



Caractérisation macroscopique et microscopique de la croissance et de la qualité du liège par analyse d'image dans une région de production. Cas de la forêt de Bissa Ténès W. Chlef. (ALGERIE).

Macroscopic and microscopic characterization of cork growth and quality by image analysis in the region of production. Case of the forest of Bissa Ténès W. Chlef. (ALGERIA).

KACI MALIK¹ & BOUHRAOUA RACHID TARIK²

Abstract : The growth and quality of the cork were characterized for the cork oak of the production region of Chlef, by taking samples (30 plates) of cork extracted from cork oak tree (*Quercus suber L.*). On average, the thickness of the cork was 19.93 mm, of which 80.27% of the total belonged to the commercial classes below 27 mm, unsuitable for corking, and the porosity was measured by image analysis according to the methodology developed by Pereira *et al.* (1996) averages 3.79%. The production of cork shows variability between trees of the same montado and also between the Algerian cork oak, in terms of the annual growth and especially of the quality. The variability encountered in the same stand shows the preponderant effect of the tree as a source of variation. This is consistent with a strong genetic determination for the intensity and characteristics of phellogene activity in cork oak and shows the potential importance of a program to improve cork production in Algeria. The average annual increase in cork for a full 8-year production cycle was 2- 2.5 mm. Growth in the years following cork stripping is greater and decreases during the cycle. For this region, the 13-year production cycle is adapted to the industrial outlets of the raw material. The results show the importance of the variability between trees of cork growth and its quality of the Bissa forest.

Key words: Cork / growth / quality / porosity / variability

Résumé – La croissance et la qualité du liège ont été caractérisées pour la subéraie de la région de production de Chlef, par un prélèvement d'échantillons (30 plaques) de liège extrait sur des arbres de chêne liège (*Quercus suber L.*). En moyenne, l'épaisseur du liège était de 19,93 mm, dont 80,27 % du total appartenant aux classes commerciales en dessous de 27 mm, inaptes au bouchonnage, et dont la porosité a été mesurée par analyse d'image suivant la méthodologie développée par PEREIRA *et al.*, (1996) soit en moyenne 3,79 %. La production de liège montre une variabilité entre arbres de la même subéraie et aussi entre les suberaies algériennes, en termes de croissance annuelle et surtout de qualité. La variabilité rencontrée dans le même peuplement montre l'effet prépondérant de l'arbre comme source de la variation. Ceci est en accord avec une forte détermination génétique pour l'intensité et les caractéristiques de l'activité du phellogène chez le chêne-liège ce qui montre l'importance potentielle d'un programme d'amélioration de la production du liège en Algérie. L'accroissement annuel moyen du liège pour un cycle de production de 8 ans complets était de 2-2,5 mm. La croissance des années qui suivent le déliégeage est plus grande et diminue pendant le cycle. Pour cette région, le cycle de production de 13 ans est adapté aux débouchés industriels de la matière première. Les résultats montrent l'importance de la variabilité entre arbres de la croissance du liège et la qualité de la forêt de Bissa.

Mots – clés : Liège / croissance / qualité / porosité / variabilité

INTRODUCTION

Les suberaies de chêne-liège occupent actuellement près de 2 millions d'hectares, s'étendant autour du bassin méditerranéen ouest et de la côte atlantique de l'Europe du sud : le Portugal concentre 30 % de la superficie de suberaies, l'Espagne 23 %. La production mondiale de liège est de près de 380 000 tonnes par an (FERREIRA *et al.*, 2000). L'Algérie occupe le 4ème rang des producteurs de liège avec 5% de la production mondiale (IPROCOR, 1994).

1 : Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département des Sciences Agronomiques et Biotechnologie, Université Hassiba Benbouali de Chlef, Algérie. m.kaci@univhb-chlef.dz

2 : Laboratoire de recherche « Gestion conservatoire de l'eau et du sol et des forêts », Université de Tlemcen, Algérie. rtbouhraoua@yahoo.fr

Cependant, avec une meilleure gestion et une exploitation plus rationnelle des peuplements, la production nationale de liège pourrait connaître une sensible augmentation à court terme. Le cycle de production du liège comprend normalement 13 ans de croissance entre déliègeages, ce qui assure une épaisseur de liège suffisante pour le bouchonnage, le principal et le plus valorisé débouché des planches de liège (KACI, 2011).

Les calibres utilisés en bouchonnerie sont surtout le 27–32 mm et le 32–40 mm, car ils permettent le poinçonnage de bouchons de 24 mm de diamètre qui sont les plus utilisés en bouteilles de vin (KACI, 2011). La qualité du liège est aussi déterminante pour son aptitude au bouchonnage et pour la valorisation du produit, vu que le rendement, et surtout le profil de qualité des bouchons, dépend fortement de la qualité de la planche utilisée (GRAÇA *et al.*, 1985 ; PEREIRA *et al.*, 1994). Les planches de liège sont classées commercialement en classes de qualité par observation visuelle d'un expert, en 6 classes (1^{ère} à 6^{ème}) ou en classes mixtes de 1re – 3e (bonne qualité), 4e – 5e (qualité moyenne) et 6e (faible qualité), le rebut correspondant aux planches de liège qui n'ont pas la qualité nécessaire pour la production de bouchons. La qualité du liège est établie principalement selon la porosité due à la présence des canaux lenticulaires qui traversent les planches de liège radialement, du phellogène jusqu'à l'extérieur (PEREIRA *et al.*, 1996 ; PEREIRA *et al.*, 1987). Quelques défauts, par exemple, galeries d'insectes ou grandes inclusions ligneuses, dévalorisent aussi fortement le liège (GONZALEZ & PEREIRA, 1996). La connaissance de l'épaisseur et de la qualité du liège est donc importante pour le producteur car ce sont les deux facteurs déterminants pour la valorisation du produit. Ceci a mené à la récente utilisation de méthodologies d'échantillonnage où des pièces de liège sont prélevées d'un certain nombre d'arbres pour permettre une évaluation de la production. Toutefois on ne connaît pas l'apport relatif des composantes génétiques et environnementales, ou de leur interaction, dans la détermination de la croissance et de la qualité du liège, quoique la grande variabilité entre arbres suggère une forte intervention du facteur génétique (NATIVIDADE, 1939 ; NATIVIDADE, 1950). La qualité du liège algérien vendu sur le marché national et international est souvent déterminée par les experts et les forestiers en se basant sur quelques critères primordiaux : liège mâle, liège femelle, épaisseurs marchandes et défauts visibles.

En outre, dans les pays comme l'Espagne et Portugal, des formules de qualité scientifique et des progrès technologiques ont été développés dans le but de la détermination de la qualité du liège. Au niveau national peu de travaux ont été effectués dans le but d'apprécier la qualité du liège. Nous citons les travaux de DAHANE (2006) menés sur le liège oranais tel que celui des suberaies de M'Sila (Oran), de Zariéffet (Tlemcen). A l'est de l'Algérie, nous citons les travaux de METNA (2003) à Tizi Ouzou, BENGANA et ALI AHMED (2006) et DOUZANE (2008) à Jijel et GABIS et BOUKERB (2009) à d'El-Taref.

Le liège de la forêt Bissa de la wilaya de Chlef n'a pas bénéficié à ce jour d'une étude particulière identifiant sa qualité. Dans ce travail, nous analysons la variabilité rencontrée dans une importante région de production du liège par l'analyse microscopique et macroscopique (croissance, classe de qualité et porosité du liège) provenant de la subéraie de Bissa, wilaya de Chlef.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'échantillonnage qui a servi de base à cette étude a été fait, en 2007 dans la subéraie en pleine production de la forêt de Bissa, wilaya de Chlef (figure 1).



Figure 1. La forêt domaniale de Bissa.

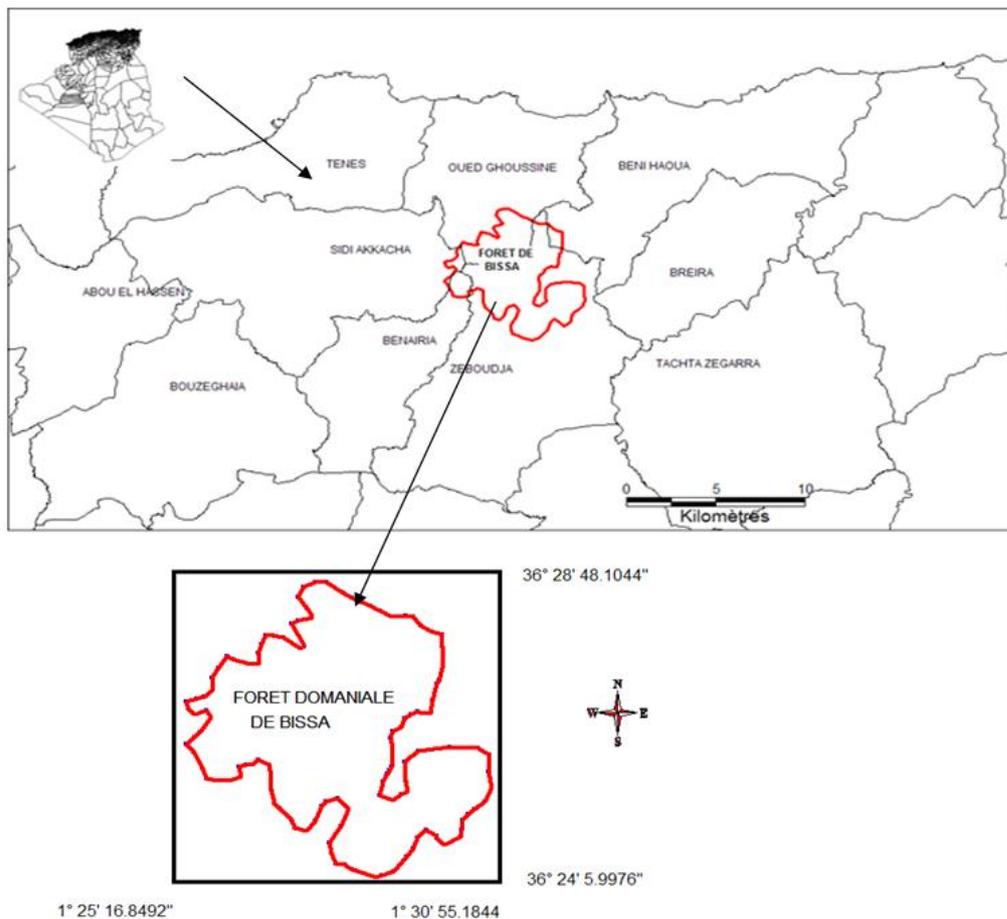


Figure 2. Situation géographique de la forêt domaniale de Bissa

Cette région, qui fait partie de la zone d'influence continentale s'intègre dans l'étage de végétation méso-méditerranéen ($3 < m \text{ (}^\circ\text{C)} < 7$, 900-1200 m), a une importante production de liège et une activité agro-sylvicole associée au système d'exploitation du chêne-liège bien développée.

La suberaie est couverte par un tracé en zig-zag sur lequel les arbres à échantillonner sont marqués à distances régulières ; cette distance dépend de l'intensité de l'échantillonnage qui est déterminée par la densité d'arbres à déliéger. L'échantillon de liège est extrait sur l'arbre à hauteur de 1,30 m avec dimensions $20 \times 20 \text{ cm}^2$. Dans le cas présent, 40 arbres ont été échantillonnés dans la suberaie.

Les échantillons de liège ont été traités à l'eau bouillante pendant 1 heure, suivant la pratique industrielle de préparation du liège et équilibrés à la température ambiante. L'humidité des planches de liège séchées à l'air était en moyenne de 7 %. L'épaisseur totale de la planche de liège (en mm) a été mesurée et la classification commerciale de qualité (de 1ère à 6ème qualité et rebus) faite par observation visuelle. Cette classification est la seule méthode actuellement en pratique commercialement et elle a été faite dans une association de producteurs de liège par un de leurs experts classeurs (FERREIRA *et al.*, 2000). La densité (kg/m^3) a été déterminée pour chaque échantillon séché à l'air ainsi que la productivité de l'arbre estimée comme poids de liège produit par unité de surface de déliégeage (kg/m^2).

La croissance et la porosité ont été étudiées par analyse d'image sur 4 sections de 1,5 cm d'épaisseur, découpées de chaque côté de l'échantillon et correspondant aux deux sections transversales et aux deux sections radiales. Les surfaces ont été préparées pour l'observation par ponçage et nettoyage à l'air comprimé. Les années de croissance ont été marquées à trois endroits à distance égale sur chaque section transversale du liège avec un stylo fin et mesurées par analyse d'image.

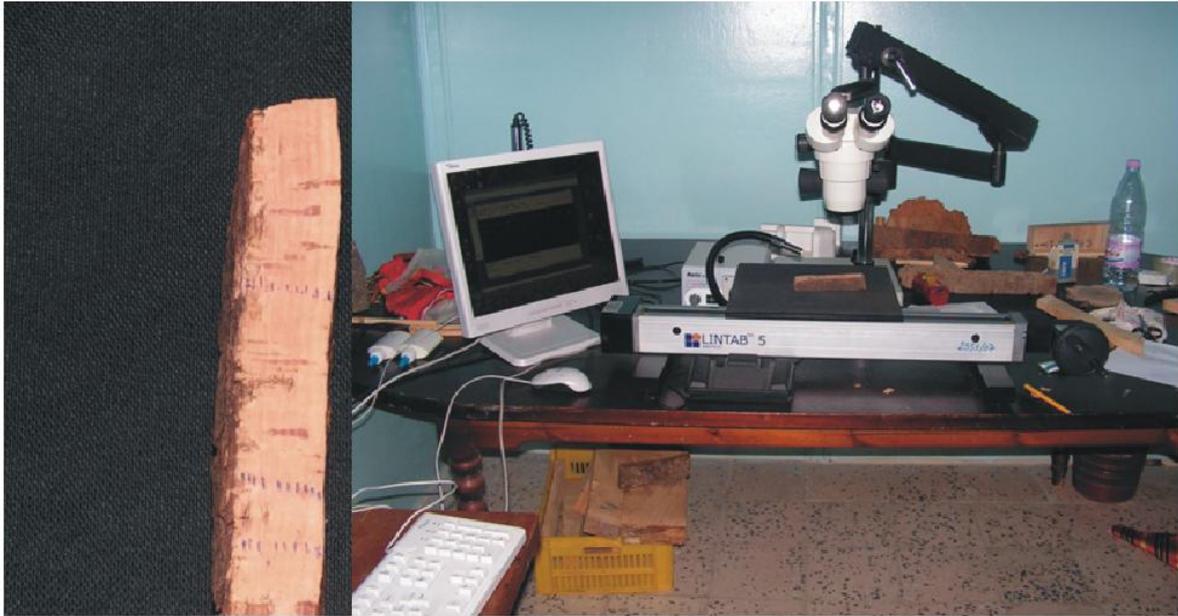


Figure 3. La section transversale du liège (à gauche) et l'appareil LINTAB 5 utilisé pour mesurer les accroissements du liège (à droite).

Les résultats sont la moyenne des 3 déterminations pour chaque échantillon. Seules les années de croissance complète ont été mesurées, excluant donc l'année du déliègeage précédent et l'année de l'échantillonnage (2007) : ainsi, la dernière année de croissance complète du cycle de production correspond à 2006 et la 1ère année de croissance complète correspond à l'année qui a suivi le déliègeage précédent.

Cette détermination a permis d'obtenir le nombre d'années du cycle de production, calculé comme le nombre d'années de croissance complète plus deux « demi-années » correspondant aux années de déliègeage. La porosité a été mesurée par analyse d'image suivant la méthodologie développée par PEREIRA *et al.* (1996). Les pores ont une couleur plus foncée que la masse de liège et peuvent être délimités comme objets sur l'image par sélection d'un niveau de gris (figure 4). Le dos du liège a été soustrait sur l'image avant sa manipulation pour qu'il ne soit pas considéré comme un objectif du à sa couleur sombre.

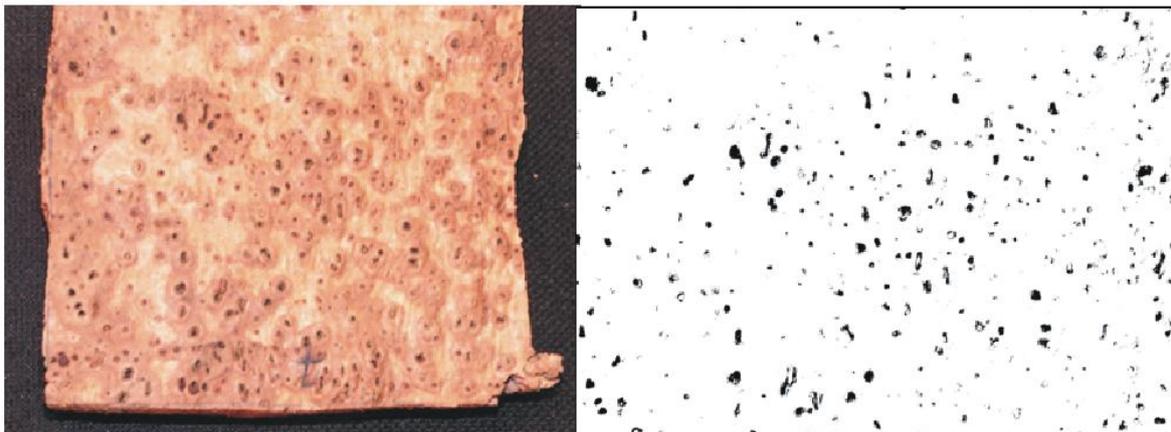


Figure 4. Mesure de la porosité à l'aide d'analyse d'image (logiciel Motic).

Les paramètres suivants ont été déterminés pour chaque échantillon comme moyenne des quatre images obtenues, correspondant aux deux sections transversales et deux sections radiales :

- CP (%), coefficient de porosité : % de la superficie totale des pores dans la superficie totale du liège ;
- n° de pores par 10 cm : nombre total de pores calculé sur 10 cm de longueur de l'échantillon
- superficie moyenne des pores, en mm²; – Dimensions des pores en mm : longueur et largeur spécifiques ;

- nombre de pores et superficie moyenne des pores classifiés par classes de superficie : 2 mm², représentant respectivement les pores de petite, moyenne ou grande superficie ;
- facteur de forme : $(4\pi.S) / P^2$ où S est la superficie et P le périmètre de l'objet ; ce paramètre mesure l'irrégularité du contour des pores (1 pour un cercle, 0 pour les objets très irréguliers)
- facteur de géométrie : quotient entre les diamètres minimum et maximum (une forme circulaire a la valeur 1 et linéaire 0).

L'analyse microscopique s'appuie sur certaines caractéristiques biométriques des cellules du tissu subéreux. Dans le tableau, nous avons regroupé tous les paramètres que nous avons employés dans les observations microscopiques du liège en se basant sur les écrits de plusieurs auteurs (FEREIRA *et al*, 1999 ; COSTA *et al*, 2002). Il est à noter que l'ensemble des mesures est effectué à l'aide d'un micromètre gradué puis les classes correspondantes sont attribuées.

Tableau1. Principales classes des paramètres relevant du microscope et de la microscopie.

Type d'observation	Mesures	Classes
Microscopique	Hauteur *	1(10-30um), 2(31-40um) ,4(41-70um)
	Largeur*	1(10-30um), 2((31-40um) ,3(41-50um)
	Epaisseur parois** (non effectués)	1(<1.5um) ,2(1.51-1.99um) ,3(>2um)
	Diamètre**	1(10-30um) ,2(31-40um) ,3(41-50um)

* : Section radiale, ** : Section tangentielle.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

La caractérisation de la production de la subéraie de Bissa échantillonnée est présentée par :

Classe d'épaisseur commerciale

La caractérisation de la production de la subéraie de Bissa prise à l'étude passe inévitablement par l'épaisseur des planches de liège offertes au cours de l'exploitation. A travers cet échantillonnage, nous pouvons dire que l'épaisseur des planches de liège est en moyenne de 22,8 mm, (figure 5) ce qui la situe dans la classe commerciale inapte au bouchonnage. Le profil de qualités du bouchon dépend fortement de la qualité des planches utilisées

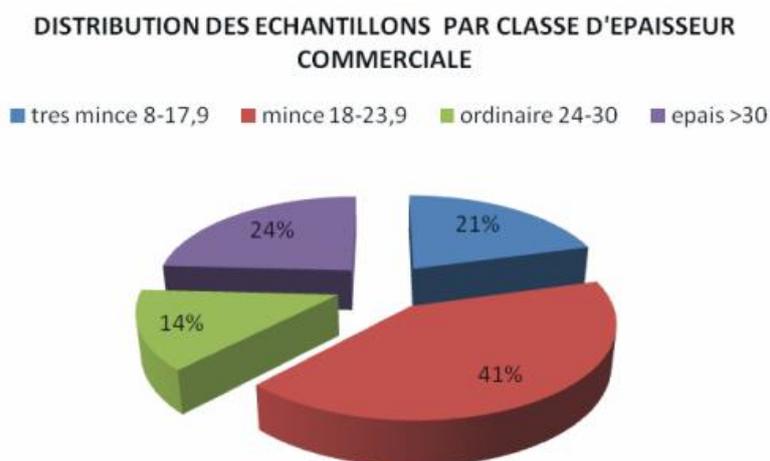


Figure 5. Distribution des échantillons selon les classes d'épaisseur commerciale.

Classe de densité

Le liège des planches-échantillons retenues à l'étude appartient à des densités moyennes à très forte (classes 2 et 4). Elles sont présentes respectivement un taux de 66% et 24 % (figure 6). En revanche, le liège de forte densité de la 3ème classe est présent avec un taux faible de 10%.

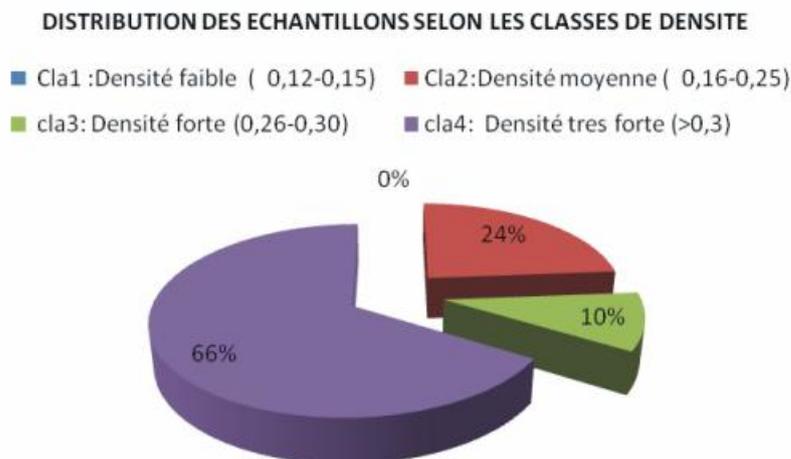


Figure 6. Distribution des échantillons selon les classes de densité.

Classe de productivité

Le liège des planches-échantillons retenues à l'étude appartient à des classes faible et forte productivité (classes 1 et 3). Ces deux catégories sont les plus présentes à Bissa, avec un taux de 37% pour le premier et 50% pour le second (figure 7). En revanche, les arbres à productivité moyenne de la classe 1 ne représentent qu'un taux de 13%.

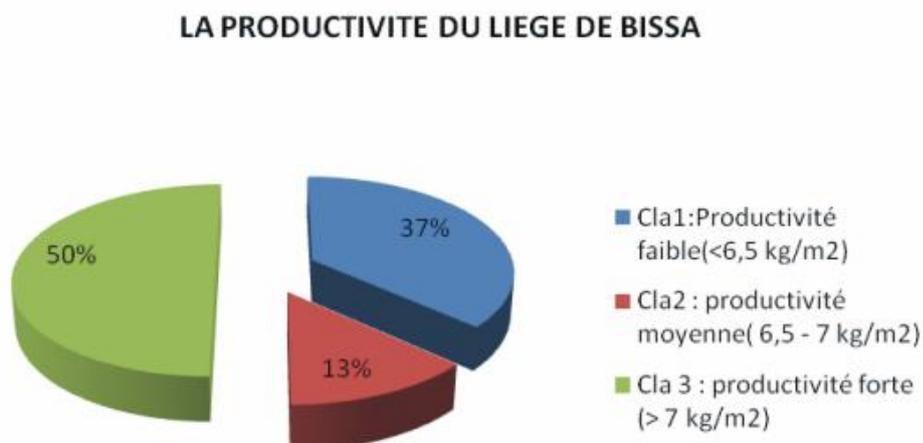


Figure 7. Distribution des échantillons selon les classes de productivité des arbres.

Cette variabilité entre arbres de la même suberaie se superpose à la variabilité entre suberaies algériennes qui statistiquement ne sont pas significativement différentes (KACI, 2011). Toutefois la production des suberaies en termes d'épaisseur du liège ou de productivité (liège produit par unité de superficie déliégée) ne peut pas être comparée directement, car la durée du cycle de production s'est avérée différente (FERREIRA *et al.*, 1999).

En effet, l'âge déterminé sur chaque échantillon (figure 8) a montré que la durée du cycle de production du liège était différente entre arbres.

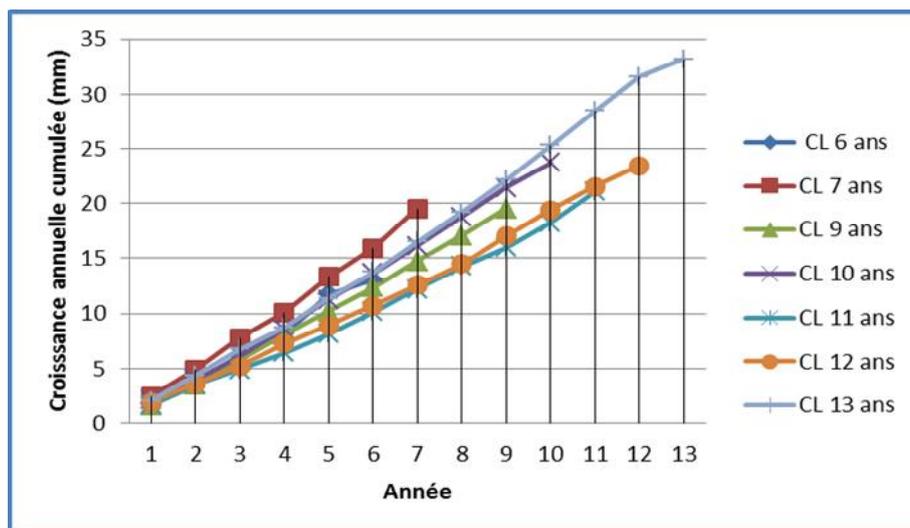


Figure 8. Croissance cumulée des couches annuelles du liège de Bissa.

Pour des âges de référence assez variés, les échantillons du liège de Bissa offrent des épaisseurs cumulées naturellement faibles et ne dépassant pas l'épaisseur commerciale de 25 mm. C'est entre 12 ans et 13 ans que se situe cette épaisseur apte aux industries bouchonnières. Les peuplements qui en produisent souffrent généralement d'un manque d'homogénéité, qui est due probablement à la gestion d'exploitation forestière.

Pour une même période de production, soit les 6 premières années du cycle, une inégalité des moyennes d'épaisseurs cumulées se distingue. Cela signifie que chez les arbres de la même forêt évoluant dans des séquences temporelles identiques, l'activité subérogénèse diffère d'un sujet à l'autre.

L'existence de cycles de production de durée différente au sein de la même subéraie ne permet donc pas de comparer l'épaisseur ou la productivité entre subéraies algérienne. Toutefois, on peut dire que dans la subéraie de Bissa, un cycle de production de 13 ans semble adapté au débouché industriel de la production car les lièges épais (> 30 mm) correspondent à 24 % de la production.

La croissance du liège a été donc mesurée par la largeur des cernes correspondants aux années de croissance complète. Les échantillons âgés de 6 ans, les accroissements moyens se caractérisent par des épaisseurs supérieures à 1mm. Ils varient cependant entre un minimum moyen de 1,25 mm et un maximum de 3,11 mm. Les coefficients de variation entre les échantillons sont moins marqués : de l'ordre de 19%. La vitesse des accroissements moyens annuels d'un liège ayant un cycle de 12 ans varie entre 1.38 et 3.09 mm avec une moyenne de 1.95 mm. Par contre, pour celle d'un liège de 13 ans, ils oscillent entre 1.45 et 3.68 mm avec une moyenne de 2.55 mm. Une variabilité assez importante est observée entre les arbres de l'ordre de 19 et 23% respectivement.

Les accroissements moyens annuels sont plus grands l'année qui suit le déliègeage et diminuent plus ou moins régulièrement pendant le cycle de production.

Cette variabilité de la qualité du liège d'arbres d'un même peuplement est déjà bien établie et est probablement d'origine génétique (GONZALEZ ADRADOS & PEREIRA, 1996 ; MACEDO *et al.*, 1998 ; KACI, 2011 ; NATIVIDADE, 1950)

La quantification de la porosité par les techniques d'analyse d'image permet d'éliminer une certaine subjectivité dans la classification commerciale du liège faite par l'observation visuelle par un expert (LOPES & PEREIRA, 1998)

La porosité mesurée sur tous les échantillons (tableau 2) confirme la grande variabilité de la qualité du liège entre arbres de la même subéraie avec des coefficients de variation de la moyenne de la porosité variant de 66 %. Cela signifie qu'il existe une grande variabilité de CP % du liège entre les arbres du même peuplement. En effet, les coefficients de porosité varient entre une valeur minimale de 1.4 % et une valeur maximale de 7.55%.

Le nombre de pores par 100 cm² (tableau 2) de liège est en moyenne de l'ordre de 690 pores. Ces derniers se caractérisent généralement par une superficie moyenne de 0,35 mm². Le contour s'avère plutôt irrégulier (facteur de forme 0,71) alors que le facteur de géométrie est de type circulaire (1). En revanche, le coefficient de porosité total est autour de 4,73% ce qui classe le liège de cette forêt dans la catégorie « poreux ».

Il y a une corrélation positive mais faible entre la porosité et les accroissements du liège ($r = 0.27$). Cela explique que la porosité varie assez sensiblement avec les accroissements moyens annuels du liège. Ceci a été prouvé par l'analyse statistique (corrélation de PEARSON de 0,270, Valeur de $p = 0,03$). C'est dans les

accroissements annuels rapides que les CP% sont les plus élevés. Ceci caractérise souvent le liège du littoral (poreux à très poreux)

Tableau 2. Caractères généraux des pores mesurés sur la face tangentielle du liège.

Caractères	Moyenne	Ecart-type	CV%
Provenance	Forêt de Bissa		
Nombre de pores/10 cm	690	454	65
Superficie moyenne (mm²)	0,35	0,16	45
Facteur de forme	0,71	0,01	1,4
Facteur de géométrie	0,13	0,06	46
Coefficient de porosité total (%)	4,73	3,14	66

Le nombre de pores par classe (tableau 3) de dimension varie d'une classe à une autre avec une dominance de la classe de petits pores (< 1 mm²) avec une moyenne de l'ordre de 896 pores et un pourcentage de 94,76%. Ces derniers se caractérisent généralement par une superficie moyenne de 194,57 mm² avec un CP% de 2,35%. En revanche, les autres classes (moyenne et grande) ne participent que par un faible pourcentage de nombre de pores. Ils sont de l'ordre 3,16% pour (1-2 mm²) et 2,22 % pour (> 2 mm²). La superficie moyenne est de 64,16 mm² (1-2 mm²) et 138,10 mm² (>2 mm²).

Tableau 3. Caractérisation générale de la distribution des pores par classe de dimension.

Classe de dimension	<1 mm ²	1-2 mm ²	>2 mm ²
Nombre de pore	896 (94,76%)	33 (3,16%)	23 (2,22%)
Superficie totale	5448,56	1292,46	3865,8
Superficie moyenne	194,57 (308,02)	64,16 (78,78)	138,10 (256,66)
CP%	2,35 (1,3)	0,45 (0,28)	1,2 (1,06)

Ces caractéristiques de la porosité sont spécifiques de la porosité du liège observée en sections transversale ou radiale des planches et résulte de l'orientation radiale des canaux lenticulaires (PEREIRA *et al.*, 1996).

La grande variabilité entre échantillons de liège prélevés dans la même suberaie existe soit au niveau de la porosité totale soit au niveau de la porosité correspondant à chaque classe de dimension des pores. La variabilité est plus marquée surtout pour les pores <1 mm² (tableau 3). Cette variabilité de la porosité suggère l'apport génétique dans sa détermination, surpassant un possible effet environnemental, et donc l'importance potentielle d'un programme de sélection d'arbres producteurs de liège à faible porosité.

Caractérisation microscopique

Les coupes histologiques du liège selon les deux sections d'observation sont représentées dans la figure 8.

Le bouillage du liège agit sur certaines structures cellulaires et conduit à la réduction des ondulations et par conséquent à la rectitude des parois des assises subéreuses. La forme des cellules obtenue après une cuisson d'une heure (1 h 30 min) sous une température de 100°C est représentée dans la figure 9 et le tableau 4.

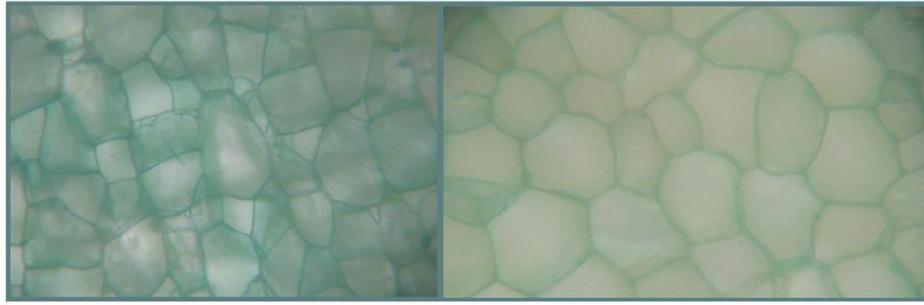


Figure 9 .Forme géométrique des cellules de liège des deux sections (Gross. × 40)
(à gauche : coupe tangentielle, à droite : coupe radiale).

Tableau 4. Forme de la cellule de liège des deux sections.

Liège	Bissa
Caractéristiques	
Section radiale	Rectangulaire
Section tangentielle	Polygonale

En section tangentielle dominant plutôt les assises subéreuses polygonales de 5-6 cotés et les plus apparentes sont pentagonales et hexagonales .Ces affirmations semblent en désaccord avec le liège portugais dont 50% des cellules sont hexagonales et même d'avantage. La présence des formes quadrilatères et octogonales de 4 à 8 coté est fréquente (NATIVIDADE, 1956).

La biométrie a pour rôle d'expliquer les relations étroites qui existent entre les paramètres mesurés et le milieu. L'étude microscopique des différents échantillons a révélé nettement la distinction dimensionnelle entre les éléments du parenchyme subéreux (tab.5)

Tableau 5. Les caractéristiques biométriques des différents paramètres cellulaires du liège de Bissa en les comparant avec d'autres lièges.

Liège Paramètres	Bissa		M'Sila	Zarieffet
	Radiale	Tangentielle	Radiale	Radiale
Hauteur (um)	55,29	-	59,10	46,24
Largeur (um)	35,85	-	43,00	43,00
H/L (um)	1,54	-	1,41	1,09
Diamètre des cellules (um)	-	37,58	Tangentielle	Tangentielle
			42,22	36 ,89

En section radiale les moyennes des hauteurs des cellules de liège de la forêt Bissa sont de l'ordre de 55,29 um. Cette valeur est nettement supérieure à celui de la forêt de Zarieffet qui est de 46,24um (ABOU, 2008). En revanche, elle est inférieure à celui de la forêt de M'Sila au littoral qui est de 59,10 um (DAHANE ,2006). Dans ces deux forêts (Zarieffet et M'Sila), les moyennes des largeurs plus au moins égales (43um) s'annoncent plus supérieures à celles de la forêt de Bissa (35,85um).

Le rapport H/L exprimant la taille de chaque cellule est plus important sur les assises subéreuses de la forêt de Bissa (1,54) que sur celles de la forêt M'Sila et Zariéffet (1,41 et 1,57). En section tangentielle, le diamètre des cellules du liège de la forêt de Bissa et celui de la forêt de M'Sila (42,22µm).

La hauteur est définie comme étant la distance séparant les deux extrémités de la cellule dans les sens radial. La dominance de la classe (41-50 µm) avec un pourcentage de 40% et la classe (51-70 µm) avec un taux de 33%. Les proportions moyennes de petite et moyenne cellules sont faiblement présentes avec un taux de 3% pour le premier et 10% pour le second

La largeur de la cellule dans le sens radial définit la distance dans le plan perpendiculaire par rapport à la hauteur. La dominance de la classe (31-40µm) avec un taux de 38% et la classe (41-50µm) de 28%. La dominance de ces deux classes au niveau du tissu subéreux nous renseigne sur la faculté du liège à résister à la déformation latérale lors des fortes forces de compression.

Le taux du rapport H /L est en faveur du liège de Bissa avec un pourcentage de l'ordre de 37% et 33% respectivement pour la classe (1,1-1,5µm) et la classe (1,6-2µm). Cela signifie que le volume de l'air comprimé dans les cellules de ce liège est plus important. Par voie de conséquence, ce manque de fermeté est un bon indice d'élasticité.

Le diamètre du cercle circonscrit à l'intérieur de la cellule dans le sens tangentielle représente la distance entre deux cotés diamétralement opposés du polygone. La dominance des diamètres de la classe (20-30µm) et (41-50µm) avec un taux de 36% et 30% respectivement.

CONCLUSION

Ce travail consacré à l'étude de la caractérisation de la qualité du liège d'une suberaie de la Wilaya de Chlef, en l'occurrence celle de la forêt de Bissa par examen des paramètres microscopiques et macroscopiques nous a permis de dégager ses premières appréciations qualitatives. En effet, à la lumière des différentes analyses effectuées, il apparaît que tous nos résultats ainsi obtenus sont différents d'un arbre à l'autre au sein du même peuplement.

Concernant la qualité commerciale de notre liège, il est classé dans la catégorie « mince » pour son épaisseur et moyennement poreux pour sa porosité. Il est caractérisé par :

- une épaisseur moyenne de 20 mm, avec 81% environ des planches présentant des épaisseurs inférieures à 27 mm, et qui donc sont inaptes au bouchonnage.
- un coefficient de porosité moyen de 4,73%, avec 95% de la porosité totale est induit par la classe des petites superficies ($< 1 \text{ mm}^2$)
- une superficie moyenne des pores de $0,35 \text{ mm}^2$
- une densité très forte avec une valeur moyenne de 0,32 due principalement à la taille des cellules le rapport H/L très élevé 1,66.

L'étude du paramètre porosité du liège, montre une variabilité importante entre les arbres du même peuplement. L'échantillonnage effectué au niveau de la forêt, par application de la méthode par un tracé en zig-zag, nous a permis de prendre les échantillons les plus représentatifs. Mais les paramètres dendrométriques des arbres ayant fourni ces lièges et les conditions de leur végétation sont complètement ignorés (KACI, 2011) suite à l'influence des facteurs de dégradation du milieu (incendie de forêt et érosion hydrique, sécheresse) sur la régénération des écosystèmes forestiers (KACI *et al.*, 2014 ; KACI *et al.*, 2017 ; KACI, 2014).

Notre zone d'étude manque de plusieurs données nécessaires pour expliquer au mieux les différentes variabilités qualitatives du liège telles que les conditions réelles du terrain tant forestières (nature, structure et âge du peuplement) que pédologiques (substrat, texture, composition chimique profondeur, capacités des réserves hydriques, etc.)(KACI, 2019) d'exploitation (hauteur d'écorage, coefficient d'écorage) et sanitaire (la vigueur des arbres). De plus, les variables génétiques sont très importantes à étudier car elles sont directement impliquées dans les variabilités qualitatives ainsi enregistrées.

BIBLIOGRAPHIE

- ABOU A., 2008. Effet du bouillage sur certains aspects macroscopiques et microscopique du liège de deux provenances : M'sila (w.d'Oran) et zariéffet (w.de Tlemcen) Mémoire Ing., faculté des sciences département de foresterie, université de Tlemcen ,99 p.
- Barros L., Pereira H., 1987. A influência do operador no processo de classificação da cortiça, Cortiça 582 pp.103-105.
- BENGANA S. & ALI AHMED H., 2006. Comportement et qualité du liège des suberaies de la Willaya de Jijel cas des cantons d'El-Milla et Texenna. Mémoire Ing., Faculté des sciences agronomique et des sciences biologiques, Université de Tizi Ouzou ,91p.

- COSTA A., PEREIRA H. & OLIVEIRA A., 2002. Influence of climate on the Seasonality of radial growth of cork oak during a cork production cycle. *Ann. For. Sci.* 59: 437-429 INRA, EDP Sciences. Portugal. 9p
- DAHANE B., 2006. Incidences des facteurs écologiques sur les accroissements annuels et la qualité du liège de quelques suberaies du nord-ouest algérien. Thèse. Mag. Dept. Forest, 187p.
- DOUZANE K., 2008. Contribution à l'étude de la variabilité de la qualité du liège de suberaies de la Wilaya de Jijel. Cas du canton de Tahir. Mémoire Ing., Faculté des sciences agronomiques et des sciences biologiques, Université Tizi Ouzou, 82p.
- FERREIRA A., LOPES F. & PEREIRA H., 2000. Caractérisation de la croissance et de la qualité du liège dans une région de production. Centro de Estudos de Florestais, Instituto Superior de Agronomia. *Ann. For. Sci.* 57: 187-193
- GABIS A. & BOUKERB K., 2009. Qualité du liège des suberaies de la wilaya D'El-TAREF cas des cantons d'El-Taref et Djebel Dir, Djebel Ghorra. Mémoire Ing., Faculté des sciences agronomique et des sciences biologiques, Université de Tizi Ouzou, 91p.
- GONZALEZ-ADRADOS J. & PEREIRA H., 1996. Classification of defects in cork planks using image analysis, *Wood Sci. Technol.* 30 : 207-215.
- GRAÇA J., BARROS L. & PEREIRA H., 1985. Importância da produção de cortiça de qualidade para a indústria transformadora, *Boletim da Junta Nacional da Cortiça* 566 : 697-707.
- IPROCOR, 1999. Manuel didactique du leveur et de l'ouvrier spécialisé dans les travaux d'exploitation du chêne liège, 1999. 236 p.
- KACI M., 2019. Impact de l'occupation du sol sur l'érosion et le ruissellement dans les micros bassins versants de l'oued Chlef. Thèse de doctorat en foresterie, Université de Tlemcen 200p. + annexes.
- KACI M., 2011. Contribution à l'étude de la qualité du liège de la forêt de Bissa Ténès W. Chlef. Thèse. Mag. Dept. Forest, 192p.
- KACI M., 2014. L'application des images LSA SAF pour la détection des causes et feux de forêts dans la wilaya d'Ain Defla Algérie. Master spécialisé en gestion des sites naturels, Université de Liège (Belgique), 140 p.
- KACI M., MORSLI B. & HABI M., 2014. Dynamique de l'érosion sous différentes utilisations du sol au niveau d'un versant en zone méditerranéenne subhumide : Influence des cultures, des aménagements de Gestion conservatoire des eaux et des sols (GCES) et des couvertures forestières en Algérie. *Geo-Eco-Trop.*, 38, 1, n.s.: 111-118.
- KACI M., HABI M. & MORSLI B., 2017. Estimation de l'érosion hydrique par l'application de l'équation universelle de Pertescen sol (USLE). Cas du bassin versant non jaugé de l'oued Rhiou, (Bassin de Cheliff), Algérie, *Geo-Eco-Trop.*, 41, 3, n.s : 503-518.
- LOPES F. & PEREIRA H., 1998. Caracterização de pranchas de cortiça com diferente classificação industrial. In : Pereira H. (Ed.), *Cork oak and Cork*, Centro de Estudos Florestais, Lisboa pp. 332-340.
- MACEDO J., LOPES F. & PEREIRA H., 1998. Influência do método de amostragem na avaliação da qualidade de cortiça no mato, in: Pereira H. (Ed.), *Cork oak and Cork*, Centro de Estudos Florestais, Lisboa pp. 93-98.
- METNA B., 2003. Caractéristiques physiques et chimiques du liège de reproduction de la subéraie orientale de la wilaya de Tizi Ouzou. Thèse de magister. Agro. Univ. T.O, 102p.
- NATIVIDADE J.V., 1939. O problema da qualidade da cortiça nos sobreirais ao Norte do Tejo I e II, *Boletim da Junta Nacional da Cortiça* 8-9 : 5-16.
- NATIVIDADE J.V., 1950. Subericultura, Direcção Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas, Lisboa.
- NATIVIDADE J.V., 1956. Subericulture. Ecole Nationale des eaux et forêts, Nancy, 302p.
- PEREIRA H., LOPES F. & GRAÇA J., 1996. The evaluation of quality in cork planks by image analysis, *Holzforschung* 50 : 111-115.
- PEREIRA H., MELO B. & PINTO R., 1994. Yield and quality in the production of cork stoppers, *Holz als Roh- und Werkstoff* 52, 4 : 211-214.
- PEREIRA H., ROSA M. E. & FORTES A. M., 1987. The cellular structure of cork from *Quercus suber* L. *IAWA Bull.* n.s. 8 : 213-218.

