableau 7 : Composition chimique du chêne-liège

Constituants	Rôles	Pourcentages
Subérine	Principale composante des parois du liège et lui confère une très bonne élasticité.	45 %
Lignine	Agent de liaison entre différents composants du liège.	27 %
Polysaccharides	Contribuent à la définition de la texture des parois	12 %
Tanins	Déterminent la couleur du liège.	06 %
Céroïdes	Une composante hydrophobe assurant l'imperméabilité.	05 %
Divers	Minéraux, eau, glycérine et autres	05 %

Source : GUILLEMONAT, 1960 in IPROCOR, 1999

I.2.1.6-QUALITE DE LIÈGE

La qualité du liège augmente à partir de la quatrième récolte et en fonction de l'altitude, elle diminue à partir de la sixième récolte (BOUDY, 1952).

La qualité du liège varie avec la station et l'âge du peuplement, elle est meilleure chez les jeunes peuplements (ZERRAIA, 1981).

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.2.1.7- LES DÉFAUTS DU LIÈGE

Le liège présent aussi des différents défauts quelques un sont cités ci-dessous :

Tableau 8 : Représentation des différents défauts du liège.

Défauts	Caractéristiques
Liège soufflé	- Les lenticelles se remplissent par une matière pulvérulente, ce qui rend le liège imperméable. (IPROCOR, 1999).
Liège terreux	- Causé par un trouble dans le fonctionnement du phellogène qui aboutit au remplacement d'une partie du suber par les tissus pulvérulents des lenticelles (MOUZAOU, 1995).
Liège clouté	- Les éléments du liber s'enfoncent dans la masse du liège.
Liège doublé	- C'est un décollement qui apparait entre le phellogène et la nouvelle couche de liège(IPROCOR, 1999).
Liège vert	- Lorsque l'eau pénètre dans les cellules subéreuses, elle entraîne l'apparition des champignons. (IPROCOR, 1999)
Liège marbré	- C'est un liège parcouru par des lignes noirâtre plus dense à la périphérie (BOUDY, 1952).
liège parasité	- La fourmi, le ver du liège et le pic creusent des galeries dans le liège et le déprécient (BENKIRANE et al., 2000)
liège crevassé	- Ces nombreuses crevasses le rendent impropre à la fabrication des bouchons.
Liège fondu	- Il comporte une strate de cellules incomplètement, correspondant à une année particulièrement sèche ou à une défoliation accidentelle de l'arbre.

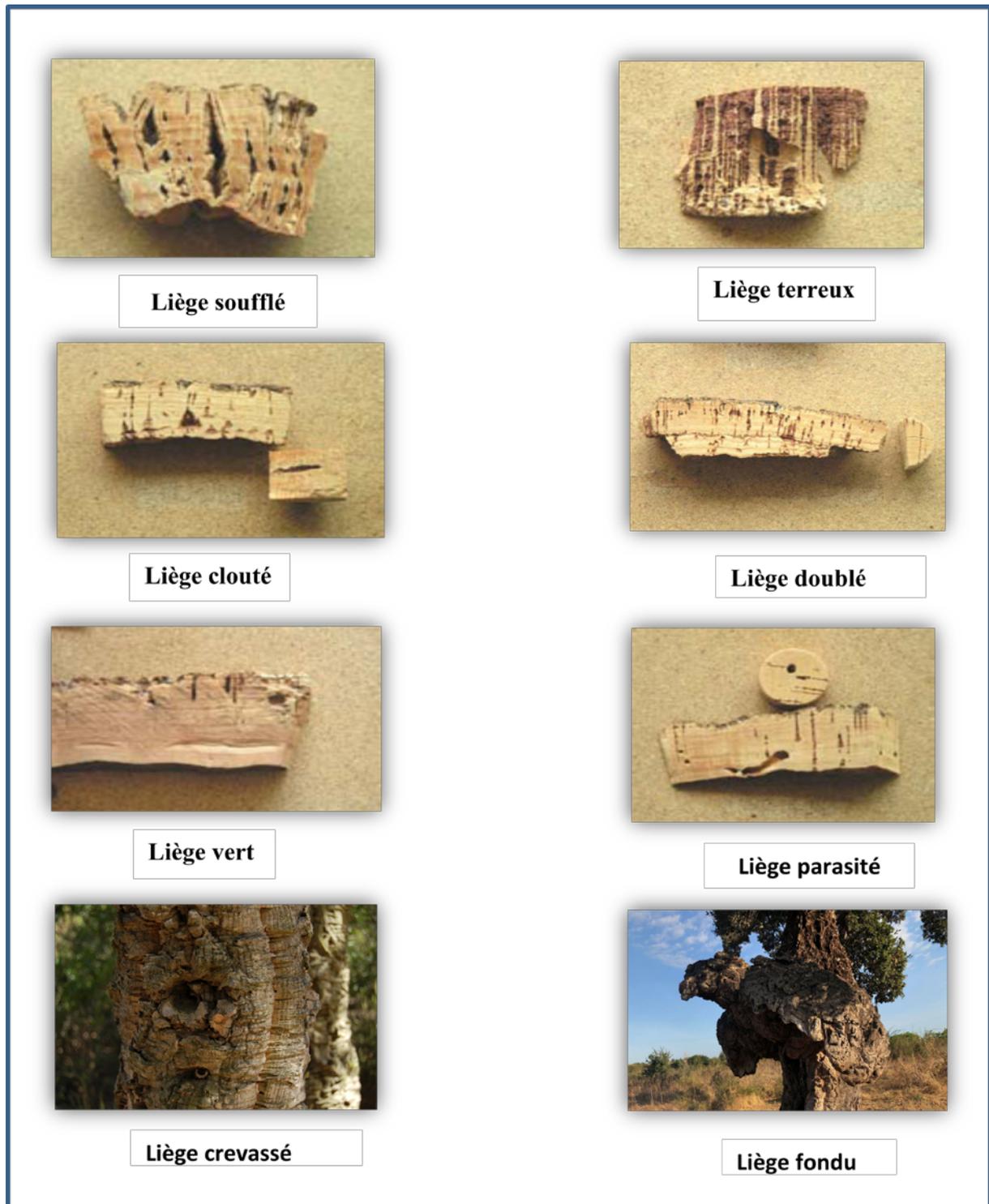


Figure 10 : Représentation des différents défauts du liège.

Source : I.M.L., 2005.

I.2.1.8- UTILISATION DU LIÈGE

Par la noblesse des propriétés mécaniques et physiques, le liège occupe une place importante dans l'économie industrielle. L'utilisation principale est la fabrication du bouchon.

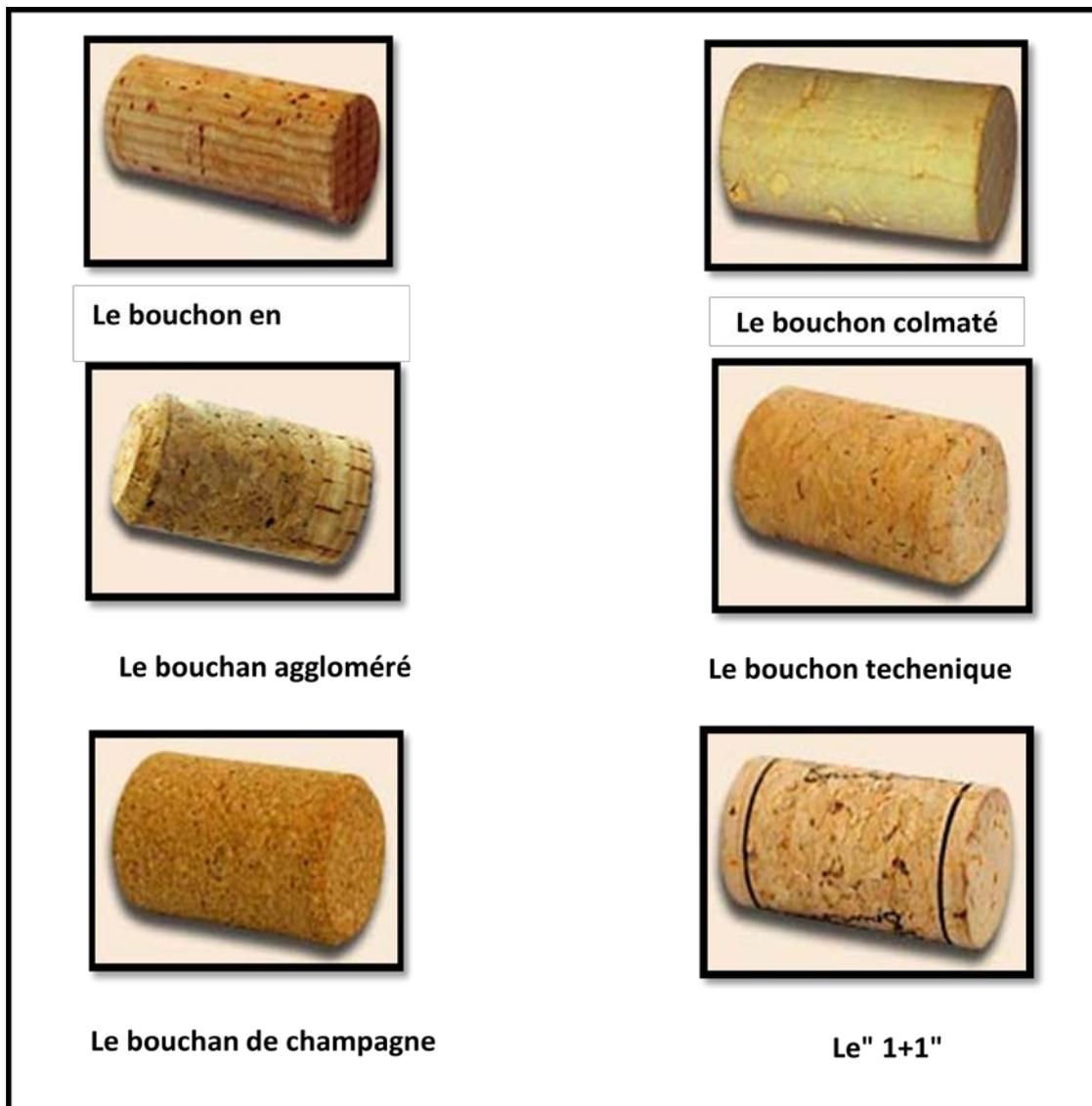


Figure 11: Les différents types des bouchons du liège.

Source : I.M.L., 2006

Au-delà du traditionnel bouchon, il faut aussi souligner que le liège est employé en quantité très faible, mais parfois irremplaçable dans de nombreux domaines. Les produits, après transformation, sont principalement destinés aux activités industrielles.

I.2.1.9-CLASSIFICATION DU LIÈGE

La classification de liège se repose sur deux méthodes différentes.

I.2.1.9.1-Classification du liège selon la nature

On distingue deux types de liège (METNA, 2003).

✓ Liège brut

C'est un liège qui n'a été soumis à aucun traitement après la levée, il peut être un liège mâle, liège de reproduction, liège de ramassage, ou bien liège gisant.

✓ Les agglomérés

Ce sont des matériaux obtenus par agglomération de tous les types de liège sous des formes et dimension quelconque

- Agglomérés purs : sont obtenus sans addition de liants étrangers au liège.
- Agglomérés composés: sont obtenus par addition de liants étrangers au liège.

I.2.1.9.2-Classification du liège selon l'épaisseur

La classification du liège du point de vue de l'épaisseur est subdivisée en sept catégories.

Tableau 9 : Classification du liège selon l'épaisseur.

Catégorie	Épaisseur (mm)
- Surpaies	>54
-Épais	45-54
-Demi-épais	40-45
-Régulier	32-40
-Juste	27-30
-Mince	22-27
-Plat	<22

Source : METNA, 2003

I.2.2-PRODUCTION DU LIÈGE

I.2.2.1- PRODUCTION MONDIALE

Le liège parvient de sept pays principaux qui sont le Portugal, l'Espagne, l'Algérie, le Maroc, la Tunisie, l'Italie et la France. La production mondiale estimée par A.P.C.O.R., est résumée dans le tableau suivant :

Tableau 10: Répartition de la production du liège dans le monde.

Pays	Production moyenne annuelle (Tonne)	Pourcentage (%)
Portugal	157.000	52.5
Espagne	88.400	29.5
Italie	17.000	5.5
Algérie	15.000	5.2
Maroc	11.000	3.7
Tunisie	7.500	2.5
France	3.400	1.1
Total	299.300	100

Source : A.P.C.O.R., 2009

I.2.2.2-PRODUCTION NATIONALE

La production du liège a atteint des déceptions jamais reproduites depuis les premières concessions coloniales. À titre indicatif, en 1994 la production nationale n’a pas dépassé le seuil de 4000 tonnes puis elle a atteint subitement les 16 000 tonnes en 1998. Le taux de croissance moyen annuel de la production frôlait le 1,8 % tandis que la production en 2010 a baissé de 73 % par rapport à celle de 1965. La figure 15 résume les fluctuations de la production annuelle de la filière liège en Algérie entre 1965 et 2010.

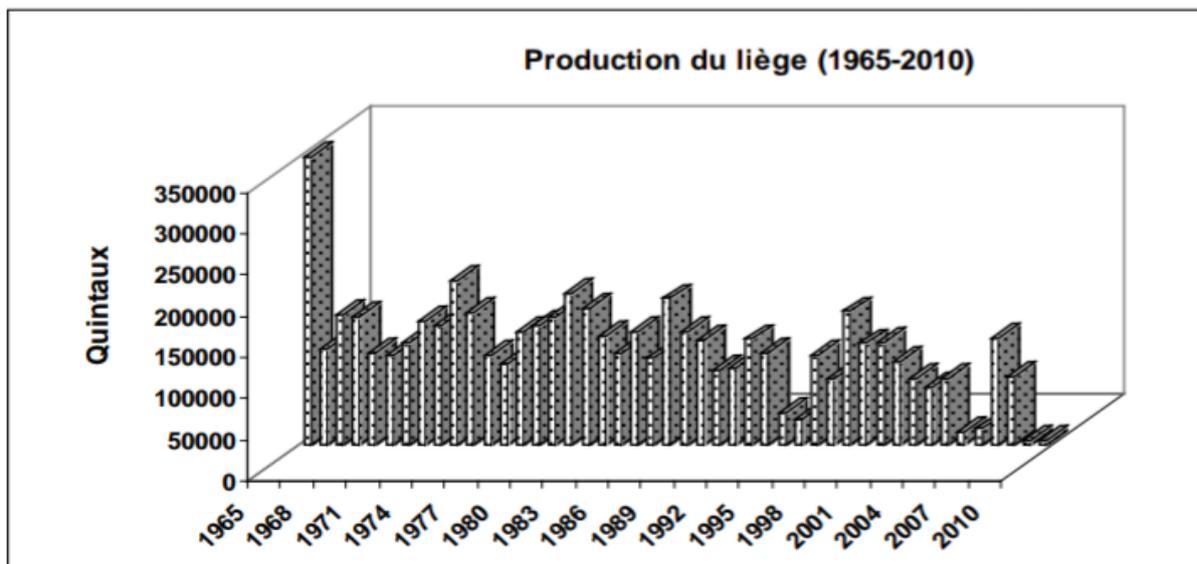


Figure 11 : Production nationale annuelle de liège entre 1965-2010.

Source: D.G.F., 2011, in MOKADDEM, 2012.

I.2.3- LES RÉGIMES ET MODES DE TRAITEMENTS DES SUBERAIES

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

I.2.3.1- LA FUTAIE

Une futaie est une forêt composée de grands arbres adultes issus de semis. Les futaies peuvent 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 (traitement sylvicole).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 et MANSION, 2003).

A- La futaie régulière

La futaie régulière se conduit assez facilement. Les éclairées 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 assisté (débroussaillage de trouées, crocheta). Elle doit se faire par bouquet, pour éviter les coupes rases importantes tout en tenant compte de la durée de survie des sujets (C.F.T., 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 improductifs (C.F.T., 2008).

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

I.2.3.2-LE TAILLIS

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

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

Le recepage entraîne la disparition momentanée de l'appareil photosynthétique, tout se passe ensuite comme si la souche cherche 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. En suite, le nombre de brins par souche diminue de façon à assurer un meilleur développement pour les sujets bien venants. À la suite de l'avilissement des prix 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 elles sont succès dans les régions où la nature obligerait la prolongation des révolutions au-delà des limites qui réduisent les revenus économiques qui en résultent (**BELABBES et GUETTAS, 1991**). Selon leurs productivités, les arbres sont recépés tous les 15 à 40 ans, à fin qu'ils aient de petits diamètres. Leur bios sera débité en buches ou transformé en charbon. Le taillis n'existe que dans une forêt exploitée pour produire du bios de chauffage (**PESSON, 1974**).

Selon (**NATIVIDADE, 1956**), l'objectif à atteindre, 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.2.4- MODÈLE D'APPROCHE DE GESTION DE SUBERAIES

En vue d'envisager des conduites de gestion normalisées des suberaies, certaines auteurs (**DEPORTES, 2004**, et **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 suberaies proposée par **LOMBARDINI, 2010**, dans le cas de la futaie régulière et de la futaie irrégulière (figure 12 et 13), 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 suivants 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.2.4.1- CAS DE LA FUTAIE RÉGULIÈRE

Selon les auteurs, elle concerne la plupart des suberaies 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, coïncidant avec la régénération, qui est en

fin de vie du peuplement. La régénération doit être envisagée lorsque, la densité des 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 en essayant de maintenir un couvert proche de 60 à 70 % et qui correspond à une densité par classe de diamètre proposé par les auteurs.

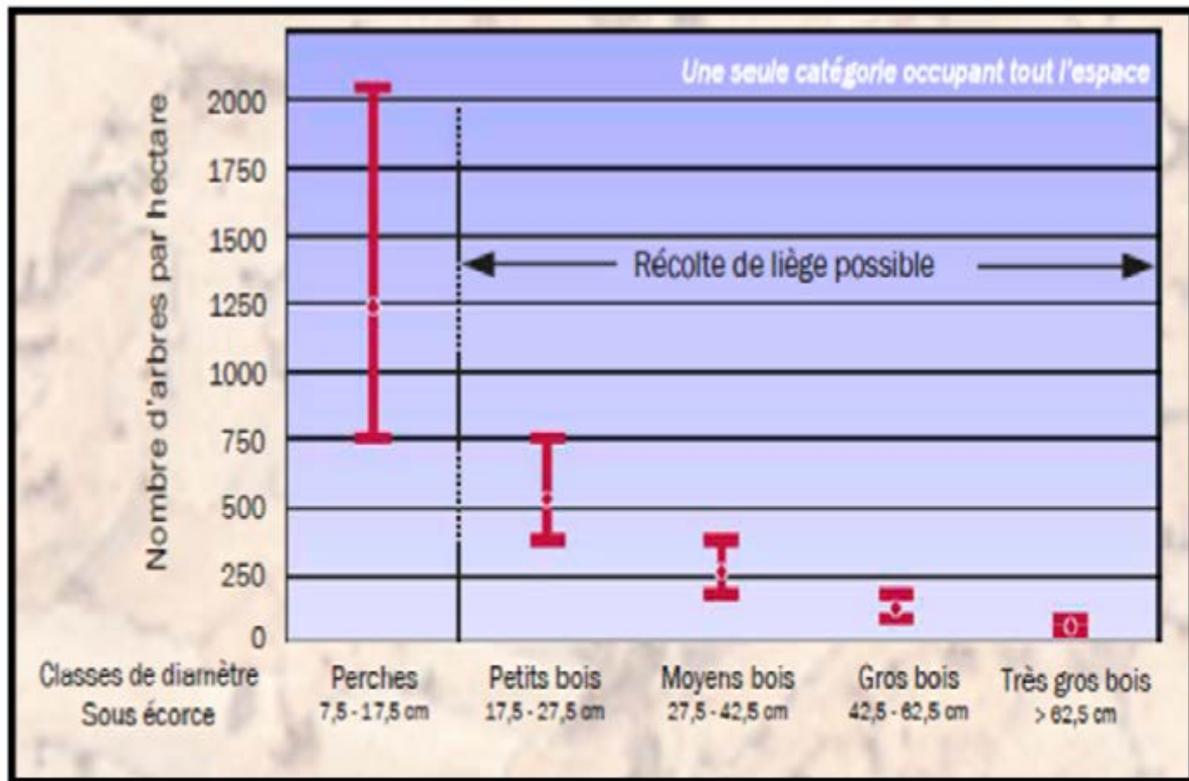


Figure 12 : fourchettes des densités pour des futaies régulières de chêne-liège dans chaque catégorie de grosseur et pour un couvert de 70 %.

Source : association syndicale de gestion forestière de la suberaie varoise, 2010.

I.2.4.2- 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 12.

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 suberaie 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.

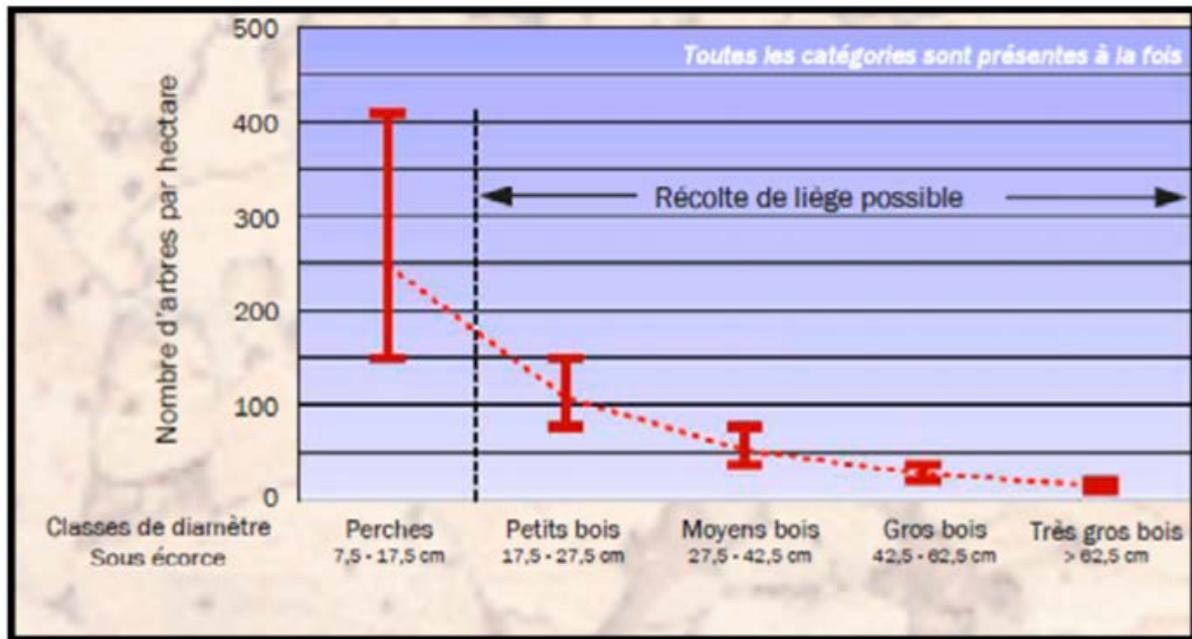


Figure 13 : fourchettes des densités pour des futaies irrégulières de chêne-liège dans chaque catégorie de grosseur et pour un couvert de 70 %.

Source : Association syndicale de gestion subéraies varoise, 2010.

I.2.5-LE DELIEGEAGE DU CHENE-LIEGE

I.2.5.1-DEMASCLAGE DU CHENE-LIEGE

Le démasclage est le premier écorçage de l'arbre. Cette opération consiste en l'enlèvement, sur une certaine hauteur de l'arbre et sans endommager celui-ci, de l'enveloppe subéreuse. Le liège ainsi obtenu est dit « liège mâle ». Cette opération dont les effets sont plus ou moins néfastes pour l'arbre nécessite la prise en considération d'un certain nombre de paramètres au cours de sa pratique (HAMOUTAHRA, 2013).

- **L'âge d'exploitabilité**

Pour connaître avec précision l'âge d'exploitabilité du chêne-liège ou le nombre d'années que peut vivre un arbre soumis à une exploitation de liège, nous oblige à déterminer l'âge auquel l'arbre entre en production (démasclage) et l'âge jusqu'auquel l'arbre peut produire le liège en quantité et qualité suffisantes (BOUTHEINA STITI, 2017 in MONTERO, 2001).

Du point de vue légal, la législation européenne fixe la circonférence à 60 cm, sur liège mâle. En Afrique du Nord, la circonférence retenue est de 70 cm à 1,30 m du sol (BOUSSAIDI, 2012 et HAMOUTAHRA, 2013). En effet, l'âge qui correspond à cette dimension est variable; il est de 35 à 45 ans lorsque les conditions climatiques et édaphiques sont favorables (BOUDY, 1950), et plus sur une station moins favorable.

I.2.5.2-LA LEVÉE DU LIÈGE OU RÉCOLTE DE LIÈGE

La levée de liège 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 9 à 12 à 15 ans. (CANTAT etPIAZZETTA, 2005).

- **Période du levé de liège**

Techniquement, l'opération n'est possible que durant la période du cycle végétatif annuel. Cette dernière s'étend du début du mois de mai jusqu'au début du mois d'août. La récolte dans les suberaies de montagne est généralement tardive et débute mi-juin. Néanmoins, on peut affirmer que les mois de juin et juillet correspondent à la période la plus appropriée pour la levée de liège (HAMOUTAHRA, 2013).

I.2.5.3 - L'ÉCORÇAGE

Ce terme peut être employé si la parcelle est composée essentiellement de liège de première reproduction (DEHANE, 2006).

- **Les outils**

L'écorçage reste une opération manuelle qui ne doit être exécutée que par des mains expertes. Le leveur a pour cela une hache spéciale, au tranchant très fin et dont le manche est taillé en biseau.

On distingue (Figure 14) :

- ❖ **La hache catalane** au tranchant droit, utilisée en France, en Espagne et en Italie.
- ❖ **La hache portugaise** à la tranche arrondie, utilisée en Portugal.
- ❖ **La hache Extremena** en demi-lune, utilisée en Espagne.

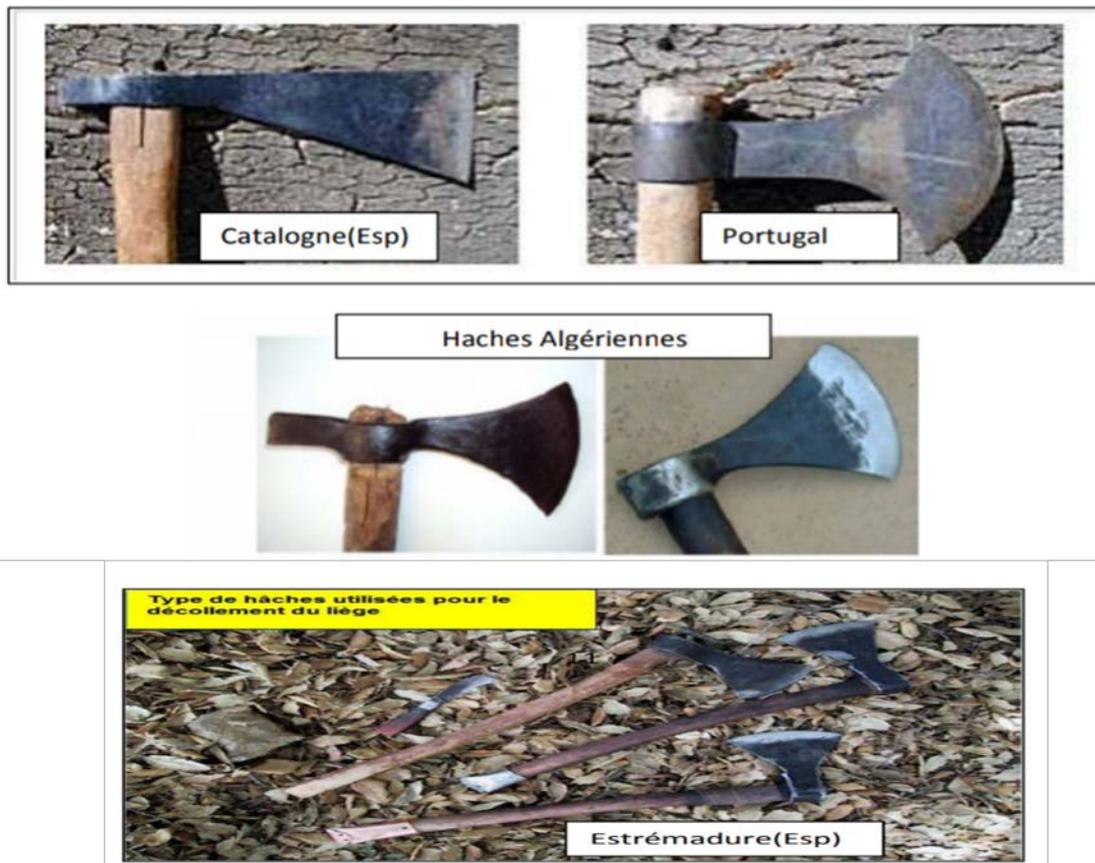


Figure 14: Matériels obligatoires pour l'opération d'écorçage.

Source (SERRADA-HIERRO, 2006)

- **Les étapes du déliègeage**

Le déliègeage est un travail délicat, demandant adresse, précision et un grand savoir-faire. C'est tout un métier.

Pour exécuter cette tâche selon les règles de l'art, l'ouvrier (démascleur) est tenu de respecter les étapes suivantes:

1. **Choisir l'arbre** : le sujet à exploiter doit être sain et en bon état végétatif (pas de défoliation, pas d'attaque parasitaire).
2. **Tester l'arbre** : le démascleur essaye de décoller le liège à divers endroits du tronc, au niveau des fentes naturelles du liège.
3. **Délimiter la couronne** : le démascleur fait une incision horizontale à l'aide de la scie égoïne tout au tour de la circonférence de l'arbre (hauteur préalablement déterminée) ; cette incision doit être faite avec une extrême précision, pour ne pas abimer les tissus vitaux de l'arbre, responsables de la croissance en diamètre de l'arbre.
4. **Délimiter les planches** : le démascleur ouvre avec le tranchant de la hachette des fentes verticales, en utilisant les fentes naturelles, et en choisissant 2 à 3 qui divisent le canon du liège en 2 à 3 planches.
5. **Faire Ouverture des fentes verticales** : pour faciliter le décollement, il peut frapper avec précaution le bord de la planche avec le dos de sa hachette.
6. **Décoller les planches** : il continue son travail en décollant les planches grâce au manche de sa hachette, dont la forme en biseau facilite l'introduction entre la mère et le liège.
7. **Séparation des planches** : griffer les planches.
8. **Extraire le liège de pied** : il s'agit d'extraire le liège formé sur la zone basse de l'arbre au niveau du collet. Cette opération vise à optimiser la forme des prochaines planches de liège, faciliter les futures levées et empêcher les attaques d'insectes.

- **Stockage de liège**

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

Au niveau de parcs, le liège réceptionné subit les opérations suivantes :

- **Triage-classement** : il a pour objectif de constituer des lots caractérisés par la qualité (bouchon-nable, trituration)
Les lièges sont classés en cinq catégories :
LRS : liège de production sain ;
LRF : liège de reproduction flambé ;
LMS : liège mal sain ;
LMF : liège mal flambé ;
LR : liège rebu.
- **Empilage** : mettre les lièges dans des piles (les planches sont disposées soigneusement par couches successives, dans le sens inverse, jusqu'à la hauteur désirée).



Figure 15 : La levée du liège.

Source (VARELA, 2008)

CHAPITRE

II

II.1- LA PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

II.1.1- SITUATION RÉGIONALE

La forêt domaniale de Beni-Ghobri est située au niveau du haut Sebaou dans l'Atlas tellien, à environ 37 km du chef-lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou et à 150 km à l'est d'Alger, entre les parallèles 36° 42' à 36°47' latitude nord et entre les méridiens 4°22' à 4° 35' longitude est. Elle est limitée au Nord par la forêt de Tamgout, au sud par la forêt d'Akfadou à l'Est par la commune de Yakouren et à l'Ouest par la commune d'Azazga.

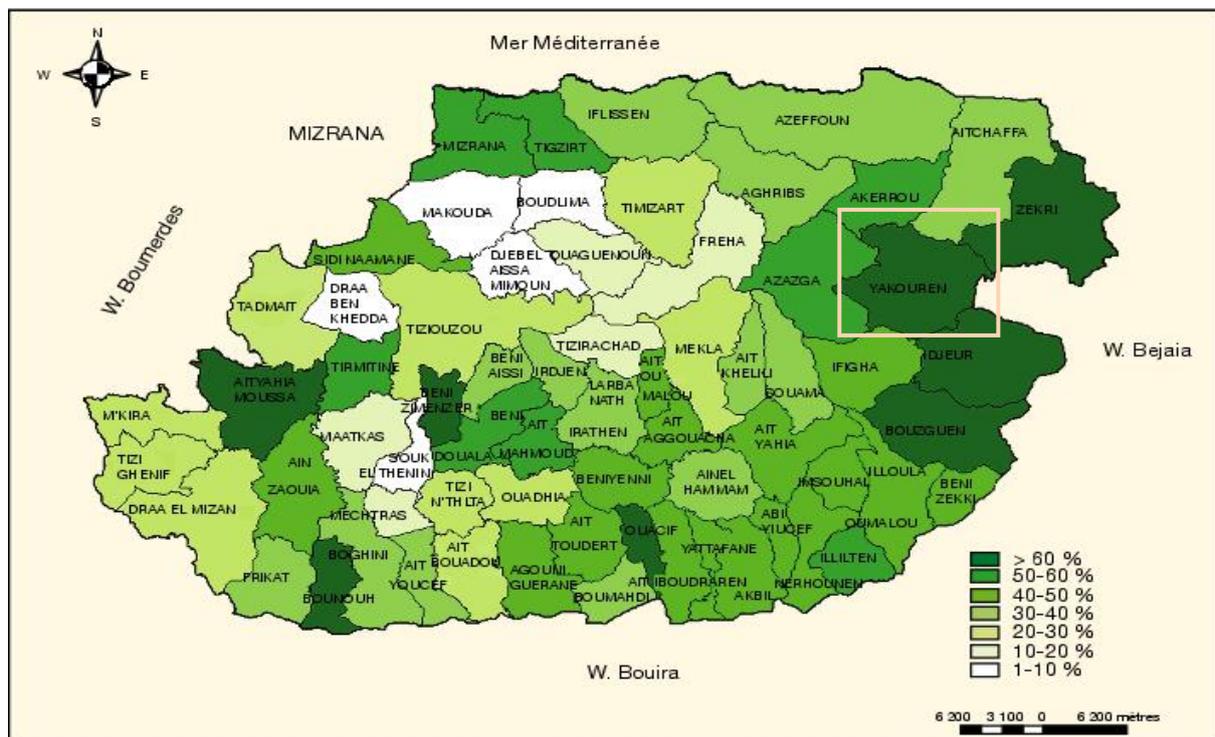


Figure 16 : Situation géographique et administrative de Béni-Ghobri (Yakouren).

(D.P.A.T. de Tizi-Ouzou, 2005, Modifiée)

-II.1.2- LE STATUT JURIDIQUE ET ADMINISTRATIF

La forêt de Beni-Ghobri est la plus vaste des forêts domaniales de la wilaya de Tizi Ouzou (Akfadou, Azouza, Taksabt, At-Djennad, Oumalou, Tigrine et la forêt de Tamgout), gérée par la circonscription des forêts d'Azazga, totalisant une superficie approximative de 19270 ha. La circonscription d'Azazga est rattachée à la conservation des forêts de la wilaya de Tizi-Ouzou. Elle s'étale sur les communes Azazga, et Yakouren (Figure14). La grande partie se retrouve sur la commune de Yakouren et sa superficie est estimée à environ 5 720 ha.

II.1.3- GÉOLOGIE, SOL, ET TOPOGRAPHIE

Le substrat géologique de cette région est constitué de grès Numidien, intercalés de minces couches d'argiles, créant des niveaux aquifères favorables au développement de la végétation forestière, les sols rencontrés sont généralement de type ABC correspondant aux sols bruns lessivés acides.

Le cadre topographique de la région de Beni-Ghobri est formé par la disposition du volume montagneux de rive droite du haut Sebou, mise en valeur par la tectonique récente et par la profonde taille de réseaux hydrographique.

Du point de vue du morpho structural, la région de Beni-Ghobri forme un chaînon de montagne orientée nord-ouest / sud-est, au chaînon de l'Akfadou.

La topographie de la région se distingue par deux unités géomorphologiques majeures à savoir, les glacis et les versants. Ces derniers occupent une superficie importante de la forêt (2/3 environ), notamment dans parties centrales et orientales. La partie occidentale sommets de grès Numidien épais qui les alimente continuellement en matériaux (**BENHASSAINE, 1980**).

II.1.4- LA VÉGÉTATION

Elle est constituée principalement de boisement de Chêne liège (1750 h), de Chêne zeen (300 ha), de mélange de ces deux espèces (875 ha), ainsi que d'une superficie de (675 ha) en maquis arborés à Chêne liège et Chêne zeen. Les superficies restantes sont constituées en majeures parties, de maquis et de quelques parcelles de cultures annuelles et de cultures abandonnées.

II.1.5- CLIMAT

Le climat méditerranéen est caractérisé par une période considérée comme sèche biologiquement qui coïncide avec l'été, et c'est la saison la moins arrosée (**DAGET, 1988, 1984**). Il est considéré comme un climat extratropical à photopériodisme saisonnier et quotidien, à pluviosité concentrée durant les saisons froides et relativement froides, l'été, saison plus chaude, étant sec (**EMBERGER, 1954**).

La forêt de Beni-Ghobri est une région écologique assez homogène du point de vue climatique, mais offrant diverses variantes liées aux conditions stationnelles (**MEROUKI et al, 2016**). Elle est caractérisée par une tranche pluviométrique annuelle de 900 et 1400 mm, et un régime saisonnier du type H.P.A.E (**MESSAOUDENE, TESSIER, 1991**).

C'est essentiellement en fonction des précipitations, des températures et de la période sèche ; critères déterminants dans l'individualisation des structures de végétation (**QUEZEL, 1976 in LARIBI, 2000**), que le climat est découpé en tranches ou niveaux bioclimatiques.

Selon **LARIBI et al. (2008)**, du point de vue bioclimatique, le massif forestier de Beni-Ghobri se positionne dans l'humide tempéré et le perhumide frais. Pour la définition des étages de végétation, les critères ombrothermique et biocoénotique ont été conjointement utilisés. Si les équivalences étages-variantes bioclimatiques proposées par **QUEZEL (1979)** se sont avérées satisfaisantes dans l'humide, des incompatibilités ont été relevées pour le perhumide.

La figure 17 montre l'étage bioclimatique auquel est inféodée notre zone d'étude selon le climagramme d'Emberger (**QUEZEL, 2000**).

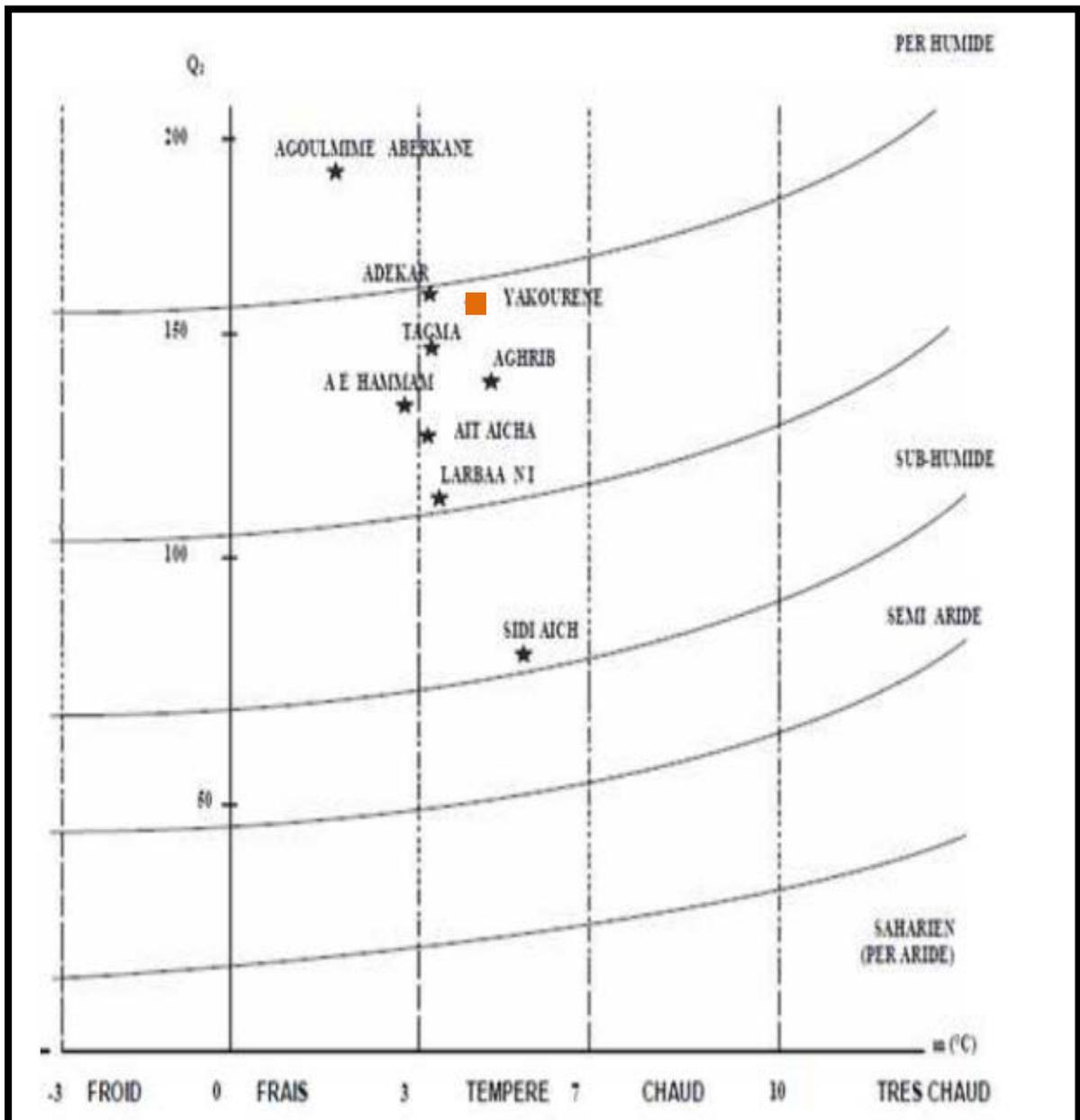


Figure 17 : Situation de la zone d'étude et de différentes stations météorologiques sur le climagramme d'EMBERGER (QUEZEL 2000).

II.1.6- LOCALISATION DES STATIONS ETUDIEES

Les stations retenues pour cette étude correspondent à cinq stations de la forêt de Beni-Ghobri. Nous avons à l'aide d'un GPS, localisé les coordonnées géographiques respectives (Tableau 11).

Tableau 11 : coordonnées géographiques de centre de chaque placette de nos cinq stations.

Stations	Lieu-dit	Placettes	LAT HEMI	LAT DEG	LAT MIN	LAT SEC	LON HEMI	LON DEG	LONG MIN	LONG SEG	LAT DD	LON DD	ALT (m)
S1	Ain-el-anser	S1P1	N	36	45	7,8	E	4	24	33,6	36,7521	4,4093	663,6
		S1P2	N	36	45	7,8	E	4	24	32,2	36,7521	4,4089	660,6
		S1P3	N	36	45	8,4	E	4	24	30,2	36,7523	4,4083	658,9
S2	Eghzare Zagaghane	S2P1	N	36	43	58,3	E	4	27	44,6	36,7328	4,4623	680,2
		S2P2	N	36	43	57	E	4	27	42,4	36,7325	4,4617	679,6
		S2P3	N	36	43	59,1	E	4	27	46,3	36,7330	4,4628	682,9
S3	Saccardy	S3P1	N	36	45	60	E	4	25	45,6	36,7220	4,4855	690,3
		S3P2	N	36	45	59	E	4	25	46,4	36,7221	4,4854	691,4
		S3P3	N	36	45	59	E	4	25	43,8	36,7230	4,4859	694,1
S4	Taourirt	S4P1	N	36	43	42,3	E	4	26	38,3	36,7284	4,4439	775,2
		S4P2	N	36	43	43,5	E	4	26	40,5	36,7287	4,4445	769,5
		S4P3	N	36	43	42,4	E	4	26	40,8	36,7287	4,4445	769,4
S5	Lieu 5	S5P1	N	36	45	40	E	4	24	39	36,7490	4,4155	899,1
		S5P2	N	36	45	41,6	E	4	24	42,6	36,7492	4,4142	894,4
		S5P3	N	36	45	42,6	E	4	24	41,3	36,7495	4,4142	895,7

Légende : LAT : Latitude ; LON : Longitude ; ALT : Altitude ; MIN : Minute ; SEG : seconde ; DD : degré ; N : Nord ; E : Est; S1 : Station 1; S1P1 : Placette 1 de la station 1.



Figure 18: la station d'Ain-El-Anseur (ORIGINALE, 2019).



Figure 19 : La station d'Eghzare Zagaghane (ORIGINALE, 2019).



Figure 20 : La station Saccardy (ORIGINALE, 2019).



Figure 21 : La station Taourirt (ORIGINALE, 2019).

II.2- MÉTHODOLOGIE

II.2.1- METHODOLOGIE 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 (**GUINOCHE, 1973**).

II.2.1.1- TYPE D'ÉCHANTILLONNAGE

Selon **RONDEUX (1999)**, les méthodes d'inventaires par échantillonnages sont comme suit :

- Échantillonnage aléatoire simple.
- Échantillonnage systématique.
- Échantillonnage aléatoire stratifié.
- Échantillonnage à plusieurs degrés.
- Échantillonnage à plusieurs phases.
- Échantillonnage à probabilité de sélection variable.

- **Échantillonnage aléatoire simple :**

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

- **Échantillonnage systématique :**

Pour ce type, les unités sont choisies, suivant 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-population plus homogène appelée strate.

- **Échantillonnage à plusieurs degrés**

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

- **Échantillonnage à 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 et les placettes.

II.2.1.2- LE CHOIX DE TYPE D'ÉCHANTILLONNAGE

- **Au niveau de la forêt**

On a effectué un 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. Dans notre étude, la variante qui change est l'altitude.

- **Au niveau de la placette**

On a effectué un échantillonnage systématique à double entrée K et K 2

- K = 1 (intervalle qui existe entre un arbre et un autre dans la même placette)
 - K 2 = 2 x R (intervalle qui existe entre une placette et une autre dans la même station).
- R** : le rayon de la placette.

II.2.1.3- CHOIX DE LA FORME ET DE LA DIMENSION DE LA PLACETTE

Nous avons retenu cinq stations (S1, S2, S3, S4 et S5), 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 égales a deux fois le rayon, afin d'éviter qu'un arbre d'une placette ne se retrouve pas échantillonné dans la placette mitoyenne.

Selon **RONDEUX (1999)**, les placettes de forme circulaire sont incontestablement les plus intéressantes et les plus utilisées en raison des 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.2.1.4- 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 12.8 m.

II.2.2- APPROCHE DE L'ÉTUDE DE LA PRODUCTION DE LIÈGE

II.2.2.1- 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 cinq 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 1m 30 du sol (Cir 1,30 m) ;
- La hauteur totale (Htot m) ;
- Hauteur de démasclage (Hd m) ;
- L'épaisseur de liège (épais cm).
-
- **Mesure de diamètre à 1m 30 de sol**

Après avoir noté les coordonnées géographiques du centre de chaque placette à l'aide d'un GPS, on procède à la numérotation des arbres dans un sens circulaire en spirale de l'extérieur vers l'intérieur à partir du 1^{er} arbre situé au nord pour éviter de prendre deux fois les mesures d'une même tige.

- **Mesure de la hauteur totale (Htot m)**

Tous les arbres inventoriés précédemment, on fait l'objet de mesure de leur hauteur totale. L'instrument de mesure utilisé est le **Forester vertex III**. C'est un appareil suédois qui est composé de deux unités : le dendromètre (Figure 23) émetteur d'ultrasons et d'un transpondeur récepteur, réflecteurs des ondes ultrasons et qui placer sur l'arbre cible (**RONDEUX et PAUWELS, 1998**).



Figure 22 : Le compas forestier.



Figure 23 : dendromètre
Forester vertex III.

- 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.



Figure 24 : mètre ruban.

- Mesure de l'épaisseur du liège

Elle se fait à l'aide d'un appareil appelé **Barkmètre** de 0 à 5 cm, enfonce dans l'écorce d'arbre à 1m 30 du sol. Les épissures du liège obtenues sont estimées en centimètre (cm).



Figure 25 : Barkmätre.

II.2.2.2- PARAMÈTRE DE LA DESCRIPTION DES STATIONS

- **La structure du peuplement**

- **Étude de la structure de chacune des cinq stations**

L'étude de la structure des stations s'appuie sur le test de SHAPIRO WILK (VEILLON, 1999).

- **Étude de la distribution des arbres par classe de diamètre**

Elle implique d'effectuer au préalable une répartition des classes de diamètre 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 sein 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 stades de développement dans le cas des futaies irrégulières.

- **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 et BURKHART, 1975 ; HANN et RIITERS, 1982 ; HOULIER et al, 1991 ; RONDEUX,

1999) sont motivés par l'idée que l'expression convenable de la densité d'un peuplement sert de façon non négligeable les études de production et de croissance des arbres. 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 s'est révélée particulièrement intéressante pour comparer des peuplements entre eux (CHENOUNE, 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 n'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 :

$$D (N/ha) = \sum ni / S$$

S : surface de la placette (S=3.14 × R², 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.

$$Gi (m^2) = \sum gi^2$$

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

$$gi (1.30) = \frac{\pi D^2}{4}$$

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

- **Hauteur dominante et classe 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 et 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 grande indépendance par rapport aux conditions des traitements sylvicoles (**HUSCH, 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 (Hx) pour une surface de la placette qui égale à cinq ares.

$$H\ dom = \sum Hx/x$$

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

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

$$Hdom = \sum Hx/ x$$

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

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

Tableau 12 : Classe de fertilité selon la hauteur dominante.

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

Source : (**CHENOUNE, 1991**)

II.2.3- ETUDE DE LA VIGUEUR DES ARBRES PAR STATION

Relation hauteur-diamètre

Pour apprécier la vigueur d'un arbre, on a eu recours à l'étude des relations entre les caractères dendrométriques des peuplements forestiers : hauteur-diamètre (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 : $y = \log x + b$

-L'équation linéaire : $y = ax + b$.

II.2.4- ETUDE DE LA PRODUCTION DE LIÈGE DE REPRODUCTION

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

- **Coefficient du démasclage (k)**

Afin d'apprécier des opérations de réaliser dans les parcelles de Beni-Ghobri et de constater si la production du liège (réelle ou celle estimée) 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 démasclage dépend 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 de liège. On peut l'augmenter ou réduire en fonction de la fertilité de la station.

La hauteur de levée 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 et 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 et ne peut dépasser les hauteurs de 4 m. cette variation est déterminée en fonction de la fertilité des stations (**YESSAD, 2000**).

- Volume du liège de reproduction (VOL m²)

- ✓ Par arbre (VOL ind)

Le volume de liège pour chaque arbre est déterminé par la formule suivante (DJAMOUH et DJEBBID 2006). Avec :

$$Vol\ ind = (Cir - \pi Epais) \times Hdem \times Epai$$

Cir : circonférence à 1.30 m, **Epais** : épaisseur du liège, π : égale à 1.30m, **Hdem** : hauteur de démasclage.

- ✓ Par placette (VOLs)

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

$$Volp = \sum Vola$$

- ✓ Par station (VOLs)

Le volume de liège de reproduction produit par chaque station est obtenu comme suit :

$$Vol\ s = \sum Volp = \sum Va$$

II.2.5- ANALYSE DES DONNÉES

Cette phase permet d'organiser les informations nécessaires (tableaux bruts) à l'analyse 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, facilitée ou rendre possibles 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 de points ou un histogramme. Selon le type de variable ou de caractère. Tous les graphiques sont réalisables en effectifs ou en fréquence.

➤ **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**).

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum ni xi$$

- **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 :

$$\sigma = \sqrt{s^2}$$

Avec

$$S = \frac{1}{n} \sum (Xi - \bar{X})^2$$

- **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**).

$$CV = \frac{\sigma * 100}{\bar{X}}$$

Avec σ : Écart type et \bar{X} : Moyenne

- **Analyse de la variance à un facteur (ANOVA 1)**

L'analyse de la variance a pour but de 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 appliqué le teste 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 utilise, car il exerce un contrôle sue le taux d'erreur de l'ensemble (DAGNELIE, 1975).

- **Indice de compétition**

La densité relative des peuplements est calculée à l'aide de deux indices de compétition : l'indice de **Reineke IR** et le facteur d'espacement de **Hart-Becking IH**. Ces deux indices sont intéressants, car ils sont fondés sur des principes peu compliqués et se prêtent à des mesures faciles sur le terrain. Ils ont également l'avantage commun d'activer l'estimation délicate et imprécise de l'âge et de l'indice du site (PARDE et BOUCHON, 1988 ; et RONDEUX, 1999)

Le calcule de l'indice de Reineke nécessite la détermination de la droite de régression du nuage du point [Log (Dg) ; Log (N)] appelée « droite d'auto éclaircie ». Cette régression n'inclut que les peuplements à densité complète (WILIAM et *al*, 2000 ; TORRES et *al*, 2000). Or, pour notre cas ; le nombre de stations est limité (5 seulement) et ne permet pas de déterminer la ponte de la droite de régression par rapport à une courbe de densité maximale. C'est la raison pour laquelle nous calibrons la relation [Log (Dg) ; Log (N)] sur les 5 stations pour obtenir une tendance moyenne.

Ainsi, pour chaque station, l'indice de Reineke est calculé par rapport à la moyenne de notre échantillon.

- **Mesure de la distance entre les arbres**

Avec un décamètre on effectuera pour chaque arbre des mesures de distance par rapport aux arbres environnants (concurrents) (SEGNARD, 2001 et PICHOT, 2004 *in* SACI. et SAID, 2009).

- **Indice de Reineke**

$$IR = N (25/Dia)^p$$

Où : N : nombres de tiges à l'hectare.

Dia : diamètre moyen (cm)

P : la pente de la droite de régression.

- **Facteur d'espacement de Hart-Becking**

$$IH=100(\alpha/Hdom) = \frac{10^4}{Hdom} \sqrt{\frac{2}{N\sqrt{3}}}$$

$$a=100 \sqrt{\frac{2}{N\sqrt{3}}}$$

Où : N : nombre de bois à l'hectare.

Dg : diamètre quadratique moyen (cm).

Hdom : hauteur dominante.

a : espacement moyen entre tiges (en m), calculé en faisant en faisant l'hypothèse d'une répartition triangulaire de celles-ci (**PARDE** et **BOUCHON, 1988** ; **RONDEUX, 1999**)

- **Matrice de corrélation**

Les corrélations nous permettent d'exprimer la liaison entre deux variables. Le signe positif du coefficient de corrélation indique 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 continues dans un tableau de données. À l'aide du logiciel XL stat 2014, on a réalisé l'A.C.P., elle port sur un tableau de contingence forme en colonne par les moyennes des caractères mesures sur le terrain.

Les traitements statistiques que nous venons de citer sont réalisés l'aide des logiciels de statistiques suivantes : Excel 2007, Statistica 7, XIsat version 6

CHAPITRE

III

III.1-RESULTATS

Dans ce chapitre, nous présenterons les principaux résultats statistiques obtenus lors de cette étude, accompagnée d'une discussion des résultats.

En se basant sur les données récoltées sur le terrain on a subdivisé notre travail en deux parties l'une relative à la production de liège de reproduction et l'autre à l'étude de la concurrence de peuplement étudié.

Nous abordons la présentation des résultats par ceux de l'étude descriptive de la structure et de la densité des peuplements. Elle est suivie par ceux de l'analyse statistique des paramètres dendrométriques mesurés sur terrain par stations et par placettes. Ensuite nous présentons les résultats des paramètres de la production du liège. L'étude de la variabilité l'ensemble de ces résultats, en intra et inter placette par station et inter stations est prospecté par le test de l'analyse de la variance.

Nous développerons également les corrélations entre les paramètres mesurés et calculés.

Pour finir, une analyse globale tenant compte de l'ensemble des paramètres de cette étude est entreprise par une Analyse en Composantes principales (ACP).

III.1.1- EUDES DESCRIPTIVE DE LA STRUCTURE DES PLACETTES

III.1.1.1- INVENTAIRE DU NOMBRE D'ARBRES PAR PLACETTE ET PAR STATION

D'après le tableau 13 et la figure 26, on remarque que pour la station 1, sur un total de 37 arbres, 70,27 % (26 arbres) sont du chêne-liège et seuls 64,86 % (24 arbres) sont démasclés avec un grand pourcentage 66,66 % pour S1P3 de 15 arbres.

Tableau 13 : Nombre d'arbres par placette et par station.

Stations	Placettes	Nombre total d'arbres	Nombre total d'arbres de chêne-liège	Pourcentage d'arbres de chêne-liège (%)	Nombre total d'arbres de chêne-zeen	Nombre d'arbres démasclés	Pourcentage d'arbres démasclés (%)
S1	S1P1	11	8	72	3	8	72
	S1P2	11	6	54	5	6	54
	S1P3	15	12	80	3	10	66,66
	Total	37	26	70,27	11	24	64,86
S2	S2P1	17	17	100	0	17	100
	S2P2	18	18	100	0	18	100
	S2P3	20	20	100	0	20	100
	Total	55	55	100	0	55	100
S3	S3P1	20	20	100	0	20	100
	S3P2	15	15	100	0	15	100
	S3P3	14	14	100	0	14	100
	Total	49	49	100	0	49	100
S4	S4P1	15	15	100	0	15	100
	S4P2	12	12	100	0	12	100
	S4P3	18	16	88	2	9	50
	Total	45	43	95,55	2	36	80
S5	S5P1	28	19	65,85	9	11	39,28
	S5P2	16	12	75	4	8	50
	S5P3	15	13	86,66	2	13	86,66
	Total	59	44	74,57	15	32	54,23

Légende : S : station, SP : la placette de la station.

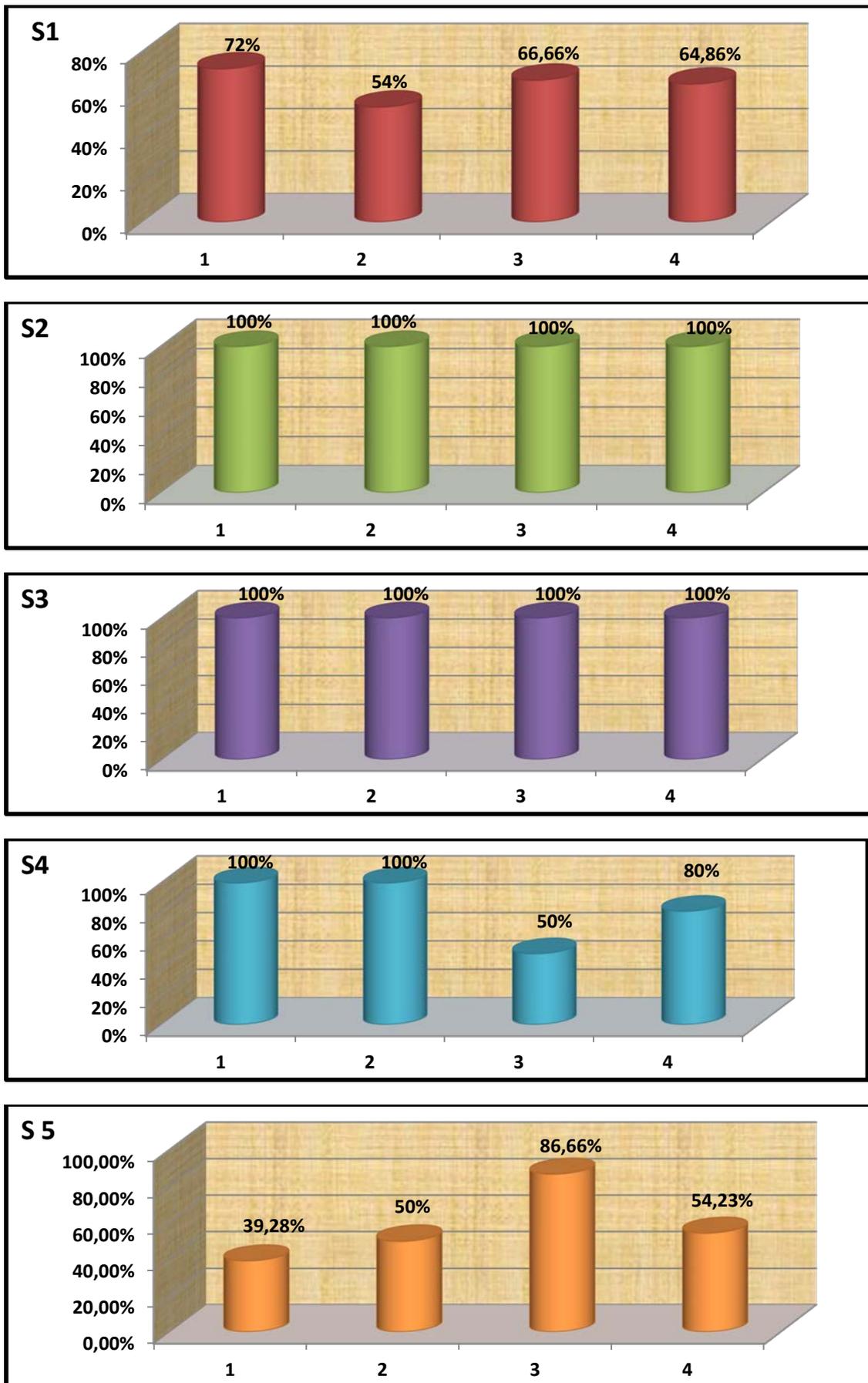


Figure 26 : Nombre d'arbres par placette et par station.

Les stations S2 et S3 présentent 100 % d'arbres de chêne-liège dont tous sont démasclés. La station 4 compte 45 arbres de total dont 95,55 % (43 arbres) sont de chêne-liège et 80 % d'gf (36 arbres) sont démasclés.

La station S5 présente 59 arbres dont 74,57 % (44 arbres) sont du chêne-liège et 54,23 % (32 arbres) sont démasclés, avec un grand pourcentage (86,66 %) pour S5P3 de 13 arbres.

III.1.1.2-DISTRIBUTION DES TIGES PAR CLASSES DE DIAMÈTRE

Le tableau 14 nous renseigne sur la répartition des tiges par classes de diamètre pour les placettes de chacune des stations.

Tableau 14 : Distribution des tiges de chêne-liège par classes de diamètre pour les cinq stations.

Station	S1		S2		S3		S4		S5	
	Effectif	En %	Effectif	En %	Effectif	En %	Effectif	En %	Effectif	En %
[0-10[	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[10-20[	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
[20-30[	11	26,92	0	0	1	2,04	0	0	12	40
[30-40[	3	42,31	8	14,55	11	22,45	8	22,22	11	36,67
[40-50[	4	11,54	32	58,18	17	34,69	13	36,11	5	16,67
[50-60[	1	15,38	14	25,45	16	32,65	9	25	2	6,67
[60-70[	7	3,85	1	1,82	3	6,12	4	11,11	0	0
[70-80[	0	0	0	0	1	2,04	2	5,56	0	0
Total	26	100	55	100	49	100	36	100	30	100

Le tableau 14 et la figure 27, montrent que la distribution des classes de diamètre est irrégulière, on note une absence en nombre de classe de [0-10[et [10-20[dans toutes les stations. Au contraire, la classe des [20-30[n'est présente que dans trois stations : avec 40 % dans la station S5, 26,92 % pour S1 et 2,04 % pour S3.

Les classes de [30-40[, [40-50[et [50-60[sont les plus présentes, respectivement 42,31 %, 11,54% et 15,38 % respectivement pour S1. Pour S2, ces classes sont de 14,55 %, 58,18 % et 25,45 %. Pour la station S3, les classes sont respectivement de 22,45 %, 34,69 % et 32,65 %. Pour la station S4, les classes sont respectivement de 22,22 %, 36,11 % et 25 %. Les pourcentages de ces classes pour la station S5 sont respectivement de 36,67 %, 16,67 % et 6,67 %.

L'effectif le plus important pour la classe de diamètre [60-70[est de 11,11 % pour la station S4. Elles décroissent dans les autres stations : 6,12 % pour S3, 3,85% pour S1 et 1,82 % pour S2. Elle est nulle pour la station S5.

Concernant la classe de [70-80[est de 5,56 % dans S4 et 2,04 % dans S3 et absence d'arbre dans le reste des stations.

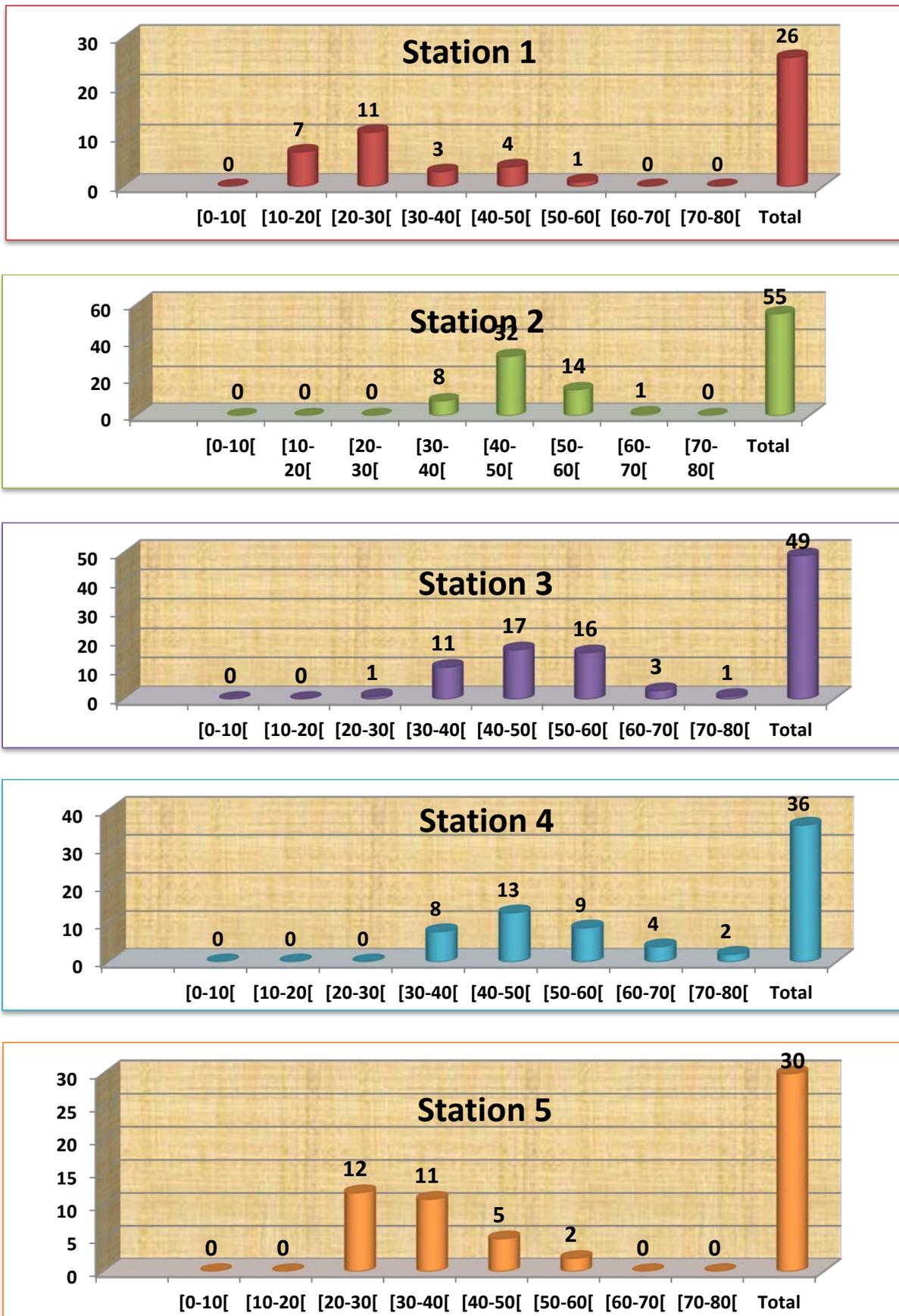


Figure 27 : Distribution des tiges par classe de diamètre dans les cinq stations.

III.1.1.3- EUDES DE LA STRUCTURE PAR LE TEST DE NORMALITÉ (SHAPIRO WILK)

Les résultats de l'étude de la structure de chacune des stations obtenues par le test de normalité de Shapiro-Wilk sont résumés dans le tableau 15.

Tableau 15 : Résultats du test de normalité (SHAPIRO WILK).

Stations	N	D max	P	Signification	Structure
S1	37	0,09	p > .20	S	Structure irrégulière
S2	55	0,99	0,86	S	Structure irrégulière
S3	49	0,98	0,43	S	Structure irrégulière
S4	45	0,94	0,02	NS	Structure régulière
S5	59	0,98	0,34	S	Structure irrégulière

Légende : **S** : différence significative, **NS** : différence non significative, **N** : nombre d'arbres échantillonnés, **Dmax** : test de Shapiro-Wilk, **P** : probabilité.

D'après le tableau 15 et la figure 28, il apparaît qu'au seuil du 5%, les stations 1, 2, 3 et 5 présentent des différences significatives, traduisant une distribution irrégulière des diamètres. Au contre de la station 4 qui présente une différence non significative représentant une distribution régulière des arbres dans la station.

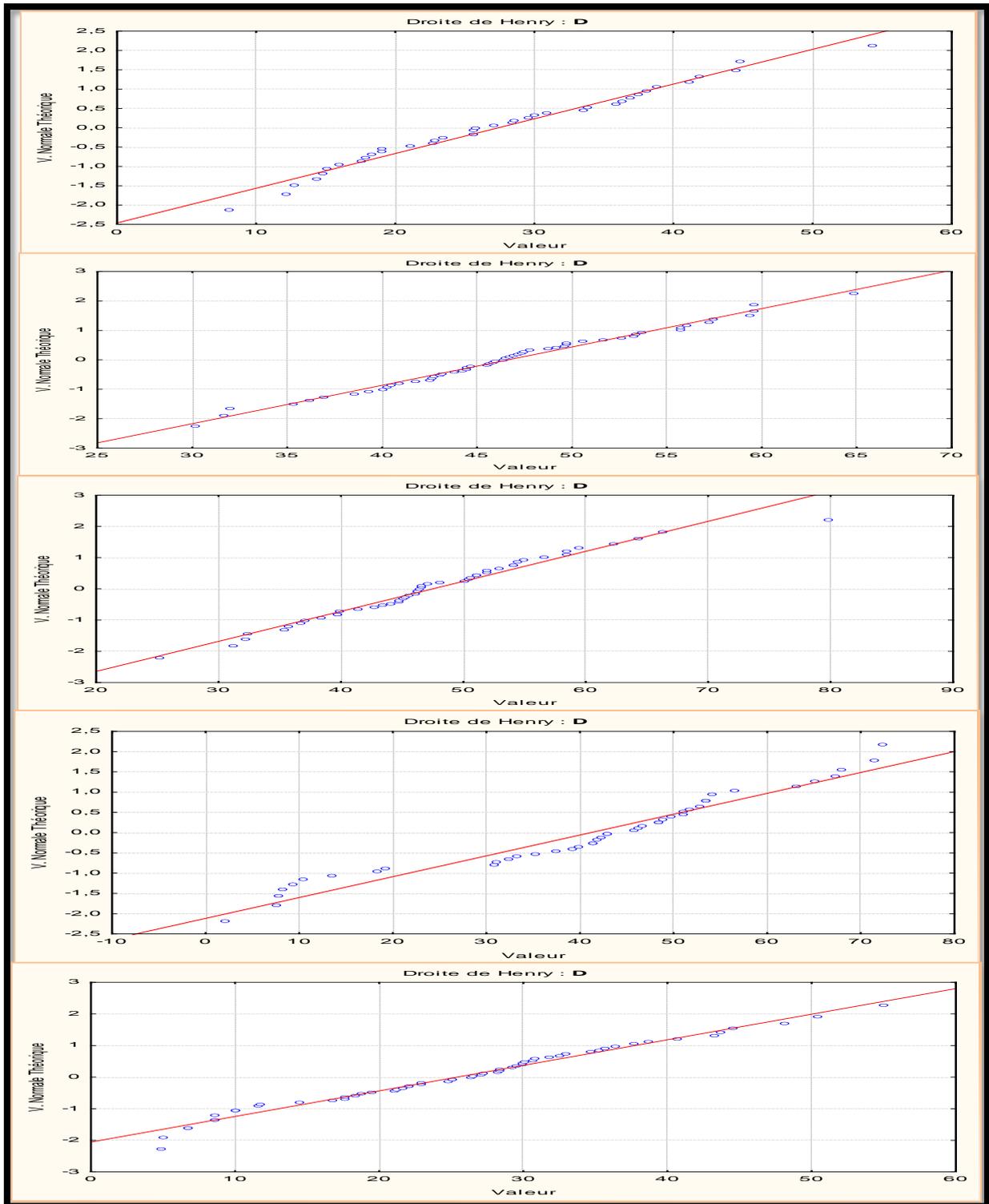


Figure 28 : Distribution des diamètres selon le test de SHAPIRO WILK dans les cinq stations.

III.1.1.4- LA DENSITÉ ET LA SURFACE TERRIÈRE

➤ Densité et la surface terrière des placettes

Le tableau 16 regroupe les résultats des densités et des surfaces terriennes des 5 placettes.

Tableau 16 : Résultats de la densité et la surface terrière par placette.

Stations	Placettes	Nombre d'arbres total/5 are	Nombre d'arbres de chêne-liège	Nombre d'arbres démasclés	Densité (nombre d'arbres/ha)	Gi m ² /ha
S1	S1P1	11	8	8	220	155,37
	S1P2	11	6	6	220	173,52
	S1P3	15	12	10	300	418,22
S2	S2P1	17	17	17	340	1287,32
	S2P2	18	18	18	360	1242,11
	S2P3	20	20	20	400	1326,39
S3	S3P1	20	20	20	400	1495,01
	S3P2	15	15	15	300	1050,79
	S3P3	14	14	14	280	1075,60
S4	S4P1	15	15	15	300	795,91
	S4P2	12	12	12	240	942,16
	S4P3	18	9	9	360	1073,11
S5	S5P1	28	19	11	560	312,56
	S5P2	16	12	8	320	274,35
	S5P3	15	13	13	300	572,79

Légende : Gi m²/ha : $\sum gi m^2$ (surface terrière).

Il apparaît que la densité moyenne au niveau de la station 1 se situe entre 220 arbres/ha dans les placettes S1P1 et S1P2 et 300 arbres/ha pour S1P3. En parallèle la plus grande surface terrière est estimée de 418,22m²/ha pour S1P3 et la plus petite est 155,37m²/ha pour S1P1.

Dans la station 2, les densités moyennes varient de 340 arbres/ha (S2P1) à 400 arbres/ha (S2P3). Quant à la placette S2P2, elle est de 360 arbres/ha.

La plus grande surface terrière est enregistré dans la placette S2P3 (1326,39m²/ha). Celles des deux placettes S2P1 et S2P2 sont respectivement de 1287,32m²/ha et 1242,11m²/ha.

Les variations de la densité moyenne dans la station 3 sont de 220 arbres/ha (S3P3) à 400 arbres/ha. La plus grande surface terrière est celle de 1495,01 m²/ha pour S3P1. Pour S3P2 et S3P3, les valeurs sont respectivement de 1050,79 m²/ha et 1075,6 m²/ha.

La station 4 présente une densité moyenne varie entre 300 arbres/ha et 360 arbres/ha pour S4P1 et S4P3 et 240 arbres/ha pour S4P2, et la surface terrière la plus grande est 1073,11 m²/ha pour S3P4 et les valeurs 795,91 m²/ha, 942,16 m²/ha pour S4P1 et S4P2.

La station 5 a une densité moyenne qui varie de 300 arbres/ha pour S5p3 et 560 arbres/ha pour S5P1, et une valeur moyenne de 320 arbres/ha pour S5P3. La surface terrière varie de 274,35 m²/ha pour S5P2 et 572,79 m²/ha pour S5P3, et une valeur moyenne de 274,35 m²/ha pour S5P2.

➤ **Densité des cinq stations**

Le tableau 17 regroupe les résultats de calcul des densités par station

Tableau 17 : densité des cinq stations.

Station	station 1	station 2	station 3	station 4	station 5	Moyenne des cinq stations de Yakouren
N/ha	246,66	<u>366,66</u>	326,66	300	<u>393,33</u>	326,662
Gi (m²/ha)	12,45	<u>64,26</u>	<u>58,19</u>	46,85	19,32	40,214
gi (m²)	0,62	<u>3,21</u>	<u>2,91</u>	2,34	0,97	2,01
CV(%) pour Gi	76	32	43	46	53	50

Légende : N/ha : densité d'un hectare, Gi : somme des surfaces terrière/hectare, N: nombre de tiges/hectare, gi (m²) : surface terrière moyenne d'un arbre, CV(%) : coefficient de la variation.

D'après le tableau 17, on constate que les densités les plus importantes sont enregistrées dans les stations S2 (64,26m²/ha), S3 (58,19 m²/ha), S4 (46,85 m²/ha), S5 (19,32 m²/ha) et S1 (12,45m² /ha), et la moyenne des cinq stations est de 40,214 m²/ha.

Les surfaces terrières décroissent dans les stations avec : 393,33 tiges/ha pour S5, 366,66 tiges/ha pour S2, et 326,66 tiges/ha pour S3, pour S4 (300 tiges/ha), et S1 (246,66 tiges/ha), et 326,662 tiges/ha c'est la moyenne des cinq stations.

En dernière, des coefficients de la variation présentent 76 % pour S1, 53 % pour S5, 46 % pour S4, 43 % pour S3, 32 % pour S2, avec une moyenne des cinq stations égale à 50 %.

III.1.1.5- MOYENNES DES PARAMÈTRES DENDROMÉTRIQUES

➤ Par station

Le tableau 18 résume les moyennes des paramètres dendrométriques obtenus dans les cinq stations.

Tableau 18 : analyse descriptive des paramètres dendrométriques des cinq stations

Stations	N	ND	Paramètres	Htot (m)	Hdem (m)	Ep (cm)	Dia (cm)
S1	37	24	Moyenne	8,89	1,87	<u>0,49</u>	27.35
			CV (%)	32	32	59	40
S2	55	55	Moyenne	14,12	2,84	2,59	46.66
			CV (%)	29	14	32	16
S3	49	49	Moyenne	<u>15,15</u>	2,75	<u>2,64</u>	<u>47.48</u>
			CV (%)	29	14	34	21
S4	45	36	Moyenne	14,31	<u>2,86</u>	2,4	41.04
			CV (%)	35	25	30	45
S5	59	32	Moyenne	<u>8,75</u>	<u>1,73</u>	1,79	<u>25.39</u>
			CV (%)	50	22	54	47
Moyenne des cinq stations	35	73,6	Moyenne	12,24	2,41	1,98	37.59
			CV (%)	35	21	8,4	29.8

Légende : N : nombre d'arbres échantillonnés ; ND : Nombre d'arbres démasclés ; CV : coefficient de variation ; Htot : hauteur totale ; Hdem : hauteur de démasclage; Ep : épaisseur du liège ; Dia : diamètre.

• Hauteur totale (Ht)

Selon le tableau 18, la moyenne la plus grande est dans la station 3 avec 15,15 m, et 14,31 m pour la station 4 et 14,12 m pour la station 2 et 8,75 m pour la station 5 et S1 avec 8,89 m. la moyenne des cinq stations est de 12.24 %. Les coefficients de variations varient entre 29 % pour S2 et S3 et 50 % pour S5). La moyenne de coefficient de variation des cinq stations est de 35 %.

Hauteur de démasclage (Hdem)

La moyenne de la hauteur de démasclage la plus élevée est signalée dans la station 4 avec 2,86 m, et la plus faible avec 1,73 m pour S5. La moyenne obtenue pour les cinq stations est de 2,41 m.

Les coefficients de variations varient entre 14 % pour S3 et 32 % pour S1 et 21 % pour les cinq stations.

- **Épaisseur moyenne du liège (Ep)**

La station 3 présente la moyenne d'épaisseur du liège la plus importante avec 2,64 cm et la station 1 marque la plus faible moyenne avec 0,49 cm. Pour les cinq stations de Yakouren, nous obtenons une moyenne de 1,98 m. Les coefficients de variations varient entre 30 % à 59 % respectivement pour les stations 4 et 1. Au niveau des cinq stations de Yakouren ce présentent moyenne de coefficient de variation de 8,4 %.

- **Le diamètre moyen (Dia)**

D'après le tableau 17, la station 3 présente la valeur la plus importante avec 47,48 cm et la station 5 enregistre la plus faible valeur avec 25,39 cm, les coefficients de variations varient entre 16 % à 47 % respectivement pour les stations 2 et 5. Les cinq stations de Yakouren donnent une moyenne de 37,59 cm et une moyenne de coefficient de variation de 29.8 %.

- **Par placettes**

- A- Les placettes de la station 1**

Le tableau 19 résume les résultats moyens des paramètres dendrométriques mesurés pour la station 1 :

Tableau 19 : Analyse descriptive des paramètres mesures pour la station 1

Stations	Placettes	N	ND	Paramètres	Htot (m)	Hdem (m)	Ep (cm)	Dia (cm)
S1	S1P1	11	8	Moyennes	6,96	1,55	<u>0,74</u>	20,98
				CV (%)	29	25	38	40
	S1P2	13	6	Moyennes	7,81	1,61	0,53	23,66
				CV (%)	31	30	38	41
	S1P3	15	10	Moyennes	<u>8,89</u>	<u>2,34</u>	<u>0,26</u>	<u>34,81</u>
				CV (%)	19	23	61	27

Légende : N : nombre d'arbres échantillonnés ; ND : Nombre d'arbres démasclés ; CV : coefficient de variation ; Htot : hauteur totale ; Hdem : hauteur de démasclage ; Ep : épaisseur du liège ; Dia : diamètre.

- **Hauteur totale moyenne (HTOT MOY)**

Le tableau 18 montre que la hauteur totale la plus élevée est 8,89 m pour la placette S1P3. Les valeurs moyennes 6,96 m est 7,81 m sont respectivement celles de S1P1 et S1P2. Concernant le coefficient de variation, les valeurs trouvées montrent que les placettes de la station 1 sont comme suit : les placettes S1P2 et S1P1 qui enregistrent des grandes valeurs respectivement 31 % et 29 %. La placette S1P3 note une valeur de 19 %.

- ❖ **Hauteur de démasclage moyenne (HDEM MOY)**

Les moyennes de la hauteur de démasclage obtenues pour la station 1 sont inscrites comme suit : les placettes S1P2 et S1P3 prennent les grandes valeurs respectivement de 1,61 m et 2,34 m. Par contre, la placette S1P1 enregistre la petite valeur de 1,55 m.

Les coefficients de variation les plus importants pour ce paramètre sont ceux des placettes S1P2 et S1P1 avec des valeurs respectivement de 30 % et 25 %, le plus faible est celui de la placette S1P3 avec 23 %.

❖ **Épaisseur moyenne (EP MOY)**

Les moyennes les plus importantes pour l'épaisseur de liège pour la station 1 sont celles des placettes S1P1 et S1P2 avec des valeurs respectivement de 0,74 cm et 0,53 cm. Une valeur faible est notée pour la placette S1P3 qui est de 0,26 cm. Les placettes de la station 1 marquent les mêmes coefficients de variation pour les placettes S1P1 et S2P2 (36 %) et un coefficient de variation de 61 % pour S1P3.

❖ **Diamètre moyen (CIR MOY)**

Au niveau de la station 1, on observe que le diamètre moyen le plus important est enregistré dans la placette S1P3 avec une valeur de 34,81 cm, et une faible valeur de 20,98 cm enregistrés dans la placette S1P1. La placette S1P3 note une 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 de 23,92 % et 28,32 %.

B- Les placettes de la station 2

Le tableau 20 résume les résultats moyens des paramètres dendrométriques mesurés pour la station 2.

Tableau 20 : Analyse descriptive des paramètres mesures pour la station 2

Stations	Placettes	N	ND	Paramètres	Htot (m)	Hdem (m)	Ep (cm)	Dia (cm)
S2	S2P1	17	17	Moyennes	<u>14,96</u>	2,87	2,69	<u>48,48</u>
				CV (%)	20	12	28	17
	S2P2	18	18	Moyennes	<u>12,64</u>	<u>2,80</u>	<u>2,39</u>	46,35
				CV (%)	21	14	32	15
	S2P3	20	20	Moyennes	14,73	<u>2,88</u>	<u>2,71</u>	<u>45,38</u>
				CV (%)	37	17	34	16

Légende : N : nombre d'arbres échantillonnés ; ND : Nombre d'arbres démasclés ; CV : coefficient de variation ; Htot : hauteur totale ; Hdem : hauteur de démasclage ; Ep : épaisseur du liège ; Dia : diamètre.

❖ **Hauteur totale moyenne (HTOT MOY)**

Pour la station 2, la hauteur totale la plus élevée est celle de la placette S2P1 avec une valeur de 14,96 m avec un coefficient de variation de 20 %. Pour les placettes S2P3 et S2P2 respectivement de 14,73 m est 12,64 m avec des coefficients de variations de 37 % (S2P3) et 21 % (S2P2).

❖ **Hauteur de démasclage moyenne (HDEM MOY)**

Dans la station 2, la hauteur de démasclage moyenne la plus élevée est marquée dans la placette S2P3 avec 2,88 m est un coefficient de variation de 17 % ; et la plus faible marquée dans la placette S2P2 avec une valeur de 2,80 m est un coefficient de variation de 14 %.

❖ **Épaisseur moyenne (EPAIS MOY)**

Selon le tableau 19, l'épaisseur moyenne de liège au niveau de la station 2 varie entre 2,39 m (S2P2) et 2,71 m (S2P3) avec des coefficients de variations sont respectivement de 32 % et 34 %.

❖ **Diamètre moyen (CIR MOY)**

Dans la station 2, le diamètre moyen le plus important est noté au niveau de la placette S2P1 avec une valeur de 48,48 cm et un coefficient de variation de 17 %, et une faible valeur dans la placette S2P3 avec une valeur de 45,38 cm et un coefficient de variation de 16 %.

C- Les placettes de la station 3

Le tableau 21 montre les résultats moyens des paramètres dendrométriques mesurés pour la station 3.

Tableau 21 : Analyse descriptive des paramètres mesures pour la station 3

Stations	Placettes	N	ND	Paramètres	Htot (m)	Hdem (m)	Ep (cm)	Dia (cm)
S3	S3P1	20	20	Moyennes	14,5	<u>2,59</u>	<u>2,21</u>	47,36
				CV (%)	36	10	32	25
	S3P2	15	15	Moyennes	<u>14,86</u>	2,78	2,91	<u>46,40</u>
				CV (%)	22	14	37	20
	S3P3	14	14	Moyennes	<u>16,41</u>	<u>2,94</u>	<u>2,99</u>	<u>48,83</u>
				CV (%)	24	15	26	17

Légende : N : nombre d'arbres échantillonnés ; ND : Nombre d'arbres démasclés ; CV : coefficient de variation ; Htot : hauteur totale ; Hdem : hauteur de démasclage ; Ep : épaisseur du liège ; Dia : diamètre.

❖ **Hauteur totale moyenne (HTOT MOY)**

Dans la station 3 les hauteurs totales les plus élevées sont dans les placettes S3P3 et S3P2 avec des valeurs respectivement de 16,41 m et 14,86 m. Par contre, la plus faible est celle de la placette S3P1 avec 14,5 m.

Les coefficients de variation les plus importants pour ce paramètre sont observés dans les placettes S3P1 et S3P3 avec des valeurs respectives de 36 % et de 24 %. La placette S3P2 prend une moyenne de 22 %.

❖ **Hauteur de démasclage moyenne (HDEM MOY)**

Dans la station 3, la hauteur de démasclage moyenne la plus élevée est marquée dans la placette S3P3 avec 2,94 m et un coefficient de variation de 15 % ; et la plus faible marquée dans la placette S3P1 avec 2,59 m et un coefficient de variation de 10 %.

❖ **Épaisseur moyenne (EPAIS MOY)**

Les moyennes les plus importantes pour l'épaisseur de liège de la station 3 sont celles des placettes S3P3 et S3P2 avec des valeurs respectivement de 2,99 cm et 2,92 cm. Une valeur faible est notée dans la placette S1P1 est de 2,21 cm.

Les placettes de la station 3 marquent des coefficients de variation variant entre 26 % (S3P3) et 37 % (S3P2).

❖ **Diamètre moyen (CIR MOY)**

Au niveau de la station 3, le diamètre moyen le plus important est enregistré dans la placette S3P3 avec 48,83 cm, et une faible valeur de 46,40 cm enregistrés dans la placette S3P2. La placette S3P3 note une moyenne intermédiaire de 47,36 cm.

Pour ce paramètre, les placettes de la station 3 sont classées comme suite : La placette S3P1 prend le coefficient de variation le plus élevé de 25 % et les placettes S3P3 et S3P2 enregistrent des moyennes les plus faibles respectivement de 17 % et 20 %.

D- Les placettes de la station 4

Le tableau 22 montre les résultats moyens des paramètres dendrométriques mesurés pour la station 4.

Tableau 22 : Analyse descriptive des paramètres mesures pour la station 4

Stations	Placettes	N	ND	Paramètres	Htot (m)	Hdem (m)	Ep (cm)	Dia (cm)
S4	S4P1	15	15	Moyennes	13,91	<u>2,32</u>	<u>2,09</u>	40,66
				CV (%)	29	17	32	15
	S4P2	12	12	Moyennes	<u>17,28</u>	3,16	2,45	<u>49,29</u>
				CV (%)	17	20	25	18
	S4P3	18	9	Moyennes	<u>12,66</u>	<u>3,35</u>	<u>2,86</u>	<u>35,87</u>
				CV (%)	48	19	26	75

Légende : N : nombre d'arbres échantillonnés ; ND : Nombre d'arbres démasclés ; CV : coefficient de variation ; Htot : hauteur totale ; Hdem : hauteur de démasclage; Ep : épaisseur du liège ; Dia : diamètre.

❖ **Hauteur totale moyenne (HTOT MOY)**

Pour la station 4, la hauteur totale la plus élevée est celle de la placette S4P2 avec 17,28 m avec un coefficient de variation de 17%. Pour les placettes S4P1 et S4P3 elles sont respectivement de 13,91 m et 12,66 m avec des coefficients de variations de 29 % et 48 %.

❖ **Hauteur de démasclage moyenne (HDEM MOY)**

Dans la station 4, la hauteur de démasclage moyenne la plus élevée est marquée dans la placette S4P3 avec de 3,35 m et un coefficient de variation de 18 % ; et la plus faible marquée dans la placette S4P1 avec 2,32 m et un coefficient de variation de 17 %.

❖ **Épaisseur moyenne (EPAIS MOY)**

Selon le tableau 22, l'épaisseur moyenne de liège au niveau de la station 4 varie entre 2,09 m (S4P1) et 2,86 m (S4P3) avec des coefficients de variations sont respectivement de 32 % et de 26 %.

❖ **Diamètre moyen (CIR MOY)**

Dans la station 4, le diamètre moyen le plus important est noté au niveau de la placette S4P2 avec une valeur de 49,29 cm et un coefficient de variation de 18 %, et une faible valeur dans la placette S4P3 avec une valeur de 35,87 cm et un coefficient de variation de 75 %.

E- Les placettes de la station 5

Le tableau 23 résume les résultats moyens des paramètres dendrométriques mesurés pour la station 5 :

Tableau 23 : Analyse descriptive des paramètres mesures pour la station 5

Station	Placettes	N	ND	Paramètre	Htot (m)	Hdem (m)	Ep (cm)	Dia (cm)
S5	S5P1	28	11	Moyenne	8,39	1,64	<u>2,5</u>	<u>21,82</u>
				CV (%)	54	10	17	46
	S5P2	16	8	Moyenne	<u>7,79</u>	<u>1,4</u>	2,34	24,24
				CV (%)	46	23	38	48
	S5P3	15	13	Moyenne	<u>10,43</u>	<u>2,01</u>	<u>0,83</u>	<u>33,27</u>
				CV (%)	43	18	38	39

Légende : N : nombre d'arbres échantillonnés ; ND : Nombre d'arbres démasclés ; CV : coefficient de variation ; Htot : hauteur totale ; Hdem : hauteur de démasclage; Ep : épaisseur du liège ; Dia : diamètre.

● **Hauteur totale moyenne (HTOT MOY)**

Le tableau 23, montre que la hauteur totale la plus élevée pour la station S1P3 (10,43 m). Les valeurs moyennes 7,79 m et 8,39 m sont dans les placettes S5P2 et S5P1.

Concernant le coefficient de variation, les valeurs trouvées montrent que les placettes de la station 5 sont comme suit : les placettes S5P1 et S5P2 qui enregistrent des grandes valeurs respectivement 54 % et 46 %. La placette S5P3 note une valeur de (43 %).

❖ **Hauteur de démasclage moyenne (HDEM MOY)**

Les moyennes de la hauteur de démasclage obtenues pour la station 5 sont inscrites comme suit : les placettes S5P3 et S5P1 prennent les grandes valeurs respectivement de 2,01 m et 1,64 m. Par contre, la placette S5P2 enregistre la petite valeur de 1,4 m.

Les coefficients de variation les plus importants pour ce paramètre sont ceux des placettes S5P2 et S5P3 : avec 29 des valeurs respectivement de 23 % et 18 %, le plus faible est celui de la placette S5P1 avec 10 %.

❖ **Épaisseur moyenne (EP MOY)**

Les moyennes les plus importantes pour l'épaisseur de liège de la station 5 sont celles des placettes S5P1 et S5P2 avec des valeurs respectivement de 2.5 cm et 2.34 cm. Une valeur faible est notée dans la placette S1P3 qui est de 0.83 cm.

Les placettes de la station 5 marquent les mêmes coefficients de variation pour les placettes S5P2 et S5P3 (38 %) et un coefficient de variation de 17 % pour S5P1.

❖ **Diamètre moyen (CIR MOY)**

Au niveau de la station 5, on observe que le diamètre moyen le plus important est enregistré dans la placette S5P3 avec une 33,27 cm, et une faible valeur de 21,82 cm enregistré dans la placette S5P1. La placette S5P2 note une moyenne intermédiaire avec 24,24 cm.

Pour ce paramètre, les placettes de la station 5 sont classées comme suit : la placette S5P2 prend le coefficient de variation le plus élevé de 48 % et les placettes S5P1 et S5P3 enregistrent des moyennes les plus faibles respectivement avec 46 % et 39 %.

III.1.1.6- DISTRIBUTIONS COMPAREES LES HAUTEURS DOMINANTES ET LES CLASSES DE FERTILITE

A-PLACETTES

Les résultats du calcul des moyennes de la hauteur dominante par placettes sont résumés dans le tableau 24.

Tableau 24 : Moyenne de la hauteur dominante par placettes

Stations	Placettes	Hdom (m)	
Station 1	P1S1	8,34	10,61
	P1S2	10,14	
	P1S3	<u>13,34</u>	
Station 2	P2S1	18,44	18,81
	P2S2	15,68	
	P2S3	<u>22,32</u>	
Station 3	P3S1	<u>21,18</u>	11,86
	P3S2	18,08	
	P3S3	20,04	
Station 4	P4S1	17,98	<u>19,01</u>
	P4S2	<u>19,76</u>	
	P4S3	19,28	
Station 5	P5S1	<u>14,94</u>	13,66
	P5S2	11,52	
	P5S3	14,52	

Légende : Hdom : la hauteur dominante.

À partir de tableau 24, nous constatons que la Station 1 présente la moyenne la plus importante enregistrée avec 13,34 m pour S1P3. Elle est suivi par la plus faible valeur de 8,34 m pour S1P1, avec une hauteur dominante moyenne de la station 1 est de 10,61 m.

Pour la station 2, la hauteur dominante moyenne la plus importante est dans S2P3 avec 22,32 m, suivis par une faible valeur de 15,68 m pour S2P2, avec une hauteur dominante moyenne de la station 2 égale à 18,81 m.

Dans la station 3, la hauteur dominante moyenne correspond a une grande valeur de pour S3P1 et une faible valeur de 18,08 m pour S3P2, et une moyenne des 3 placettes égale à 11,86 m.

La station 4, présente une hauteur dominante moyenne la plus importante de 19,76 m pour S4P2 et une faible valeur de 17,98 m pour S4P1, et une hauteur dominante moyenne de la station 4 égale à 19,01 m.

Tandis que la station 5 donne une grande valeur de la hauteur dominante moyenne de 14,94 m pour S5P1 et la plus faible de 11,52 m pour S5P2, et une hauteur dominante moyenne de la station 5 égale à 13,66 m.

A- STATIONS

Les classes de fertilité selon **VEILLON (1998)** par station sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 25 : Les hauteurs dominantes de chaque station et la classe de fertilité

Station	Hauteur dominante (m)	Classe de fertilité selon VEILLON (1998)
S4	19,01	1
S2	18,81	1
S5	13,66	2
S3	11,86	3
S1	10,61	4

Le tableau 25 montre que la classe de fertilité la plus élevée est marquée dans la station 1 avec une valeur de 4, et la plus faible est notée au niveau de la station S2 et S4 avec 1. Les stations S5 et S3 présentent des valeurs sont respectivement de 2 et 3.

III.1.2- ETUDE DE LA PRODUCTION DE LIÈGE DE REPRODUCTION

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

III.1.2.1- HAUTEUR DE DÉMASCLAGE ET COEFFICIENT DE DEMASCLAGE

Après la mesure des hauteurs de démasclage effectuées dans les cinq 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 cinq stations et les placettes de chaque station a donné les résultats regroupés dans le tableau 26.

Tableau 26 : les moyennes de coefficient de démasclage par stations et par placettes

Stations	Placettes	K	CV (%)	K	CV (%)
Station 1	S1P1	0,18	304	2,17	387
	S1P2	0,01	89		
	S1P3	0,01	79		
Station 2	S2P1	1,92	17	1,98	19
	S2P2	1,97	21		
	S2P3	2,04	18		
Station 3	S3P1	1,83	22	1,92	19
	S3P2	1,96	20		
	S3P3	1,96	20		
Station 4	S4P1	1,83	15	1,89	18
	S4P2	2,07	19		
	S4P3	0,88	105		
Station 5	S5P1	0,66	141	1,67	23
	S5P2	0,68	106		
	S5P3	1,38	56		

Légende : **K** : coefficient de démasclage, **CV** : coefficient de la variation (%).

A- PAR PLACETTES

Les placettes des stations S2, S3 et S4 marquent les valeurs les plus importantes de coefficient de démasclage. Ces dernières varient respectivement de 2,04 à 1,92 pour S2 et de 1,83 à 1,96 pour S3 et de 0,88 à 2,07 pour S4. Les placettes de S1 et S5 enregistrent les moyennes les plus faibles qui varient respectivement de 0,01 à 0,18 pour S1 et de 0,66 à 1,38 pour S5.

Les placettes de la station 1 enregistrent le plus important des coefficients de variation dans la placette S1P1 (304 %) et des valeurs moyennes dans les placettes S1P2 (89 %), S1P3 (79 %).

Pour les placettes de la station 2, le coefficient de variation varie entre S2P2 avec 21 % et S2P3 avec 18 % et S2P1 avec 17 %.

Pour les placettes de la station 3, le coefficient de variation le moins important est entre 20 % et 22 %.

Les placettes de la station 4 enregistrent le coefficient de variation le plus élevé au niveau de la placette S4P3 avec 105 %, pour S4P1 c'est 15% et 19 % pour S4P2.

Les placettes de la station 5 présentent le coefficient de variation le plus élevé est dans la placette S5P1 avec 141 % et une valeur intermédiaire au niveau de S5P2 avec 106 %, la placette S5P3 donne une faible valeur égale à 56 %.

B- PAR STATION

Pour l'ensemble des stations étudiées, les coefficients de démasclage les plus importants sont de l'ordre de 1,98 ; 1,92 et 1,89. Ils sont enregistrés respectivement au niveau des stations S2, S3, S4. Tandis que les valeurs faibles sont notées dans les deux stations S1 et S5 avec 0,09 et 1,67.

Pour les coefficients de variation des cinq stations, le plus élevé est marqué au niveau de la station S1 avec une valeur de 387 %, 23 % pour S5, 19 % pour S2, 19 % pour S3 et 18 % pour S4.

III-1.2.2- VOLUME DU LIÈGE DE REPRODUCTION PAR STATION

La mesure des paramètres dendrométriques (circonférence, hauteur de démasclage et l'épaisseur) nous permet de calculer le volume de liège de reproduction au niveau des cinq stations et dans les placettes et nous avons abouti aux résultats regroupés dans les tableaux 27 et 28.

Tableau 27 : Moyennes des paramètres de production pour les cinq stations

Stations	Paramètres	Vol _{ind} (m ³)	Vol _s (m ³ /ha)
S1	Moyenne	0,01	1,09
	CV (%)	75	
S2	Moyenne	0,11	115,60
	CV (%)	44	
S3	Moyenne	0,10	99,89
	CV (%)	46	
S4	Moyenne	0,11	79,41
	CV (%)	67	
S5	Moyenne	0,03	17,36
	CV (%)	59	

Légende : Vol_{ind}: volume individuel moyen d'un arbre (m³), Vol_s: volume moyenne de la station (m³/ha), CV : le coefficient de variation (%).

A- PAR INDIVIDU

Le volume moyen de liège de reproduction le plus important par individu est celui de la station S2, S4 avec 0,11 m³, la station S3 avec 0,10 m³ et S5, S1 avec des valeurs sont respectivement de 0,03 m³ et 0,01 m³.

B- PAR STATION

La moyenne la plus élevée du volume est notée dans la station S2 avec 115 m³/ha, la station S3 avec 99,89 m³/ha, la station S4 avec une moyenne de 79,41 m³/ha, ainsi que 17,36 m³/ha pour S5, et la plus faible moyenne est enregistrée dans la station S1 avec 1,09 m³/ha.

C- PAR PLACETTE

Le tableau 28 résume les résultats de calcul des volumes de liège de reproduction au niveau des placettes de chaque station.

Tableau 28 : Moyennes des paramètres de production pour les placettes.

Stations	Placettes	Paramètres	Vol p (m ³)	Vol p (m ³ /ha)
S1	S1P1	Moyenne	0,07	1,48
		CV (%)	1032	
	S1P2	Moyenne	0,05	1,09
		CV (%)	1397	
	S1P3	Moyenne	0,07	1,36
		CV (%)	1120	
S2	S2P1	Moyenne	1,94	38,72
		CV (%)	39	
	S2P2	Moyenne	1,71	34,20
		CV (%)	45	
	S2P3	Moyenne	2,13	42,68
		CV (%)	36	
S3	S3P1	Moyenne	1,56	31,17
		CV (%)	49	
	S3P2	Moyenne	1,64	32,82
		CV (%)	46	
	S3P3	Moyenne	1,79	35,90
		CV (%)	42	
S4	S4P1	Moyenne	0,93	18,62
		CV (%)	82	
	S4P2	Moyenne	1,39	27,74
		CV (%)	55	
	S4P3	Moyenne	1,65	33,05
		CV (%)	46	
S5	S5P1	Moyenne	0,35	7,02
		CV (%)	217	
	S5P2	Moyenne	0,27	5,50
		CV (%)	277	
	S5P3	Moyenne	0,24	4,84
		CV (%)	315	

Légende : Vol p : le volume moyen dans la placette (m³), Vol p (m³/ha) : le volume total moyen m³/ha, CV : coefficient de variation (%).

Les placettes de la station S1 se caractérisent par des valeurs suivantes : la placette S1P1 prend la valeur la plus importante avec $1,48 \text{ m}^3/\text{ha}$, les placettes S1P2 et S1P3 prennent des valeurs moins importantes sont respectivement de $1,09 \text{ m}^3/\text{ha}$ et $1,36 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Au niveau de la station S2, la moyenne la plus élevée de volume est obtenue dans la placette S2P3 avec $42,68 \text{ m}^3/\text{ha}$. Les placettes S2P1 et S2P2 présentent des valeurs moyennes sont respectivement de $38,7 \text{ m}^3/\text{ha}$ et $34,20 \text{ m}^3/\text{ha}$.

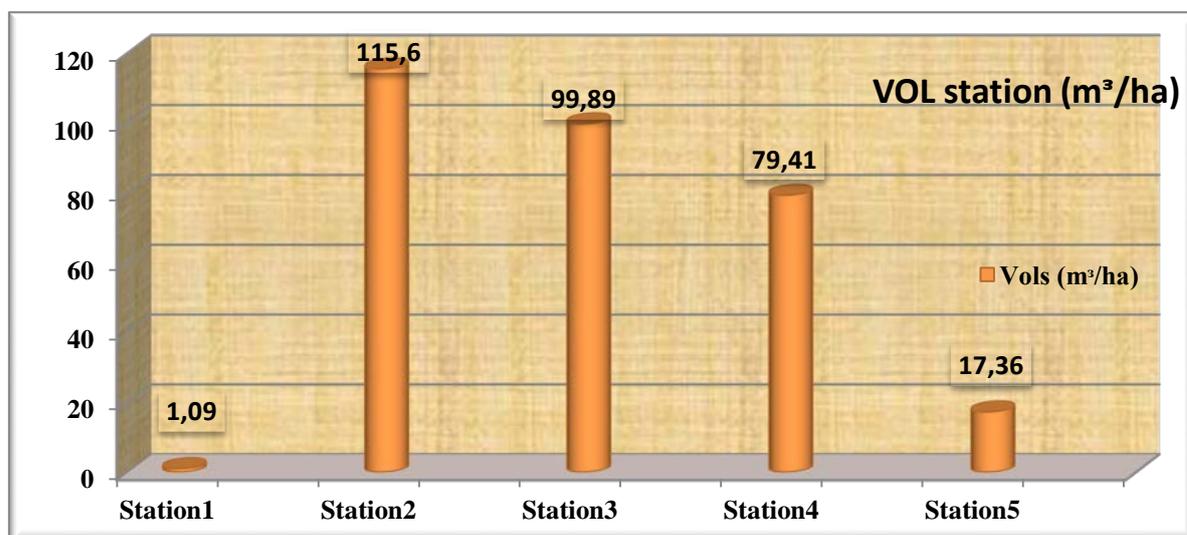
Pour la station S3, la moyenne la plus importante du volume est obtenue dans la placette S3P3 avec $35,90 \text{ m}^3/\text{ha}$. Les placettes S3P1 et S3P2 présentent des valeurs intermédiaires sont respectivement de $1,17 \text{ m}^3/\text{ha}$ et $32,82 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Pour la station S4, la moyenne élevée est marquée au niveau de la placette S4P3 avec $33,05 \text{ m}^3/\text{ha}$. Ainsi les placettes S4P1 et S4P2 présentent les valeurs sont respectivement de $18,68 \text{ m}^3/\text{ha}$ et $27,74 \text{ m}^3/\text{ha}$.

Pour la station S5, la placette S5P1 marque la grande moyenne du volume avec $7,02 \text{ m}^3/\text{ha}$, et les placettes S5P2 et S5P3 avec des valeurs sont respectivement de $5,50 \text{ m}^3/\text{ha}$ et $4,84 \text{ m}^3/\text{ha}$.

D- Par hectare

La figure 24 présente les moyennes de volume de liège de reproduction des cinq stations



Figures 29 : Moyennes de volume de liège de production pour les cinq stations.

III.1.3- ETUDE DE LA VARIABILITE INTER-PLACETTES ET INTER-STATIONS DES PARAMETRES DENDROMETRIQUES

III.1.3.1- ANOVA 1 INTER-STATIONS DES CARACTÈRES DENDROMETRIQUES.

Le tableau 29 montre les résultats de comparaison des moyens inters-placettes et intra-placettes des différents paramètres dendrométriques pour le peuplement

Tableau 29 : Analyse de la variance pour les paramètres de mesures du peuplement.

Variable	Source de variation	SC	Ddl	MC	Fobs	P	Observation
Ep	Inter-placettes	0,010	4	0,0026	38,87	0,00	THS
	Intra-placettes	0,01	192	0,00007			
Htot	Inter-placettes	1982,461	4	495,6153	27,71	0,00	THS
	Intra-placettes	4328,04	242	17,88446			
Hdem	Inter-placettes	42,390	4	10,5974	43,53	0,00	THS
	Intra-placettes	46,50	191	0,24344			
Gi	Inter-placettes	0,421	4	0,1053	22,39	0,00	THS
	Intra-placettes	0,90	192	0,00470			
Vol (m³)	Inter-placettes	282,251	4	70,5628	0,730	0,57	NS
	Intra-placettes	18446,13	191	96,57658			

Légende : **Ep** : Épaisseur du liège, **Htot** : Hauteur totale. **Hdem** : hauteur de démasclage ; **Gi** : Surface terrière ; **Vol** : Volume du liège ; **SC** : Somme des carrés ; **Ddl** : Degré de liberté ; **MC** : Moyenne des carrés ; **Fobs** : Est une variable de Fisher-Snedecor ; **P** : Probabilité ; **NS** : non significatif ; **THS** : très hautement significatif.

Le tableau 29 montre que les différentes analyses de la variance pour les paramètres Ep ; Htot ; Hdem et Gi présentent une différence très hautement significative au seuil de ($\alpha = 0,05$) et une différence non significative pour le paramètre Vol.

III.1.3.2- ANOVA 1 INTER-PLACETTES DES CARACTÈRES DENDROMÉTRIQUES PAR STATION

❖ STATION 1

Le tableau 30 montre les résultats de comparaison des moyens inters-placette et intra-placettes des différents paramètres dendrométriques pour la station 1 :

:

Tableau 30 : Analyse de la variance des paramètres mesurés pour la station 1

Variable	Source de variation	SC	Ddl	MC	Fobs	P	Observation
Ep	Inter-placettes	0,0001	2	0,00005	11,18	0,00	THS
	Intra-placettes	0,0001	23	0,000005			
H tot	Inter-placette	136,1341	2	68,06703	14,54	0,00	THS
	Intra-placettes	168,4516	36	4,679211			
H dem	Inter-placettes	3,5602	2	1,78009	7,95	0,00	THS
	Intra-placettes	5,1499	23	0,223910			
Gi	Inter-placettes	0,0175	2	0,00876	3,57	0,04	S
	Intra-placettes	0,0563	23	0,002449			
Vol (m³)	Inter-placettes	0,0000	2	0,00002	0,47	0,62	NS
	Intra-placettes	0,0008	23	0,000034			

Légende : **Ep** : Épaisseur du liège, **Htot** : Hauteur totale. **Hdem** : hauteur de démasclage ; **Gi** : Surface terrière ; **Vol** : Volume du liège ; **SC** : Somme des carrés ; **Ddl** : Degré de liberté ; **MC** : Moyenne des carrés ; **Fobs** : Est une variable de Fisher-Snedecor ; **P** : Probabilité ; **NS** : non significatif ; **THS** : très hautement significatif, **S** : significatif.

Le tableau 30 montre qu'au seuil de risque α de 5 %, les paramètres Ep ; Htot et Hdem présentent des différences très hautement significatives tandis que le paramètre Gi présente une différence significative alors que le paramètre Vol présente une différence non significative.

❖ STATION 2

Le tableau 31 résume les résultats de comparaison des moyens inters-placette et intra-placettes des différents paramètres dendrométriques pour la station 2 :

Tableau 31 : Analyse de la variance des paramètres mesurés pour la station 2

Variable	Source de variation	SC	Ddl	MC	Fobs	P	Observation
Épais	Inter-placettes	0,00011	2	0,00006	0,82	0,44	NS
	Intra-placettes	0,0035	52	0,00007			
H tot	Inter-placettes	58,69522	2	29,34761	1,82	0,17	NS
	Intra-placettes	835,7136	52	16,07141			
H dem	Inter-placettes	0,06653	2	0,03326	0,19	0,82	NS
	Intra-placettes	8,9535	52	0,17218			
Gi	Inter-placettes	0,00528	2	0,00264	0,85	0,43	NS
	Intra-placettes	0,1605	52	0,00309			
Vol (m ³)	Inter-placettes	0,00320	2	0,00160	0,75	0,47	NS
	Intra-placettes	0,1102	52	0,00212			

Légende : **Ep** : Épaisseur du liège, **Htot** : Hauteur totale. **Hdem** : hauteur de démasclage ; **Gi** : Surface terrière ; **Vol** : Volume du liège ; **SC** : Somme des carrés ; **Ddl** : Degré de liberté ; **MC** : Moyenne des carrés ; **Fobs** : Est une variable de Fisher-Snedecor ; **P** : Probabilité ; **NS** : non significatif.

Le tableau 31 montre qu'au seuil du risque α de 5 %, tous les paramètres étudiés présentent des différences non significatives.

❖ STATION 3

Le tableau 32 résume les résultats de comparaison des moyens inters-placette et intra-placettes des différents paramètres dendrométriques pour la station 3 :

Tableau 32 : Analyse de la variance des paramètres mesurés pour la station 3

Variable	Source de variation	SC	Ddl	MC	Fobs	P	Observation
Ep	Inter-placettes	0,00064	2	0,00032	4,43	0,01	S
	Intra-placettes	0,0033	46	0,00007			
Htot	Inter-placettes	31,83594	2	15,91797	0,81	0,44	NS
	Intra-placettes	894,8453	46	19,45316			
Hdem	Inter-placettes	1,05340	2	0,52670	3,93	0,026	NS
	Intra-placettes	6,1581	46	0,13387			
Gi	Inter-placettes	0,00223	2	0,00111	0,17	0,84	NS
	Intra-placettes	0,3014	46	0,00655			
Vol (m³)	Inter-placettes	0,01801	2	0,00901	4,56	0,01	S
	Intra-placettes	0,0908	46	0,00197			

Légende : **Ep** : Épaisseur du liège, **Htot** : Hauteur totale. **Hdem** : hauteur de démasclage ; **Gi** : Surface terrière ; **Vol** : Volume du liège ; **SC** : Somme des carrés ; **Ddl** : Degré de liberté ; **MC** : Moyenne des carrés ; **Fobs** : Est une variable de Fisher-Snedecor ; **P** : Probabilité ; **NS** : non significatif, **S** : significatif.

Le tableau 32 montre qu'au seuil de risque α de 5 %, épaisseur (EP) présente une différence significative ; et les paramètres Htot, Hdem et Gi présentent des différences non significatives tandis que le paramètre Vol présente une différence significative.

❖ STATION 4

Le tableau 33 résume les résultats de comparaison des moyens inters-placette et intra-placettes des différents paramètres dendrométriques pour la station 4 :

Tableau 33 : Analyse de la variance des paramètres mesurés pour la station 4

Variable	Source de variation	SC	Ddl	MC	Fobs	P	Observation
Ep	Inter-placettes	0,0003	2	0,00017	3,69	0,03	S
	Intra-placettes	0,0015	33	0,00005			
Htot	Inter-placettes	156,9921	2	78,49607	3,46	0,04	S
	Intra-placettes	952,0640	42	22,66819			
Hdem	Inter-placettes	7,6086	2	3,80432	13,09	0,00	THS
	Intra-placettes	9,5853	33	0,29046			
Gi	Inter-placettes	0,1540	2	0,07698	19,43	0,00	THS
	Intra-placettes	0,1307	33	0,00396			
Vol (m³)	Inter-placettes	0,0836	2	0,04179	12,58	0,00	THS
	Intra-placettes	0,1096	33	0,00332			

Légende : **Ep** : Épaisseur du liège, **Htot** : Hauteur totale. **Hdem** : hauteur de démasclage ; **Gi** : Surface terrière ; **Vol** : Volume du liège ; **SC** : Somme des carrés ; **Ddl** : Degré de liberté ; **MC** : Moyenne des carrés ; **Fobs** : Est une variable de Fisher-Snedecor ; **P** : Probabilité ; **THS** : très hautement significatif, **S** : significatif.

Le tableau 33 montre qu'au seuil de risque α de 5 %, les paramètres Ep et Htot présentent des différences significatives, alors que les paramètres Hdem, Gi et Vol présentent des différences très hautement significatives.

❖ STATION 5

Le tableau 34 résume les résultats de comparaison des moyens inters-placette et intra-placettes des différents paramètres dendrométriques pour la station 5 :

Tableau 34 : Analyse de la variance des paramètres mesurés pour la station 5

Variable	Source de variation	SC	Ddl	MC	Fobs	P	Observation
Ep	Inter-placettes	0,00160	2	0,00080	16,08	0,00	THS
	Intra-placettes	0,001	28	0,00005			
Htot	Inter-placettes	60,96882	2	30,48441	1,65	0,20	S
	Intra-placettes	1032,338	56	18,43460			
Hdem	Inter-placettes	1,89946	2	0,94973	10,41	0,00	THS
	Intra-placettes	2,463	27	0,09121			
Gi	Inter-placettes	0,01404	2	0,00702	3,22	0,05	S
	Intra-placettes	0,061	28	0,00218			
Vol (m³)	Inter-placettes	0,00154	2	0,00077	3,045	0,06	S
	Intra-placettes	0,007	27	0,00025			

Légende : **Ep** : Épaisseur du liège, **Htot** : Hauteur totale. **Hdem** : hauteur de démasclage ; **Gi** : Surface terrière ; **Vol** : Volume du liège ; **SC** : Somme des carrés ; **Ddl** : Degré de liberté ; **MC** : Moyenne des carrés ; **Fobs** : Est une variable de Fisher-Snedecor ; **P** : Probabilité ; **NS** : non significative ; **THS** : très hautement significative, **S** : significatif.

Le tableau 34 montre qu'au seuil de risque α de 5 %, le paramètre Ep et Hdem présentent des différences très hautement significatives tandis que les paramètres Htot ; gi et Vol présentent des différences significatives.

III.1.4- INDICE DE COMPÉTITION

Les tableaux 35 et 36 résument le calcul des indices de compétition (DMV, IR, IH) pour les placettes et les stations d'études de la forêt de YAKOUREN.

Tableau 35 : Estimation des indices de compétition (DMV, IR, IH) pour les placettes.

Station	Placettes	Paramètres	DMV	IH	IR
S1	S1P1	M	8,24	31,19	33,40
		CV %	220	40	100
	S1P2	M	6,68	37,27	20,46
		CV %	735	22	26
	S1P3	M	6,98	23,58	30,80
		CV %	448	44	40
S2	S2P1	M	8,58	13,34	50,53
		CV%	483	43	36
	S2P2	M	6,81	17,10	34,58
		CV %	838	21	22
	S2P3	M	6,84	15,11	39,22
		CV %	538	30	35
S3	S3P1	M	6,72	23,22	43,32
		CV%	201	70	94
	S3P2	M	9,15	15,11	50,86
		CV %	384	51	47
	S3P3	M	9,80	13,34	52,26
		CV %	641	32	27
S4	S4P1	M	9,75	11,85	55,30
		CV %	736	24	25
	S4P2	M	9,14	18,90	39,51
		CV %	631	28	29
	S4P3	M	7,67	15,29	44,15
		CV %	411	42	45
S5	S5P1	M	5,82	12,96	41,57
		CV %	425	47	45
	S5P2	M	7,30	28,17	37,70
		CV %	274	103	60
	S5P3	M	9,57	15,14	57,40
		CV %	276	52	68

Légende : DMV : distance moyenne des arbres voisins, IH : indice de compétition de Hart-Beching, IR : indice de compétition de Reineke, M : moyenne, CV : coefficient de variation.

III.1.4.1- MOYENNES DES INDICES DE COMPÉTITION PAR STATION

Le tableau 36 résume les moyennes et les coefficients de variation pour les indices de compétition.

Tableau 36 : Estimation des indices de compétition (DMV, IR, IH) pour les stations.

Stations	Paramètres	DMV	IH	IR
S1	M	7,24	30,29	28,08
	CV %	32	39	70
S2	M	7,37	15,22	41,20
	CV %	21	32	36
S3	M	8,34	17,91	48,18
	CV %	35	68	62
S4	M	8,76	15,11	46,63
	CV %	21	38	36
S5	M	7,17	17,64	44,54
	CV %	39	97	60

Légende : DMV : distance moyenne des arbres voisins, IH : indice de compétition de Hart-Beching, IR : indice de compétition de Reineke, M : moyenne, CV : coefficient de variation.

III.1.4.2- DISTANCE MOYENNE DES ARBRES VOISINS (DMV)

❖ ENTRE LES PLACETTES

Selon le tableau 35, la distance moyenne des arbres voisins (DMV) montre que la placette S1P1 donne la moyenne la plus importante dans cette station avec 8.24 m est la plus faible est 6,68 m pour S1P leurs coefficients sont de 220 % pour S1P1 et 735 % pour S1P2.

Pour la station, la moyenne plus est enregistrée au niveau de S2P avec 8,58 m est un coefficient de variation de 483 %. La plus faible variable est celle de S2P2 avec 6,81 m est un coefficient de variation égale à 838 %.

La station S3, la distance moyenne des arbres voisins donne une moyenne la plus importante au niveau de la placette S3P3 avec 9,80 m est un coefficient de variation de 641 %. La plus faible valeur est celle de la placette S3P1 avec 6,72 m est un coefficient de variation de 201 %.

La station S4 enregistre la moyenne la plus élevée pour la placette S4P1 avec 9,75 m est un coefficient de variation de 736 %. La moyenne la plus faible est au niveau de la placette S4P3 avec 7,67 m et un coefficient de variation de 411 %.

Pour la station S5, la moyenne la plus importante est enregistrée au niveau de la placette S5P3 avec 9,57 m et un coefficient de variation égale à 276 %. La placette S5P1 donne la moyenne la plus faible égale à 5,82 m et un coefficient de variation de 425 %.

❖ ENTRE LES STATIONS

Les moyennes de la distance moyenne des arbres voisins dans les cinq stations varient de la plus élevée entre 8,76 m avec le coefficient de variation de 21 % dans la station S4, et 8,34 m avec un coefficient de variation de 35 % pour la station S3, après 7,37 m pour la station S2 avec un coefficient de variation de 21 % et 7,24 m pour S1 avec coefficient de variation de 32 %, et S5 avec la moyenne la plus faible avec une valeur de 7,17 m et un coefficient de variation de 39 %.

III.1.4.3- INDICE DE COMPÉTITION DE HART-BECKING (IH)

❖ ENTRE LES PLACETTES

D'après le tableau 35, les moyennes de l'indice d'espacement de Hart-Beching (IH) pour les placettes se résument comme suite :

Pour la première station, les moyennes de l'indice de Hart-Beching sont varient entre 23,58 (S1P3) et 37,27 (S1P2) avec coefficients de variation sont respectivement de 44 % et 22 %.

Pour la station S2, les moyennes d'IH varient entre 13,34 (S2P1) et 17,10 (S2P2) avec des coefficients de variation respectivement de 43 % et 21 %.

La station S3 présente des moyennes qui varient entre 13,34 (S3P3) et 23,22 (S3P1) avec des coefficients de variation respectivement de 32 % et 70 %.

Pour la station S4, les moyennes varient entre 11,85 (S4P1) avec un coefficient de variation 24 % et 18,90 (S4P2) avec coefficient de variation de 28 %.

La station S5, note les moyennes qui varient entre 12,96 (S5P1) et 28,17 (S5P) avec des coefficients de variation respectivement de 47 % et 103 %.

❖ ENTRE LES STATIONS

Les moyennes de l'indice de compétition de Hart-Beching dans les cinq stations varient entre 15,11 pour la station S5 avec coefficient de variation de 38 % et 30,29 pour la station S1 avec coefficient de variation de 39 %, ainsi 17,91 pour la station S3 avec coefficient de variation de 68 %. Pour S5 la moyenne d'IH est de 17,64 avec coefficient de 97 % et 15,22 pour la station S2 avec coefficient de 32 %.

III.1.4.4- INDICE DE COMPÉTITION DE REINEKE (IR)**❖ ENTRE LES PLACETTES**

Les moyennes de l'indice de compétition de Reineke (IR) sont comme suite :

La station S1 donne les moyennes de l'indice de compétition de Reineke variant entre 20,46 (S1P2) et 33,40 (S1P1) avec des coefficients de variation sont respectivement de 26 % et 100 %.

Pour S2, les moyennes d'IR varient entre 34,58 (S2P2) et 50,53 (S2P1) avec des coefficients de variation sont respectivement de 22 % et 36 %.

La station S3 enregistre également les moyennes de IR varient entre 43,32 (S3P1) et 52,26 (S3P3) avec des coefficients de variation sont respectivement de 94 % et 27 %.

Pour la station S4, les moyennes sont varient entre 39,51 (S4P2) et 55,30 (S4P1) avec des coefficients de variation sont respectivement de 29 % et 25 %.

La station S5 note les moyennes d'IR qui varient entre 37,70 (S5P2) et 57,40 (S5P3) avec des coefficients de variation sont respectivement de 60 % et 68 %.

❖ Entre les stations

Les moyennes de l'indice de compétition de Reineke dans les cinq stations varient entre 48,18 avec le coefficient de variation de 62 % pour S3, et 46,63 avec un coefficient de variation de 36 % pour S4 et 44,54 avec un coefficient de variation de 60 % au niveau de la station S5 et 41,20 avec coefficient de variation de 36 % pour S2 et la moyenne la plus faible enregistrée pour S1 avec une valeur de 28,08 et un coefficient de variation de 70 %.

III.1.4.5- ANOVA 1 INTER-PLACETTES PAR STATION DES INDICES DE COMPÉTITION

Les tableaux de 37 à 42 résument les résultats de comparaison des moyens inters stations des indices de compétition.

• LA STATION 1

Après l'analyse du tableau 37 et suite aux résultats du test de l'ANOVA 1, nous observons pour la station 1, que les caractères : distance moyenne des arbres voisins et IR présentent des différences significatives, alors que IH présente une différence non significative.

Tableau 37 : Analyse de la variance des indices de compétition pour la station 1.

Variable	Source de variation	SC	dl	MC	F	p	Observation
DMV	Inter placettes	16,12	2	8,06	1,58	0,220	S
	Intra placettes	183,92	36	5,11			
IH	Inter placettes	1319,35	2	659,68	6,16	0,005	NS
	Intra placettes	3856,08	36	107,11			
IR	Inter placettes	1177,70	2	588,85	1,55	0,226	S
	Intra placettes	13683,85	36	380,11			

Légende : SC : Somme des carrés ; dl : Degré de liberté ; MC : Moyennes des carrés ; F : est une variable de Fisher-Snedecor ; P : Probabilité ; DMV : Distance moyenne des arbres voisins ; IR : Indice de compétition de Reineke ; IH : Indice de Hart-Becking. NS : non significative ; S : significatif.

• LA STATION 2

Pour la station 2, le caractère distance moyenne des arbres voisins présente une différence significative, alors que IH présente une différence non significative, et le caractère IR présente une différence hautement significative.

Tableau 38 : Analyse de la variance des indices de compétition pour la station 2.

Variable	Source de variation	SC	dl	MC	F	p	Observation
DMV	Inter placettes	36,05	2	18,03	10,14	0,000	THS
	Intra placettes	92,40	52	1,78			
IH	Inter placettes	123,64	2	61,82	2,78	0,071	NS
	Intra placettes	1155,80	52	22,23			
IR	Inter placettes	2346,27	2	1173,14	6,23	0,003	HS
	Intra placettes	9790,51	52	188,28			

Légende : SC : Somme des carrés ; dl : Degré de liberté ; MC : Moyennes des carrés ; F : est une variable de Fisher-Snedecor ; P : Probabilité ; DMV : Distance moyenne des arbres voisins ; IR : Indice de compétition de Reineke ; IH : Indice de Hart-Becking ; NS : non significative ; THS : très hautement significative ; HS : hautement significative.

• LA STATION 3

Pour la station 3, le caractère distance moyenne des arbres voisins présente une différence hautement significative, alors que le caractère IH présente une différence significative, et le caractère IR présente une différence non significative.

Tableau 39 : Analyse de la variance des indices de compétition pour la station 3.

Variable	Source de variation	SC	dl	MC	F	p	Observation
DMV	Inter placettes	92,05	2	46,03	6,59	0,003	HS
	Intra placettes	321,31	46	6,99			
IH	Inter placettes	974,79	2	487,39	3,66	0,033	S
	Intra placettes	6131,81	46	133,30			
IR	Inter placettes	812,76	2	406,38	0,45	0,641	NS
	Intra placettes	41755,77	46	907,73			

Légende : SC : Somme des carrés ; dl : Degré de liberté ; MC : Moyennes des carrés ; F : est une variable de Fisher-Snedecor ; P : Probabilité ; DMV : Distance moyenne des arbres voisins ; IR : Indice de compétition de Reineke ; IH : Indice de Hart-Becking ; NS : non significative ; HS : hautement significative ; S : significatif.

• LA STATION 4

Pour la station 4, les caractères distance moyenne des arbres voisins et IH présentent des différences hautement significatives, alors que le paramètre IH présente une différence significative.

Tableau 40 : Analyse de la variance des indices de compétition pour la station 4.

Variable	Source de variation	SC	dl	MC	F	p	Observation
DMV	Inter placettes	37,94	2	18,97	7,45	0,001	HS
	Intra placettes	107,00	42	2,55			
IH	Inter placettes	332,77	2	166,39	6,16	0,004	HS
	Intra placettes	1133,83	42	27,00			
IR	Inter placettes	1846,56	2	923,28	3,62	0,035	S
	Intra placettes	10719,08	42	255,22			

Légende : SC : Somme des carrés ; dl : Degré de liberté ; MC : Moyennes des carrés ; F : est une variable de Fisher-Snedecor ; P : Probabilité ; DMV : Distance moyenne des arbres voisins ; IR : Indice de compétition de Reineke ; IH : Indice de Hart-Becking ; HS : hautement significative ; S : significatif.

• LA STATION 5

Pour la station 5, le caractère distance moyenne des arbres voisins présente une différence très significative, alors que les caractères IH et IR présentent des différences significatives.

Tableau 41 : Analyse de la variance des indices de compétition pour la station 5.

Variable	Source de variation	SC	dl	MC	F	p	Observation
DMV	Inter placettes	137,58	2	68,79	11,81	0,000	THS
	Intra placettes	326,06	56	5,82			
IH	Inter placettes	2481,59	2	1240,80	4,82	0,011	S
	Intra placettes	14430,57	56	257,69			
IR	Inter placettes	3474,84	2	1737,42	2,52	0,089	S
	Intra placettes	38596,82	56	689,23			

Légende : SC : Somme des carrés ; dl : Degré de liberté ; MC : Moyennes des carrés ; F : est une variable de Fisher-Snedecor ; P : Probabilité ; DMV : Distance moyenne des arbres voisins ; IR : Indice de compétition de Reineke ; IH : Indice de Hart-Becking ; THS : Très hautement significative ; HS : Hautement significative ; S : significatif.

III.1.4.6- ANOVA 1 INTER-STATIONS DES INDICES DE COMPÉTITION

Pour estimer cette variabilité pour chacun des indices de compétition, nous avons appliqué différents tests de l'analyse de la variance à un facteur.

Tableau 42 : Analyse de la variance des indices de compétition pour le peuplement.

Variable	Source de variance	SC	dl	MC	F	p	Observation
DMV	Inter placettes	100,67	4	25,17	4,51	0,001	HS
	Intra placettes	1350,5	242	5,58			
IH	Inter placettes	6584,06	4	1646,02	12,47	0,000	THS
	Intra placettes	31940,2	242	131,98			
IR	Inter placettes	10783,10	4	2695,78	5,25	0,000	THS
	Intra placettes	124204,2	242	513,24			

Légende : SC : Somme des carrés ; dl : Degré de liberté ; MC : Moyennes des carrés ; F : est une variable de Fisher-Snedecor ; P : Probabilité ; DMV : Distance moyenne des arbres voisins ; IR : Indice de compétition de Reineke ; IH : Indice de Hart-Becking ; THS : Très hautement significative ; HS : Hautement significative.

Le test de l'ANOVA montre que les caractères IH et IR présentent des différences très hautement significatives entre les stations au seuil de 5 %, alors que le caractère distance moyenne des arbres voisins présente une différence hautement significative.

III.1.5- MATRICE DE CORRÉLATION

Suite à l'analyse des tableaux 43, 44, 45,46 et 47, il s'avère que les couples des variables présentent des corrélations significatives au seuil de 5 %.

Tableau 43: Matrice de corrélation des variables de la station 1.

Variables	Dia (cm)	Ep (cm)	Htot (m)	Hdem (m)	Gi (m ²)	Vol (m ³)	Hdom (m)
Dia (cm)	1						
Ep (cm)	-0,23	1					
Htot (m)	0,55	-0,61	1				
Hdem (m)	0,84	-0,45	0,62	1			
Gi (cm ²)	0,99	-0,26	0,57	0,85	1		
Vol (m ³)	0,53	0,54	-0,11	0,37	0,47	1	
Hdom(cm)	0,47	-0,70	0,67	0,61	0,47	-0,16	1

Ligand : **Dia** : Diamètre de l'arbre à 1 m 30 de sol ; **Ep** : Épaisseur du liège ; **Htot** : Hauteur totale ; **Hdem** : Hauteur de démasclage ; **Gi** : Surface terrière ; **Vol** : Volume ; **Hdom** : Hauteur dominante.

Tableau 44 : Matrice de corrélation des variables de la station 2.

Variables	Dia (cm)	Ep (cm)	Htot (m)	Hdem (m)	Gi (m ²)	Vol (m ³)	Hdom (m)
Dia (cm)	1						
Ep (cm)	0,32	1					
Htot (m)	0,11	0,10	1				
Hdem(m)	0,24	0,25	0,36	1			
Gi (m ²)	0,99	0,31	0,08	0,20	1		
Vol (m ³)	0,63	0,87	0,21	0,52	0,62	1	
Hdom(cm)	-0,07	0,15	0,20	0,07	-0,07	0,09	1

Ligand : **Dia** : Diamètre de l'arbre à 1 m 30 de sol ; **Ep** : Épaisseur du liège ; **Htot** : Hauteur totale ; **Hdem** : Hauteur de démasclage ; **Gi** : Surface terrière ; **Vol** : Volume ; **Hdom** : Hauteur dominante.

Tableau 45 : Matrice de corrélation des variables de la station 3.

Variables	Dia (cm)	Ep (cm)	Htot (m)	Hdem (m)	Gi (m ²)	Vol (m ³)	Hdom (m)
Dia (cm)	1						
Ep (cm)	0,10	1					
Htot (m)	0,39	0,01	1				
Hdem(m)	0,31	0,07	0,33	1			
Gi (m ²)	0,99	0,05	0,34	0,26	1		
Vol (m ³)	-0,24	0,09	0,08	0,22	-0,25	1	
Hdom(m)	0,05	-0,31	-0,03	-0,19	0,07	-0,14	1

Ligand : **Dia** : Diamètre de l'arbre à 1 m 30 de sol ; **Ep** : Épaisseur du liège ; **Htot** : Hauteur totale ; **Hdem** : Hauteur de démasclage ; **Gi** : Surface terrière ; **Vol** : Volume ; **Hdom** : Hauteur dominante.

Tableau 46 : Matrice de corrélation des variables de la station 4.

Variables	Dia (cm)	Ep (cm)	Htot (m)	Hdem (m)	Gi (m ²)	Vol (m ³)	Hdom (m)
Dia (cm)	1						
Ep (cm)	0,54	1					
Htot (m)	0,48	0,35	1				
Hdem(m)	0,71	0,48	0,50	1			
Gi (m ²)	0,99	0,52	0,44	0,69	1		
Vol (m ³)	0,82	0,76	0,41	0,81	0,83	1	
Hdom(m)	0,50	0,31	0,48	0,62	0,48	0,46	1

Ligand : **Dia** : Diamètre de l'arbre à 1 m 30 de sol ; **Ep** : Épaisseur du liège ; **Htot** : Hauteur totale ; **Hdem** : Hauteur de démasclage ; **Gi** : Surface terrière ; **Vol** : Volume ; **Hdom** : Hauteur dominante.

Tableau 47 : Matrice de corrélation des variables de la station 5.

Variables	Dia (cm)	Ep (cm)	Htot (m)	Hdem (m)	Gi (m ²)	Vol (m ³)	Hdom (m)
Dia (cm)	1						
Ep (cm)	-0,26	1					
Htot (m)	0,66	-0,27	1				
Hdem(m)	0,51	-0,34	0,58	1			
Gi (m ²)	0,99	-0,23	0,61	0,49	1		
Vol (m ³)	0,39	0,72	0,11	0,14	0,42	1	
Hdom(m)	0,02	-0,25	0,14	0,45	0,07	-0,15	1

Ligand : **Dia** : Diamètre de l'arbre à 1 m 30 de sol ; **Ep** : Épaisseur du liège ; **Htot** : Hauteur totale ; **Hdem** : Hauteur de démasclage ; **Gi** : Surface terrière ; **Vol** : Volume ; **Hdom** : Hauteur dominante.

D'après les tableaux 43 à 48 les couples de variables présentent des corrélations significatives, elles se présentent comme suit :

▪ **Le diamètre est corrélé avec :**

- La hauteur totale, la hauteur de démasclage, surface terrière, volume de liège et la hauteur dominante pour la station 1 (tableau 43).
- L'épaisseur du liège, la surface terrière et le volume de liège pour la station 2 (tableau 44).
- La hauteur totale, la hauteur de démasclage et la surface terrière pour la station 3 (tableau 45).
- L'épaisseur du liège, la hauteur totale, la hauteur de démasclage, la surface terrière, le volume de liège et la hauteur dominante, pour la station 4 (tableau 46).
- La hauteur totale, la hauteur de démasclage, la surface terrière et le volume, pour la station 5 (tableau 47).

- **L'épaisseur est corrélée avec :**
 - La hauteur totale, la hauteur de démasclage, le volume et la hauteur dominante pour la station 1 (tableau 43).
 - La surface terrière et le volume pour la station 2 (tableau 44).
 - La hauteur dominante pour la station 3 (tableau 45).
 - La hauteur totale, la hauteur de démasclage, la surface terrière et le volume, pour la station 4 (tableau 46).
 - E volume pour la station 5 (tableau 47).
- **La hauteur totale est corrélée avec :**
 - La hauteur de démasclage, la surface terrière et la hauteur dominante, pour la station 1 (tableau 43).
 - La hauteur de démasclage pour la station 2 (tableau 44).
 - La hauteur de démasclage et la surface terrière, pour la station 3 (tableau 45).
 - La hauteur de démasclage, la surface terrière et le volume, pour la station 4 (tableau 46).
 - La hauteur de démasclage et la surface terrière pour la station 5 (tableau 47).
- **La hauteur de démasclage est corrélée avec :**
 - La surface terrière et la hauteur dominante pour la station 1 (tableau 43).
 - Le volume pour la station 2 (tableau 44).
 - La surface terrière, le volume et la hauteur totale, pour la station 4 (tableau 46).
 - La surface terrière, le volume et la hauteur dominante pour la station 5 (tableau 47).
- **La surface terrière est corrélée avec :**
 - Le volume et la hauteur dominante pour la station 1 (tableau 43).
 - Le volume pour la station 2 (tableau 44).
 - Le volume et la hauteur dominante pour la station 4 (tableau 46).
 - Le volume pour la station 5 (tableau 47).

III.1.5.1-REGRESSION ENTRE LA DENSITÉ ET LE DIAMÈTRE

Le calcul de l'indice de Reineke nécessite la détermination de la droite de régression du nuage du point [(Log (Dg) ; Log (N)] appelé « droite d'auto éclaircie ».

Ainsi pour chaque station, l'indice de Reineke est calculé par rapport à la densité moyenne de notre échantillon sur la base de la valeur de la pente de la régression pour chaque station (Figure 30).

Tableau 48 : les coefficients de détermination des courbes de Tendence de toutes les stations.

Stations	Type de la courbe	Equation	Coefficient de détermination
S1	Polynomiale	Den= -0,0057 Dia ² +2,3657 Dia + 190,81	R ² = 0,3061
S2	Polynomiale	Den= -0,0104 Dia ² + 0,4348 Dia + 371,27	R ² = 0,0262
S3	Polynomiale	Den= 0,0689 Dia ² - 7,0293 Dia + 506,69	R ² = 0,0437
S4	Polynomiale	Den= 0,0697 Dia ² - 5,8523 Dia + 407,7	R ² = 0,377
S5	Polynomiale	Den= -0,3694 Dia ² + 17,576 Dia +318,56	R ² =0,4497

D'après le tableau 48 et la figure 30, nous remarquons la corrélation entre la densité et le diamètre indiquée par le coefficient de détermination (R² = 0.45) qui est significative pour la station S5. Par contre, les autres stations (S1, S2, S3 et S4) n'ont pas une valeur significative du coefficient de détermination.

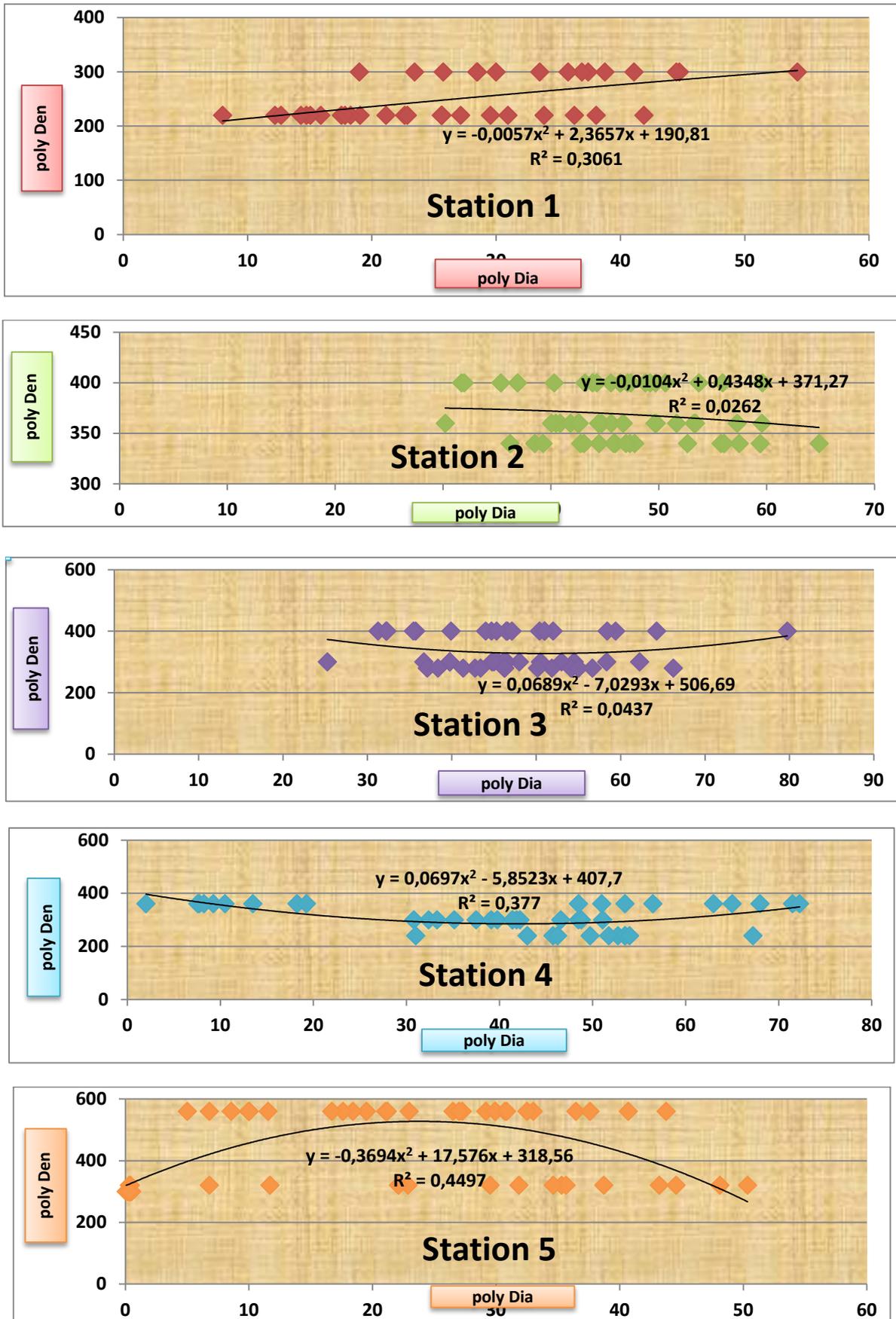


Figure 30 : Représentation graphique du diamètre et celui de densité de chaque station.

III.1.6- SYNTHÈSE MULTIFACTORIELLE

L'analyse en composantes principales (ACP) est la méthode statistique descriptive la plus connue et la plus utilisée (CSIN, 1999 in CHABANE, 2014), son objectif :

- Représenter graphiquement l'observation de $P > 3$ variables.
- Recherche de résumés pertinents dans le plan ou l'espace, respectant :
 - ✓ Les distances entre les individus.
 - ✓ La structure des corrélations entre variables.

❖ La matrice de corrélation

Tableau 49 : Matrice de corrélation des variables de peuplement.

Variables	Dia (cm)	Ep (cm)	Htot (m)	Hdem (m)	Gi (m ²)	Vol (m ³)	K	DMV (m)	d (N/ha)	Hdom (m)	IH	IR
Dia (cm)	1											
Ep (cm)	0,65	1										
Htot (m)	0,96	0,69	1									
Hdem(m)	-0,21	-0,37	-0,21	1								
Gi (m ²)	0,77	0,73	0,80	-0,23	1							
Vol (m ³)	-0,27	-0,09	-0,21	0,06	-0,17	1						
K	0,64	0,88	0,68	-0,49	0,66	-0,11	1					
DMV	0,42	0,21	0,49	-0,21	0,32	0,20	0,31	1				
d (N/ha)	0,86	0,79	0,91	-0,29	0,83	-0,32	0,80	0,27	1			
Hdom(m)	-0,13	-0,50	-0,12	0,48	-0,26	0,23	-0,58	0,44	-0,44	1		
IH	-0,57	-0,69	-0,63	0,58	-0,60	-0,12	-0,85	-0,38	-0,73	0,60	1	
IR	0,47	0,55	0,53	-0,58	0,48	-0,08	0,74	0,68	0,58	-0,34	-0,81	1

Ligand : **Dia** : Diamètre de l'arbre à 1 m 30 de sol ; **Ep** : Épaisseur du liège ; **Htot** : Hauteur totale ; **Hdem** : Hauteur de démasclage ; **Gi** : Surface terrière ; **Vol** : Volume ; **K** : Coefficient de démasclage ; **DMV** : Distance moyenne des arbres voisins ; **d** : Densité ; **Hdom** : Hauteur dominante ; **IH** : Indice de Hart-Becking ; **IR** : Indice de compétition de Reineke.

Suite aux résultats de matrice de corrélation présentés dans le tableau 49, nous distinguons les variables qui corrént entre elles soit positivement ou négativement :

- Le diamètre est corrélé positivement avec l'épaisseur (0,65) ; la hauteur totale (0,96) ; la surface terrière (0,77) ; coefficient de démasclage (0,64) ; densité (0,86) et IR (0,74) et négativement avec IH (-0,57).
- L'épaisseur est corrélée positivement avec la hauteur totale (0,69) ; coefficient de démasclage (0,88) ; densité (0,79) et IR(0,55) et négativement avec la hauteur dominante (-0,50) et IH (-0,69).
- La hauteur de démasclage est corrélée positivement avec la hauteur dominante (0,48) et IH (0,58) et négativement avec IR (-0,58).
- La hauteur totale est corrélée positivement avec la surface terrière (0,80) ; coefficient de démasclage (0,68) ; la densité (0,91) : IR(0,53) et négativement avec IH (-,63).

- La surface terrière est corrélée positivement avec le coefficient de démasclage (0,66) ; densité (0,83) et IR (0,48) et négativement avec IH (-0,60).
- Le coefficient de démasclage est corrélé positivement avec la densité (-0,80) et IR (0,74) et négativement avec la hauteur dominante (0,58) et IH (-0,85).
- Distance moyenne des arbres voisins est corrélée positivement avec IR (0,68).
- La densité est corrélée positivement avec IR (0,58) et négativement avec la hauteur dominante (-0,44) et IH (-0,73).
- La hauteur dominante est corrélée positivement avec IH (0,60).
- IH est corrélée négativement avec IR (-0,81).

Tableau 50 : Valeurs propres

	F1	F2
Valeur propre	6,276	1,936
Variabilité (%)	52,297	16,132
% cumulé	52,297	16,132

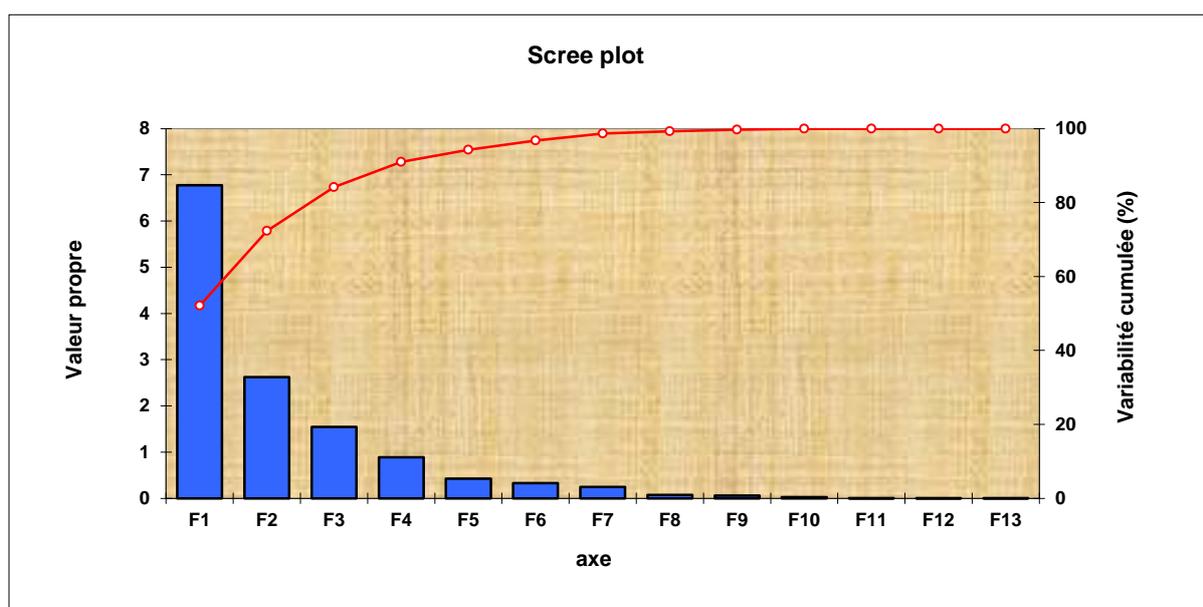


Figure 31 : Représentation des variables propres.

Il ressort du tableau 50 et la figure 31, que 100 % de l’inertie est expliquée par les douze axes. Les plus fortes contributions à cette inertie sont expliquées par les deux axes 1 et 2, avec des variables respectivement 52,297 % et 16,132 %. La combinaison de ces deux axes traduit 68,429 % de la variation totale. D’où le choix du plan factoriel 1X2 où les variables sont bien expliquées pour atteindre le seuil de variance expliquée.

Les résultats de l'ACP sont regroupés dans le tableau 51 de la matrice de corrélation des variables et la figure 32.

Tableau 51 : Corrélation variables-axes principaux

	F1	F2	Σr^2
N/Ha	30%	90%	90%
Dmv	43%	-83%	87%
K	91%	18%	85%
Hdom	91%	13%	85%
Htot	87%	-23%	82%
IH	-86%	-8%	75%
Dia	83%	-20%	73%
Ep	82%	20%	71%
Gi	80%	-4%	64%
IR	76%	-20%	61%
Hdem	-48%	-19%	27%
Vol	-13%	-42%	19%

Légende : F1 : Premier axe ; F2 : Deuxième axe.

Après l'analyse du tableau 51, on remarque que les variables : La densité (90 %), distance moyenne des arbres voisins (87 %), le coefficient de démasclage (85 %), la hauteur dominante (85 %), la hauteur totale (82 %), IH (75 %), le diamètre (73 %) et l'épaisseur (71%) sont les plus représentés sur le plan principal (F1* F2) et qui explique très bien l'inertie avec ($\Sigma 70\%$).

Les variables : la surface terrière (64 %), IR (61 %) sont moyennement représentés et expliquent moyennement l'inertie, alors que la hauteur de démasclage (27 %) et le volume (19 %) sont faiblement représentés et expliquent mal l'inertie.

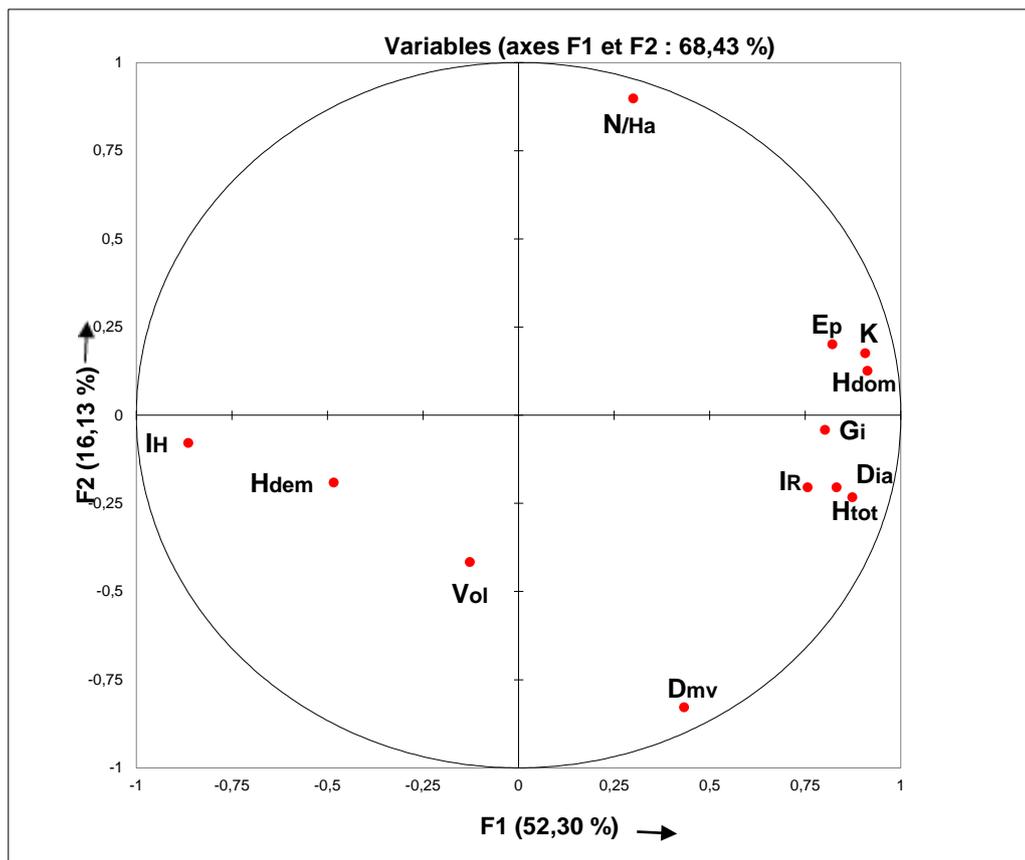


Figure 32 : Représentation des variables sur le cercle de corrélation du plan principale (f1*f2).

Par rapport à l'axe F1

- **Dans le sens positif de l'axe F1**

Les variables : La hauteur dominante (91 %), le coefficient de démasclage K (90 %), le diamètre (83 %), l'épaisseur de liège (82 %), la surface terrière (80 %) et IR (75 %) sont qui expliquent très bien l'inertie, alors que la distance moyenne des arbres voisins (43 %) explique moyennement l'inertie, et la variable densité (30 %) expliquée très mal l'inertie.

- **Dans le sens négatif de l'axe F1**

IH (-86 %) explique très bien l'inertie, et la variable hauteur de démasclage (-43 %) explique moyennement l'inertie, alors que la variable volume de liège (-12 %) explique très mal l'inertie.

Le sens positif de l'axe F1 indique l'augmentation des variables hauteur dominante, le coefficient de démasclage K, le diamètre, l'épaisseur de liège, la surface terrière, IR et la hauteur dominante et le sens négatif est celui exprime la diminution des variables IH, la hauteur de démasclage et le volume de liège. (Figure 32 et Tableau 51).

Par rapport à l'axe F2

- Dans le sens positif de l'axe F2

La variable densité (89 %) explique très bien l'inertie, alors que les variables l'épaisseur de liège (20 %), le coefficient de variation K (17 %) et la hauteur dominante (12,6 %) sont qui expliquent très mal l'inertie.

- Dans le sens négatif de l'axe F2

Le variable distance moyenne des arbres voisins (-82 %) explique très bien l'inertie, alors que la variable volume de liège (-41 %) explique moyennement l'inertie, et les variables hauteur totale (-23 %), IR et le diamètre (20 %) et la hauteur de démasclage (-19 %) sont qui expliquent mal l'inertie, et les variables : IH (-7 %) et la surface terrière (-4 %) sont qui explique très mal l'inertie.

Le sens positif de l'axe F2 indique l'augmentation des variables densité, l'épaisseur de liège, le coefficient de démasclage K et la hauteur dominante et le sens négatif est celui exprime la diminution des variables distance moyenne des arbres voisins, la hauteur totale, IR, le diamètre, la hauteur de démasclage, IH et la surface terrière. (Figure 32 et Tableau 51).

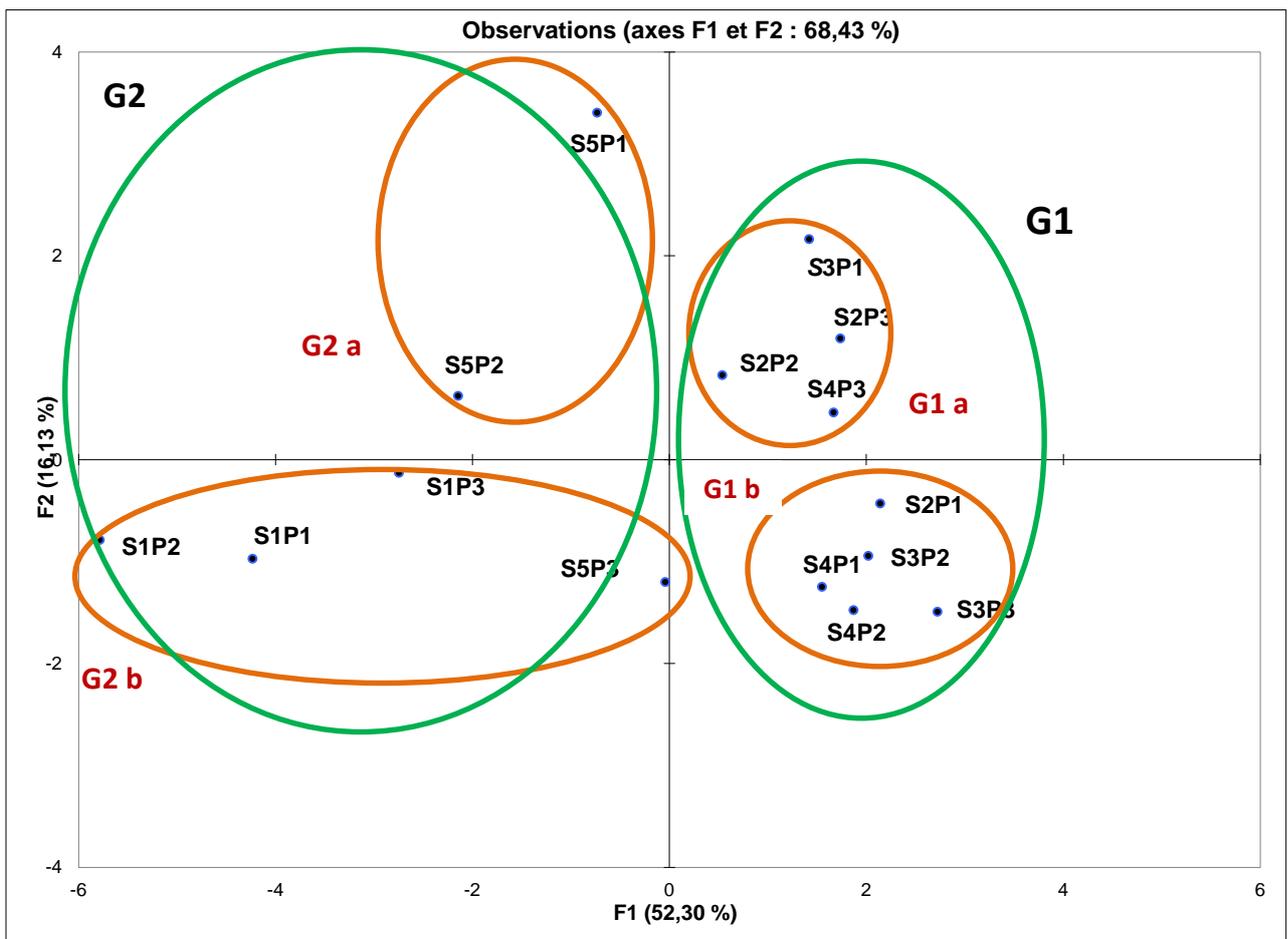


Figure 33 : Représentation graphique des placettes et des stations sur le plan principal f1*f2

À partir de la présentation graphique, le regroupement des stations et des placettes par apport aux variables permet de distinguer deux groupes (G1 ; G2) et quatre stations (G1a ; G1b ; G2a et G2b) (figure 28) :

À travers l'axe 1, l'ACP fait apparaître deux groupes (G1 et G2), le premier groupe englobe les placettes de la station S2 (S2P1, S2P2, S2P3) et de la station S3 (S3P1, S3P2, S3P3) et de la station S4 (S4P1, S4P2, S4P3) tandis que le deuxième regroupe les placettes de la station S1 (S1P1, S1P2, S1P3) et de la station S5 (S5P1, S5P2, S5P3). Ces deux groupes se différencient entre eux sur la base des variables K, Hdom, Htot, Dia, Ep et Gi qui travaillent bien sur l'axe F1, pour G1 suivant le sens positif. Le groupe G2 se différencie de G1 par la variable IH qui travaille bien sur cet axe. (Tableaux 51 et figure 33).

Sur l'axe 2, en tenant compte des variables N et DMV qui travaillent mieux sur cet axe, nous pouvons distinguer deux sous-groupes (G1a, G1b) pour le groupe G1 et deux autres (G2a, G2b) pour le groupe G2.

Le sous-groupe G1a comprend les placettes S2P2 et S2P3 de la station S2 et la placette S3P1 de la station S3 et la placette S4P3 de la station S4, le sous-groupe G1b regroupe la placette S2P1 de la station S2 et les deux placettes de la station S3 (S3P2, S3P3) et aussi les deux placettes de la station S4 (S4P1, S4P2), le sous-groupe G2a renferme les deux placettes de la station S5 (S5P1, S5P2) et le sous-groupe G2b englobe les placettes (S1P1, S1P2 et S1P3) de la station S1 et aussi la placette S5P3 de la station S5.

Ces sous-groupes se caractérisent d'une part, par la variable N qui présente la plus importante moyenne pour G1a et G2a et le plus faible pour G1b et G2b, d'autre part, par la variable DMV qui est bien expliquée pour G1b et G2b suivant le sens négatif de l'axe 2 (Tableaux 51 et figure 33).

III.2: DISCUSSION

Ce travail s'est intéressé à la production du liège de reproduction, en relation avec les densités et les effets de la concurrence qui en découlent dans cinq stations forestières dans la forêt domaniale de Béni-Ghobri wilaya de Tizi-Ouzou.

Après une campagne d'inventaire des paramètres dendrométriques (diamètre, hauteur totale, hauteur de démasclage, l'épaisseur du liège et l'espacement entre les arbres) par placette de nos cinq stations. Ceci nous a permis d'estimer nous trois paramètres de la production de liège (coefficient de démasclage, volume moyen individuel et le volume rapporté à l'hectare), et deux paramètres de la densité (nombre de tiges/ha et la surface terrière) et enfin les indices de compétitions (l'indice d'espacement de Hart-Becking, l'indice de Reïneke et la distance moyenne des arbres voisins). Cette démarche comprend en premier lieu la caractérisation des cinq stations par l'étude de la structure et la distribution des classes de diamètre.

Nous avons inventorié dans les placettes des cinq stations 217 arbres du chêne-liège, dont 196 sont en production.

L'étude a montré l'existence de deux structures dans les cinq stations présentes : l'une à structure régulière présentée dans S4 et l'autre à structure irrégulière dans S1, S2, S3 et S5.

La distribution des classes de diamètre permet de faire sortir que les classes [0-10 cm[et [10-20 cm[, respectivement au stade de développement de semis et du stade de fourré, ne sont pas représentés en effectifs, traduisant l'inexistence d'une régénération naturelle dans le peuplement étudié.

De son côté, les stations marquent l'absence de la classe des perchis ([20-30 cm [). C'est le cas de dans la station S2 résultant d'un manque de recrutement des perchis. La conséquence, à terme pour un peuplement irrégulier sont un vieillissement du peuplement et sa conversion en structure régulière.

La station S4 évolue normalement dans une structure régulière, qui a atteint le stade jeune futaie.

En se référant aux différentes classes de fertilité établie sur la base des hauteurs dominantes **CHENOUNE (1991)**, il apparaît que les 5 stations appartiennent à quatre classes de fertilité : 1^{ère} classes (S2, S4), 2^e classe (S5), 3^e classe (S3), et 4^e classe (S1). La station S4 marque la plus grande hauteur dominante avec 19,01 m et la plus faible est celle de la station S1 avec 10,61 m.

L'étude de l'épaisseur du liège montre que les stations S3, S2, S4 présentent les valeurs les plus importantes, respectivement 2,64 cm, 2,59 cm et 2,4 cm. La station S5 se présente avec 1,79 cm. Celle de la station S1 est la plus faible est 0,49 cm.

Concernant la hauteur de démasclage, la valeur la plus importante est celle de la station S2 avec 3,65 m. Cependant, nous constatons que la pratique du démasclage montre une

inégalité à la norme recommandée (K=2) pour l'Algérie. Ce coefficient de démasclage varie entre les stations : S1 (0,09), S2 (1,98), S3 (1,92), S4 (1,89) et S5(1,67).

Du point de vue de la production du liège, la station S2 présente la meilleure production des cinq stations dont la structure est irrégulière avec un volume de 115,6 m³/ha, la station S3 est la seconde avec 99,89 m³/ha, puis la station S4 avec 79,41 m³/ha(structure régulière), ensuite la station S5 avec 17 m³/ha et la station qui présente la faible valeur de volume du liège est la station S1 dont la structure est irrégulière avec seulement 1,09 m³/ha.

Tableau 52 : Comparaison des résultats des facteurs de production de liège pour les stations irrégulières

Paramètres	Nos résultats (Béni-Ghobri, 2019)				CHIKHI et ADRIR (El-Taref, 2015)	SACI et SIAD (Mizrana, 2009)	
	S1	S2	S3	S5	Zitouna	Station A	Station C
	Irrégulière	Irrégulière	Irrégulière	Irrégulière	Irrégulière	Irrégulière	irrégulière
Hdem	1,87	2,84	2,75	1,73	1,96	1,55	1,81
K	0,09	1,98	1,92	1,67	2,16	2,79	1,82
Epais (cm)	0,49	2,59	2,64	1,79	3,11	1,25	1,8
Vol (m3/ha)	1,09	115,6	99,89	17,36	90,2	48,82	89,82

Tableau 53 : Comparaison des résultats des facteurs de production de liège pour les stations régulières

Paramètres	Nos résultats (Béni-Ghobri, 2019)	CHIKHI et ADRIR (El-Taref, 2015)	SACI et SIAD (Mizrana, 2009)	
	S4	Bougous	Station B	station D
	Régulière	Régulière	Régulière	régulière
Hdem	2,86	1,8	2,13	1,67
K	1,89	1,67	1,92	2,71
Epais (cm)	2,4	1,84	1,71	1,7
Vol (m3/ha)	79,41	123,2	81,43	18,43

La comparaison de nos résultats actuels avec ceux obtenus da la wilaya d'El-Taref en 2015 et les résultats de SACI et SIAD en 2009 à Mizrana dans la wilaya de Tizi-Ouzou (tableau 52 et 53), permet de constater que :

La production, des trois stations irrégulières S1, S2, S3, S5 de Yakouren, est supérieure à celle d'El-Taref et de Mizrana, dont les stations sont irrégulières.et pour la production de la station S4 de notre étude se situe entre celles des stations SB, SD de Mizrana et Bougous de la wilaya d'El-Taref, dont les structures sont régulières.

Pour les résultats de la hauteur de démasclage, des stations de notre étude sont supérieures à ceux obtenus dans la station SA de Mizrana et sont plus proches de ceux de la forêt de Zitouna

(El-Taref) pour le cas de la structure irrégulière. Les résultats de la station S4 de notre étude sont supérieurs à ceux de la forêt de Bougous (El-Taref) et les stations SB, SD de Mizrana pour le cas de la structure régulière.

Ainsi, pour l'épaisseur de liège, les stations irrégulières de Yakouren représentent des valeurs moins importantes que celle de Zitouna de la wilaya d'El-Taref et un peu supérieur de celle de la station SA de Mizrana. L'épaisseur de liège de la station S4 de Yakouren est plus élevée que celle de Bougous et les stations SB, SD de Mizrana, dont les structures sont régulières.

Concernant le coefficient de démasclage, les valeurs sont proches entre elles au niveau des trois régions.

Pour la production de liège, les volumes sont importants dans la structure régulière mieux que dans la structure irrégulière au niveau de la d'El-Taref et Mizrana, mais dans notre zone d'étude (Béni-Ghobri) les volumes sont proches entre eux dans les deux structures.

Parmi les facteurs les plus importants pour une bonne pratique de la suberculture, la densité des peuplements qui influence sur l'évolution des peuplements par les effets de la concurrence et de la compétition.

Les tableaux 54 et 55, représentent la comparaison des résultats obtenus du présent travail et les anciens travaux concernant la densité et la surface terrière.

Tableau 54 : Comparaison des résultats de la densité et de la surface terrière pour les stations irrégulières

Paramètres	Nos résultats (Béni-Ghobri, 2019)				CHIKHI et ADRIR (El-Taref, 2015)	SACI et SIAD (Mizrana, 2009)	
	S1	S2	S3	S5	Zitouna	Station A	Station C
	Irrégulière	Irrégulière	Irrégulière	Irrégulière	Irrégulière	Irrégulière	irrégulière
Den (tiges/ha)	246,66	366,66	326,66	393,33	655	1017	434
Gi (m²/ha)	12,45	64,26	58,19	19,32	269,6	31,69	46,02
DMV	7,24	7,37	8,34	7,17	4,37	3,2	5,24
IR	28,08	41,2	48,18	44,54	766,79	1905,87	570,22
IH	30,29	15,22	17,91	17,64	28,47	36,9	39,63

Tableau 55 : Comparaison des résultats de la densité et de la surface terrière de stations régulières selon différents auteurs.

Paramètres	Nos résultats (Béni-Ghobri, 2019)	CHIKHI et ADRIR (El-Taref, 2015)	SACI et SIAD (Mizrana, 2009)	
	S4	Bougous	Station B	station D
	Régulière	Régulière	Régulière	régulière
Den (tiges/ha)	300	405	395	233
Gi (m²/ha)	46,85	190,56	47	10,54
DMV	8,76	5,76	5,41	5,22
IR	46,63	763,89	257,57	226,84
IH	15,11	35,81	41,89	92,32

Dans les stations étudiées dans la région de Yakouren, la station S5 se présente avec la densité la plus importante avec 393 arbres/ha, la station S1 donne la valeur la plus faible avec 246 arbres/h, puis les deux autres régions (El-Taref et Mizrana) présentent la forte densité dans la structure irrégulière et la moindre dans la structure régulière.

Concernant la surface terrière, c'est celle de la station S2 qui est la plus élevée avec 64,26 m²/ha par rapport la station S1 qui présente la plus faible avec 12,45 m²/ha, ces résultats sont inférieur a ceux de la wilaya d'El-Taref et proche de ceux de Mizrana.

Nous constatons d'après les résultats de la densité et la surface terrière dans les cinq stations de a région de Béni-Ghobri se caractérisent par une compétition au de leurs peuplements.

À propos de la distance moyenne des arbres voisins, la valeur la plus élevée est enregistrée au niveau de la station S4 dont la structure est régulière quant à la station S5 qui donne la plus faible distance avec 7,17 dont la structure est irrégulière, les résultats entre stations sont plus proche entre eux et supérieur aux résultats obtenus dans les deux autres régions de comparaison.

Pour l'indice de Reineke, les stations enregistrent des valeurs proches entre eux (S3 :48,18), (S4 :46,63), (S5 :44,54), (S2 :41,2) et la plus faible (S1 :28,08), ces résultats sont inférieurs à ceux obtenus dans la wilaya d'El-Taref et Mizrana que ce soit la structure régulière ou irrégulière.

Quant à l'indice d'espacement de Hart-Becking, la valeur la plus importante est marquée au niveau de la première station avec 30,29 et les quatre stations se présentent avec des valeurs plus proches entre eux (entre 15,11 et 17,91), ces résultats sont inférieur a ceux de la wilaya d'El-Taref et Mizrana, et la forêt Bougous d'El –Taref et la station B de Mizrana dont la structure est régulière donnent des valeurs supérieures a ceux de la forêt Zitouna (El-Taref) et les stations SA, SC de Mizrana dont la structure est irrégulière.

Les tableaux 56 et 57 résumant 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 12 et 13).

❖ CAS DES STATIONS À STRUCTURE IRRÉGULIÈRES

Le tableau 56 montre une absence d'arbres dans la première classe pour la station S1 par apport à la norme qui est de 150-400 N/ha. Ceci nous ce permet de conclure qu'il n'y a pas de régénération naturelle.

La classe] 17,5-27,5] de S1 donne un nombre d'arbres de 140 N/ha qui est dans la norme de 75-150.

La classe] 27,5-42,5] de S1 donne un surnombre d'individus de 280 N/ha par apport à la norme de 40-75 constatant que ya une forte densité dans le peuplement.

La classe] 42,5-62,5] de S1 donne un sureffectif d'individus de 300 N/ha par apport à la norme de cette classe qui est de 25-40 N/ha, cela veut dire qu'il ya un excès qui conduit à une forte densité dans le peuplement.

La classe supérieure à 62,5 de pour S1 donne un surnombre d'individus de 60 N/ha par apport a la norme qui est de 10-25 N/ha, donc il ya une forte densité dans le peuplement.

L'absence d'arbres dans les 3 premières classes pour la station 2 explique l'absence des stades de régénération ce qui explique le vieillissement de peuplement.

La classe] 42,5-62,5] de la station 2 donne un sureffectif de 280 N/ha par apport a la norme de la classe qui est de 25-40 N/ha ce qui explique un excès donc ya une forte densité.

La classe supérieure à 62,5 de la station 2 donne aussi un surnombre de 800 N/ha par apport à la norme, qui est de 10-25 N/ha, on déduit qu'il y a une forte densité.

Concernant la station 3 il ya l'absence des classes] 7,5-17,5] et] 17,5-27,5] cela veut dire qu'il n'y a pas des stades de recrutement en jeunes arbres. Les autres classes marquent un surnombre d'individus explique la forte densité dans le peuplement.

Par apport a la station 5, la classe] 7,5-17,5] donne un sous-effectif d'individus de 80 N/ha par apport à la norme qui est de 150-400 N/ha cela donc est la conséquence de l'absence de la régénération.

Pour les autres classes, nous sommes en présence d'un surnombre par apport aux normes données. Ceci s'explique par la forte densité dans le peuplement.

Tableau 56 : distribution des tiges par classes des diamètres pour les stations à structure irrégulière.

Classes (cm)	S1	S2	S3	S5	Normes (A.S.L, 2010) N/ha
] 7,5-17,5]	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>80</u>	150-400
] 17,5-27,5]	140	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>200</u>	75-150
] 27,5-42,5]	<u>280</u>	<u>0</u>	<u>20</u>	<u>280</u>	40-75
] 42,5-62,5]	<u>300</u>	<u>280</u>	<u>240</u>	<u>400</u>	25-40
□□ 62,5	<u>60</u>	<u>800</u>	<u>660</u>	<u>120</u>	10_25

❖ CAS DES STATIONS À STRUCTURE RÉGULIÈRES

Le tableau 57 montre qu'au niveau de la station 4, les classes] 7,5-17,5] ,] 17,5-27,5] et] 27,5-42,5] donnent un sous-effectif important par apport aux normes données.

Les classes] 42,5-62,5] et supérieur à 62,5 de la station 4 donnent un sous-effectif important par apport aux normes classées.

La classe la plus représentative c'est la classe supérieure à 62,5 avec 360 N/ha qui dépasse la norme qui est de 25-100 N/ha.

Tableau 57 : distribution des tiges par classes des diamètres pour les stations à structure régulière.

Classes (cm)	S4	Normes (A.S.L, 2010) N/ha
] 7,5-17,5]	<u>20</u>	750-2100
] 17,5-27,5]	<u>120</u>	375-750
] 27,5-42,5]	<u>40</u>	200-375
] 42,5-62,5]	<u>240</u>	100-200
□□ 62,5	<u>360</u>	25-100

*Conclusion
générale*

Au terme de ce travail consacré à 5 stations (Ain-El-Anser (S1), Eghzare Zagaghane (S2), Saccardy (S3), Taourirt (S4) et lieu 5 (S5)) de la subéraie en mélange de la forêt domaniale de Beni-Ghobri, nous résumons les principaux résultats auxquels nous sommes parvenus, portant sur la variabilité de la production du produit liège, en relation avec les paramètres estimés de la densité (nombre de tiges/ha et la surface terrière) et des effets de la concurrence qui en découlent, par l'estimation des indices de concurrences entre arbres.

Les résultats de cette étude obtenue sur la base d'un échantillonnage aléatoire stratifié au niveau de la forêt et un échantillonnage systématique à double entrée K et K2 au niveau de la placette ; sur la base de placette circulaire de 5 ares (12,85 m de rayon) : trois pour chaque station. Dans chaque placette, les mesures des paramètres dendrométriques suivantes sont retenues : Hauteur totale (Htot), diamètre (Dia), hauteur de démasclage (Hdem), épaisseur du Liège (Epais) et les distances moyennes entre les arbres voisins (DMV).

L'exploration de la structure des cinq stations (normalité de la distribution des diamètres des arbres) a permis de constater que les cinq stations présentent des structures différentes, les stations S1, S2, S3 et S5 présentent des structures irrégulières et la station S4 présente une structure régulière.

L'analyse sylvicole et le traitement des variables dendrométriques, ont montré que les peuplements de notre zone d'investigation sont très denses, la station S5 est la plus dense avec 393,33 tiges/ha, et la station S1 est la moins dense avec 246,66 tiges/ha.

L'étude de la distribution des classes de diamètre montre l'absence d'une régénération naturelle dans les cinq stations. Il serait intéressant d'approfondir l'étude des factures de régénération dans ces stations pour mieux comprendre le déficit de la régénération naturelle de la subéraie à grande échelle.

La densité de nos stations est inversement proportionnelle avec l'indice de Hart-Bercking, ce qui implique une forte concurrence entre les individus pour les quantités de lumière, d'eau et nutriments.

D'après nos résultats, les résultats obtenus par **CHIKHI** et **ADRIR 2015**, des subéraies de Zitouna dans la wilaya de El-Taref, et celle de **SACI** et **SAID 2009**, des subéraies de Mizrana de la wilaya de Tizi-Ouzou, nous constatons que les paramètres dendrométriques étudiés à savoir : Circonférence (Cir), Hauteur totale (Htot), diamètre (Dia), hauteur de démasclage (Hdem), épaisseur de liège (Epais) et les distances moyennes entre les arbres voisins (DMV), indice d'espacement de Hart-Becking (IH) et indice de Reinike (IR), varient entre les stations et d'une région à l'autre. Cette variabilité inter-stations s'exprime par la différence de densités des peuplements et de leurs structures.

La principale menace pour la subéraie est la dynamique végétale naturelle qui en cas de non-gestion a tendance à fermer le couvert et à éliminer le chêne-liège ainsi que la flore

héliophile qui lui est associée, c'est le cas de la forêt de Beni-Ghobri qui s'avère abandonnée, vieillissante et envahie par le maquis, elle est parvenue à un stade de dégradation très avancée.

Aussi nous avons noté le manque de jeunes plants, causé par une déficience de régénération et la mort de jeunes semis qui sont ; soit concurrences par un sous-bois dense et haut, soit brouté par le bétail.

En effet, la forte densité, le vieillissement des sujets et la déficience de régénération ont pour conséquence une non-optimisation de la production de liège de reproduction et une remise en compte de la pérennité de notre forêt.

Tenant compte de ces résultats ; il apparait que cette subéraie étudiée nécessite une gestion sylvicole adaptée, car cette forte densité observée à leurs niveaux influe négativement sur la croissance de ces peuplements.

À l'issue de ce travail préliminaire, nous tenons à faire un certain nombre de recommandations susceptible d'être comme base de données.

Ainsi, la production du liège est en rapport avec la variabilité de la densité, il apparait que dans l'état actuel de nos stations, le recouvrement dépend des conditions ambiantes (éclairage) :

- Des opérations d'éclaircie sont plus que nécessaires et pratiquées des coupes de rajeunissement qui éliminent progressivement les vieux arbres donnant de la qualité médiocre.
- Entretien pour les peuplements de ces subéraies
- La régénération naturelle des peuplements est toujours nécessaire pour assurer mieux la fertilité du terrain.
- Il faut redynamiser le potentiel subéricole existant par une régénération planifiée d'une part, et d'autre part l'amélioration des conditions d'exploitation par la fixation de normes de récolte (K) selon la fertilité des stations et la vigueur des arbres.
- Réaliser des débroussailllements de la strate arbustive qui est très dense parait gêner une bonne régénération, comme sont d'une grande importance contre la propagation des incendies.
- Une éclaircie sanitaire prélevant les bois surannés et permettant de réduire le couvert (60 %).
- Former des forestiers chargés d'appliquer les règlements de sylviculture avec le concours des gens d'expérience.

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 a 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.

*Références
bibliographiques*

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.	.Le comportement du chêne-liège après incendie : conséquence sur la régénération naturelle des subéraies. Acte du colloque « Le chêne liège face au feu », Vivexpo, France, 13 P.
A.P.C.O.R., 2009.	A.P.C.O.R. year book. Guide. 83 P.
ARACIL JM., 2008.	La filière liège en quelques chiffres. Actes du colloque, Vivexpo 2008, « la guerre des bouchons. Vives, France. 3 P.
A.R.F.A., 2008.	Les incendies de forêt en Algérie : Stratégies de prévention et plans de gestion. Thèse Magister, Université Mentouri Constantine ; 115 P.
ARNAUDIES J. et PIAZZETTA R., 2006.	La levée du liège-guide, technique de vulgarisation. IML. Vivés, France. 24 P.
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.
BENKIRANE H. et al., 2000.	Possibilité de contrôle automatique de la qualité du liège par vision artificielle. École Nationale Forestière d'Ingénieurs, BP 511, Salé, Maroc. 455-457 P.
BOUCHON J. et PARDE J., 1988.	Dendrométrie Edition. ENGREF Nancy 2ème édition, 327 P.
BOUDRU M., 1989.	Forêt et sylviculture : Traitement des forêts. Presses. Agros. Gembloux. 356 P.
BOUDY P., 1950.	Économie forestière africaine monographie et traitement des essences forestières. Édit. Larose. Paris. 575 P.
BOUDY P., 1952.	Guide du forestier en Afrique du Nord. La Maison Rustique. Paris. 487 P.
BOUDY P., 1955.	Economie forestière nord-africaine. Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. T 4. Larose Ed. Paris. 483 P.

BOUHRAOUA R.T., 2003.	Situation sanitaire de quelques forêts de chêne liège de l'Ouest Algérien, Etude particulière des problèmes posés par insectes. Thèse. Doc. Etat. Dép. Forst. Fac. Sci. Univ. Tlemcen. 267 P.
BOUHRAOUA R., 2014.	Le chêne-liège face au feu de 2012: Etat des lieux de 2 années s après: Cas de l'Algérie ; Université de Tlemcen; Algérie. 1-6 P.
CANTAT R et PIAZZETTA R. (I.M.L.), 2005.	La levée du liège ce qu'il faut savoir sur l'exploitation du chêne-liège. Guide technique et de la vulgarisation, 24 P.
C.F.T. 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 agronomies (E. N. S. A). El Harrach, Alger. 74 P.
CHIKHI R. et ADRIR M., 2016.	Approche de l'étude de la typologie et des facteurs de la concurrence dans la subéraies de Yakouren (Wilaya de Tizi-Ouzou) Mém. Ing. Agr. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.2-3 P.
CURTIS R.O., 1970.	Stand density measures and interpretation. For. Sci, PP: 16, 403-414.
D.G.F., 2011.	Bilan de la production national de liège.1 P.
D.G.R.F., 2006.	Séminaire « Vitalité des peuplements de chêne-liège et chêne verts : situation actuelle, état des connaissances et actions à entreprendre » (25-26 octobre 2006) Evora, Portugal. Rapport de synthèse 11 P.
DAGET P, 1984.	Introduction à une théorie générale de la méditerrané. Bull. Soc. Bot. Fr., 131, Actuel Bot., (2-3-4-). 31-36 P.
DAGNELIE P., 1975.	Théorie et méthodes statistiques applications agronomiques. Édit. Presses agronomiques de Gembloux. 365 P.
DANIELS A.N et 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.
DEHANE B., 2006.	Incidence des facteurs écologiques sur les accroissements du liège de quelques subéraies Oranaises. Thèse. Mag. Dép. Forest.

	Fac. Sc. Univ. Tlemcen. 121 P.
DEHANE B., 2012.	Incidence de l'état sanitaire des arbres du chêne liège sur les accroissements annuels et la qualité du liège de deux subéraies oranaises : M'Sila (W. Oran) et Zarieffet (W. Tlemcen). Thèse. Doct. Dép. Forest. Fac. Sc. Univ. Tlemcen. 363 P.
DEHIRI T., 2017.	Contribution à l'étude de la qualité du liège de la forêt domaniale de Nesmoth (Wilaya de MASCARA). 22 P.
DEPORTES E. 2004.	Utilisation d'une typologie du peuplement en subéraie brûlée. Édité. VIVEXPO 2004.6 P.
DESSAIN G. et TONDELIER M., 1991.	Le liège de méditerranée. Ed. Naratim, 80 P.
D.G.F., 2007.	Station des produits forestiers. Min Agri., Alger, 1 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. et 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.
EMBERGER L, 1955.	Une classification biogéographique des climats. Nature. Monspl. Séries Bot ; 7 P.
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 individual 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. 41 P.
HANN D et 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.77 P.
HOULLIER F. 1991.	Modélisation de la dynamique des peuplements forestiers : état et perspectives. Rev. For. Fr, PP: 43, 87-107.
I.M.L., 2005.	L'institut méditerranéen du liège, guide de puériculture des Pyrénées-Orientales. 51 P.
I.M.L., 2006.	Plan stratégique liège pour les Pyrénées-Orientales, 75 P.

I.P.R.O.C.O.R. / FUNDECYT, 1999.	Manuel didactique du leveur et de l'ouvrier spécialisé dans les travaux d'exploitation du chêne-liège. Junta de Extremadura/ Mérida.
KADIK B. 1987.	Contribution à l'étude du Pin d'Alep (<i>Pinus halepensis Mill.</i>) En Algérie : écologie, dendrométrie, morphologie. Édit. O. P. U., Alger. 580 P.
LARIBI, 2000.	Contribution à l'étude phytosociologie des formations caducifoliées à chêne zeen (<i>Quercus c..... Willd</i>) Dans le massif d'Ath Ghobri-Akfadou (Grande Kabylie Algérie) 55 P.
LARIBI M., DERRIDJ A. et ACHERAR M., 2008.	Phytosociologie de la forêt caducifoliées à chêne zeen (<i>Quercus Willd</i>) dans le massif d'Ath- Ghobri Akfadou (Grande Kabylie, Algérie) Phytosociologie vol 45 PP: 77-91, 2008.
LOMBARDINI F. 2010.	Subéraie varoise. Document P.D.F.A.S.L. (Subéraie Varoise@wanadoo.Fr).
M'HIRIT O., 1993.	Biodiversité et conservation in situ au Maroc. Réseau des ressources 5 P.
MESSAOUDENE M. et TESSIER L., 1991.	Croissance de <i>Quercus canariensis</i> Willd et <i>Quercus afares</i> Pomel en Kabylie (Algérie). Ecologia mediterranea, 17: 119-133 P.
MESSAOUDENE M., 2000.	Réflexion sur la structure des peuplements de chêne-liège en Algérie. La forêt Algérienne n° 3, 5-9 P.
MESSAOUDEN M., MEZANI A., 2000.	Etude de la régénération par rejet de souche de <i>Quercus suber</i> L (Chêne liège) dans le forêt domaniale d'Ait Ghobri, Azazga, Tizi-Ouzou. Mém.Ing.Agro.Fac.ScS Bio et Agron, Univ. M.M.Tizi-Ouzou, 41 P.
MEZALI M., 2003.	Situation de la subéraies et production des lièges communication présentée à l'atelier sur les lièges, Bejaia le 11 et 12 Mai 2003 40 P.
MOKADDEM H., 2011.	Contribution a l'étude de la relation : indice d'accroissements du liège / paramètres pluviométriques de deux subéraies oranaises (M'sila (W.oran) et hafir (W.Tlemcen) 20 P.
MOUZAOU A., 1995.	Contribution a l'étude des caractéristiques physiques et mécaniques du liège aggloméré blanc et du liège caoutchouc. Cas de l'unité d'Aoukas (Bejaïa) .Méssm., Ing., I.N.A, El-Harrach. Algérie 64 P.

NATIVIDADE V.J., 1956.	Subériculture. Ecole national des eaux et des forêts. Nancy. 281 P.
OUELMOUHOUB S., 2005.	Gestion multi-usagers et conservation du patrimoine forestier : cas des subéraies du Parc National d'El Kala (Algérie). Thèse. Master of Science. CIHEAMIAMM n°78. Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier
PALM, 1981.	Calcul et choix des équations de cubages des arbres .Bulletin de recherche agronomique de Gembloux (Belgique).16 P.
PARDE P., 1961.	Dendrométrie. Édit. De l'école nationale des eaux et forêts. Nancy. Paris.116-350 P.
PEREIRA A. G., 1940.	Le chêne liège au Portugal. [Article] Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest. Sud-Ouest Européen. 2-3 P.
PEREIRA, 2008.	Chemical composition and variability of cork from <i>Quercus suber L.</i> Wood sci. techn. 22, PP : 211-218.
QUEZEL P. et MEDAIL F., 2003.	Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéenne. Elsevier, Paris, 592 P.
QUEZEL P., 1976.	Les forêts du pourtour méditerranéen : écologie conservation et aménagement. Notes techniques du MAB2, UNESCO, 3. PP : 9-33.
QUEZEL P., 2000.	Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation du Maghreb méditerranéen, Ibis Press. Paris, 117 P.
RONDEUX J. et 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., 1999.	La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Ed. Presses Agronomiques de Gembloux, Belgique, 521 P.
SACCARDY L., 1938.	Notes sur le chêne liège et le liège en Algérie.Bull.de la station de recherche. Forêt du nord d'Afrique. II (3).488-494 P.
SACI M. et SIAD M., 2009.	Etude de la production du liège de reproduction (intra et inter-stations) en relationavec les indices de concurrences et de la typologie de quartes subéraies pures dans la forêt de MIZRANA (Wilaya de Tizi-Ouzou) Mém. Ing. Agr. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 52 P.

SEIGUE A., 1985.	La forêt méditerranéenne et ses problèmes. Paris : Maison neuve et Larousse. 502 P.
SIDHOUM L., 2008.	Exploration de la variabilité des caractères foliaires Chez le chêne liège (<i>Quercus suber</i> L.) de la forêt de Mizrana (wilaya de Tizi-Ouzou) Mémoire d'Ingéniorat d'état en agronomie. Univ. Tizi-Ouzou 108 P.
SIGNOLLET S. et MANSION, 2003.	Découvrir et comprendre la Forêt, édition ouest-France, Rennes, 2003, 96 P. Édit. L'ASBL Forêt Wallom Louvain. La neuve. 190 P.
VARELA M C., 2008.	Importance du bouchon de liège pour la sauvegarde des subéraies. Actes du colloque "La guerre des bouchons". Vivexpo 2008. IML. Vivés. 3 P.
VEILLON S., 1998.	Guide technique de subériculture dans les Pyrénées-Orientales. Typologie de peuplement et étude préliminaire. Stage de fin d'étude, Fit. ENGREF, France, 68 P+ annexes.
YESSAD S.A., 1988.	Contribution à l'étude écodendrométrique de <i>Pinus Halepensis</i> Mill dans la zone subhumide littorale centre. Cas de la forêt de Taourira de Cherschell. Thèse de Magister.INA, 139 P +annexes.
YESSAD S.A., 2000.	Le chêne liège et le liège dans les pays de la méditerranée occidentales. Ed. ASBL. Forêt Louvain-la-Neuve : Wallonne. 190 P.
YOUNSI S., 2006.	Diagnostic des essais de reboisement et de régénération du chêne-liège (<i>Quercus suber</i> L.) Dans la région de Jijel. Thèse de Magister Univ. 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., 1981.	L'essai d'interprétation comparative des données écologiques, phrénologiques et production Subéro-ligneuse dans les forêts de chêne-liège de provenance cristalline (France méridionale et d'Algérie).Thèse de doctorat des sciences, université d'Aix MARSEILLE III, 367 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. 367 P.