

REMERCIEMENTS

D'une expérience unique et singulière, de quoi rendre l'être fier, des épreuves exposant l'âme à l'œuvre, se dessine donc l'arrivé de cet instant de gloire, où s'achève notre parcours, qui nous a fait grandir et décider d'un avenir.

Un conte universitaire, Analogue à la fine odeur du pétrichor, un récit plein de valeur, où l'on remercie les êtres d'honneur, avec qui l'instant prend des couleurs. Père et mère, merci pour cette douce chaleur, cette lumière qui a su éclairer nos jours.

Merci à toi frère, Smail Djamel, un pylône d'honneur, toujours présent dans les instants durs, avec une logique de fer.

Camarades et compagnons du parcours, Oudiai M'heni, toi, qui aimes tant le tonnerre et son bruit, Alim Yacine Wassim, avec qui une guerre est plus exquise qu'un repas d'empereur.

Je n'oublierais jamais les belles couleurs que vous avez introduites dans mes jours, Hassaim Hmidouche et Terrah Rahim.

Merci à toi Lylia Chenil, dessinatrice d'un monde qui sort du réel. Tarek Larbaoui, les belles nuits et soirées, Diana Amenouche, toi et ton air souvent louche. Kara Amélia, et les cookies au chocolat.

Tous ceux qui ont croisé mon chemin et embelli mes jours, je ne vous oublie guère, Lounis Teboul, Massi Nait Ali, Hamid Cherfioui, Ali Lamara, Ferhat Chayer, Hakim Rezki, Abdelkrim Benouns, Farid Tafticht, Hamou Ait Ouyakoub, Karim Mouloudji, Yacine Hammoum, Yanis Hamoumen, Yanis Gaouaoui, Farsi Amine et tous les gens et les amis avec lesquels l'instant est marqué d'inoubliable.

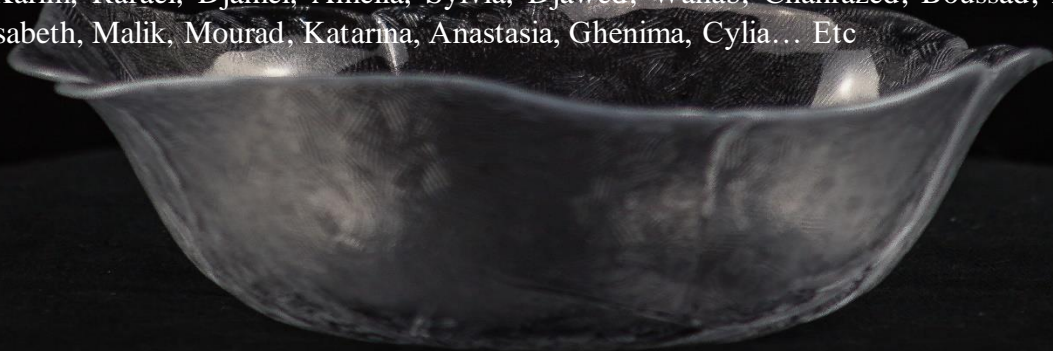
Mes professeurs et enseignants que je respecte, Mr Asmani, Mr et Mme Metna, Mr et Mme Chenoun, Mr Rahmoun, Mr Si Tayeb, Mr Aired, Mme Kadi et Mr Boudjemaa les êtres d'honneur devant lesquels le respect est chose primordiale.

Mes compagnons et camarades de parcours que je considère tels mes frères, Belmihoub Mehdi, Kadi Ayoub, Boughanem Syfax, Ait Hebouche Arab, Ait Medjber Aimad, Kouadri Nouredine, Mourad Besseghir, Diafi Anis et Chikhi Ramzi. Avec vous se dessinait une raison de continuer sur un chemin droit et correct.

On tient aussi à remercier tous ceux qui sont restés debout avec nous dans les périodes difficiles dans l'université, étudiants, fonctionnaires, administrateurs, Hassan, Remdane, Mouhamed, Lamia, Imene, Lena, Yanis, El Yamine, Nadine, Nesrine, Amine, Sarah, El Djouher, Manel, Amel, Tinhinane, Feryal, Ania, Ziad, kareem, Hakim, Merzouk, Karim, Nabile, Massi et bien sûr plus d'une centaine d'autres personnes qu'on ne pourrait malheureusement pas tous les citer.

Nous remercions aussi Mr Arafat et Mr le conseiller du ministre Morsli ainsi que tous ceux qui ont contribué à faire régner la justice à notre égard et envers l'université.

On vous remercie, vous qui êtes vivant sans oublier les défunts et tous ceux qui ont contribué à l'avènement de ce que je suis aujourd'hui Lilia Dragorra, Kamelia Hafir, Cylia Azam, Lissana Arnault, Karim, Rafael, Djamel, Amelia, Sylvia, Djawed, Wahab, Chahrazed, Boussad, Ahlem, Amel, Elisabeth, Malik, Mourad, Katama, Anastasia, Ghénima, Cylia... Etc





Dédicace

Je dédie ce travail

En premier lieu à mes parents.

À mon frère Djamel.

À tous les membres de ma famille.

À mes amis Wassim, Mourad, Azedine et Mouhend.

A Cylia, Lylia, Feryal, Diana, Arab, Mehdi, Ayoub.

À Syfax, M'heni, Wallad, Djamel, Nawel, Rabah, Tarek, Younes et Mansour, sans oublier mon binôme, Lounis.

À ceux qui ne sont plus de ce monde et qui ont marqué mon existence.

À Amelia, Rafael, Anastasia, Mohamed, Malik et tous les chers perdus du regard, mes enseignants et maitres de vie.

À tous mes proches, qui occupent une place importante dans mon cœur ou dans mes souvenirs.

S. Samy



Dédicaces

Je dédie cet humble travail à tous ceux qui me sont chers, et qui m'ont soutenu dans mes études et qui m'ont toujours encouragé, à savoir mes parents bien-aimés.

Aucun mot de remerciement ne saurait exprimer le respect que je vous dois, mon amour éternel ainsi que ma profonde gratitude quant aux sacrifices que vous avez faits pour mon bien-être et pour me propulser vers un avenir, j'espère qu'à mon tour, je vous rendrais heureux en ayant constaté ma réussite dans mes études.

Je dédie également ce travail à tous mes enseignants, auxquels je voue un grand respect et considération.

Je remercie particulièrement mon binôme et ami Samy Smail, sans qui ce travail ne serait pas ce qu'il est aujourd'hui, je rends grâce à Dieu d'avoir fait sa connaissance, et de l'avoir gagné comme ami dans ma vie.

M. Lounis

SOMMAIRE

CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	4
I CARACTÈRES GÉNÉRAUX DU CHÊNE LIÈGE.....	4
I.1 Taxonomie du chêne-liège	4
I.2 Répartition du chêne-liège.....	4
I.2.1 Aire de répartition mondiale.....	4
I.2.2 Aire de répartition en Algérie	5
I.3 Production du liège.....	5
I.3.1 Production du liège dans le monde.....	5
I.3.2 Production en Algérie	6
I.4 Caractères botaniques, forestiers et dendrologiques	8
I.4.1 Taille, port et longévité.....	8
I.4.2 Appareil végétatif	8
I.4.2.1 Système racinaire	8
I.4.2.2 Feuilles	8
I.4.2.3 Tronc	9
I.4.2.4 Écorce	9
I.4.2.5 Rameaux	10
I.4.3 Appareil reproducteur.....	10
I.4.3.1 Fleurs.....	10
I.4.3.2 Bourgeons	10
I.4.3.3 Fruits	11
I.4.3.3.1 Anatomie du gland	11
I.4.3.3.2 Maturité physiologique et morphologique des glands	11
I.4.3.3.3 Fragilité du gland.....	12
I.4.3.3.4 Fructification	12
I.4.3.4 Racines.....	13
I.5 REGENERATION DE CHENE LIEGE.....	13
I.5.1 Différentes formes de régénération	13
I.5.1.1 Régénération naturelle	13
I.5.1.2 Régénération par rejets de souches	13
I.5.1.3 Régénération artificielle et assistée.....	14
I.5.1.3.1 Semis direct	14
I.5.1.3.2 Plantation ou régénération par reboisement	14
I.5.1.3.2.1 Préparation des plants.....	14
I.5.1.3.2.1.A Production des plants de chêne.....	15

I.5.1.3.2.1.B Particularité de la culture en pots et conteneurs.....	15
I.5.1.3.2.1.C Définition d'un système de culture :	15
I.5.1.3.2.1.D Le substrat.....	15
I.5.1.3.2.1.E Normes et qualité des plants.....	15
I.5.1.3.2.2 Préparation des sols	16
I.5.1.3.2.3 Entretien.....	16
I.5.2 Facteurs de régénération de chêne-liège.....	17
I.5.2.1 Facteurs physiologiques.....	17
I.5.2.1.1 Germination.....	17
I.5.2.1.2 Fructification	17
I.5.2.2 Facteurs édaphiques.....	18
I.5.2.3 Facteurs climatiques.....	18
I.5.2.3.1 Température.....	18
I.5.2.3.2 Lumière	18
I.5.2.3.3 Autres facteurs.....	18
I.5.3 Diagnostic de la régénération	18
I.6 Écologie du chêne-liège	19
I.6.1 Altitude.....	19
I.6.2 Pédologie	19
I.6.3 Bioclimat.....	19
I.6.4 Lumière.....	19
I.6.5 Température	19
I.6.6 Pluviométrie.....	19
I.6.7 Humidité.....	20
I.7 Composition floristique	20
I.8 Causes de déclin du Chêne-liège.....	21
I.8.1 Mauvaises pratiques de gestion	21
I.8.2 Attaques d'insectes.....	21
I.8.3 Attaques de champignons	22
I.8.4 Incendies de forêt.....	23
I.8.5 Mauvaises levées	23
II GÉNÉRALITÉS SUR LE LIÈGE.....	23
II.1 Structure du liège	23
II.2 FORMATION DU LIÈGE.....	25
II.2.1 LIÈGE EN BOTANIQUE.....	25
II.2.2 SUBER.....	25
II.3 Propriétés chimiques du liège	25

II.4 Caractéristique du liège	26
II.4.1 Légèreté.....	26
II.4.2 Imperméabilité aux liquides et aux gaz	26
II.4.3 Neutralité et résistance chimique	26
II.4.4 Résistance à la corrosion biologique	26
II.4.5 Propriétés d'isolation thermique	26
II.4.6 Propriétés acoustiques et anti-vibration	27
II.4.7 La résistance au feu	27
II.4.8 La flexibilité et la compressibilité	27
II.4.9 Propriétés antiélectrostatiques	27
II.4.10 Coefficient de frottement élevé	27
II.4.11 Durabilité.....	27
II.4.12 Facilité d'usinage	27
II.4.13 Neutralité pour la santé.....	27
II.4.14 Respect de l'environnement	28
II.4.15 Résistance mécanique	28
II.4.16 Pouvoir d'absorption.....	28
II.5 Critère de la qualité du liège	28
II.5.1 L'épaisseur ou calibre du liège	28
II.5.2 L'aspect du liège	29
II.5.3 La porosité.....	29
II.5.4 La densité	29
II.5.5 Appréciation des parties intérieure et extérieure des planches de liège	30
II.5.6 La couleur.....	30
II.5.7 Les accroissements	30
II.5.8 L'aspect	30
II.5.8.1 Les défauts liés à la physiologie de l'arbre	30
II.5.8.2 Les défauts liés aux facteurs du milieu	31
II.6 Exploitation et destination du liège.....	33
II.6.1 Récolte du liège (démasclage et la levée du liège).....	33
II.6.1.1 Ouvrir.....	33
II.6.1.2 Séparer.....	34
II.6.1.3 Découper.....	34
II.6.1.4 Extraire	34
II.6.1.5 Enlever le liège de pied	34
II.6.2 Destination et utilisation du liège	34
CHAPITRE II : MATÉRIELS ET MÉTHODES.....	37

I PRESENTATION GENERALE DE LA ZONE D'ETUDE.....	37
I.1 Situation géographique de la zone d'étude.....	37
I.2 Description des stations d'études	37
I.2.1 La forêt d'Oued Bougous	37
I.2.2 La forêt de Sidi Bouzid (Hammam Beni Salah).....	37
I.2.3 La forêt de Zitouna	38
I.3 Étude climatique.....	38
I.3.1 Température	38
I.3.2 Précipitations	40
I.3.3 Diagramme ombrothermique :.....	42
II METHODE D'ECHANTILLONNAGE :.....	44
III MESURE DES VARIABLES :.....	44
III.1 Épaisseur du liège	44
III.1.1 Outil et méthode de mesure	45
III.1.1.1 General Images Manipulation Program (GIMP).....	45
III.1.1.2 Méthode de mesure	46
III.2 Méthode de traitement des données.....	47
III.2.1 Traitements graphiques	47
III.2.1.1 Courbes des accroissements du liège	47
III.2.1.2 Accroissements individuels.....	47
III.2.1.3 Accroissements de séries de synthèse	47
III.2.1.4 Accroissements cumulés des séries de synthèse	48
III.2.2 Traitements statistiques.....	48
III.2.2.1 Analyse descriptive des données.....	48
III.2.2.1.1 Moyenne	48
III.2.2.1.2 Ecart type (σ).....	48
III.2.2.1.3 Coefficient de variation (CV)	48
III.2.2.1.4 Coefficient d'aplatissement « Kurtosis ».....	49
III.2.2.2 Analyse de la variation	49
III.2.2.3 Sensibilité moyenne (Mean sensitivity)	49
III.2.2.4 Coefficient d'interdatation	49
I RESULTATS DES EPAISSEURS DES CERNES DU LIEGE.....	51
II ÉTUDE DES ACCROISSEMENTS DU LIEGE	53
II.1 Accroissements individuels.....	53
II.1.1 Station Oued Bougous.....	53
II.1.2 Station de Zitouna	54
II.1.3 Station de Sidi Bouzid.....	54

II.2 Chronologies maîtresses	55
II.3 Courbes cumulées	56
II.3.1 Sensibilité moyenne	56
II.3.2 Coefficient d'interdatation	57
II.4 Données statistiques des stations	57
II.4.1 Kurtosis	57
II.4.2 Résultats de l'analyse de la variance	58
II.4.2.1 ANOVA des accroissements des cernes	58
II.4.2.2 Analyse de la variance station- temps	60
CHAPITRE IV : DISCUSSIONS DES RÉSULTATS	64
CONCLUSION GÉNÉRALE	69
ANNEXE.....	72
LES INSECTES ENNEMIS DU LIEGE « PAR CLAIRE VILLEMANT ET ALAIN FRAVAL »....	72
I LA FOURMI DU LIEGE.....	72
II LEPIDOPTERES.....	75
III COLEOPTERES.....	76
IV LES DEPREDATEURS DES BOUCHONS	79
V PREVENTION ET LUTTE	80

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	4
FIGURE 1 : DISTRIBUTION DU CHENE-LIEGE DANS LE MONDE (SOURCE : QUEZEL ET MEDAIL, 2003).....	4
FIGURE 2 : REPARTITION DE LA SUBERAIE EN ALGERIE (EN VERT) (SOURCE : D. G. F. 2003 IN BOUREGBI I., 2014).....	5
FIGURE 3 : PRODUCTION MONDIALE DU LIEGE (SOURCE : APCOR, ANNEE : 2007)	6
FIGURE 4 : ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION DU LIEGE EN ALGERIE (SOURCE : OUELMOUHOUB, 2005).....	7
FIGURE 5 : PRODUCTION MOYENNE DE LIEGE A TRAVERS LES 21 WILAYAS CONCERNEES PERIODE (1999-2008) (SOURCE : ROULA BILAL, 2010).....	7
FIGURE 6 : FEUILLES D'UN CHENE-LIEGE (SOURCE : HTTPS://WWW.VISOFLORA.COM).....	8
FIGURE 7 : IMAGE D'UNE FORET DE CHENE-LIEGE PRISE AU PORTUGAL EN 2008 (SOURCE : HTTP://MONDANCYCLO.CANALBLOG.COM).....	9
FIGURE 9 : PHOTO D'UNE RECOLTE DE LIEGE LE 2 OCTOBRE 2014 (SOURCE : HTTPS://PIXABAY.COM).....	9
FIGURE 8 : TYPES DES LIEGES PRODUITS PAR UN ARBRE (SOURCE : ORIGINEL).....	9
FIGURE 10 : QUERCUS SUBER, PRIS EN CORSE LE 01/05/2012 (SOURCE : HTTPS://WWW.FLOREALPES.COM/)	10
FIGURE 11 : BOURGEONS DE CHENE-LIEGE (SOURCE : TAIB NADJAT, 2016).....	11
FIGURE 12 : FRUIT DU CHENE-LIEGE « ST-SULPICE VD, DANS UN JARDIN, SEPTEMBRE 2015 » (SOURCE : HTTPS://WWW.VISOFLORA.COM/).....	12
FIGURE 13 : REPRESENTATION SCHEMATIQUE D'UNE SECTION RADIALE DE CELLULES DE LIEGE	23
FIGURE 14 : REPRESENTATION SCHEMATIQUE DE LA DISPOSITION CELLULAIRE DANS LA SECTION CROISSANTE DE LIEGE	24
FIGURE 15 : MICROGRAPHIE DU LIEGE NATUREL (APRES L'EBULLITION).....	24
FIGURE 16 : POROSITE (ARRACHE AMIR, 2018)	30
FIGURE 17 : LIEGE TERREUX (ARRACHE AMIR, 2018).....	30
FIGURE 18 : LIEGE TERREUX LOCALISE (ARRACHE AMIR, 2018).....	31
FIGURE 19 : ÉTAT DU VENTRE (ARRACHE AMIR, 2018).....	31
FIGURE 20 : ÉTAT DU DOS (ARRACHE AMIR, 2018).....	31
FIGURE 21 : LIGNIFICATION (ARRACHE AMIR, 2018).....	31
FIGURE 22 : LIEGE DOUBLE (ARRACHE AMIR, 2018).....	31
FIGURE 23 : LIEGE SOUFFLE (ARRACHE AMIR, 2018).....	32
FIGURE 24 : LIEGE VERT (ARRACHE AMIR, 2018).....	32
FIGURE 25 : TACHES JAUNES (ARRACHE AMIR, 2018)	32
FIGURE 26 : LIEGE FOURMILLE (ARRACHE AMIR, 2018).....	32
FIGURE 27 : PIC TRONC (ARRACHE AMIR, 2018).....	32
FIGURE 28 : PLUS D'UNE (ARRACHE AMIR, 2018).....	32
FIGURE 29 : RECOLTE DU LIEGE (DEMASCLAGE ET LEVEE). (SOURCE : IML, 2005).....	33
CHAPITRE II : MATÉRIELS ET MÉTHODES	37
FIGURE 30 : LOCALISATION ET LIMITE DE LA REGION D'ETUDE (SOURCE : SABRI, 2011).....	38
FIGURE 31 : DIAGRAMME OMBROTHERMIQUE DE BAGNOULS ET GAUSSEN DE LA REGION D'EL TAREF DU PERIODE (1997–2005).	42
FIGURE 32 : SITUATION DE LA STATION D'ETUDES DANS LE CLIMAGRAMME D'EMBERGER.....	43
FIGURE 33 : DEMASCLAGE DU LIEGE DANS LA FORET ET SON DEPOT (SOURCE : CHABBI ET TIAB, 2019)....	44
FIGURE 34 : PRELEVEMENT DES EPROUVETTES DE LIEGE POUR MESURER L'ÉPAISSEUR DES CERNES. SOURCE : ORIGINELLE.....	44
FIGURE 35 : INTERFACE VIERGE DU LOGICIEL GIMP SOURCE : ORIGINELLE	45
FIGURE 36 : CAPTURE D'ECRAN ILLUSTRANT LE GLISSER-DEPOSER DE NOTRE IMAGE A CALCULER SOURCE : ORIGINELLE.....	46

FIGURE 37 : CAPTURE D'ECRAN ILLUSTRANT LA METHODE DE MESURE DES EPAISSEURS DES CERNES	
SOURCE : ORIGINELLE.....	47
FIGURE 38 : DISTRIBUTION DES EPAISSEURS DU LIEGE DES TROIS STATIONS	52
FIGURE 39 : DISTRIBUTION DES PLANCHES DU LIEGE PAR CLASSE COMMERCIALE D'ÉPAISSEUR.	53
FIGURE 40 : COURBES DES ACCROISSEMENTS ANNUELS DU LIEGE CALCULEES POUR CHAQUE ARBRE DE LA STATION OUED BOUGOUS	53
FIGURE 41 : COURBES DES ACCROISSEMENTS ANNUELS DU LIEGE CALCULEES POUR CHAQUE ARBRE DE LA STATION DE ZITOUNA.....	54
FIGURE 42 : COURBES DES ACCROISSEMENTS ANNUELS DU LIEGE CALCULEES POUR CHAQUE ARBRE DE LA STATION DE SIDI BOUZID.....	54
FIGURE 43 : ACCROISSEMENTS ANNUELS DES TROIS STATIONS (COURBE MAITRESSE).....	55
FIGURE 44 : LES ACCROISSEMENTS COURANTS MOYENS CUMULES DES TROIS STATIONS.....	56
FIGURE 45 : MOYENNES DES EPAISSEURS DU LIEGE SUR LE FACTEUR STATIONS.....	59
FIGURE 46 : MOYENNES DES EPAISSEURS DU LIEGE POUR LE FACTEUR ARBRE.....	59
FIGURE 47 : MOYENNES DES ACCROISSEMENTS PAR RAPPORT AU FACTEUR STATION	61
FIGURE 48 : MOYENNE DES ACCROISSEMENTS PAR RAPPORT AU FACTEUR TEMP.....	61
CHAPITRE IV : DISCUSSIONS DES RÉSULTATS.....	64
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	69
ANNEXE.....	72
FIGURE 49 : FOURMIS DU LIEGE A LA SURFACE DU LIEGE MALE (SOURCE : CLICHE C. VILLEMANT).....	72
FIGURE 50 : LIEGE MALE « FOURMILLIE » (SOURCE : CLICHE C. VILLEMANT).....	73
FIGURE 51 : FOURMIS SUBERICOLES. (SOURCE : CLICHE C. VILLEMANT).....	74
FIGURE 52 : LA TEIGNE DES NIDS (SOURCE : HTTP://INSECTA.PRO).....	75
FIGURE 53 : LA TEIGNE DU BANANIER (SOURCE : HTTP://PROD.SENASICA.GOB.MX).....	76
FIGURE 54 : COLEOPTERES DU LIEGE A : AGRILE HASTULIFERE ; B : CADELLE MAROCAINE (ADULTE) ; C: LARVE DE D° (SOURCE : CLICHE C. VILLEMANT).....	77
FIGURE 55 : DE : DASYTES TERMINALIS (MALE) ; E : FEMELLE DE D° ; F : LARVE DE D°. (SOURCE : CLICHE C. VILLEMANT)	77
FIGURE 56 : DERMESTES DU LARD DANS DU LIEGE FEMELLE (SOURCE : CLICHE C. VILLEMANT).....	78
FIGURE 57 : LA TEIGNE CUIVREE, PAPILLON ET CHENILLE (SOURCE : CLICHE C. VILLEMANT).....	79
FIGURE 58 : TEIGNE DE LA COLLE IN LEPIGRE (SOURCE : CLICHE C. VILLEMANT).....	80

LISTE DES TABLES

CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	4
TABLEAU 1 : PRODUCTION MONDIALE DU LIEGE (SOURCE : APCOR, ANNEE : 2007)	6
TABLEAU 2 : NORME DE LA SUBERAIE.....	17
TABLEAU 3 : PRINCIPAUX FACTEURS DE PREDISPOSITION ASSOCIES AU DECLIN DES PEUPELEMENTS DE CHENE-LIEGE.....	21
TABLEAU 4 : CLASSIFICATION DU LIEGE SELON L'ÉPAISSEUR SOURCE : GHEZALI NEE AMIRAT ; 2007....	29
TABLEAU 5 : RANGS D'ASPECT (SOURCE : CMC (1990))	30
TABLEAU 6 : CLASSIFICATION (SOURCE CORKASSESS (1997)).....	33
TABLEAU 7 : LES DIFFERENTS DOMAINES D'UTILISATION DU LIEGE. SOURCE : MESSALI, 2003 IN OUELMOUHOB, 2005.....	34
CHAPITRE II : MATÉRIELS ET MÉTHODES.....	37
TABLEAU 8 : TEMPERATURES ANNUELLES ET MENSUELLES MOYENNES (°C) D'EL-KALA POUR LA PERIODE 1997-2005.....	39
TABLEAU 9 : REPARTITION DES TEMPERATURES MENSUELLES MAXIMALES, MINIMALES ET MOYENNES (°C) CORRIGÉES PAR RAPPORT A L'ALTITUDE MOYENNE DE LA FORET OUED BOUGOUS (600M).....	39
TABLEAU 10 : REPARTITION DES TEMPERATURES MENSUELLES MAXIMALES, MINIMALES ET MOYENNES (°C) CORRIGÉE PAR RAPPORT A L'ALTITUDE MOYENNE DE LA FORET ZITOUNA (111M).....	39
TABLEAU 11 : REPARTITION DES TEMPERATURES MENSUELLES MAXIMALES, MINIMALES ET MOYENNES (°C) CORRIGÉE PAR RAPPORT A L'ALTITUDE MOYENNE DES TROIS STATIONS (450M).	40
TABLEAU 12 : PRECIPITATIONS MENSUELLES ET ANNUELLES MOYENNES (MM) D'EL- KALA POUR LA PERIODE DE 1997-2005.	40
TABLEAU 13 : LES PRECIPITATIONS MOYENNES MENSUELLES D'EL KALA, CORRIGÉES PAR RAPPORT A L'ALTITUDE MOYENNE DE LA STATION OUED BOUGOUS (587M).....	41
TABLEAU 14 : LES PRECIPITATIONS MOYENNES MENSUELLES D'EL KALA, CORRIGÉES PAR RAPPORT A L'ALTITUDE MOYENNE DE LA STATION SIDI BOUZID (450M).....	41
TABLEAU 15 : LES PRECIPITATIONS MOYENNES MENSUELLES D'EL KALA, CORRIGÉES PAR RAPPORT A L'ALTITUDE MOYENNE DE LA STATION DU ZITOUNA (111M).....	41
TABLEAU 16 : LES PRECIPITATIONS MOYENNES MENSUELLES DE L'ALTITUDE MOYENNE DES TROIS STATIONS (387M).....	41
TABLEAU 17 : TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLES (°C) ; PRECIPITATIONS MENSUELLES (MM) DE LA REGION D'EL- KALA. (PERIODE DE 1997-2005.	42
TABLEAU 18 : LES RESULTATS DE L'ANALYSE DESCRIPTIVE DE L'ÉPAISSEUR DES CERNES DE LIEGE.....	51
TABLEAU 19 : DISTRIBUTION DES ECHANTILLONS DU LIEGE PAR CLASSE COMMERCIALE D'ÉPAISSEUR	52
TABLEAU 20 : SENSIBILITE MOYENNE DES CHRONOLOGIES INDIVIDUELLES DES DIFFERENTES STATIONS....	56
TABLEAU 21 : SENSIBILITE MOYENNE DES CHRONOLOGIES MAITRESSES.....	57
TABLEAU 22 : COEFFICIENT D'INTERDATATION DES SERIES DE SYNTHESE	57
TABLEAU 23 : COMPARAISON ENTRE LES SENSIBILITES MOYENNES DES CHRONOLOGIES MAITRESSES ET LES COEFFICIENTS D'INTERDATATION DES SERIES DE SYNTHESE.....	57
TABLEAU 24 : PARAMETRES STATISTIQUES DES ÉPAISSEURS DES CERNES.....	57

TABLEAU 25 : RESULTATS DE L'ANALYSE DE LA VARIANCE ET DU TEST DE NEWMAN ET KEULS DES VARIABLES ÉPAISSEUR DES CERNES	58
TABLEAU 26 : GROUPES HOMOGENES DU FACTEUR ARBRE	60
TABLEAU 27 : RESULTATS DE L'ANALYSE DE LA VARIANCE DES FACTEURS (TEMPS-STATION)	60
TABLEAU 28 : LES GROUPES HOMOGENES ETABLIS PAR LE TEST DE NEWMAN ET KEULS POUR LE FACTEUR TEMPS (L'ÉPAISSEUR DES CERNES DE LIEGE).....	62

Liste des abréviations

Alt : Altitude.

BG : Station de Oued Bougous.

C.M : Carré moyen.

C° : Degré Celsius.

CV % : Coefficient de variation.

D.D.L : Degré de liberté.

DGF : Direction générale des forêts.

Dr : Erreur relative.

Dstl : Densité du liège.

Ep : Épaisseur du liège.

F.F.L : Fédération française du liège.

F.obs : Fonction observée.

F.Théo : Fonction théorique lue sur la table des distributions F de SENDECORE.

G : groupe.

GGR : groupe de génie rural.

GIMP : General Image Manipulation Program.

h : Humidité du milieu.

Ha : Hectare.

HS : hautement significatif.

IML : institut méditerranéen du liège.

K : Degré de liberté ($ddl = n-2$).

KH : La station de Zitouna.

km² : Kilomètre carré.

M : Température maximale du mois le plus chaud

m : Moyenne de la température minimale du mois le plus froid.

m : Mètre.

mm : Millimètre.

NS : Non significatif.

P : Précipitations.

Prob : Probabilité.

Q2 : quotient pluviothermique d'Emberger.

Qx : Quintaux.

r : Coefficient de corrélation.

S : Significatif.

SBZ : La station de Sidi Bouzid.

S.C.E : Somme des carrés des écarts.

THS : très hautement significatif.

Tm : Moyenne des températures minimales du mois le plu froid.

TM : Moyenne des températures maximales du mois le plu chaud.

Vh : volume du liège à la même humidité h.

α : Seuil de signification.

σ : écart-type.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

INTRODUCTION

Une écorce subéreuse et renouvelable, avec des propriétés physiques et chimiques appréciées dans les plus importantes industries du monde, on parle bien là de l'arbre du chêne-liège (*Quercus suber L.*).

Le Portugal, l'Espagne, l'Italie, la France, l'Algérie, le Maroc et la Tunisie, ceux-là sont les seuls pays détenant cette richesse forestière, dont près de 2 millions d'hectares, distribués sur le bassin méditerranéen occidental et la côte atlantique de l'Europe du Sud. Notre pays se classe au 3^e rang avec 21 % de la superficie totale et 4 % de la production mondiale de liège estimée à 15000 tonnes/an (Amorim, 2012).

En Algérie, le chêne-liège représente 11 % de la superficie forestière nationale, et se classe en 2^{ème} position après le pin d'Alep (DGF, 2007). Il occupe l'atlas tellien de Tlemcen à Souk-Ahras. Les régions subéricoles par excellence sont situées au Centre-Est du pays (Tizi-Ouzou, Béjaïa, Jijel, Skikda, Annaba, El-Tarf, Guelma et Souk-Ahras). Les subéraies situées à l'Ouest ; principalement à Tlemcen, Chlef, Tipaza, Aïn-Defla, Mascara et Oran (DGF, 2008).

Cependant, ce trésor reste, à ce jour, non apprécié à sa juste valeur dans notre pays. Nos forêts sont exposées aux multiples dangers qui guettent leur extinction, d'une part, la gestion et la politique qui est appliquée et qui ne cesse de nuire à ce patrimoine et d'une autre part, la marginalisation de ce secteur qui manque cruellement d'investissement.

La qualité du liège d'une suberaie a toujours été une préoccupation des industriels qui sont toujours à la recherche d'une matière première pouvant garantir l'élaboration d'un produit fini de haute qualité. La qualité du liège se traduit par l'absence de défaut ; un liège de bonne qualité doit avoir des lenticelles fines et peu nombreuses, il doit être léger, imperméable et souple. Et bien sûr les suberaies Algériennes offrent une qualité optimale et très appréciable, néanmoins, on remarque qu'à ce jour il n'y a jamais été question de s'en servir pour avoir des produits finis et de bonne qualité, notre liège se trouve exporté à l'état brut ou à moitié transformé, ce qui joue un rôle important dans la baisse des prix d'exploitation ainsi la limitation des bénéfices économiques.

Des travaux sur la qualité du liège de reproduction ont été réalisés à travers le monde dans les pays producteurs, notamment au Portugal, Espagne et Italie. Plusieurs auteurs se sont intéressés à l'étude des différents aspects liés à la qualité du liège, tel que Pereira (1987, 1988), Ferreira et al. (1999) ...

En Algérie peu de travaux ont été réalisés pour déterminer la qualité du liège sur des régions différentes, parmi eux, nous citons : Metna (2003) sur les subéraies orientales de la wilaya de Tizi-Ouzou, Amir et Himed (2005) sur la même région, Ghezali (2008), Douzene (2008) et Roula (2010) sur la région de Jijel, Gabis et Boukerb (2009), Lokmane et Edjikoune (2009) sur les wilayas d'El Tarf, Skikda et Bouira, Dehane (2012) sur les wilayas d'Oran et Tlemcen, Houacine, et MelianI (2017), sur les wilayas d'El Tarf et Tlemcen et Arib et Zaidet (2019) sur la wilaya de Souk-Ahras.

Il y a bien sûr des travaux que l'on n'a pas cités, mais ça reste peu et insuffisant pour déterminer la vraie valeur de nos suberaies.

L'objectif de notre étude est de déterminer la qualité du liège des subéraies de la wilaya d'El-Tarf, cas des stations Oued Bougous (BG), Zitouna (KH) et Sidi Bouzid (SBZ).

Dans le but aussi d'apprécier les variations intra et interstationnelles de cette qualité, ainsi que la productivité de nos stations, nous allons nous baser sur des variables mesurables suivantes :

- L'épaisseur.
- La valeur des accroissements annuels.

Notre mémoire est scindée en quatre chapitres :

- Chapitre I : Généralités sur le chêne-liège et le liège.
- Chapitre II : Matériels et méthodes.
- Chapitre III : Résultats et interprétations.
- Chapitre IV : Discussion des résultats.

Nous terminerons bien sûr par une conclusion générale et quelques recommandations

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS SUR LE CHÊNE LIÈGE ET LE LIÈGE.

CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

I CARACTÈRES GÉNÉRAUX DU CHÊNE LIÈGE

I.1 Taxonomie du chêne-liège

Le chêne-liège a été décrit pour la première fois par Linné en 1753. Selon Natividade (1956), il est relativement polymorphe ; de nombreuses variétés ont été décrites. Aime (1976), signale que le genre *Quercus* pose un problème polygénétique qui n'est toujours pas résolu, il met l'accent sur le problème posé par *Quercus suber* et les espèces voisines telles que *Quercus pseudosuber* et *Quercus cerris*.

La **systematique** du chêne-liège selon (Quezel, 1979) est comme suit :

Embranchement	Spermaphytes
sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Fagales
Famille	Fagacées
sous famille	Quercinées
Genre	<i>Quercus</i>
Espèce	<i>Quercus suber</i> L.

Le genre *Quercus* est le genre le plus important de la famille des Fagacées, un genre qui comprend de 200 à 500 espèces, dont 6, existe en Afrique du Nord (El Antry Tazy et al, 2007).

I.2 Répartition du chêne-liège

I.2.1 Aire de répartition mondiale

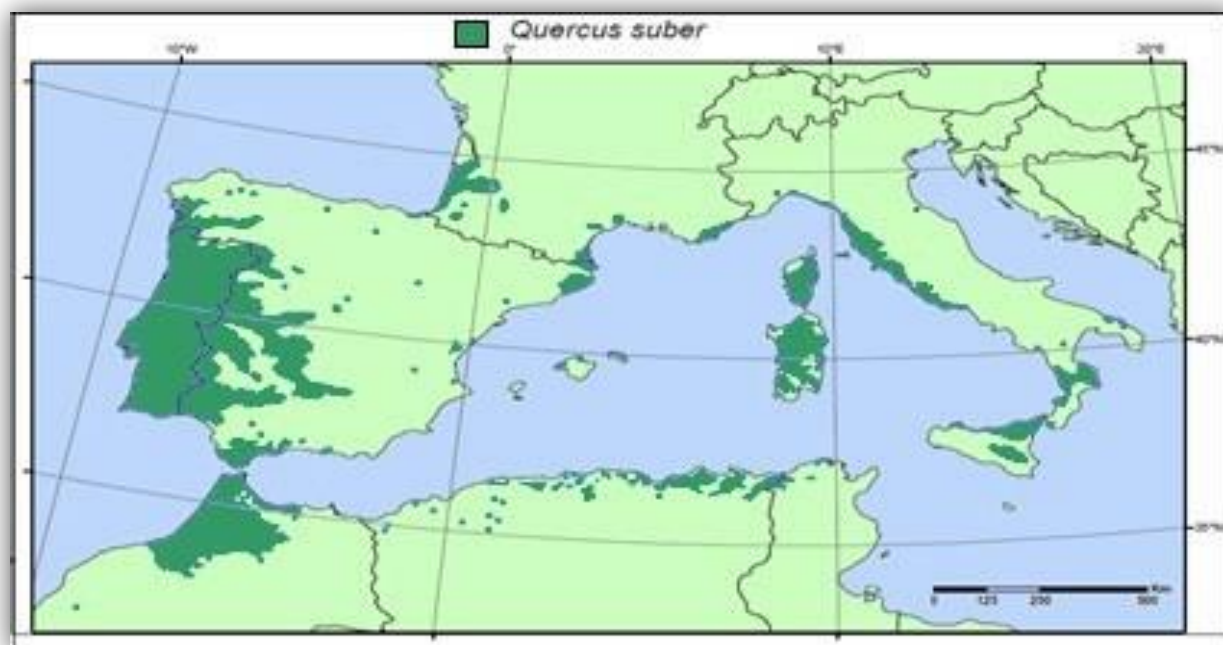


Figure 1 : Distribution du chêne-liège dans le monde (Source : Quezel et Médail, 2003)

Le chêne-liège est circonscrit à la région de la méditerranée occidentale et déborde le long du Sud de la façade atlantique, où les influences de la mer et de l'océan permettent de tempérer la grande amplitude des oscillations thermiques et l'aridité de la saison d'été du climat méditerranéen au sens strict (Cantat et al., 2005).

C'est une essence endémique de la méditerranée occidentale. Débordant sur les côtes atlantiques depuis le Maroc jusqu'au golfe de Gascogne entre les latitudes Nord 31 et 45 (Fig.1) (Zeraia, 1981 ; Piazzetta, 2005)

I.2.2 Aire de répartition en Algérie

Le chêne-liège est une espèce forestière principale en Algérie, tant en raison des superficies occupées, que de son importance économique. Il est présent sur 450 000 ha, mais ne constitue de véritables subéraies que sur 150 000 ha. Ces dernières se situent entre les frontières marocaines et tunisiennes et s'étendent du littoral méditerranéen au nord aux chaînes telliennes au Sud, sur une largeur ne dépassant pas les 100 km (Bouhraoua, 2003). Selon Yessad (2000), les subéraies Algériennes couvrent trois faciès : l'occidental montagnard, l'oriental littoral et l'oriental montagnard (Fig. 2).

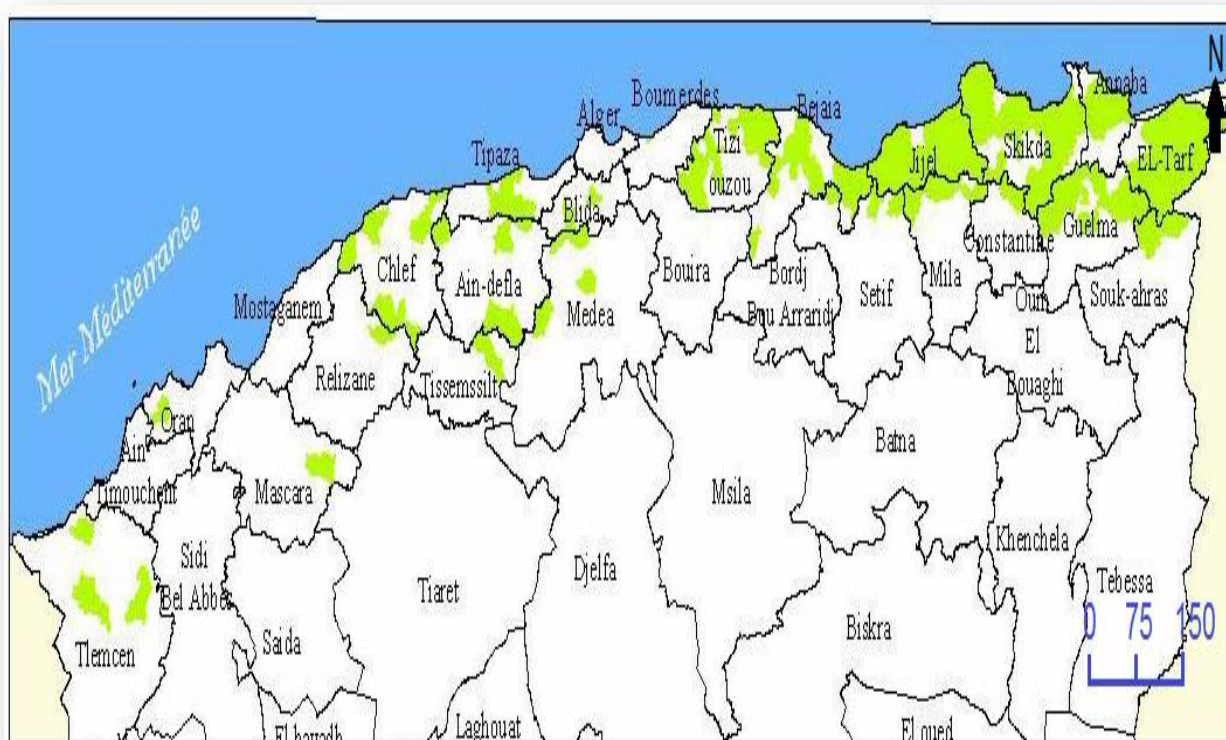


Figure 2 : Répartition de la subéraie en Algérie (en vert) (Source : D. G. F. 2003 in Bouregbi I., 2014)

■ Chêne-liège

I.3 Production du liège

I.3.1 Production du liège dans le monde

Tout comme pour les surfaces, de nombreuses divergences sont relevées sur les chiffres. Les données statistiques disponibles sur la production mondiale du liège par pays manquent aussi de rigueur, rendant sérieusement difficiles les comparaisons notamment dans le temps. Cependant, selon l'Association

portugaise du Liège (Apcor, 2007), la production mondiale de liège se situerait aux environs de 300.000 tonnes par an et sa répartition par pays producteurs est comme suit:

Tableau 1 : Production mondiale du liège (source : Apcor, Année : 2007)

PAYS	QUINTAUX/AN	POURCENTAGES (%)
PORTUGAL	157000	52%
ESPAGNE	88400	30%
ALGÉRIE	15000	5%
MAROC	11000	4%
ITALIE	17000	6%
TUNISIE	7500	3%
FRANCE	3400	1%
TOTAL	299300	100%

Notons que le Portugal est le premier producteur dans le monde, avec une production moyenne annuelle de **157000 Qx/An**

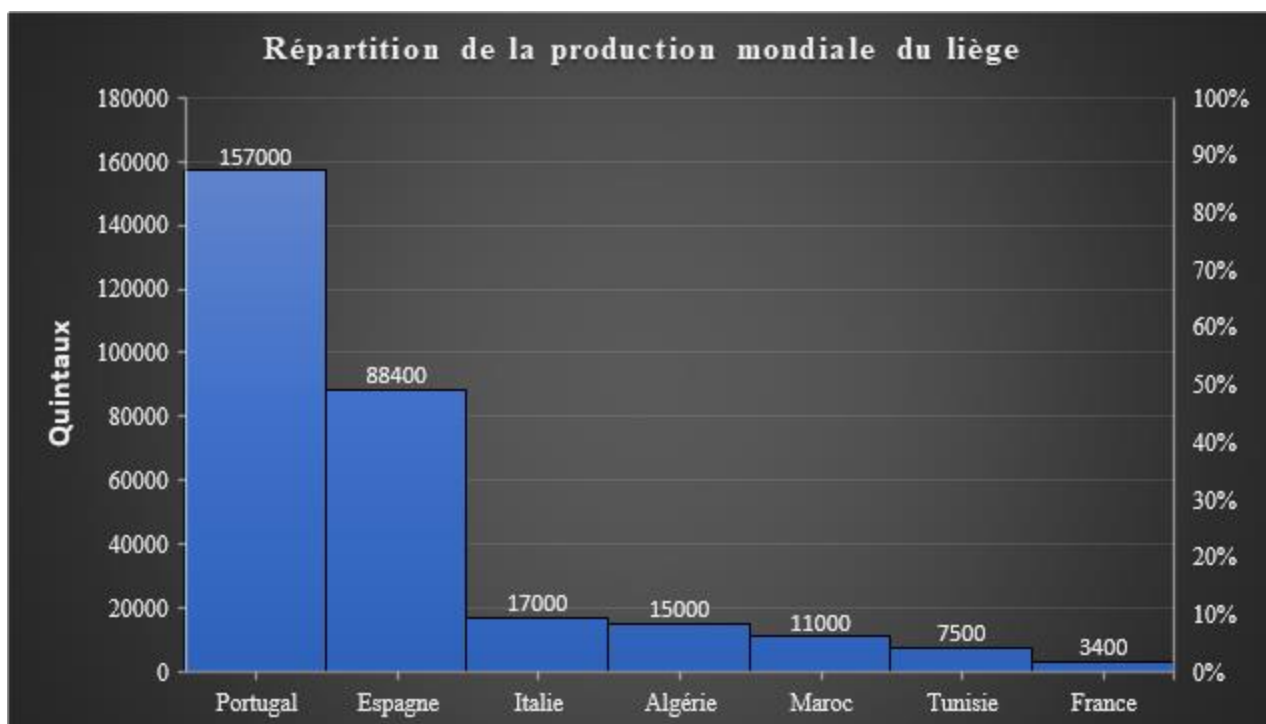


Figure 3 : Production mondiale du liège (Source : Apcor, Année : 2007)

I.3.2 Production en Algérie

Le liège représente une ressource stratégique, du fait de ses différents usages. Les potentialités nationales sont estimées à plus de 200 000 Qx/an, avec une production relativement faible ces dernières années (100 000 à 150 000 Qx /an), (FAO 2000).

La production du liège est d'une moyenne de 149969 Qx, avec une production élevée en 1965 où elle a atteint 350 000 Qx, cela sans omettre la non-exploitation du liège pendant le colonialisme.

À partir des années 70 jusqu'aux années 90, on a constaté la chute de la production d'une valeur de 329 Qx, ceci pourrait être expliqué par les incendies qui ont ravagé les massifs de la subéraie, durant cette période l'absence de travaux d'aménagement.

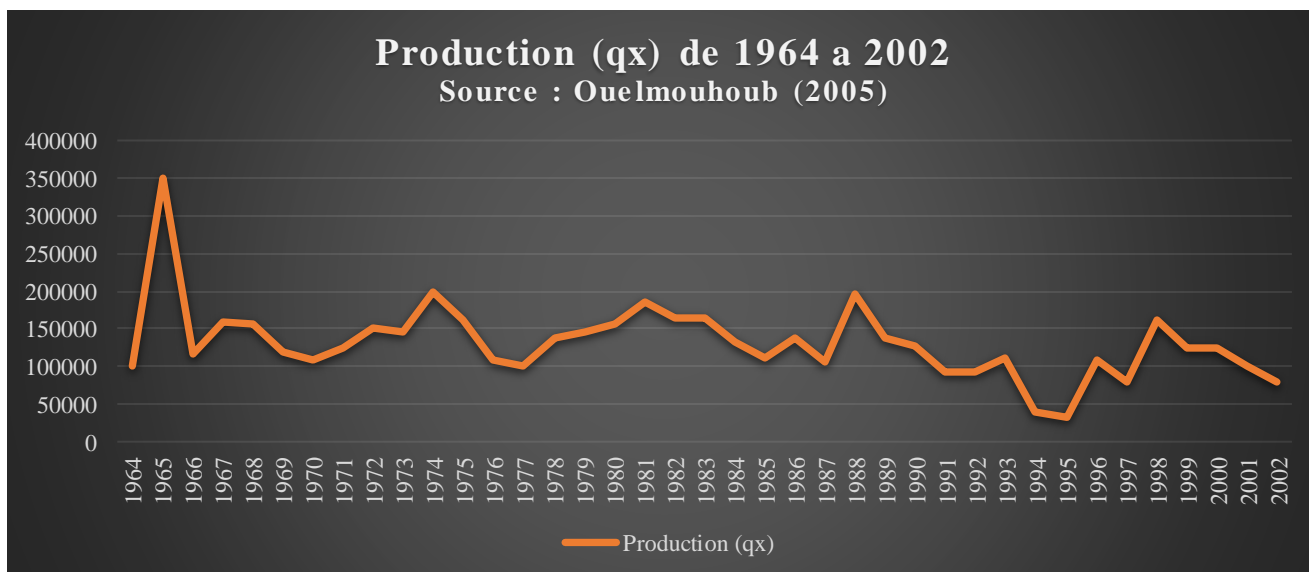


Figure 4 : Évolution de la production du liège en Algérie (Source : Ouelmouhoub, 2005)

Localement, selon (Roula Bilal, 2010) la wilaya de Jijel assure une production annuelle de 22913 quintaux de liège de reproduction durant la période de 1999 à 2008. Ceci représente 22% des lièges produits dans la région Est et 16,95% de la production nationale

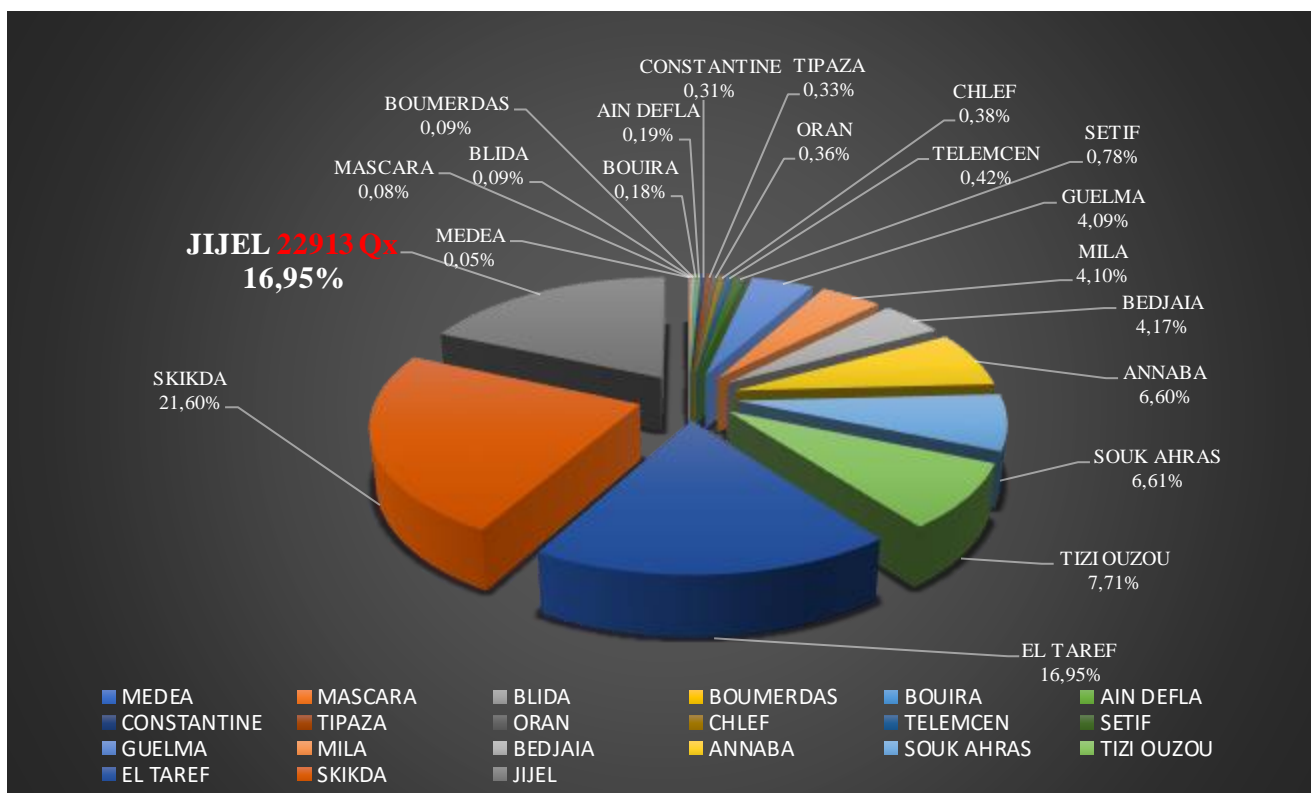


Figure 5 : Production moyenne de liège à travers les 21 wilayas concernées période (1999-2008) (source : Roula Bilal, 2010)

I.4 Caractères botaniques, forestiers et dendrologiques

I.4.1 Taille, port et longévité

Le chêne-liège est une essence de moyenne grandeur. Les arbres les plus grands ne dépassent pas 14 à 16 m de hauteur, mais on peut observer des sujets ayant une très grande circonférence avec une couronne qui peut atteindre 50 m², notamment chez les sujets âgés de 150 à 200 ans. Son port est variable ; en peuplement clair sa cime est étalée, bien charpentée par de grosses branches, et le tronc est cour. Cependant, en peuplement fermé, la forme des arbres est fortement influencée par la concurrence. Les chênes-lièges sont dans ce cas de forme élancée avec des couronnes plus étroites (Pereira, 2007).

L'âge limite naturel d'un chêne-liège est compris entre 300 et 500 ans. Cependant, pour un arbre régulièrement écorcé, cette limite n'est plus que de 150 à 200 ans (Debierre, 1922 ; Saccardy, 1937 ; Boudy, 1950).

I.4.2 Appareil végétatif

I.4.2.1 Système racinaire

Il est pivotant avec des ramifications latérales puissantes, évoluant horizontalement d'une distance de 22 à 32 cm environ. Sauvage (1961) et Saccardy (1937), signalent que le chêne-liège est fortement enraciné, il est caractérisé par de longues racines fixant l'arbre solidement, même dans les sols les plus rocheux, et qui peuvent en outre être mycorhizées par des champignons tels *Boletus*, *Russela*, *Lactarius* (Veillon, 1998).

Le chêne-liège présente une grande vigueur qui se traduit par un bon rejet de souche facilitant la reprise après coupe ou incendie (Cantat et Piazzetta, 2000).

I.4.2.2 Feuilles

le feuillage du chêne-liège est persistantes « 2 à 3 ans », généralement ses feuilles tombent après une forte glandée, suite à des conditions atmosphériques défavorables ou après une récolte exagérée. Le débourrement (l'apparition de nouvelles feuilles) a lieu au printemps, en effet la majorité des anciennes feuilles tombent graduellement au fur et à mesure que les nouvelles se forment, de sorte que l'arbre n'est jamais complètement dépouillé (Natividade, 1956). Les feuilles présentent un polymorphisme très marqué (oblongue, ovale, ou lancéolée), d'un arbre à un autre et même sur le même arbre (Yessad, 2000). Celles-ci sont dures, coriaces, de couleur vert foncé, lustrée sur la face supérieure, tomenteuse et gris-blanchâtre sur la face inférieure. Leur taille varie de 3 à 6 cm en longueur et de 2 à 4 cm en largeur. De 5 à 7 paires de nervures avec un pétiole pouvant atteindre 2 cm (Oli, 2005). Certains arbres ont des feuilles typées (longues et fines, ect) ; sur d'autres la morphologie des feuilles varie avec leur position sur le rameau et sur l'arbre et avec l'année (Fraval, 1991).



Figure 6 : Feuilles d'un chêne-liège (source : <https://www.visoflora.com>)

I.4.2.3 Tronc

Le tronc est généralement court et se ramifie à une faible hauteur. À l'état isolé, il est couvert de grosses branches étalées tandis qu'en massif, il est plus droit et plus long. Il est recouvert d'une écorce épaisse et fortement crevassée longitudinalement. La circonférence du tronc à 1,30m du sol est de 70 cm entre 30 et 40 ans selon les conditions de végétation (Yessad, 2001 ; Amandier, 2002). Certains arbres peuvent atteindre jusqu'à 5m de circonférence (Foucard, 1994).



Figure 7 : Image d'une forêt de chêne-liège prise au Portugal en 2008
(source : <http://mondancyclo.canalblog.com>)

I.4.2.4 Écorce

Le liège est un tissu parenchymateux formé par l'assise subéro-phellodermique. Celui de la première formation « liège mâle » ou « liège naturel » est un tissu mort de couleur grisâtre, épaisse, spongieuse, très fortement crevassée, longitudinalement, élastique, compressible, qui résiste parfaitement aux incendies (Maire, 1926).

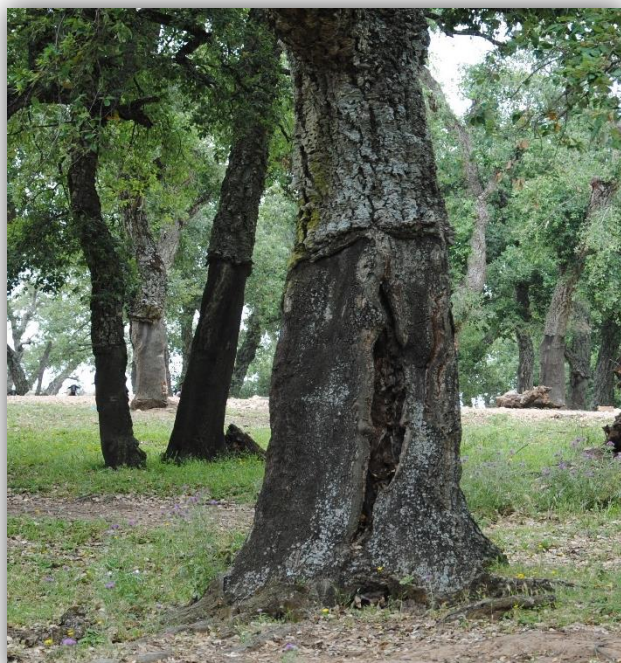


Figure 8 : Types des lièges produits par un arbre



Figure 9 : Photo d'une récolte de liège le 2 octobre 2014

Cette écorce recouvre généralement le tronc et les branches dès la cinquième année de la vie de l'arbre (Natividade,1956). La deuxième couche interne est en contact avec le bois, c'est le liber, appelé encore mère. Ce tissu fibreux, vivant, très chargé en tanins ou acide tannique, assure la circulation de la sève élaborée venant des feuilles. Après l'enlèvement de liège mâle « démasclage » qui se fait dès que le tronc atteint 70cm de circonférence, le nouveau liège qui se développe est le « liège femelle » ou « de reproduction » et qui est moins crevassé, plus homogène, plus élastique que le liège mâle, on l'enlève quand l'épaisseur voulue est atteinte, environ 3cm au bout d'une douzaine d'années.

I.4.2.5 Rameaux

Les rameaux du chêne-liège sont sinueux pubescents dans les premières années puis brun clair et enfin entièrement subéreux. Les rameaux jeunes sont assez fins ; en se lignifiant, ils deviennent robustes, de couleur grisâtre avec l'âge sous l'action des intempéries (Villement et Fraval, 1991) et se couvrent d'une couche de liège, 4 à 5 ans plus tard (Anonyme, 1987).

I.4.3 Appareil reproducteur

I.4.3.1 Fleurs

Le chêne-liège est monoïque. Il commence à fleurir à l'âge d'environ 15-20 ans (Pereira, 2007). La saison de floraison est conditionnée par le climat, l'altitude et l'exposition, et elle s'échelonne généralement d'avril à mai. Lamey (1893) affirme qu'une deuxième floraison peut avoir lieu lorsque les premières pluies caractérisant la fin de l'été sont précoces.

Les fleurs mâles présentant l'aspect de chatons filiformes sont réunies par bouquet à l'extrémité des pousses de l'année précédente, alors que les fleurs femelles sont fixées à l'aisselle des feuilles de la pousse de l'année.

La pollinisation se produit au printemps, mais c'est seulement un mois et demi plus tard que les ovules accomplissent leur différenciation et leur fertilisation se produit, avec seulement un ovule mûrissant avec succès pendant l'automne. La pollinisation se produit aussi bien avec le pollen du même arbre qu'avec celui des autres arbres (Pereira, 2007).

I.4.3.2 Bourgeons



Figure 10 : Quercus suber, pris en Corse le 01/05/2012 (Source : <https://www.florealpes.com/>)

Les bourgeons, de forme ovoïde et légèrement allongée sur les rameaux stériles, poilus à écailles peu nombreuses portant des poils sur le dos et les bords. Ils sont protégés par des écailles plus développées dans les bourgeons terminaux, ces derniers participent à l'accroissement en longueur des branches, mais disparaissent pour être remplacés par les "yeux" latéraux les plus proches (Natividade, 1956). Ce mode d'accroissement des branches est à l'origine de la forme sinueuse qui caractérise la ramure de cette essence.



Figure 11 : Bourgeons de chêne-liège (source : Taïb Nadjat, 2016)

I.4.3.3 Fruits

Le gland, fruit qui mûrit généralement l'année même de floraison, tombe en octobre et novembre parfois jusqu'à janvier (Saccardy, 1937 ; Boudy, 1950-1952 ; Natividade, 1956 ; Fraval, 1991 ; Seigue, 1985 ; Richard, 1987).

Les glands sont amers et rarement consommés par l'homme. Certaines races marocaines donnent des glands doux comestibles (Boudy, 1952 ; Benabid, 2000) et également quelques pieds au niveau de la forêt domaniale de Hafir (ouest algérien) (Bouchaour-Djabeur, 2016). Ils constituent, en revanche, un aliment de choix pour le bétail et le sanglier (Messaoudene, 2000).

I.4.3.3.1 Anatomie du gland

Le gland du chêne-liège présente une forme et des dimensions très variables suivant les arbres. Il est de couleur brune à maturité, avec un pédoncule jusqu'à 4 cm de long. Sa taille varie de 2 à 5 cm en longueur et de 1 à 2 cm en largeur. La cupule est composée d'écailles légèrement arquées ou emmêlées sur la partie supérieure.

Le gland est un fruit sec indéhiscent appelé akène. Il est constitué d'une graine enveloppée par un péricarpe assez coriace, de couleur brune. Le péricarpe est formé de trois couches : vers l'extérieur par un épiderme ou épicarpe, vers l'intérieur par l'endocarpe et au centre par le mésocarpe. Le hile constitue la partie basale du gland ; c'est la zone la plus perméable du péricarpe. Le micropyle représente la partie distale. La graine est protégée par un tégument assez mince et nervuré. Elle comprend deux cotylédons qui cachent du côté du micropyle un embryon composé d'une radicule, d'une tigelle et d'une gemmule (Bouchaour-Djabeur, 2016).

I.4.3.3.2 Maturité physiologique et morphologique des glands

Généralement, une semence est récoltée lorsqu'elle est bien mure. Elle l'est lorsqu'elle a atteint sa déshydratation naturelle maximale ou lorsqu'elle est libérée par la plante. En fait, il ne s'agit que de sa maturation morphologique, et pour être en mesure de germer elle doit être physiologiquement mure. La maturation morphologique correspond à l'élaboration des éléments constitutifs de la semence. Elle est achevée quand l'embryon atteint son développement maximal. La maturation physiologique, quant à elle,

consiste en des modifications physiologiques subtiles, qui ne se manifestent par aucune transformation morphologique et qui rendent la semence capable de germer quand on lui fournit des conditions convenables (Come, 1975).

I.4.3.3 Fragilité du gland

Le gland a une activité respiratoire remarquablement élevée. Cette activité est due à la haute teneur en eau des glands (Stiti, 1999). Cette teneur élevée en eau rend ces graines sensibles au froid. Cette sensibilité constitue l'obstacle majeur à la conservation à moyen et à long terme. En plus, la germination semble procurer une certaine résistance au froid, dont les mécanismes et les limites ne sont pas encore complètement élucidés (Preney et al., 1997).

La proportion des glands qui germent dès la maturation est importante. En effet, les glands de *Quercus suber* sont des graines récalcitrantes et non dormantes (Stiti, 1999).

I.4.3.4 Fructification

Le chêne-liège se caractérise par une certaine alternance dans sa fructification. La périodicité d'une bonne glandée dépend du milieu et se manifeste en moyenne tous les 2-3 ans en plaine et toutes les 4 années en montagne (Stiti, 1999, et Nsibi, 2006).



Figure 12 : Fruit du chêne-liège « St-Sulpice VD, dans un jardin, septembre 2015 »

(Source : <https://www.visoflora.com/>)

Cette alternance de la fructification est due à plusieurs facteurs, notamment, la lente accumulation des réserves nécessaires au processus de reproduction soit en raison de la pauvreté et de la sécheresse des terrains sur lesquels les arbres végètent d'habitude, soit par la suite de la haute pression osmotique de la sève qui est en rapport avec le lent déroulement des processus physiologiques et dus aussi aux nombreuses xérophytes (Monteiro, 1956, et Stiti, 1999). L'irrégularité des glandées pourrait résulter aussi de l'irrégularité de la floraison, elle-même due aux attaques des insectes défoliateurs, aux gaulages, aux mutilations des arbres par des bergers et des conditions climatiques parfois sévères, en particulier, le pollen et les conditions de pollinisation sont souvent apparus comme des causes déterminantes dans les caractères irréguliers de la fructification (Nsibi, 2006).

I.4.3.4 Racines

Le chêne-liège est fortement enraciné. Son système racinaire se caractérise par une distribution dimorphe (Pereira, 2007). Il est doté d'une racine pivotante, avec les ramifications latérales épaisses présentant une extension horizontale avec beaucoup de racines superficielles. La racine pivotante peut pénétrer plusieurs mètres vers le bas dans le sol, notamment dans les sols profonds, ce qui lui permet une fixation solide. Sur sol rocheux, l'arbre profite de la moindre fissure pour enfoncer ses racines et puiser l'eau et les éléments minéraux dont il a besoin. En effet, la racine du chêne-liège montre dès son plus jeune âge, c'est-à-dire dès la phase de germination du gland, une disposition naturelle à s'enfoncer verticalement et avec vigueur dans le sol. L'association du système racinaire avec différentes mycorhizes est très fréquente.

I.5 REGENERATION DE CHENE LIEGE

Le problème de la régénération du chêne-liège domine les débats de la foresterie en Algérie, et ce en raison des problèmes rencontrés pour rajeunir les peuplements. La pérennité d'un peuplement forestier ne peut être assurée que lorsque ce dernier arrive à se régénérer naturellement.

La régénération est la phase de vie qui perpétue la forêt et l'espèce. Elle dépend de multiples facteurs dont certains sont relativement faciles à maîtriser, et d'autres sont totalement incontrôlables. Pour le chêne-liège, le premier facteur est la fréquence des glandées dépendant du climat, puis la germination et le développement des semis, qui eux dépendent de la structure du peuplement, de la réceptivité du sol et de la lumière. Dans les conditions très favorables, le chêne-liège présente une excellente capacité à se régénérer par semis naturel, par drageonnement, par rejet de souche et par bouturage. (Roula Bilal, 2010)

I.5.1 Différentes formes de régénération

I.5.1.1 Régénération naturelle

La simple protection des chênes-lièges spontanés suffit à assurer le boisement rapide d'énormes étendues (Natividade, 1956), la production des glands est normalement suffisante pour la régénération (Boudy, 1952). Cependant des inconvénients parviennent dans cette régénération, surtout en maquis qui ne favorise pas le développement des jeunes plants et par les rongeurs qui détruisent les glands. (Djinnit, 1977), en étudiant les facteurs qui influencent la régénération naturelle du chêne-liège dans la forêt de Guerrouch (Jijel), à observer que 40% des glands étaient dévorés par les rongeurs.

La régénération naturelle n'est pas adaptée à toutes les stations et elle peut, dans certains cas, être compromise par divers facteurs (stations difficiles, absence de semenciers des essences recherchées, travaux de préparation mal faits...) (Nathalie S.L, 2002).

I.5.1.2 Régénération par rejets de souches

Les zones de l'appareil végétatif susceptibles d'émettre des rejets varient avec les espèces. Certaines ne réitèrent que du houppier et de la partie supérieure du tronc (beaucoup de résineux) d'autres sont également capables d'émettre des rejets des souches (la plupart des feuillus et quelques résineux), d'autres enfin sont susceptibles de produire des drageons ou rejets de racines (Pages, 1985 in Bellefontaine et al., 2000).

Chez le chêne-liège, après la coupe à blanc-étoc, les souches émettent des rejets vigoureux qui permettent la régénération des peuplements en un cours de laps de temps. Autrefois, le feu a joué le même rôle que le recépage, en provoquant la formation des rejets ; après l'incendie le tronc de l'arbre est calciné, mais la partie souterraine continue à vivre et on peut espérer une régénération par rejets. En Algérie la plupart des forêts de Kabylie proviennent des grands incendies qui se sont succédé de 1870 à 1882 (Boudy, 1952).

Les souches peuvent rejeter et donner des rejets vigoureux jusqu'à un âge assez avancé (75 à 80ans) selon les conditions écologiques. Cependant pour les forêts d'Algérie- Tunisie dont les conditions climatiques et édaphiques sont particulièrement favorables, la régénération par rejets semble assurée jusqu'à 100ans (Boudy, 1952).

Cette aptitude à rejeter a certainement empêché la disparition complète de l'espèce au cours des siècles, malgré les incendies et l'action anthropique.

I.5.1.3 Régénération artificielle et assistée

La régénération artificielle du chêne-liège ne pose pas de problème majeur si le sol n'est pas trop argileux. Si l'on applique une méthode régulière et bien adaptée, la réponse de chêne-liège est en général très favorable aux interventions sylvicoles (Anonyme, 1980) :

I.5.1.3.1 Semis direct

Le semis direct est réalisé à partir de glands de Chêne-liège de bonne qualité avec une densité moyenne de 5 000 glands/hectare. Une fois tomber sur le sol humide, les glands commence à germer, et la racine principale se développe rapidement au cours des premiers mois et atteint une grande profondeur.

Il existe trois formes selon lesquelles le semis peut être effectué.

- Semis à la volée
- Semis en sillon (bande)
- Semis en potêts (poquet)

Les glands doivent être semés le plus tôt possible après leur chute de l'arbre et sans qu'ils aient subi une stratification préalable (Natividad, 1956). C'est au moment de la dissémination des glands qu'on obtient le meilleur taux final de germination, supérieur à 92% (Merouani et al, 2000). Le semis précoce permet aussi aux jeunes plants de mieux se défendre contre la chaleur estivale.

Le semis (in situ) présente non seulement un intérêt au plan économique et social par sa simplicité et son faible coût, mais aussi physiologique. Il permet le développement en place de son système racinaire pivotant, lequel pourra explorer rapidement les couches profondes du sol (alimentation en eau de la plante). De plus, une telle pratique évite les traumatismes dus à la transplantation des plants élevés en pépinière, et la réduction du développement des racines par le volume toujours insuffisant des conteneurs (Champreux, 2001).

I.5.1.3.2 Plantation ou régénération par reboisement

Les forêts de plantation couvrent environ 135 millions d'hectares au niveau mondial, avec des taux de boisement et de reboisement annuels de l'ordre de 10 % de la superficie totale (Peter J. K., 2004).

Selon COMBRE (1984) les types de plantations en région méditerranéenne sont répartis de trois groupes :

- La plantation de feuillus ou résineux racines nues,
- La plantation de godets avec enveloppes dures ou non dégradables, 3- la plantation de godets avec enveloppes biodégradables,

L'utilisation de godets est certainement le moyen de reprise le plus sûr, selon Hachechena (1995) dans une étude au niveau de la forêt de Bainem, les plants de chêne-liège en conteneurs résistent mieux à la transplantation en forêt avec un taux de réussite qui varie de 60 à 100% que les plants à racines nues (avec un taux qui varie entre 0 et 20%).

L'élevage, l'âge, la mise en place et l'entretien ultérieur sont des facteurs importants de réussite d'un reboisement.

I.5.1.3.2.1 Préparation des plants

Les plants de chêne-liège peuvent être obtenus de différentes manières :

- Semis en pots

- Élevage en pépinière
- Propagation par voie végétative
- Prélèvement de jeunes plants de chêne-liège spontanés dans des subéraies ou la densité de peuplement n'en souffrira pas.

I.5.1.3.2.1.A Production des plants de chêne

La production des plants de chêne-liège se fait en pépinière dans des conteneurs de différents types (pots WM, sachets de polyéthylène ...). Les caractéristiques dimensionnelles des pots exercent un effet sur la croissance des parties aériennes et sur la qualité du système racinaire, pour le fait que le plant de chêne-liège possède un puissant système racinaire à forte capacité de régénération.

La racine pivotante d'un jeune semis dépasse 15 cm avant l'apparition de la tigelle, atteint 60 cm à 3 mois et 100 cm en 12 mois, soit 4 fois environ la taille de la partie aérienne (Yessad, 1998).

I.5.1.3.2.1.B Particularité de la culture en pots et conteneurs

Avec ce système de culture, l'appareil racinaire est placé dans un espace limité par le volume du conteneur et l'espace poral du support de culture. Contrairement à la capacité pour l'air et l'eau qui dépend étroitement de ces limites (Lemaire et al, 1989).

I.5.1.3.2.1.C Définition d'un système de culture :

Un système de culture est l'ensemble des techniques culturales et des moyens matériels mis en œuvre pour la production d'une espèce végétale.

Dans le cas des cultures en pots et en conteneurs, les moyens matériels sont essentiellement représentés par le substrat et son contenant, les techniques de culture par la conduite de l'irrigation et de la fertilisation. Les quantités réellement utilisées pour le plant en fertilisation limitante sont dépendantes du fonctionnement physiologique du végétal, mais aussi du développement de son système racinaire, du volume dans lequel ce dernier se développe et du substrat de culture (Benseghir, 1995).

I.5.1.3.2.1.D Le substrat

Le terme de substrat en agriculture s'applique à tout matériau, naturel ou artificiel qui, en étant placé dans un conteneur, pur ou en mélange, permet l'encrage du système racinaire, ainsi qu'il joue vis-à-vis de la plante, le rôle de support (Blanc, 1987).

Les substrats les plus utilisés sont généralement fabriqués à base de tourbe et /ou d'écorce. Physiquement et chimiquement actifs, dont ils ont une bonne rétention en eau et en éléments minéraux et autorisent une certaine souplesse dans le choix des techniques d'irrigation et de fertilisation.

I.5.1.3.2.1.E Normes et qualité des plants

La réussite d'un reboisement est conditionnée en premier lieu par la qualité des plants.

D'après François (1989) cité par Benamirouch et al (1999), un plant de qualité doit remplir les trois conditions suivantes :

- Avoir une bonne provenance adaptée à la région d'utilisation, lui assurant une vigueur et une forme satisfaisante.

- Assurer une reprise voisine de 100% pour éviter les regarnistoujours coûteux.
- Permettre une bonne croissance dès la première année pour limiter les entretiens.

En Algérie, les pépinières forestières produisent annuellement près de 100 millions de plants en conteneurs (Abada, 1991 in Benamirouch et al., 1999). Cependant la mortalité après plantation reste élevée, ce qui engage des frais de regarnis dont les causes sont principalement la non-maîtrise des différentes phases d'élevage.

I.5.1.3.2.2 Préparation des sols

En région méditerranéenne il est impossible d'effectuer un reboisement viable sans préparation parfaite du sol (Allemand, 1989).

Par préparation parfaite « nous entendons successivement :

- Un gyrobroyage de la végétation arbustive en place à l'aide d'un gyrobroyeur (les modèles sont nombreux), afin de rendre les débris plus décomposables et de limiter l'importance de la phase ultérieure. Encore faut-il que la topographie du terrain s'y prête !
- Un décapage de la surface du sol, le plus léger possible, mais suffisant, pour éliminer les souches des arbustes ou des arbres, et éviter ainsi leur reprise de végétation, et donc ultérieurement réduire l'entretien. Ce décapage se fait à la lame de bulldozer, en réalisant des andains pas trop éloignés les uns des autres pour éviter un déplacement de terre de surface trop important.
- Un sous-solage au ripper à 60-80 cm de profondeur quand la nature du sol le permet. Ce qui soulage devra être si possible croisé, dans la mesure où la topographie l'autorise, le deuxième passage se faisant selon les courbes de niveau, afin de faciliter une meilleure retenue de l'eau et son infiltration.

Pour des sols riches en éléments fins, le sous-solage facilitera l'implantation des arbres et leur enracinement. Sur ce même type de sol, fertile, la lutte contre la végétation adventice sera indispensable les premières années. Les sols riches en éléments grossiers et les roches mères fissurées peuvent présenter naturellement des conditions favorables à l'enracinement des arbres et le sous-solage n'est pas toujours indispensable, d'autant plus qu'ils remontent de gros blocs en surface (Le Voyer, 1984).

I.5.1.3.2.3 Entretien

Dès sa naissance, le petit chêne-liège est taillé afin d'en obtenir un tronc haut et droit de 2 à 3 m en vue de pouvoir plus tard tirer des planches droites et de bonnes longueurs, puis on oriente la taille vers la formation de 2 ou 3 branches principales pour tirer des planches d'un mètre. Il faut attendre 25 à 30 ans pour que le petit chêne-liège atteigne 60 cm de circonférence, pour lui enlever son écorce (Yalaoui, 2004).

Les jeunes chênes-lièges constituent, à la base, une abondante ramification formant un buisson. Le tronc bifurque fréquemment à une faible hauteur, par suite de la disparition de la flèche causée par la mort du bourgeon terminal, comme on le voit pour beaucoup d'autres chênes. Il faut donc faire un élagage de formation qui est d'une grande importance pour l'avenir. Il permet d'obtenir des troncs élancés et droits, sur lesquels les ramifications s'implantent à 2,5 ou à 3 mètres au-dessus du sol (c'est la conformation la plus avantageuse pour le déliègeage). Le premier élagage a lieu, suivant le développement des plants, entre la quatrième et la sixième année, et le deuxième environ à dix à douze ans. Il est à noter que la forêt de chêne-liège nécessite des éclaircies au cours de sa croissance afin de laisser les meilleurs arbres se développer comme il faut et d'éliminer les éléments les moins viables pour l'avenir (Tab.02).

Les éclaircies doivent être pratiquées dès le début, un caractère sélectif. On supprime les individus mal développés, rabougris ou défectueux, non par une simple coupe au ras du sol (car ils se régénèreraient par des rejets), mais en les arrachant avec la racine.

Tableau 2 : Norme de la suberaie

Classe	Circ. à 1,3 m (cm)	Densité (plants/ha)	Écartement théorique (m)
I	<50	290	5.9
II	51 à 80	72	11.8
III	81 à 110	30	18.3
IV	111 à 140	19	22.9
V	> 140	14	26.7

Classe III : arbres en pleine production

Classe IV : arbres proches de la limite d'exploitation économique

I.5.2 Facteurs de régénération de chêne-liège

I.5.2.1 Facteurs physiologiques

I.5.2.1.1 Germination

La germination des semences est d'une manière générale très influencée par leur qualité et par la quantité d'éléments (eau, inhibiteurs, stimulateurs...) qu'elles contiennent d'une part et par les conditions biotiques et abiotiques qui les accueillent d'autre part (Merouani, 1996). Elle n'est possible que si un certain nombre de conditions favorables sont réunies : Température, oxygène pour l'embryon, levée des inhibitions tégumentaires et les dormances embryonnaires (Come, 1975).

Sur le même arbre, les glands peuvent être dans un état physiologique différent. En milieu naturel, les glands ne germent pas tous avec la même vitesse, même s'il se trouve dans des conditions apparemment identiques. Ceci est dû aux inhibitions tégumentaires que subit le gland, en raison de la présence de composés phénoliques dans les enveloppes séminales (Come, 1975).

I.5.2.1.2 Fructification

Selon Boudy (1952), la fructification est plus abondante et les glands sont de meilleure qualité quand l'arbre est jeune (15-100ans).

Au cours de la fructification, les glands subissent des transformations physiologiques et morphologiques leur permettant de germer dans les conditions favorables. Le développement complet des semences coïncide avec leur chute, mais il est important de signaler qu'elles peuvent germer difficilement bien avant qu'elles se détachent naturellement (Merouani, 1996).

Les semences, morphologiquement mûres peuvent ne pas l'être physiologiquement et donc peuvent ne pas être capables de germer (Come, 1974 in Merouani, 1996), ou seulement une faible partie de la population est apte à germer comme le constate durant (1974) sur les embryons de pommier.

Les travaux de Thomas (1972), cité par Merouani (1996) rapportent que la maturation des graines suit un modèle de développement qui se fait en trois phases :

- Une phase de division cellulaire,
- Une phase d'accumulation des réserves,
- Et une phase de déshydratation.

I.5.2.2 Facteurs édaphiques

Selon Boudy (1952), la mauvaise qualité pédologique du substratum des peuplements et la présence de calcaire dans le sol constituent des facteurs limitants pour l'installation des jeunes semis de chêne-liège.

Cependant les propriétés physico-chimiques de la litière et de l'humus, présentent un rôle très important dans la levée de semis de chêne-liège en évitant, d'une part, le développement et d'autre part le dessèchement précoce des glands.

I.5.2.3 Facteurs climatiques

Le climat est une notion globale, établie sur l'étude des valeurs moyennes des facteurs climatiques et sur leurs évolutions saisonnières. Les phénomènes biologiques sont dépendants de l'intensité des facteurs climatiques à leur niveau (phytoclimat) (Le Clech, 2000).

I.5.2.3.1 Température

Selon Zeraia (1981), le froid accélère la chute des fruits, son excès détruit les glands au sol par les gelées ou même sur l'arbre à -4°C .

De même le comportement germinatif des glands varie fortement en fonction des conditions thermiques. C'est aux températures moyennes, 13°C et 18°C que l'aptitude à la germination des fruits est meilleure avec des taux respectifs de 94 % et 96% (Merouani, 1996).

I.5.2.3.2 Lumière

Comme beaucoup d'espèces se régénérant par semis, l'installation des cohortes de chêne-liège dépend de la quantité de glands sains arrivant au sol et des conditions écologiques auxquelles ils sont confrontés.

Il semble que les arbres de chêne-liège situés en bordure recevant un maximum de lumière soient beaucoup plus productifs que ceux de l'intérieur des forêts pour qui, l'intensité de la concurrence interindividus et le manque de lumière sont plus accentués.

I.5.2.3.3 Autres facteurs

Les facteurs influençant la régénération sont très nombreux. Dans la nature, les facteurs d'ordre abiotique et biotique agissent en combinaison pour former un complexe écologique difficilement dissociable. Certains facteurs de nature physique (l'incendie, l'érosion, le drainage...) agissent directement ou indirectement sur la survie et la germination des semences et d'autre de nature biotique (prédateurs, pâturage, action humaine...). Selon Camusy (1936) cité par Soltani (1998), le chêne-liège souffre de pâturage.

I.5.3 Diagnostic de la régénération

Comme toute espèce végétale, chaque essence forestière a ses exigences écologiques propres. Leur méconnaissance ou leur non-respect délibéré peut-être parfois à l'origine d'échecs sylvicoles cuisants ;

Ils sont pour le moins le plus souvent responsables de pertes de production variable ou de difficultés de gestion plus ou moins graves (Becker, 1985). Depuis fort longtemps, le forestier a appris à se plier au « tempérament » des essences. Mais encore faut-il savoir analyser avec sûreté les conditions physiques caractérisant les milieux forestiers ou à vocation forestière que l'on doit aménager, sous peine, bien évidemment, de s'exposer aux mêmes échecs et aux mêmes difficultés.

I.6 Écologie du chêne-liège

I.6.1 Altitude

La limite altitudinale du chêne-liège est de 1200 m (Zeraia, 1982), et selon Seigue (1985), elle peut atteindre un maximum de 1550 m ; cas du massif de Theniet-el-HAD.

I.6.2 Pédologie

Le chêne-liège est une essence calcifuge, fuyant les sols calcaires et argileux. Il ne s'établit que sur des terrains siliceux, fissurés, meublés. Il s'accommode très bien aux terrains pauvres et profonds (Quezel, 1976).

En Algérie, les forêts de chêne-liège se trouvent sur des substrats des grès numidiens, des roches éruptives et granitiques, des schistes azoïques, des sables et des grès de l'éocène.

Les terrains salés ne lui conviennent pas de même que les sous-sols imperméables qui engendrent des stagnations d'eaux en hiver (Quezel, 1976).

I.6.3 Bioclimat

Quezel (1976) note que la répartition du chêne-liège dans son aire naturelle est principalement limitée aux étages bioclimatiques semi-arides tempérés et semi-arides doux à humide tempéré et humide doux.

Les forêts de *Quercus suber.l* sont le plus souvent des peuplements ouverts, envahis par des maquis denses.

Sur le plan climatique, les subéraies du Maghreb appartiennent généralement au thermo-Méditerranéen (Quezel, 2002).

I.6.4 Lumière

Selon ZERARIA (1981), le chêne-liège est une essence héliophile.

I.6.5 Température

D'après Boudy (1950), les besoins du chêne-liège en température varient de 13°C à 18°C. Espèce frileuse, ce qui explique sa disparition en altitude. C'est une essence qui exige une température plutôt douce. Selon Richard (1987), le chêne-liège redoute les hivers froids des zones méditerranéennes orientales et ne s'éloigne pas des côtes pour ne pas y subir les influences continentales. Quant à Dessain et Tondelier (1991), les températures moyennes sur l'année ne doivent pas être inférieures à 12°C. Allili (1983) note que le chêne-liège exige une température allant de 14°C à 17°C.

I.6.6 Pluviométrie

D'après Dessain et Tondelier (1991), le chêne-liège recherche les secteurs à précipitations annuelles élevées de 600 à 1400 mm par an.

En Algérie la tranche pluviométrique peut varier d'une région à une autre. La zone littorale avec une moyenne de 1024,5 mm / an, elle est plus arrosée que la zone Tellienne avec seulement 844mm / an.

I.6.7 Humidité

Le chêne-liège exige une humidité atmosphérique élevée. Selon ALLILI (1983), l'humidité de l'air doit être supérieure à 60% durant le mois le plus sec, afin de favoriser la régénération naturelle du chêne-liège.

I.7 Composition floristique

Le couvert léger du chêne-liège et la nature siliceuse des sols sur lesquels il pousse, contribuent à faciliter le développement d'un sous-bois abondant et dense au point d'être impénétrable (Seigue, 1985). Ainsi, les phytosociologues distinguent diverses associations du chêne-liège dont ils forment l'alliance *Quercion suberis*. Cette alliance présente des faciès différents suivant l'altitude et le pays, mais on peut y retrouver dans presque tous les cas le cortège floristique suivant (Zeraia, 1981 ; Messaoudene M., 2000. Guerfi, 2001) :

<i>Erica arborea</i> : bruyère arborescente	<i>Hypericum humifusum</i> : millepertuis couché
<i>Asphodelus microcarpus</i> : asphodèle à petits fruits	<i>Phillyrea media</i> : filaire à large feuille
<i>Arbutus unedo</i> : arbousier.	<i>Satureja vulgaris</i> : clinopode commun
<i>Arisarum vulgare</i> : arum	<i>Calycotum spinosa</i> : cytise épineux
<i>Rubia peregrina</i> : garance voyageuse	<i>Allium rotundifolium</i> : poireau à tête ronde
<i>Eryngium tricuspidatum</i> : panicaut à trois épines	<i>Cistus salvifolius</i> : ciste à feuilles de sauge
<i>Lonicera implexa</i> : chèvrefeuille de Mahon	<i>Linum sp</i> : lin
<i>Simenthis planifolia</i> : lys Kerry	<i>Cytisus triflorus</i> : cytise à trois fleurs
<i>Pulicaria odora</i> : Viola adora	<i>Daphne gnidium</i> : daphné garou
<i>Rubus ulmifolius</i> : la ronce à feuilles d'orme	<i>Carthamus caeruleus</i> : carthame bleu
<i>Asparagus acutifolius</i> : asperge sauvage	<i>Aristolochia altissima</i> : Aristoloche élevée
<i>Sanguisorba minor</i> : pimprenelle	<i>Viola sylvestris</i> : violette de Reichenbach
<i>Brachypodium sylvaticum</i> : brachiopode des bois	<i>Myrtus communis</i> : myrte juif
<i>Centaurea sp</i> : centaurées	<i>Viburnum tinus</i> : viorne tin
<i>Bellis silvestris</i> : pâquerette des bois	<i>Erica scoparia</i> : bruyère à balais
<i>Teucrium atratum</i> : germandrée arbustive	<i>Lavandula stoechas</i> :
<i>Blackstonia perfoliata</i> : centaurée jaune	➤ Lavande stéchade
<i>Myrtus communis</i> : myrte commun	➤ Lavande papion
<i>Cistus monspelliensis</i> : ciste de Montpellier	➤ Lavande à toupet
<i>Genista tricuspidata</i> : genêt	

I.8 Causes de déclin du Chêne-liège

Le Tableau 3 nous rapporte quelques causes du déclin de l'arbre du chêne-liège

Tableau 3 : Principaux facteurs de prédisposition associés au déclin des peuplements de chêne-liège

(Source : BEN JAMAA et PIAZZETTA (2006))

Facteurs de prédisposition	Pays
Délaissement des suberaies	France
Exploitation intensive Agriculture céréalière Perturbation au niveau du sol (érosion, chimie du sol, acidification) Utilisation de machines agricoles	Portugal et Espagne Sardaigne (Italie)
Pâturage intensif	Tunisie, Maroc, Algérie, Sardaigne (Italie)
Déliègeage mal effectué	Tunisie, Maroc, Algérie, France.

Les évaluations des causes du dépérissement sont variables selon les auteurs. On peut d'une façon générale considérer que le dépérissement des chênes résulte de multiples interactions :

I.8.1 Mauvaises pratiques de gestion

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

I.8.2 Attaques d'insectes

Parmi les plus répandus, on peut rencontrer :

- Bombyx disparate (*Lymantria dispar* L)

Caractérisé par une capacité de dispersion et grande polyphagie, le *Lymantria dispar* est un ravageur imprévisible, s'avérant parfois très virulent. C'est un des ravageurs les plus spectaculaires du chêne-liège. En effet, les chenilles se nourrissent des feuilles entraînant une défoliation complète de l'arbre en juillet et août. Ces attaques peuvent intéresser d'importants territoires sur plusieurs milliers d'hectares et compromettre aussi bien la glandée que la récolte du liège.

- Tordeuse verte (*Tortrix viridana* L)

Au printemps, les chenilles sont observables, les feuilles ont un aspect "grignoté" et enroulé. L'activité importante des chenilles se traduit par une réduction de la surface foliaire (déséquilibre

physiologique), mais également par la destruction des bourgeons floraux, ce qui entraîne une carence à la régénération suite à cette attaque.

- Grand capricorne (*Cerambyx cerdo* L)

Le grand capricorne est un coléoptère xylophage qui s'attaque notamment aux vieux arbres. C'est un ravageur secondaire dont la présence est facilement repérable en raison de sa grande taille. Les attaques sont localisées dans le bas de l'arbre, le tronc et les branches maîtresses. Il est considéré comme un ravageur de faiblesse, car on le rencontre généralement lorsque les arbres sont déjà fortement dépéris voire morts.

- Platipe (*Platypus cylindrus* F.)

Ce xylophage est un ravageur secondaire attaquant seulement des arbres presque morts ou très affaiblis (Ben Jamaa et Piazzetta, 2007). En France, il a été vérifié que les arbres déliés constituaient les cibles principales de *Platypus cylindrus* F. (Durand et al., 2004), et c'est le cas au Maroc où la période de déliègeage coïncidait avec le vol des insectes à la recherche de nouveaux arbres à coloniser (El Antry Tazi et al., 2007). En effet, cet insecte lié à un processus de dépérissement se manifeste par la présence de la sciure blanche expulsée des galeries. On constate également, en cas d'attaques importantes, des diminutions de feuillaison et des dessèchements de branchages. Les attaques sont généralement importantes à la base du tronc et diminuent avec la hauteur.

- Bupreste du chêne (*Coroebus bifasciatus*)

Sa présence se caractérise par des branches sèches sur la partie extérieure du houppier. La larve de ce coléoptère xylophage se nourrit de bois jusqu'à la formation de la chrysalide. Les tissus conducteurs de sève du rameau sont détruits par la larve. Les dégâts sont mineurs, mais peuvent être contraignants sur de jeunes plants.

I.8.3 Attaques de champignons

Parmi les plus fréquents, on cite :

- *Hypoxylon mediterraneum* ou charbon de la mère

Il est responsable d'importants dégâts dans les suberaies. Son attaque provoque d'abord la désorganisation du liber de l'arbre atteint avec émission de suintements noirâtres, puis par son remplacement par un stroma de couleur noire qui se développe jusqu'aux plus fines ramifications, et oblige le liège à se fendre en se détachant du tronc.

Ce champignon attaque de préférence des arbres affaiblis, la lutte ne peut être que préventive et résider dans le maintien du meilleur état sanitaire possible des peuplements par élimination des sujets dépérissants, vieux et malades.

- *Diplodia mutila* :

Ce champignon endophyte s'attaque aux arbres blessés lors du démasclage. Sa présence provoque d'abord un dessèchement partiel (terminaison, rameaux) puis total de la frondaison. Des taches noirâtres (nécrose et chancre) apparaissent sur l'écorce des branches et du tronc. Les tissus internes brunissent par portions plus ou moins étendues, tandis que les tissus vasculaires sont envahis par les hyphes fongiques. À terme, la partie infestée se dessèche, le liège ne pousse plus sur cette partie, la mère part en lambeaux, laissant le bois nu.

- *Phytophthora cinnamomi* :

Le *Phytophthora cinnamomi* est un champignon racinaire responsable de la maladie de l'encre. Depuis les années 80, des dépérissements de chênes-lièges dus à ce pathogène sont observés dans plusieurs pays méditerranéens. Les premiers symptômes sont caractérisés par une infection des petites

racines qui peu à peu se propage sur les grosses. On observe un écoulement noirâtre en creux à la base du tronc lié à une lésion brune sur le ventre de l'écorce en continuité avec les lésions racinaires. La plupart des arbres infectés présentent le symptôme d'un chancre basal suintant.

I.8.4 Incendies de forêt

Les incendies de forêt constituent un facteur de dépérissement important des suberaies. Le passage de feu entraîne la dégradation de la vitalité des arbres, voire la mort du peuplement si celui-ci a été récemment démasclé. La suberaie Algérienne n'est pas épargnée, la situation est devenue préoccupante, vu que ces dernières ravagent chaque année des centaines d'hectares.

I.8.5 Mauvaises levées

L'écorçage est par lui-même déjà une opération provoquant un traumatisme à l'arbre. Souvent cette opération occasionne des blessures variables, allant du petit coup de hache sur la mère jusqu'à son décollement, voire son arrachage. Le bois mis à nu n'a plus de protection et devient sujet aux aléas climatiques, aux pourritures et aux attaques pathogènes. L'arbre en est affaibli, devient très vulnérable, et sa durée de survie est considérablement diminuée.

II GÉNÉRALITÉS SUR LE LIÈGE

Le liège est un matériau naturel, tout à fait particulier, renouvelable et exclusivement produit par le chêne-liège. Il s'agit d'une écorce subéreuse qui enveloppe le tronc et les branches de l'arbre. Durant le cycle de vie de l'arbre, on peut distinguer trois qualités de tissus subéreux (Natividade, 1956; Silva et al, 2005):

- Le liège mâle qui forme l'enveloppe originelle,
- Le liège de première reproduction obtenu après extraction du liège mâle,
- Le liège de reproduction issu des récoltes suivantes.

II.1 Structure du liège

Le liège est le premier tissu végétal examiné au microscope. Il a été décrit et dessiné par Robert Hooke en 1665 (Silva et al, 2005). L'auteur, trouvant une ressemblance entre ces tissus végétaux, composés de petites cavités et la cire d'abeille, les nomma "cellules". En microscopie à balayage électronique (Scanning Electron Microscopy) (SEM), il a été observé pour la première fois en 1987 (Silva et al, 2005). C'est un tissu homogène, composé de cellules à parois minces, régulièrement disposé sans espace intercellulaire, et formant ainsi une structure alvéolaire, analogue à celle d'un nid d'abeilles, dépourvu d'espaces vides entre les cellules contiguës (figures 13 et 14).

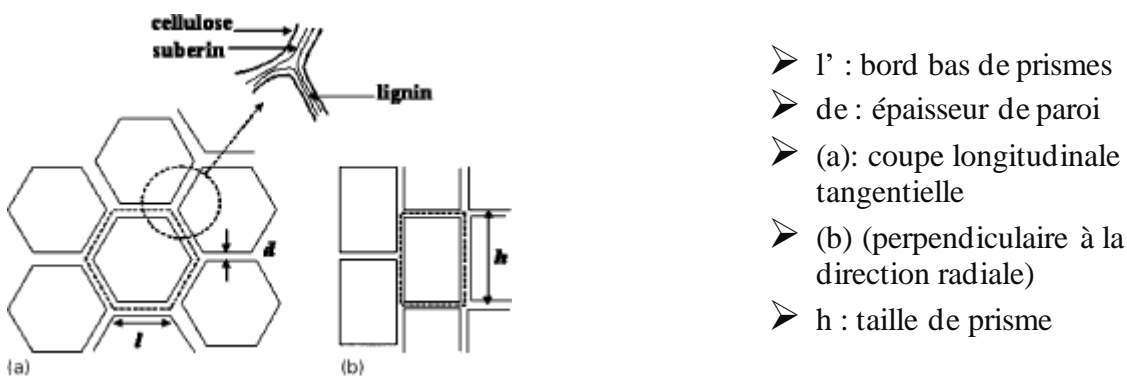


Figure 13 : Représentation schématique d'une section radiale de cellules de liège

Les cellules peuvent être décrites en tant que prismes rectangulaires, emballés dans les colonnes parallèles à la direction radiale de l'arbre (fig. 13). Les alvéoles minuscules sont arrangées d'une manière condensée, et leurs dimensions sont si strictes que le nombre de cellules peut changer de manière significative d'un liège à un autre.

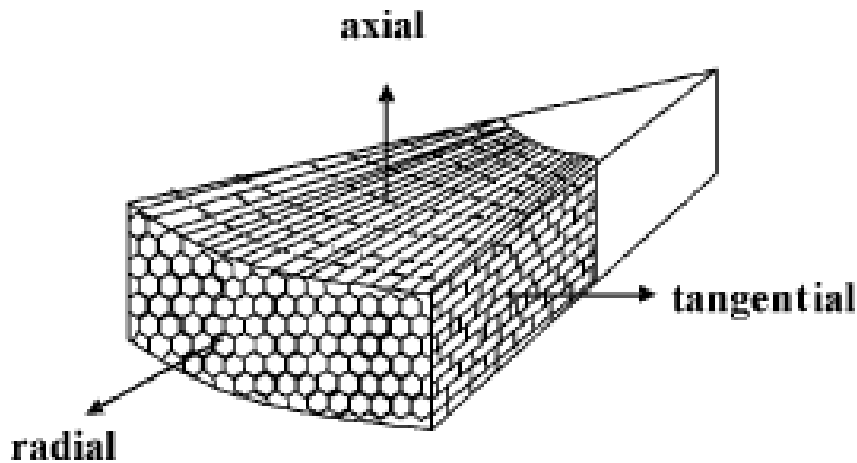


Figure 14 : Représentation schématique de la disposition cellulaire dans la section croissante de liège

Le liège contient toujours les canaux lenticulaires, qui fonctionnent radialement. Ces canaux sont approximativement cylindriques et donc ne détruisent pas la symétrie cylindrique dans la direction radiale. Les canaux lenticulaires sont habituellement creux ; leur fraction de volume change considérablement avec le type de liège et est étroitement liée à sa qualité industrielle.

L'observation du liège par microscopie à balayage électronique a prouvé que, dans une section radiale, les cellules de liège apparaissent en tant que polygones ayant 4 à 9 côtés (Fig. 15a) (heptagones, hexagones et les cellules pentagonales sont statistiquement les plus fréquentes).

Trois cellules se réunissent à chaque sommet du réseau et les formes triangulaires sont très rares et résultent probablement d'une section coupée près de la base de cellules (Pereira et al, 1987). Les sections axiales et tangentielles montrent une structure qui ressemble à un mur de brique (figure 15).

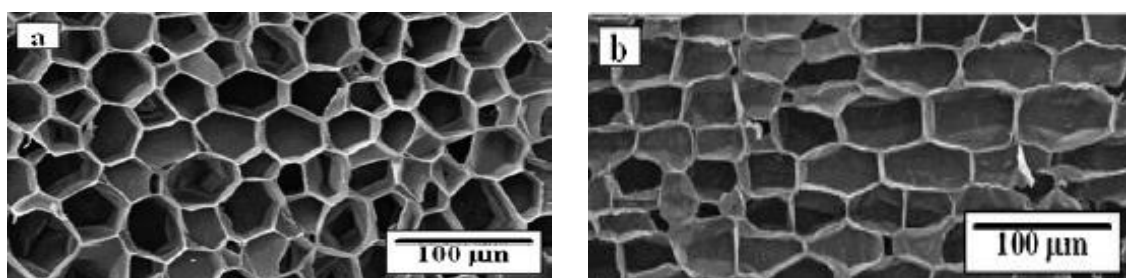


Figure 15 : Micrographie du liège naturel (après l'ébullition)

a : section radiale / b : section tangentielle

Les dimensions moyennes des cellules de liège dépendent sensiblement de la saison de formation (Pereira et al, 1987). Les cellules formées au début de la saison de croissance (printemps) sont plus grandes et ont des parois plus minces que celles formées vers la fin de la saison de croissance (automne). Ainsi, le nombre de cellules par cm^3 varie de $4-7 \times 10^7$ pour le liège formé au début à $10-20 \times 10^7$ pour le liège en fin de saison.

II.2 FORMATION DU LIÈGE

II.2.1 LIÈGE EN BOTANIQUE

En question d'anatomie végétale, le liège est un tissu composé de cellules à parois tubérifiées, c'est-à-dire recouvertes de subérine, substance composée d'un mélange de corps gras, insoluble et imperméable. On trouve du liège à la surface des racines (assise subéreuse, au-dessus de l'assise pilifère pour les radicules), dans les lenticelles des tiges vertes, et sous forme de la couche de suber ou liège secondaire dans les écorces. La production d'une couche de liège, par an, au cours de la croissance en épaisseur d'un tronc est assurée par l'assise génératrice subéro-phellodermique. Les cellules tubérifiées, dont la paroi est devenue imperméable, meurent, se remplissant d'air. Elles forment le liège, matériau isolant et léger, extrait habituellement du revêtement d'arbres comme le chêne-liège, dont la couche de suber atteint 10 centimètres d'épaisseur.

Jacques DAUTA : assistant à l'université de Paris-VI

II.2.2 SUBER

En anatomie végétale, le suber est une couche de liège secondaire qui apparaît par fonctionnement d'une assise génératrice subéro-phellodermique, au sein des tissus de racines ou de tiges des plantes possédant des formations secondaires, appartenant de façon générale aux dicotylédones. Cette assise génératrice produit, vers l'intérieur, un peu de phellodermes, et, vers l'extérieur, des couches régulières de cellules quadrangulaires de suber, le tout constituant une écorce secondaire qui se substitue peu à peu au parenchyme cortical d'origine primaire.

Jacques DAUTA : assistant à l'université de Paris-VI

II.3 Propriétés chimiques du liège

Le liège est un matériau très complexe. Sa composition chimique a été étudiée pour la première fois par Chevreul en 181 (Bleton et al, 1998). Selon l'auteur, de nombreux travaux lui ont été consacrés par la suite avec des résultats souvent contradictoires.

Tous ces travaux notent que sa composition chimique dépend de plusieurs facteurs tels que l'origine géographique, les conditions climatiques et édaphiques, l'origine génétique, les dimensions de l'arbre, nature du liège (mâle ou de reproduction) et des conditions de croissance (Silva et al. 2005).

Le liège possède des propriétés particulières, notamment une élasticité élevée et une faible perméabilité ; celles-ci résultent, au moins partiellement, de sa composition chimique spécifique (et plus particulièrement de celle de subérine). Les constituants directement extractibles à l'aide d'un solvant organique, donc non combiné, sont peu nombreux : il s'agit essentiellement de triterpènes pentus cycliques dont le plus important est le friedeline. Les autres constituants ne sont accessibles qu'à la suite de réactions de dépolymérisation et les résultats obtenus sont fortement liés aux procédés utilisés. En 1960, il était cependant possible d'inclure dans la liste des constituants du liège : le glycérol, la subérine, la lignine, la cellulose et d'autres polysaccharides. La subérine, constituant principal du liège de *Quercus Suber*, est-elle même une substance originale très complexe.

Chacune des parois qui séparent deux cellules contigües présente cinq feuilletts : deux de nature cellulosique, le long des parois qui tapissent les cavités cellulaires ; deux autres plus épais, tubérifiés, et le cinquième, intermédiaire, lignifié (Nadividade, 1956 ; Silva et al, 2005). L'examen microscopique ne permet pas d'observer la nature double de ce dernier feuillet, son épaisseur étant trop exigüe et les deux éléments qui le composent intimement sont soudés. Le feuillet ne se déploie que là où les parois se ramifient.

La composition chimique du liège est généralement la suivante (Pereira, 1988) :

- Subérine 46% la grande compressibilité et élasticité du liège sont dues à la présence de subérine en quantité importante.

- Lignine 25% ce qui fait la structure des parois cellulaires
- Cellulose, 12% et autres polysaccharides. La cellulose du liège est sous forme libre.
- Tanins 6%
- Choroïdes 6% elles repoussent l'eau et contribuent à l'imperméabilité du liège
- 5% de cendres et autres composés

Le rôle structural de la subérine et de la lignine dans les cellules de liège est schématiquement défini comme suit « La lignine est un polymère isotrope en réseau, assurant la rigidité structurale des cellules et leur résistance sous compression. La subérine est un polymère avec des unités de type linéaire assemblées formant des structures en type ruban et elles sont les responsables des propriétés élastiques du liège, elles permettent la flexion des parois cellulaires » (Pereira, 2007).

II.4 Caractéristique du liège

II.4.1 Légèreté

L'air emprisonné dans les microcellules du liège constitue 90% de son volume et environ 50% de son poids, ce qui rend que son poids spécifique est compris dans la plage de 120 à 250 kg / m³. Il est donc un matériau cinq fois plus léger que l'eau, et puisqu'il n'absorbe pas de l'eau, celui-ci est pratiquement insubmersible.

II.4.2 Imperméabilité aux liquides et aux gaz

Le liège doit cette caractéristique à une présence accrue de la subérine. La teneur en subérine est de 39 à 45% du poids de liège. Cette substance a des propriétés imperméabilisant la structure et également renforce et isole thermiquement cette dernière.

II.4.3 Neutralité et résistance chimique

Le liège est chimiquement inerte. Sa structure est non seulement imperméable aux liquides et aux gaz, mais aussi en contact avec eux, ne réagit pas chimiquement et n'est pas soumise à la destruction. Le liège conserve également la neutralité de saveur et le caractère inodore, ainsi qu'il n'absorbe pas les odeurs.

II.4.4 Résistance à la corrosion biologique

La corrosion est due aux conditions favorables pour l'humidité et la putréfaction. L'augmentation de la résistance à la corrosion biologique est due, entre autres, à la présence dans sa composition des tanins et à une absence des substances protéiques sensibles à la décomposition. Il conserve également la résistance antifongique et aux moisissures. Ses surfaces et structures ne constituent pas un milieu nutritif pour les champignons et moisissures, ne créent pas également ceux-ci dans les conditions pour les colonisations.

II.4.5 Propriétés d'isolation thermique

Le coefficient de conductivité thermique de ce matériau est de 0,037-0,040 W / (mK). En plus de cet avantage, il est intéressant de noter la valeur très élevée de la chaleur spécifique. Cette valeur se traduit par une forte inertie thermique du liège. Contrairement aux autres matériaux, il conserve des propriétés d'isolation dans une très large plage des températures. À cet égard, ses propriétés sont beaucoup plus élevées que, par exemple, celles du polystyrène qui évapore sous l'influence de la température élevée. En raison de la faible conductivité thermique, le liège est toujours agréable au

toucher, parce qu'il ne laisse pas passer ni n'absorber la chaleur dans notre corps. Ce matériau a également la propriété de stabiliser la température d'air et de son humidité.

II.4.6 Propriétés acoustiques et anti-vibration

Le liège peut absorber de 30 à 70% de sons dans les gammes de fréquences de 400 à 4000Hz. La structure de liège et sa flexibilité vous permettent d'affaiblir simultanément les sons d'air et les sons de choc et d'éliminer la zone des ponts acoustiques. Le liège, grâce à sa structure spécifique, absorbe les ondes acoustiques et de vibration (il ne transfère pas des vibrations, mais il les amortit).

II.4.7 La résistance au feu

Le liège conserve la résistance au feu Euro de classe E. toutefois, ce détail dépend de nombreux facteurs. En règle générale, des plaques de liège, en raison de l'inertie thermique élevée, sont ignifuges.

II.4.8 La flexibilité et la compressibilité

Les membranes cellulaires du liège sont très flexibles, ce qui les rend compressibles et élastiques, et, une fois la pression enlevée, le liège reprend sa forme initiale. Lorsque le liège est exposé à des forces élevées, le gaz dans ces cellules se comprime, et sa structure réduit son volume. Une fois la pression enlevée, le liège reprend sa forme initiale.

II.4.9 Propriétés antiélectrostatiques

La surface de liège n'accumule pas des charges électriques, en d'autres termes, le liège ne s'électrise pas, donc il n'y a pas ici de phénomène d'attraction et d'absorption de la poussière. Les surfaces de liège sont donc faciles à nettoyer. Pour les personnes allergiques et les asthmatiques, l'utilisation du liège dans les zones utilisées par eux signifie que le contact avec les allergènes est limité.

II.4.10 Coefficient de frottement élevé

La surface du liège est tapissée de "micro ventouses" qui lui confèrent une forte adhérence.

II.4.11 Durabilité

Le liège est classé parmi les matières organiques les plus durables. Pratiquement, il n'est pas soumis au processus de vieillissement et, malgré les années qui passent, même sans subir une intervention d'imprégnation, il ne perd pas ses propriétés, et même certains environnements les préservent (par ex. eau de mer).

II.4.12 Facilité d'usinage

Le liège peut être usiné avec des outils coupants simples et grattant. Il adhère bien aux surfaces inégales, car il adapte sa forme. Il a de bonnes propriétés adhésives, le rendant facile à coller sur les différentes surfaces.

II.4.13 Neutralité pour la santé

Ce matériau n'est pas nocif pour la santé. Il est non toxique, ni en contact avec la peau ou après son introduction accidentelle dans le tractus gastro-intestinal. Il ne provoque pas d'allergies. Il n'irrite pas des conjonctives de l'œil, des muqueuses nasales et des voies respiratoires.

II.4.14 Respect de l'environnement

Le liège est une matière première provenant d'arbre autorégénérant, et donc l'utilisation ne porte pas préjudice à l'environnement.

II.4.15 Résistance mécanique

Produits en liège ont une résistance mécanique élevée et une capacité de conserver leurs propriétés mécaniques dans la plage de températures de -80 °C à 140 °C.

II.4.16 Pouvoir d'absorption

Avec sa structure poreuse, le liège a la capacité de retenir à sa surface, par le phénomène d'absorption de certaines molécules d'origines diverses, provenant du milieu ambiant.

Source : www.liege24.fr/proprietes-du-liege et Bilal Roula, 2010.

II.5 Critère de la qualité du liège

La qualité du liège se traduit par l'absence relative de défauts. Un liège de très bonne qualité ne doit avoir que des lenticelles fines et peu nombreuses, il doit être léger, imperméable et souple (Saccardy, 1937).

La classification des lièges en diverses catégories de qualité est faite d'après une méthode empirique qui consiste dans l'appréciation visuelle des principaux défauts, le critère fondamental étant la porosité.

La principale utilisation du liège est la fabrication de bouchons. Une planche de liège est d'ailleurs considérée de bonne qualité, si l'on peut y maximiser la production de bouchons naturels. Comparé aux autres produits industriels artificiels, le liège est doté d'une hétérogénéité particulière. En effet, sur la globalité de la production, seule une partie est bouchonnable. Il est donc indispensable de faire la distinction entre ce qui est acceptable et ce qui ne l'est pas pour la fabrication de bouchons naturels, mais valables pour d'autres utilisations.

Dans ce sens, il faut distinguer deux facteurs qui interviennent dans la qualité du liège :

- L'épaisseur ou calibre du liège
- Son aspect.

II.5.1 L'épaisseur ou calibre du liège

L'épaisseur est l'une des caractéristiques majeures pour l'appréciation de la qualité d'une planche de liège destinée à la fabrication de bouchons. En effet, pour être bouchonnable, le liège doit avoir une épaisseur optimale permettant le poinçonnage de bouchon naturel. Le calibre de liège se mesure dans le sens radial et donne l'épaisseur de la planche entre sa partie intérieure et sa croûte. C'est l'addition des différentes couches d'accroissement de liège produites annuellement entre deux écorçages.

Traditionnellement, l'épaisseur se mesure en lignes, à l'aide d'un "pied de ligne". Ce dernier est constitué d'une échelle graduée, divisée en lignes régulières et séparées entre elles par 2.25 mm. Sachant que le diamètre standard du bouchon est de 24 mm, et en tenant compte de la marge nécessaire pour le produire dans l'épaisseur de liège brut, on estime qu'il faut environ 13 lignes (Iprocor, 1999). L'optimum recherché dans la fabrication du bouchon naturel est la réduction maximale des déchets.

Plusieurs auteurs sont intéressés à la classification du liège selon l'épaisseur.

Tableau 4 : Classification du liège selon l'épaisseur

SOURCE : Ghezali née Amirat ; 2007.

Boudy (1952)		Seigue (1985)		Anonyme (1989) in Metna (2003)		CIFAL in Djebbour (1999)		Aloui et al (2006)	
Qualité	Calibre (mm)	Qualité	Calibre	Qualité	Calibre (mm)	Qualité	Calibre (mm)	Qualité	Calibre (mm)
Mince	18 à 22	Flotté	13 à 18	Plat	< 22	Sur épais	54	Flotté	09 à 22
Bâtard	22 à 27	Mince	18 à 22	Mince	22 à 27	Épais	45 à 54	Mince	22 à 27
Juste	27 à 32	Bâtard	22 à 27	Juste	27 à 32	Limonade	40 à 45	Juste	27 à 32
Régulier	32 à 40	Juste	27 à 32	Régulier	32 à 40	Régulier	32 à 40	Régulier	32 à 40
Demi-épais	40 à 45	Régulier	32 à 40	Demi-épais	40 à 45	Juste	27 à 32	Limonade	40 à 45
Épais	45 à 50	Demi-épais	40 à 45	Épais	45 à 54	Minées	22 à 27	Épais	45 à 54
		Épais	45 à 50	Sur épais	> 54	Très mince	18 à 22		
		Sur épais	≥ 50			Extra mince	<18		

II.5.2 L'aspect du liège

C'est un facteur d'appréciation de la qualité qui tient compte de sa capacité de bouchage, de son esthétique, de critères d'hygiène, de son comportement à l'écorçage, etc. Toute une série de raisons liées aux caractéristiques du liège ou occasionnelles, le confirme. Parmi elles :

II.5.3 La porosité

Le liège n'est pas complètement étanche, il renferme des lenticelles permettant les échanges gazeux. Les lenticelles s'observent sur la partie intérieure, sur la croûte et sur l'épaisseur de la planche. Leur diamètre oscille entre 0.2 et 8mm et leur nombre varie entre 30 et 270 par cm². Leur forme est généralement cylindrique. Une porosité excessive va rendre le liège moins compact. Par ailleurs, la qualité d'un liège va diminuer avec l'augmentation du nombre et de la taille des lenticelles.

II.5.4 La densité

La densité normale du liège varie de 120 à 240 kg/m³. Au-delà, elle est considérée excessive. Cette densité élevée peut provenir d'un excès de liège d'été et d'automne par rapport à celui de printemps, beaucoup plus léger. Par contre, pour le liège dont l'accroissement sera rapide au printemps, l'effet sera inverse et entraînera une baisse de la densité et de l'élasticité du produit.

II.5.5 Appréciation des parties intérieure et extérieure des planches de liège

Sur la partie intérieure appelée "ventre", on appréciera la porosité et les déformations (manque d'homogénéité, présence de protubérances). Par contre, sur la partie extérieure (dos), il s'agit plutôt d'apprécier la densité et la profondeur des crevasses. La qualité optimale correspond aux planches de liège présentant une partie extérieure homogène et la plus lisse possible.

II.5.6 La couleur

Il existe en fonction de la qualité de la station, une variation de la couleur. Par ordre d'appréciation, on rencontre les teintes rosées, puis les jaunâtres, ensuite les terreuses (marron) et pour finir les noirâtres. La couleur s'apprécie sur la tranche et les faces de la planche.

II.5.7 Les accroissements

Il est préférable que les accroissements annuels soient réguliers et homogènes. Ils dépendent des conditions climatiques, de l'état sanitaire de l'arbre, etc. Le liège reconnu de meilleure qualité est généralement celui dont les accroissements sont les plus réguliers et où les couches séparatrices sont plutôt ondulées.

II.5.8 L'aspect

Contrairement au calibre qui est facilement mesurable, l'aspect du liège est très subjectif, car il concerne des éléments perceptibles à l'œil nu et au toucher. Il s'agit de déceler les anomalies et les défauts qui parsèment la planche du liège afin de la classer selon son ordre commercial et industriel.

Le commerce et l'industrie du liège définissent différents types de classes d'aspect. Parexemple, on cite celle proposée par CMC (1990) (Tab.5) :

Tableau 5 : Rangs d'aspect (source : CMC (1990))

Rangs d'aspect								
Choix	1 ^a (Première)	2 ^a (Deuxième)	3 ^a (Troisième)	4 ^a (Quatrième)	5 ^a (Cinquième)	6 ^a (Sixième)	7 ^a (Septième)	R (Rebut)

Dans la réalité ces classes d'aspect définissent la fréquence des défauts. Une planche est classée aspect 1° quand elle est propre de tout défaut. Par contre, elle est classée Rebut quand elle est remplie de défauts divers. Ces derniers commercialement se résument comme suit (BS ISO 633:2007, 2008) :

II.5.8.1 Les défauts liés à la physiologie de l'arbre



Figure 16 : Porosité
(Arrache Amir, 2018)

Taille et forme des pores dans la section transversale de l'échantillon et dans le ventre et sur fronts.



Figure 17 : Liège terreux
(Arrache Amir, 2018)

Le liège qui, à l'intérieur des pores, présente un matériau lâche et poudreux, plus ou moins compacté. (Facilement détaché en grattant avec un coup de poing).



Figure 18 : Liège terreux localisé
(Arrache Amir, 2018)

Liège qui présente des canaux lenticulaires de forme conique dont la base est tournée vers la mie ces canaux, de plan factoriel appréciable, sont remplis de matière pulvérulente rougeâtre.



Figure 19 : État du ventre
(Arrache Amir, 2018)

Liège qui présente de grandes cavités, des rugosités ou des ondulations sur le ventre. Ces anomalies sont provoquées par les renflements et les déformations produites sur la couche mère par l'effet de plaies d'élagage et attaques de parasites.



Figure 20 : État du dos
(Arrache Amir, 2018)

État du dos : Présence de fissures en quantité et en profondeur.



Figure 21 : Lignification
(Arrache Amir, 2018)

Liège qui présente des masses sclerenchymateuses sans relation directe avec les canaux lenticellaires

II.5.8.2 Les défauts liés aux facteurs du milieu



Figure 22 : Liège doublé
(Arrache Amir, 2018)

Liège qui présente deux couches d'automne accolées, ce qui peut conduire à une séparation localisée des couches du tissu subéreux. Généralement, les couches doublées ont été formées pendant des périodes où la vitalité de l'arbre était faible, par exemple en cas d'attaque par la *Lymantria dispar* L. ou de stress causé par le feu ou par des vents très chauds.



Figure 23 : Liège soufflé
(Arrache Amir, 2018)



Figure 24 : Liège vert
(Arrache Amir, 2018)



Figure 25 : Taches jaunes
(Arrache Amir, 2018)



Figure 26 : Liège fourmille
(Arrache Amir, 2018)



Figure 27 : Pic tronc
(Arrache Amir, 2018)



Figure 28 : Plus d'une
(Arrache Amir, 2018)

Liège qui présente des canaux intratissulaires de grand diamètre, ouverts et plus ou moins déformés, en forme de losange en section transversale

Liège qui, du côté du ventre, est formé de cellules présentant un aspect translucide, car elles contiennent encore de la sève. On admet, généralement, que cette anomalie est due à une subérification incomplète des parois cellulaires, ce qui rend le liège perméable aux liquides.

Liège qui présente des taches de couleur jaunâtre qui peuvent apparaître sur la croûte du liège ; le tissu subéreux avoisinant présente éventuellement une décoloration (champignon TCA)

Liège qui présente des galeries nettes et propres dont l'intérieur a été mangé par les fourmis (*Crematogaster scutellaris* Oliv.)

Liège avec des perforations faites par des oiseaux (par exemple le pic-vert)

Accroissements annuels non visibles dus au dépassement de la période limite de la rotation d'exploitation du liège.

La fusion des classes commerciales des épaisseurs et des aspects des différentes planches de liège nous permet d'identifier leurs classes définitives de qualité.

Il existe plusieurs classifications de la qualité du liège dans les différentes institutions scientifiques de la filière liège, notamment en Espagne et au Portugal. À titre d'indication, nous citons celle employée par la Commission européenne de Classement du Liège :

Corkassess: Field Assessment and Modelling of Cork Production and Quality, European Comision (1997). Cette méthode emploie 6 rangs de calibre et 4 rangs d'aspect (24 classes de qualité) avec leurs indices de prix moyen entre parenthèses (Tab.6).

Tableau 6 : Classification (source Corkassess (1997))

A : Trituration ; B : Fabrication de semelles de chaussures

CALIBRE	ASPECT			
	1 ^a - 3 ^a	4 ^a - 5 ^a	6 ^a	Rebut
6/8	1 (22)	À (10)	à (8)	a (8)
8/10	2 (31)	3 (13)	À (8)	A (8)
10/12	4 (50)	5 (30)	B (13)	a (8)
12/14	6 (100)	7 (60)	8 (28)	À (8)
14/18	9 (100)	10 (60)	11 (28)	À (8)
18/24	12 (100)	13 (33)	14 (27)	À (8)

II.6 Exploitation et destination du liège

II.6.1 Récolte du liège (démasclage et la levée du liège)

Le démasclage est le premier écorçage du chêne-liège, le liège récolté est appelé liège mâle ou liège vierge. L'opération d'écorçage suivante appelée levée ne s'effectue qu'après neuf ans du démasclage nous permet d'avoir un liège de qualité moyenne appelé liège de première reproduction, pas encore apte pour l'industrie. Il faut attendre neuf ans plus tard pour avoir un liège de qualité employé dans la fabrication des bouchons, appelé liège de reproduction.



Figure 29 : Récolte du liège (démasclage et levée). (Source : IML, 2005)

L'écorçage du chêne-liège est un processus ancestral qui ne peut être réalisé que par un spécialiste, « le leveur ». Ce travail exige beaucoup de dextérité de la part du leveur pour ne pas blesser l'arbre, et l'expérience compte beaucoup. Il est exécuté en cinq étapes :

II.6.1.1 Ouvrir

L'écorce est fendue longitudinalement avec une hache pour délimiter les futures planches.

II.6.1.2 Séparer

Le levreur sépare les planches de liège en introduisant le tranchant de la hache entre le ventre de la planche et la mère.

II.6.1.3 Découper

En coupant dans l'horizon, on délimite la planche de liège qui va être récolté de l'arbre et on limite déjà la partie du liège qui va rester sur l'arbre.

II.6.1.4 Extraire

La planche est soigneusement retirée de l'arbre pour éviter les cassures.

II.6.1.5 Enlever le liège de pied

Après l'extraction des planches, on gardera quelques fragments de liège près de la base du tronc.

Finalemment, on fera le marquage de l'arbre, en marquant sur l'écorce avec de la peinture blanche, le dernier chiffre de l'année de la levée.

Très peu de gens savent qu'il faut attendre 25 à 30 ans pour que le tronc d'un chêne-liège commence à produire du liège. À cet âge-là, le tronc aura atteint une circonférence de 70 cm sur l'écorce mesurée à 1,50 m. À partir du moment où pour son liège, sa durée de vie varie entre 150 et 200 ans (UICN ; 2009).

II.6.2 Destination et utilisation du liège

Tableau 7 : Les différents domaines d'utilisation du liège.

Source : Messali, 2003 in Ouelmouhoub, 2005

Domaines	Description	Propriétés
Bouchage	Vin, champagne, pharmacie, bouteilles d'huile, tonneaux.	
Construction	Ponçage du marbre, isolation d'espaces restreints, isolation thermique phonique.	Produit abrasif, encombrement réduit, pouvoir retardant.
Cristallerie	Ponçage au liège	Abrasives du liège
Construction navale	Circuits de calorifugeage, gaines de ventilation, revêtement avec caoutchouc.	Isolation thermique, imputrescible, antidérapante.
Aérospatiale	Isolation épaisseur de 3 à 15mm	Écran thermique
Mécanique	Jauge de flottaison, joints mixtes avec caoutchouc, joints d'étanchéité, joints paliers et transmission.	Flottabilité, résistances aux agents chimiques, élasticité, compressibilité.
Nucléique	Capsule à isotope radioactif	Doublage contre feu et choc.
Maroquinerie	Sacs nécessaires de bureaux, portefeuilles	
Loisirs	Balles, jouets, raquettes de tennis, jeu de fléchettes, flotteurs (pêche), bourres pour cartouches de chasse.	

Au-delà du traditionnel des bouchons, il faut souligner que le liège est employé en faibles quantités, mais parfois irremplaçable dans de nombreux domaines, les produits après transformation (les agglomérés), sont destinés aux activités industrielles.

Le tableau 7 nous indique les différents domaines d'utilisation du liège.

CHAPITRE II : MATÉRIELS ET MÉTHODES

CHAPITRE II : MATÉRIELS ET MÉTHODES

I Présentation générale de la zone d'étude

Dans le cadre de notre étude, le travail portera sur trois stations de la wilaya d'El Taref dans lesquelles nous avons prélevé des échantillons.

Ces trois stations sont les suivantes :

- Oued Bougous.
- Zitouna.
- Sidi Bouzid (Hammam Beni Salah).

I.1 Situation géographique de la zone d'étude

La wilaya d'El Taref se situe dans le Nord-Est du Tell algérien. Elle est limitée par :

- La Méditerranée au Nord.
- La frontière Algéro-Tunisienne à l'Est.
- La wilaya de Guelma au Sud-Ouest.
- La wilaya de Souk-Ahras au Sud.
- La wilaya d'Annaba à l'Ouest.

Elle couvre une surface de 305000 ha, dont 166311 ha de superficie forestière (54,52%), le chêne-liège couvre une superficie de 59563 ha (Ben Said et Ben Yahia, 2011).

Les coordonnées de la région d'étude sont les suivantes :

- ✓ Longitude 8°27'3 est.
- ✓ Latitude 36°53'47' Nord.
- ✓ Altitude moyenne 13 m.

I.2 Description des stations d'études

I.2.1 La forêt d'Oued Bougous

Est situé à environ 20 km environ au sud-est d'El Taref et à 10 km, à vol d'oiseau, à l'Ouest de la frontière tunisienne, avec une altitude moyenne de 600 m. (Chabbi et Tiab, 2019)

I.2.2 La forêt de Sidi Bouzid (Hammam Beni Salah)

Est située au Nord-Ouest de la commune de Hammam Béni Salah à une altitude moyenne de 450 m avec une superficie de 84 000 ha. (Chabbi et Tiab, 2019)

1.2.3 La forêt de Zitouna

Se situant au Nord-Est de l'Algérie au sud-est de la wilaya d'El Taref à 111 mètres d'altitude maximale. C'est une commune frontalière avec la Tunisie. (Chabbi et Tiab, 2019)



Figure 30 : Localisation et limite de la région d'étude (source : SABRI, 2011).

I.3 Étude climatique

Elle est très importante, car elle nous permet de suivre l'évolution de la flore de certaines forêts. Il intervient dans la formation et l'évolution du sol par les réserves hydriques qu'ils procurent aux végétaux.

I.3.1 Température

C'est un facteur climatique très important, c'est l'étude de la moyenne des températures maximales durant les mois les plus chauds (M) et la température minimale des mois les plus froids (m) va nous donner une idée sur le climat de la région.

La température est un facteur limitant dans la répartition des végétaux, car elles s'abaissent avec l'altitude croissante. Les données relatives aux températures fournies par la direction du parc national d'El Kala, situé à 13 m d'altitude, sont représentées dans le tableau 9, la correction de ces données est rapportée à l'altitude moyenne de chaque station étudiée : Oued Bougous, Sidi Bouzid et Zitouna (600 m, 450 m et 111 m d'altitude).

- Les températures minimales présentent une décroissance de 0,4°C à chaque élévation de 100m d'altitude.
- Les températures maximales présentent une décroissance de 0,7°C à chaque élévation de 100m d'altitude.

Tableau 8 : Températures annuelles et mensuelles moyennes (°C) d'El-Kala pour la période 1997-2005.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
T.M (°C)	15,6	13,4	18,7	19,2	23,6	26,7	30,5	31,2	27,2	22,1	20,8	17,3	22,19
T.m (°C)	8,9	6,3	10,8	11,3	15,3	17,6	22	23,5	19,1	17,1	13,1	10,4	14,62
T.moy (°C)	12,25	9,85	14,75	15,25	19,45	22,15	26,25	27,35	23,15	19,6	16,95	13,85	18,4

(Altitude 13 m)

(Source : PNEK, 2009) (Chabbi et Tiab, 2019)

Tableau 9 : Répartition des températures mensuelles maximales, minimales et moyennes (°C) corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la forêt Oued Bougous (600m).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
T.M (°C)	11,49	9,29	14,59	15,09	14,49	22,59	26,39	27,09	23,09	17,99	16,69	13,19	18,08
T.m (°C)	6,55	3,95	8,45	8,95	12,95	15,25	19,65	21,15	16,75	14,75	10,75	8,05	12,26
T.moy (°C)	9,02	6,62	11,52	12,02	13,72	16,22	23,02	24,12	19,92	16,37	13,72	10,62	15,17

(Altitude 600 m)

(Source : Chabbi et Tiab, 2019)

- ✓ **T.moy** : Température moyenne $(T_m+T_M)/2$
- ✓ **T.m** : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid.
- ✓ **T.M** : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.

Tableau 10 : Répartition des températures mensuelles maximales, minimales et moyennes (°C) corrigée par rapport à l'altitude moyenne de la forêt Zitouna (111m)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
T.M (°C)	14,91	12,71	18,01	18,51	22,91	12,25	9,85	30,51	26,51	21,41	20,11	16,61	21,51
T.m (°C)	8,51	5,91	10,41	10,91	14,91	17,21	21,61	23,11	18,71	16,71	12,71	10	14,21
T.moy (°C)	11,71	9,31	14,21	14,71	18,91	21,51	25,81	26,81	22,61	19,06	16,41	13,31	17,86

(Altitude 111 m)

(Source : Chabbi et Tiab, 2019)

- ✓ **T.moy** : Température moyenne $(T_m+T_M)/2$.
- ✓ **T.m** : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid.
- ✓ **T.M** : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud

Dans ce tableau les données sont corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la station Zitouna (450 m), nous remarquons que les mois les plus chauds sont le mois de juillet et le mois d'août avec des

températures de 29.81°C et 30.51 °C respectivement et les mois les plus froids sont le mois de janvier et février avec des températures de 8.51 et 5.91°C respectivement.

Tableau 11 : Répartition des températures mensuelles maximales, minimales et moyennes (°C) corrigée par rapport à l'altitude moyenne des trois stations (450m).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
T.M (°C)	12,54	10,34	15,64	16,14	20,54	23,44	27,64	28,14	24,14	19,04	17,74	14,24	19,13
T.m (°C)	7,15	4,55	9,05	9,55	13,55	15,85	20,25	21,75	17,35	15,35	11,35	8,65	12,87
T.moy (°C)	9,84	7,44	12,34	12,84	17,04	19,64	23,94	24,94	20,74	17,20	14,54	11,44	16

(Altitude 450 m)

(Source : Chabbi et Tiab, 2019)

Dans ce tableau les données sont corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la station de Zitouna (450m), nous remarquons que les mois les plus chauds sont le mois de **juillet** et le mois **d'août** avec des températures de **27.64°C** et **28.14 °C** respectivement et les mois les plus froids sont le mois de **janvier** et le mois de février avec des températures respectives de **7.4** et **4.8°C** s d

I.3.2 Précipitations

Elles constituent un facteur écologique fondamental, leur répartition annuelle est importante par leur rythme et leur valeur volumique absolue (Dajoz, 1975 in Sobhi,2009).

La quantité des pluies varie avec l'altitude (plus on monte, plus la pluviométrie augmente) ; pour cela (SELTZER, 1946 in BENGANA et ALI AHMED ,2007) recommande un gradient pluviométrique altitudinal de 50 mm pour chaque 100 m d'élévation (lorsque la pluviométrie moyenne est de 1204 mm)

Les données climatiques de notre zone d'étude sont fournies par la direction du parc national d'El Kala, situé à 13 m d'altitude. Dans ce contexte, nous avons corrigé ces données en les rapportant à l'altitude moyenne de chaque station étudiée (600m, 450 m et 111m d'altitude).

Tableau 12 : Précipitations mensuelles et annuelles moyennes (mm) d'El- Kala pour la période de 1997-2005.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuelle
P (mm)	71,1	68,6	37,5	76,6	17,1	1,6	1,1	13,8	64,2	28,6	83,9	97,6	561,7

(Altitude 13m)

(Source : ONM, 2009)

P (mm) : précipitations mensuelles et annuelles moyennes

La quantité annuelle des précipitations est calculée par la méthode suivante :

$$\left. \begin{array}{l} 1204 \text{ mm} \longrightarrow 50\text{mm} \\ 561.7\text{mm} \longrightarrow \mathbf{X} \end{array} \right\} \mathbf{X = 23.32 \text{ mm}}$$

$$\left. \begin{array}{l} 100 \text{ m} \longrightarrow 23.32 \text{ mm} \\ 587\text{m} \longrightarrow \mathbf{Y} \end{array} \right\} \mathbf{Y = 136.92 \text{ mm}}$$

$Z=561.7+Y=697.88$ mm (Z quantité des pluies à 587 m d'altitude)

Tableau 13 : Les précipitations moyennes mensuelles d'El Kala, corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la station Oued Bougous (587m)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MOY/A N
P (mm)	88.4 3	85.3 2	46.6 4	95.2 7	21.2 7	1.9 9	1.3 6	17.1 6	79.8 5	35.5 7	104.3 5	121. 4	698.6

(Altitude : 600 m)

Source (Chabbi et Tiab, 2019)

On déduit dans les données corrigées que la tranche pluviométrique moyenne annuelle enregistrée à la station d'Oued Bougous pendant 9 ans d'observation s'élève à **698.6mm/an**.

L'étude des données pluviométriques indique que le mois de décembre est le mois le plus pluvieux **121.4mm** et le mois de juillet le plus sec **1.36mm**.

Tableau 14 : Les précipitations moyennes mensuelles d'El Kala, corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la station Sidi Bouzid (450m).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuelle
P (mm)	84	81.05	44.3	90.5	20.2	1.9	1.3	16.3	75.85	33.8	99.12	115.3	663.6

Source (Chabbi, Tiab .2019)

Dans ce tableau on trouve que la tranche pluviométrique moyenne annuelle enregistrée à la station de Sidi Bouzid pendant 9 ans d'observation s'élève à **663.6 mm/an**.

On remarque que le mois de décembre est le mois le plus pluvieux **de 115,3 mm** et le mois de juillet le plus sec **1.3 mm**.

Tableau 15 : Les précipitations moyennes mensuelles d'El Kala, corrigées par rapport à l'altitude moyenne de la station du Zitouna (111m).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuelle
P (mm)	74	71.4	39.02	79.71	17,8	1,66	1,14	14.36	66.81	29.76	87.31	101.57	584.56

(Altitude : 111 m)

Source (Chabbi et Tiab, 2019)

Dans les données corrigées du tableau précédent, on déduit que la tranche pluviométrique moyenne annuelle enregistrée à la station de Sidi Bouzid pendant 9 ans d'observation s'élève à **584.56mm/an**.

L'analyse des données pluviométriques indique que le mois de décembre comme étant le mois le plus pluvieux **101.57 mm** et le mois de juillet le plus sec **1.14 mm**.

Tableau 16 : Les précipitations moyennes mensuelles de l'altitude moyenne des trois stations (387m).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Annuelle
P (mm)	82,14	79,25	43,32	88,5	19,75	1,85	1,26	15,94	74,17	33,04	96,92	112,75	648,92

(Altitude : 387 m)

Source (Chabbi et Tiab, 2019)

On déduit d'après les données corrigées du tableau précédent que la tranche pluviométrique moyenne annuelle enregistrée au niveau des trois stations d'El Taref pendant 9 ans d'observation s'élève à **648.92 mm/an**. Et en analysant les données pluviométriques on trouve que le mois de décembre comme et le mois le plus pluvieux **112.75 mm** et le mois de juillet le plus sec **1.126 mm**.

❖ Synthèse climatique :

La température et la pluviosité sont les deux facteurs les plus utilisés pour la classification écologique des climats.

1.3.3 Diagramme ombrothermique :

Bagnouls et Gausson ont établi un diagramme qui permet de dégager la période sèche en s'appuyant sur la comparaison des moyennes mensuelles des températures en °C avec celle des moyennes mensuelles des précipitations en mm, admettant qu'un mois est sec lorsque le double de la température moyenne mensuelle est supérieur ou égal à la moyenne mensuelle des précipitations ($P \text{ mm} < 2T^{\circ}\text{C}$), (Bagnouls et Gausson, 1953).

Tableau 17 : Températures moyennes mensuelles (°C) ; Précipitations mensuelles (mm) de la région d'El- Kala. (Période de 1997-2005.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P(mm)	82,14	79,25	43,32	88,5	19,75	1,85	1,26	15,94	74,17	33,04	96,92	112,75
T moy	10,19	7,79	12,69	13,19	16,555	20,09	24,19	25,29	21,09	17,54	14,89	11,79

Source (Chabbi et Tiab, 2019)

L'examen du diagramme Ombrothermique pour les 3 stations d'El Taref permet de constater que la période sèche est nettement marquée aux cours des mois de l'été (figure 11). Elle s'étale sur environ 4 mois de la **mi-mai** jusqu'à la fin d'**août**.

P : précipitation mensuelle en (mm)

T : température moyenne mensuelle en (°C).

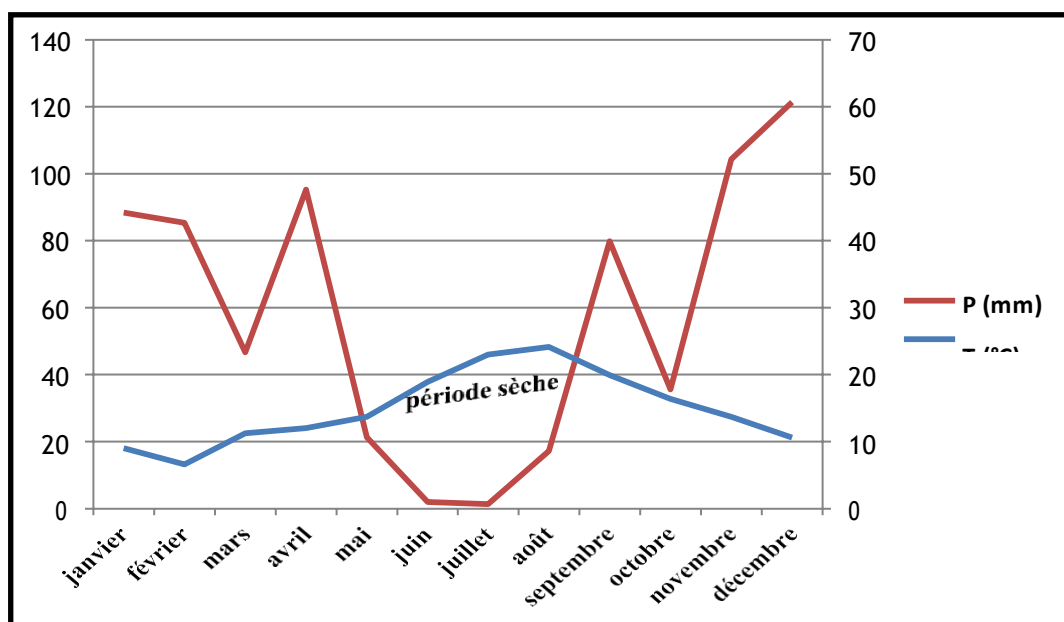


Figure 31 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la région d'El Taref du période (1997–2005).

❖ Quotient pluviothermique d'Emberger

Afin de classer le climat méditerranéen, en fonction de la sécheresse globale, EMBERGER (1952,1955) (**cours de bioclimatologie, kadi Benane, 2018**) propose le quotient pluviothermique avec la formule suivante :

$$Q_2 = 2000P / (M^2 - m^2)$$

- **P**: Pluviosité annuelle en mm.
- **M** : Moyennes des températures maximales du mois le plus chaud
- **m** : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid
- **(M, m)**: Sont exprimées en degrés absolus ($t^{\circ}K = T^{\circ}C + 273.2$).
- **(M+m)/2**: Estimation de la température moyenne.
- **(M-m)**: Amplitude annuelle.

Dans le cas de notre zone d'étude, nous avons les données suivantes $P=648.92$, $M=28.58^{\circ}C$, $m=4.8^{\circ}C$
Et quand on applique la formule, on obtient le résultat suivant

$$Q_2 = 93,6$$

Par déduction notre zone étudiée occupe l'étage bioclimatique Sub humide à hiver doux comme indiqué dans la figure suivante :

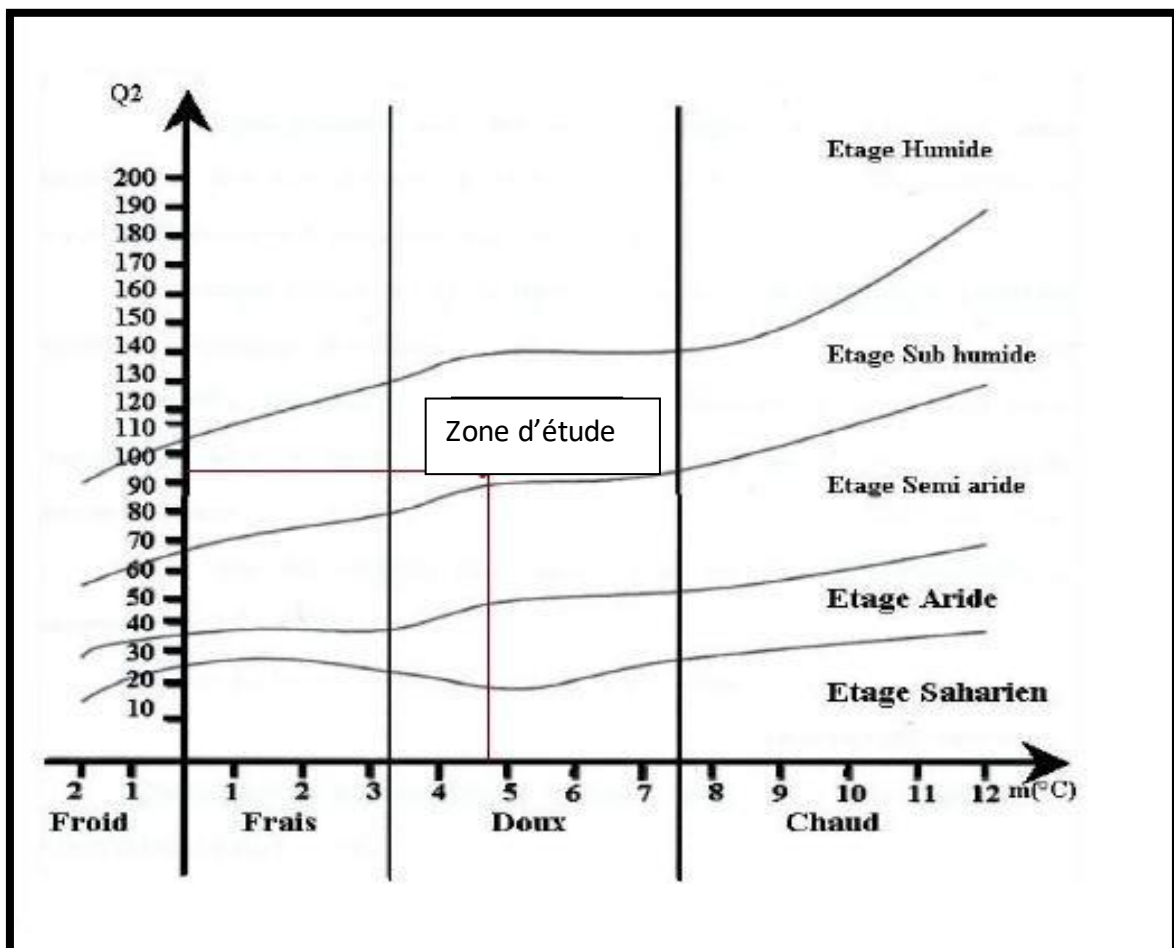


Figure 32 : Situation de la station d'études dans le Climagramme d'Emberger.

II Méthode d'échantillonnage :

Après le démasclage des arbres au niveau des trois stations (Oued Bougous ; Sidi Bouzid et la forêt de Zitouna), pour certaines stations les planches de liège ont été prélevées des arbres sur pied et d'autres ont été récupérées des dépôts de liège et on a fait appel à la méthode d'échantillonnage aléatoire stratifiée systématique. Nous avons considéré la station comme strate et dix planches par station ont été sélectionnées en utilisant un même intervalle entre deux prélèvements consécutifs dans la même strate.

Au total 30 planches ont été considérées : 10 planches x 3 stations.



Figure 33 : Démascage du liège dans la forêt et son dépôt
(Source : Chabbi et Tiab, 2019)

III Mesure des variables :

III.1 Épaisseur du liège

Des éprouvettes d'environ 5 cm de longueur ont été prélevées, ensuite poncées à l'aide d'une ponceuse.



Figure 34 : Prélèvement des éprouvettes de liège pour mesurer l'épaisseur des cernes.
Source : originelle

Trois mesures d'épaisseur sous croûte ont été réalisées ; deux aux extrémités gauche et droite et une troisième au centre de la planche échantillonnée.

Les diverses épaisseurs des planches de liège sont mesurées par la moyenne des trois mesures effectuées sur chaque planche. Ceci est réalisé à l'aide du logiciel GIMP qu'on va expliquer. (3 répétitions x 10 arbres x 3 stations) ; au totales 90 mesures ont été effectuées pour notre zone d'étude.

III.1.1 Outil et méthode de mesure

III.1.1.1 General Images Manipulation Program (GIMP)

Le programme a été créé en 1995 par Spencer Kimball et Peter Mattis. C'est un outil portable de manipulation d'image et de photo, c'est un éditeur de trame resté (point à point), il effectue ses opérations directement sur les pixels déterminant l'image.

Ce logiciel offre de nombreuses fonctionnalités, il peut être utilisé comme :

- Un simple programme de dessin,
- Un programme de retouche photo,
- Un système en ligne de traitement par lot,
- Un générateur d'images pour la production en masse, pour convertir un format d'image en un autre Raymon Ostertag, (2008) cité par Gabis et Boukerb, (2009).

Voici ci-dessous l'interface vierge du logiciel en question dans sa version 2.10.28

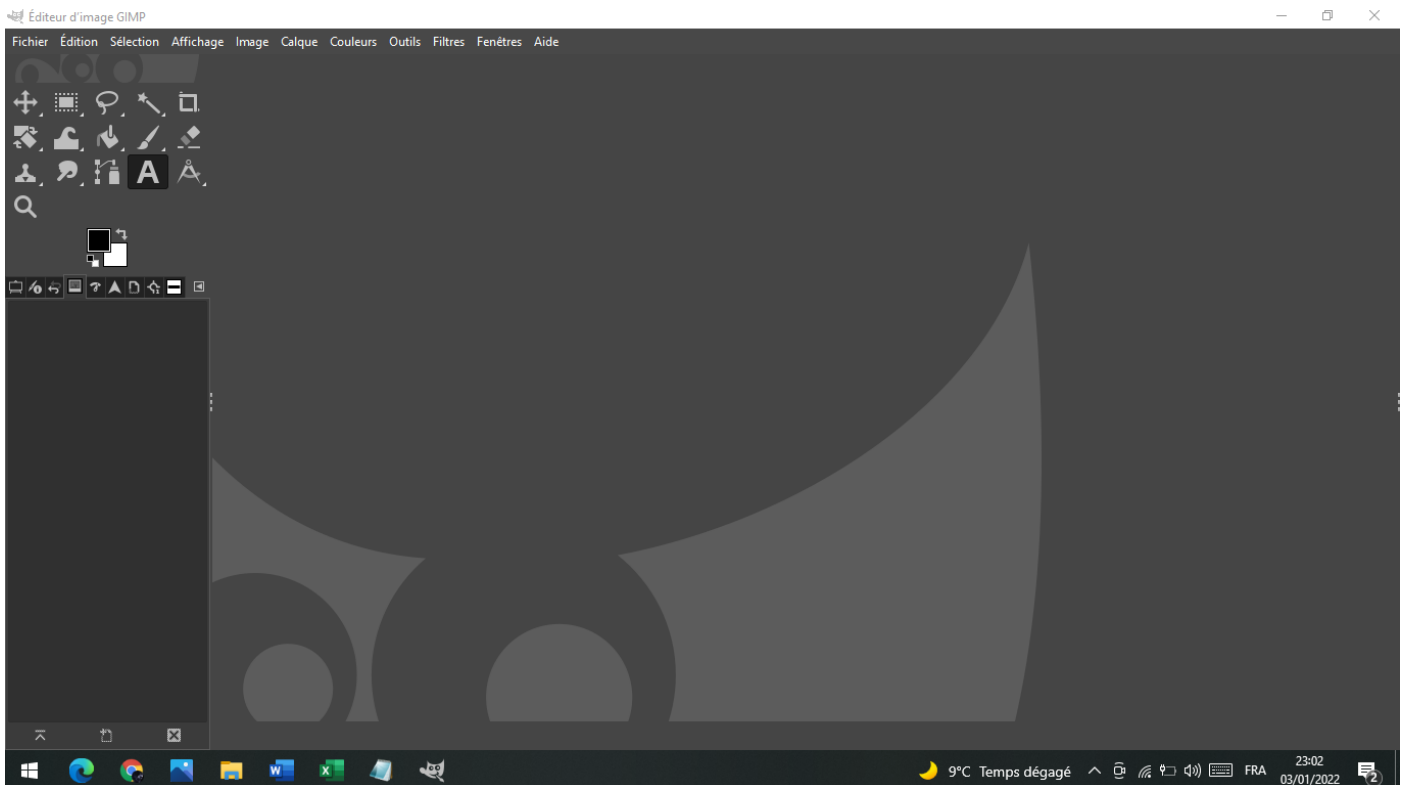


Figure 35 : Interface vierge du logiciel GIMP

Source : originelle

III.1.1.2 Méthode de mesure

Pour mesurer l'épaisseur de nos éprouvettes, on commence l'importation de nos images scannées sur lesquelles on va effectuer nos mesures ; l'importation se fait d'une manière très simple, en glissant notre image sur l'interface vierge du logiciel comme illustré ci-dessous et cette dernière apparaîtra, pour être fin prête à son utilisation.

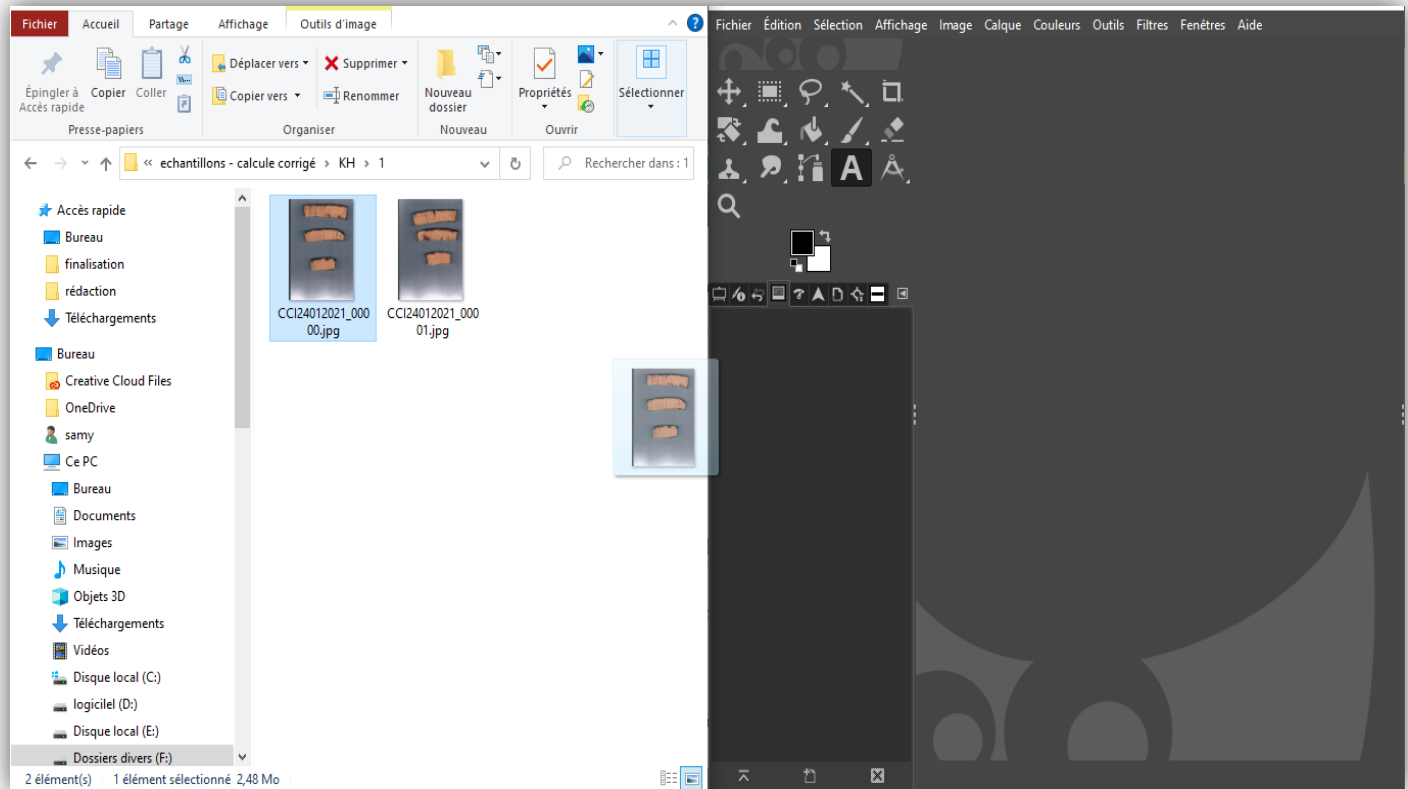


Figure 36 : Capture d'écran illustrant le glisser-déposer de notre image à calculer

Source : originelle

Puis la nôtre image apparaîtra, pour être fin prête à être utilisée.

Pour procéder à la mesure de nos accroissements, on commence par sélectionner l'outil de mesure tout en changeant l'unité d'affichage des résultats de ce dernier en mm.

On trace en premiers lieux un guide vertical pour déterminer la trajectoire de nos mesures, cela se fait à l'aide de la touche ALT + Double clic droit sur la souris, puis en repérant les cernes du liège sur la trajectoire du guide vertical on y place cette fois des guides horizontaux et ceci sur chaque limite de cerne. Après ça on procède à la mesure de la distance entre chaque guide de ces derniers.

La valeur apparaîtra dans une petite fenêtre si elle est activée et aussi sur la barre d'information du logiciel.

Pour manipuler la vision et le zoom, on maintient la touche CTRL enfoncée et on navigue par la roulette de la souris.

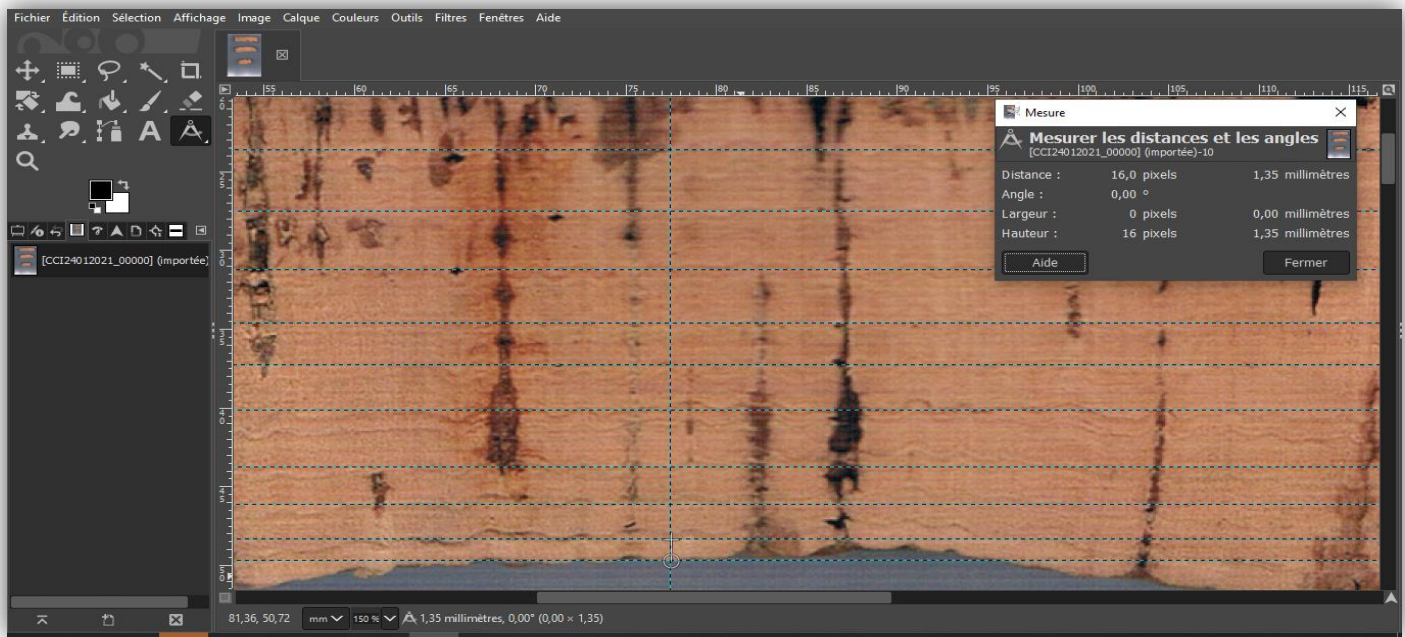


Figure 37 : Capture d'écran illustrant la méthode de mesure des épaisseurs des cernes

Source : originelle

III.2 Méthode de traitement des données

Les résultats obtenus sont traités graphiquement et statistiquement avec les logiciels EXEL et STAT BOX.

III.2.1 Traitements graphiques

Pour la représentation graphique, des courbes des accroissements du liège, des accroissements individuels, cumulés et des séries de synthèses ont été réalisés.

III.2.1.1 Courbes des accroissements du liège

Les mesures des accroissements du liège prélevées dans les différentes stations sont représentées sous forme de courbes de croissances. Dans l'axe horizontal sont représentées les années successives et dans l'axe vertical, l'épaisseur des cernes correspondants.

III.2.1.2 Accroissements individuels

L'étude de ces courbes nous permet d'avoir beaucoup d'informations propres aux individus. Elle nous permet de connaître la variation de l'épaisseur des cernes en fonction des conditions du milieu (sol, exposition, pente, altitude et climat) et de la vigueur de l'arbre.

III.2.1.3 Accroissements de séries de synthèse

L'étude de ces accroissements nous permet de minimiser les variations dues à des phénomènes particuliers aux individus, et ne garder que les variations de haute fréquence en relation avec les variations interannuelles du climat (RAOUANE, 1985).

III.2.1.4 Accroissements cumulés des séries de synthèse

Afin de mieux percevoir l'évolution générale de l'épaisseur des cernes du liège à travers tous les peuplements étudiés, des accroissements moyens cumulés ont été calculés, et des courbes correspondantes ont été dressées.

L'accroissement moyen cumulé est la somme des épaisseurs des cernes obtenues sur une période donnée. Si $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ sont les valeurs des cernes d'un arbre, l'accroissement cumulé est égale à $C_1+C_2+C_3+\dots+C_n$ soit l'épaisseur du liège de cet arbre.

III.2.2 Traitements statistiques

III.2.2.1 Analyse descriptive des données

Afin d'estimer la variation de l'épaisseur des cernes du liège entre les arbres d'une même station, des paramètres de position (la moyenne) et de dispersion (l'écart type, le coefficient de variation (CV%), et l'erreur relative (Dr %)) ont été calculés.

Ces paramètres permettent de comparer la dispersion de la variabilité relative de plusieurs séries statistiques dont les ordres de grandeur sont très différents.

III.2.2.1.1 Moyenne

La moyenne arithmétique que nous appellerons tout simplement moyenne et que nous désignerons par \bar{X} est égale à la somme des valeurs observées ; $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ divisées par le nombre d'individus (n) (DAGNELIE, 1973)

$$\bar{X} = \sum X_i / n \text{ pour } i \text{ allant de } 1 \text{ à } n$$

III.2.2.1.2 Ecart type (σ)

Il exprime les variations par rapport aux individus.

III.2.2.1.3 Coefficient de variation (CV)

C'est une expression de la plus aux moins grandes hétérogénéités des forêts étudiées (PARDE, 1961). Afin d'estimer la variation de l'épaisseur des cernes du liège entre les arbres d'une même station, des paramètres de position (la moyenne) et de dispersion (l'écart type) le coefficient de variation (CV%), et l'erreur relative (Dr %) a été calculée.

Ces paramètres permettent de comparer la dispersion de la variabilité relative de plusieurs séries statistiques dont les ordres de grandeur sont très différents.

Le coefficient de variation est obtenu en exprimant l'écart type en valeur relative à la moyenne ; lorsque celle-ci est positive (Dagnelie, 1973).

$$CV\% = (\sigma / \mu) * 100$$

$$dr\% = t_{1-\alpha/2} * (CV / \sqrt{n})$$

Avec : σ = écart type, μ = moyenne

α = risque d'erreur à parcourir $\alpha \geq 0,05$

III.2.2.1.4 Coefficient d'aplatissement « Kurtosis »

Ce coefficient caractérise la forme de pic ou d'aplatissement des courbes de croissances.

$$\left\{ \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum \left(\frac{x_i - \bar{x}}{s} \right)^4 \right\} - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$$

III.2.2.2 Analyse de la variation

L'analyse de la variance a pour but de comparer les moyennes de plusieurs populations de séries de données supposées normales et de mêmes variances, à partir d'échantillons aléatoires, simples et indépendants les uns des autres (DAGNELIE, 1975).

III.2.2.3 Sensibilité moyenne (Mean sensitivity)

Elle est utilisée pour caractériser la régularité des épaisseurs des cernes d'une année à une autre. D'après MUNAUT (1979), cette sensibilité s'exprime par le rapport :

$$SM = 1/n - 1 \quad \left| \sum_{t=1}^{t=n-1} \frac{2(X_{t+1} - X_t)}{X_{t+1} + X_t} \right|$$

N : nombre d'années de la série

X_t : l'épaisseur du cerne de l'année t.

Ce coefficient permet de définir la variabilité moyenne entre deux épaisseurs annuelles successives. Ce coefficient exprime l'ampleur des changements affectant à court terme l'épaisseur des cernes (MUNAUT, 1979). Elle prend la valeur nulle pour deux cernes successifs égaux et la valeur 2 quand l'épaisseur de l'un d'entre eux est nulle (FRITTS, 1976). La sensibilité moyenne est calculée pour les séries chronologiques individuelles et maîtresses.

III.2.2.4 Coefficient d'interdatation

C'est le rapport de la sensibilité moyenne calculée directement sur la chronologie maîtresse (SM_m) à la moyenne des sensibilités moyennes calculées sur les séries individuelles correspondantes (SM_i). Ce coefficient de l'interdatation est calculé pour les séries chronologiques individuelles et maîtresses, il donne le degré de similitude et le synchronisme entre plusieurs séries de cernes et permet une appréciation de l'homogénéité de la réponse des arbres aux facteurs climatiques (TESSIER, 1984), selon la formule suivante :

$$SR = SM_m / SM_i$$

CHPITRE III : RÉSULTA ET INTERPRÉTATION

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

I Résultats des épaisseurs des cernes du liège

Les résultats ci-dessous représentent l'ensemble des moyennes calculées pour les accroissements annuels qui caractérisent les stations de : Oued Bougous, Zitouna et Sidi Bouzid.

Tableau 18 : Les résultats de l'analyse descriptive de l'épaisseur des cernes de liège

Année	BG	KH	SBZ	Moyenne	Écart type	CV %	DR %
2006-2007	2,39	0,92	1,01	1,44	0,67	46,69	26,28
2007-2008	3,80	3,21	2,96	3,32	0,35	10,57	5,95
2008-2009	3,78	4,33	3,90	4,00	0,24	5,91	3,33
2009-2010	3,71	4,37	3,41	3,83	0,40	10,46	5,89
2010-2011	3,36	3,93	3,18	3,49	0,32	9,16	5,15
2011-2012	2,83	3,33	2,90	3,02	0,22	7,35	4,14
2012-2013	2,42	3,50	2,94	2,95	0,44	15,01	8,45
2013-2014	2,38	3,10	3,01	2,83	0,32	11,31	6,37
2014-2015	2,16	2,67	2,19	2,34	0,23	9,92	5,59
2015-2016	1,86	2,34	1,88	2,02	0,22	10,93	6,15
2016-2017	1,34	1,69	1,39	1,47	0,16	10,73	6,04
Moyenne	2,73	3,04	2,61	2,79			
Écart type	0,80	1,02	0,85				
CV %	29,18	33,66	32,39				
DR %	8,58	9,90	9,52				

BG : Oued Bougous

CV % : Coefficient de variation

KH : Zitouna

DR % : l'erreur relative à la moyenne

SBZ : Sidi Bouzid

Les résultats obtenus sur les moyennes des épaisseurs des cernes du liège dans nos trois stations varient entre une valeur minimale de 0,92 mm, mesurée au niveau de la station de Zitouna (KH) représentant l'année 2007, et une valeur maximale de 4,37 mm observée au sein de la même station pendant l'année 2010. (Tableau 18).

La valeur qui se rapproche le plus de l'épaisseur moyenne de toutes les stations qui est de 2,79 mm est la moyenne retrouvée au niveau de la station de Zitouna durant l'année 2015, avec une valeur de 2,67 mm. (Tableau 18).

Les coefficients de variations calculés dans les 3 stations pendant les années d'accroissement du liège sont comme suit :

- 29,18 % pour la station de Bougous
- 33,66 % pour la station de Zitouna
- 32,39 % pour la station de Sidi Bouzid

Nous remarquons que la station de Zitouna présente le coefficient de variation le plus élevé avec une valeur de 33.66% ceci confirme les résultats des accroissements moyens de la même station (Zitouna) caractérisée par les valeurs extrêmes (valeur minimale et maximale des trois stations) donc une étendue maximale par conséquent un coefficient de variation le plus élevé. (Tableau 18).

Le coefficient de variation le plus faible est enregistré au niveau de la station de Bougous avec une valeur de 29.18 %. Ce qui nous indique qu'entrent les années ; dans les mêmes stations, il existe une forte hétérogénéité entre les moyennes des accroissements annuelles, comparativement aux variations de la même variable entre les stations des mêmes années où nous enregistrons une évolution presque semblable ; des coefficients de variations qui varient entre 5.91 % et 15.01 à l'exception de l'année 2006 – 2007 où nous remarquons une valeur maximale de 46.69 %, ce qui est normal, étant donné que la période commune que nous avons prise en considération dans notre étude inclut les arbres dont le démarrage de la formation du liège précède l'année 2006 – 2007 ; cas de la station de Bougous avec une valeur des accroissements moyenne annuelle de 2.39 mm comparativement aux stations de Zitouna et Sidi-Bouzid avec des valeurs respectives de 0.92 mm et 1.01 mm. (Tableau 18).

Pour les erreurs relatives de la variable épaisseur des cernes, calculées pour chaque station, elles sont inférieures à 12 % donc la variabilité est acceptable et la taille de l'échantillon est suffisante, mis à part la valeur trouvée durant la première année, et qui s'élève à 26,28 %, qui pourrait être reliée au fait cité en haut par rapport au démarrage de la formation du liège et la période commune. (Tableau 18).

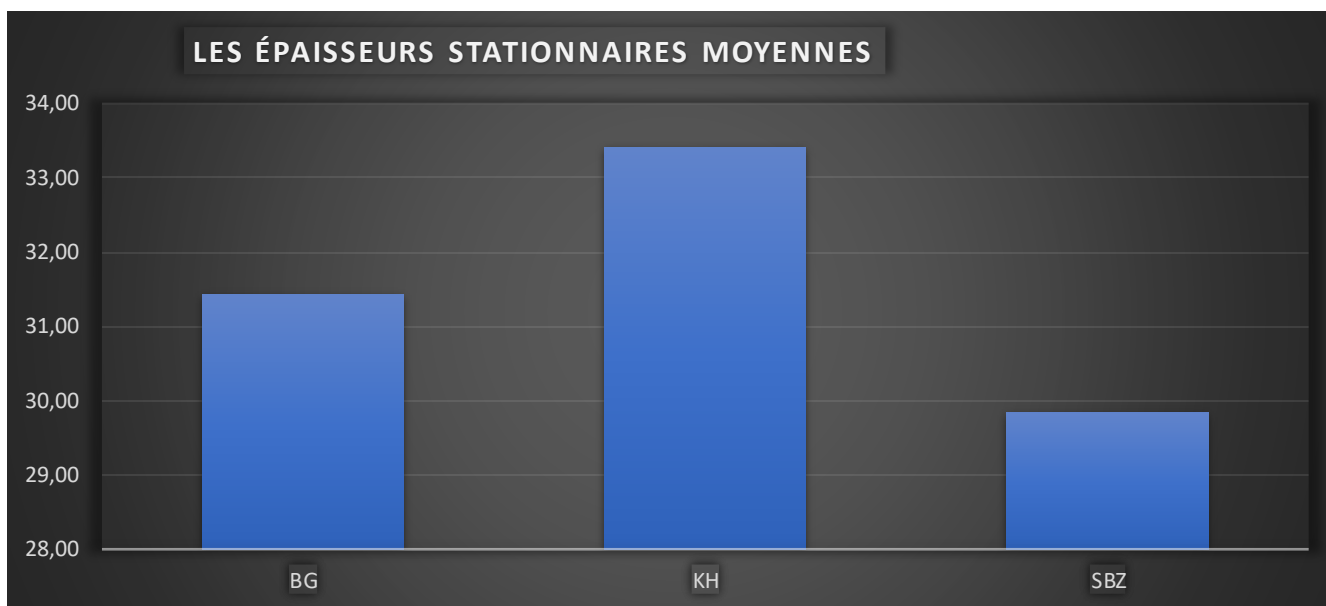


Figure 38 : Distribution des épaisseurs du liège des trois stations

Tableau 19 : Distribution des échantillons du liège par classe commerciale d'épaisseur

Classe d'épaisseur	BG	KH	SBZ	Moyenne	Moyenne globale
<22	0%	0%	0%	0%	6,67%
[22-27]	10%	0%	10%	6,67%	
[27-32]	30%	50%	60%	46,67%	93,33%
[32-40]	60%	50%	30%	46,67%	
>40	0%	0%	0%	0,00%	

- BG : 31,43
- KH : 33,41
- SBZ : 29,84

Les valeurs obtenues à partir de l'étude des classes commerciales du liège pour nos trois stations démontrent qu'au sein de ces dernières nous retrouvons un liège majoritairement bouchonnable avec un taux de 93,33 %. Les 6,67 % restants peuvent être orientés à la trituration, l'artisanat, et à l'agglomération. (Tableau 19 et Figure 39).

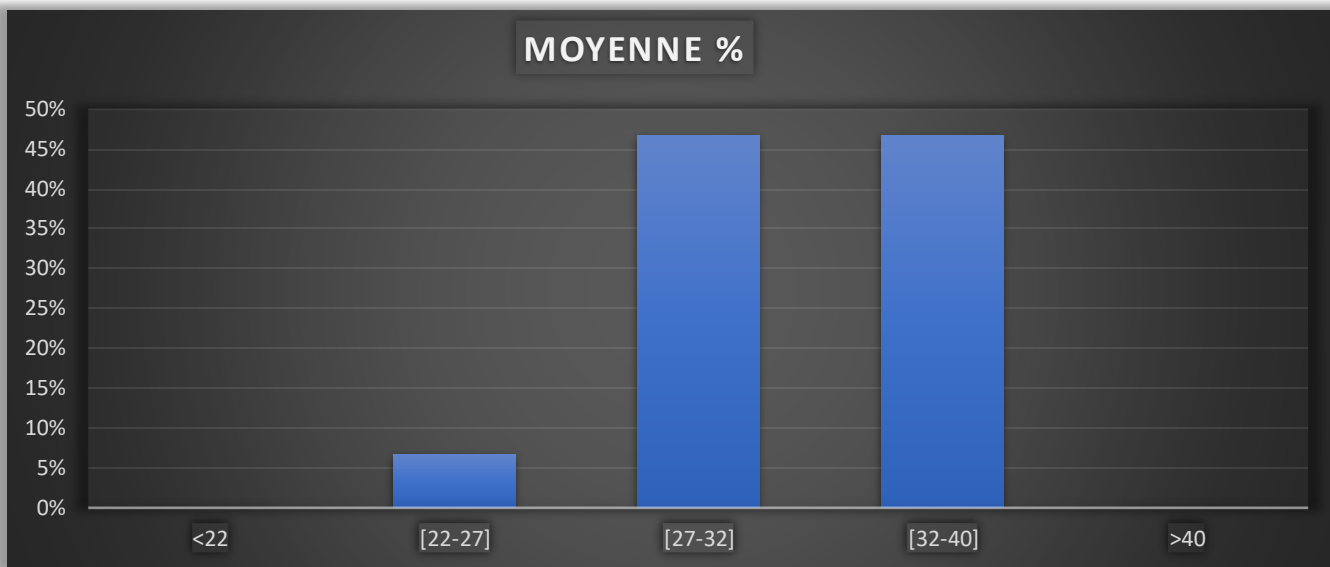


Figure 39 : Distribution des planches du liège par classe commerciale d'épaisseur.

II Étude des accroissements du liège

Accroissements individuels

L'observation des courbes individuelles (figure. 40) représentant les moyennes des accroissements de chaque arbre, nous renseigne sur la présence de deux périodes distinctes. La première est caractérisée par des cernes épais, et la deuxième par des cernes minces.

Les premières années sont marquées par une formation importante du liège, mis à part le tout premier cerne. Ce dernier ne représente que la moitié d'une période de formation étant donné que la formation du 1er cerne ne démarre qu'après la période de déliégeage qui s'effectue du mois de juin au mois d'août.

Station Oued Bougous

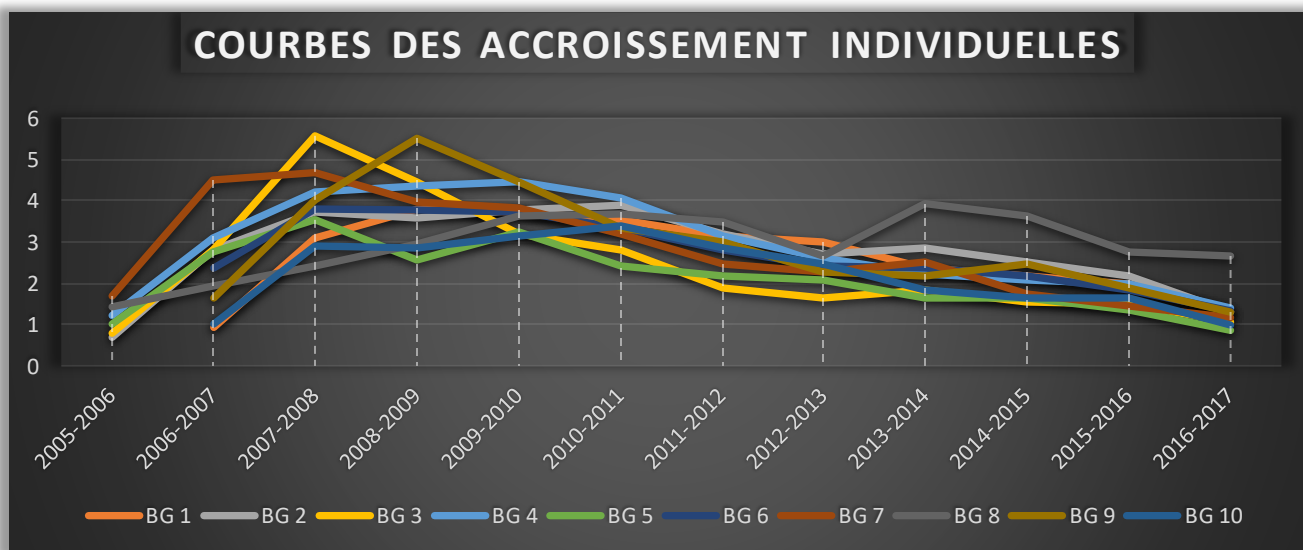


Figure 40 : Courbes des accroissements annuels du liège calculées pour chaque arbre de la station Oued Bougous

La figure 40 montre à première vue une différence d'âge du liège entre les dix arbres de la station de Bougous, de sorte que quatre de ces derniers marquent le démarrage de la formation du liège à partir de l'année 2006 tandis que les six autres débutent à partir de l'année 2005.

Nous constatons que nos arbres suivent la courbe théorique énoncée par Boudy (1950) et Natividade (1956), des accroissements du liège, sauf le cas de l'arbre BG 8 qui montre des accroissements épais durant les dernières années de la formation du liège, et l'arbre BG 5 qui se distingue par un léger affaiblissement de la croissance du cerne durant la période 2008-2009.

Station de Zitouna

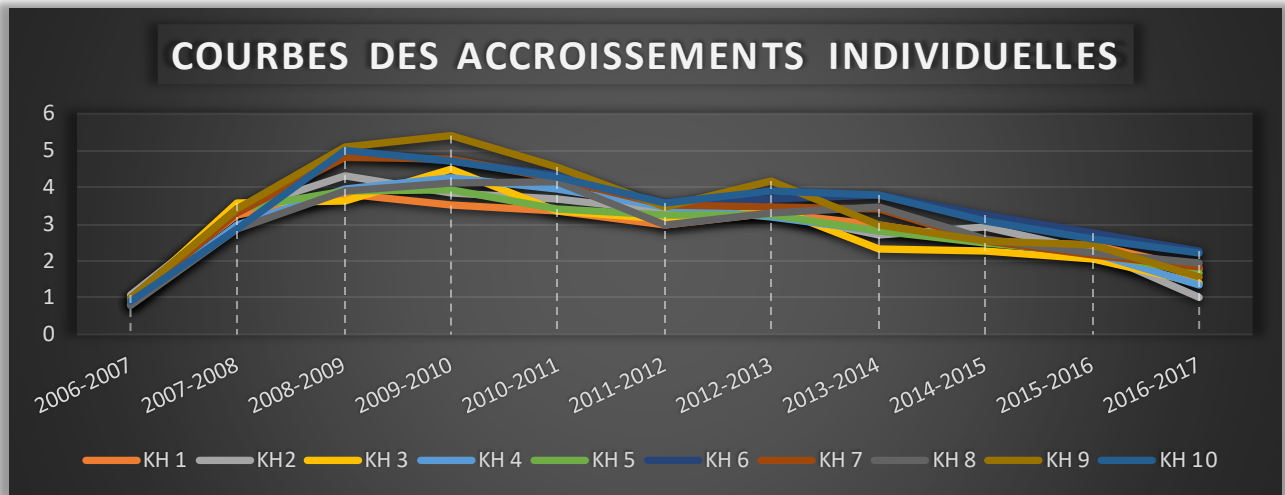


Figure 41 : Courbes des accroissements annuels du liège calculées pour chaque arbre de la station de Zitouna

Le graphe de la station de Zitouna (figure. 41) montre que les accroissements individuels des arbres suivent tous la courbe théorique citée par Boudy (1950) et Natividade (1956), montrant une croissance progressive et importante de la variable « épaisseur des cernes » durant les premières années, atteignant plus de 4 mm dans les années 2009 et 2010, puis une baisse progressive des valeurs d'accroissement le long de la période restante.

Nous remarquons aussi que durant l'année 2012, tous nos arbres montrent une chute légère de la croissance du liège, ceci pourrait être expliqué par une légère variation des variables climatiques.

Station de Sidi Bouzid

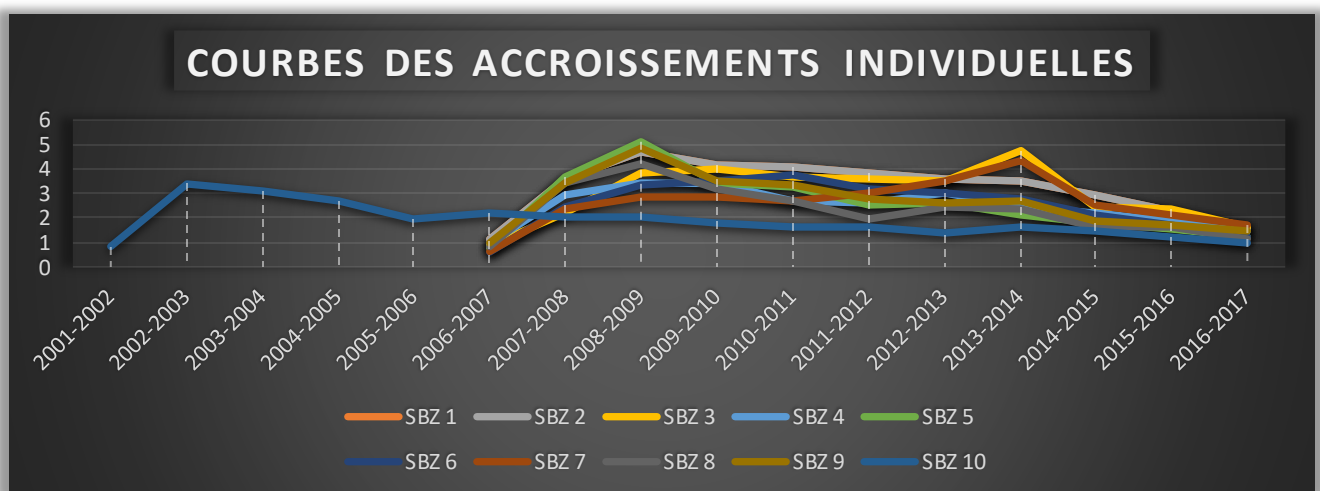


Figure 42 : Courbes des accroissements annuels du liège calculées pour chaque arbre de la station de Sidi Bouzid

La figure 42, met en valeur l'arbre SBZ 10 qui est marqué par un liège plus âgé que les autres. La production de ce dernier a débuté en 2001 tandis que les autres ont commencé la production du liège que l'année 2006. La courbe propre à cet arbre suit plus au moins l'allure de la courbe théorique citée par Boudy (1950) et Natividade (1956). Sauf que l'on remarque sur cet arbre, la présence d'une épaisseur des cernes moins importante que sur les 9 autres arbres échantillonnés dans la même station.

Pour les autres courbes individuelles, nous pouvons dire aussi que la majorité suit l'allure de la courbe théorique énoncée par Boudy (1950) et Natividade (1956), avec une croissance de liège presque similaire marqué par un pique de croissance durant les années 2009 et 2010 plafonnée par une valeur de 4,85 mm. Nous remarquons aussi 3 arbres qui sortent un peu de la description théorique, notamment la courbe individuelle de l'arbre SBZ 8 qui est caractérisé par une baisse remarquable de la croissance du liège durant la période 2011-2012, et une reprise plus tard avec une croissance plus importante durant les années 2012 -2013 et 2013-2014. Les courbes des arbres SBZ3 et SBZ7 sont caractérisées par des pics de croissance atteignant plus de 4.74 mm durant l'année 2013 – 2014. Durant cette même année, nous remarquons une légère montée de production pour tous les autres arbres de la même station.

Chronologies maîtresses

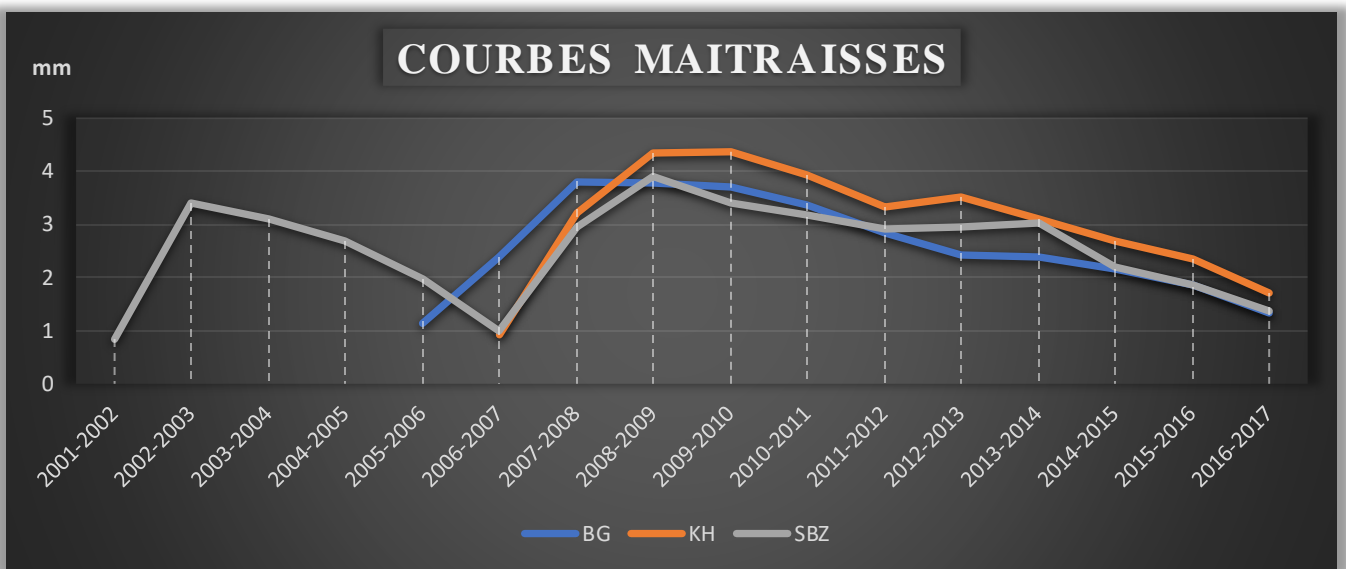


Figure 43 : Accroissements annuels des trois stations (courbe maîtresse)

L'observation des courbes maîtresses (figure 43) nous donne une vision globale sur l'évolution de la croissance du liège dans chaque station.

Trois courbes de couleurs différentes, bleu, orange et grises, représentant respectivement nos trois stations, Oued Bougous, Zitouna et Sidi Bouzid.

Les courbes bleu et orange (Oued Bougous et Zitouna) suivent la courbe théorique énumérée par Boudy ; 1950 et Natividade ; 1956. Mais la courbe grise représentant la station de Sidi Bouzid avec une période de production qui va de 2001 à 2017 est caractérisée par deux tranches de productions. La première allant de 2001 à 2007 est caractérisée par un premier pic de production durant l'année 2003 décrivant une croissance conséquente durant cette dernière année puis une diminution progressive jusqu'à 2007. Ce constat pourrait être dû au fait que dans cette station on retrouve un arbre ayant produit un liège plus vieux que les autres, mais à partir de l'année 2007, début de la période commune entre les 3 stations, les courbes reprennent toutes une allure correspondante à la courbe théorique citée par Boudy ; 1950 et Natividade ; 1956.

Une valeur dépassant 4 mm est observée durant l'année 2009 dans la station de Zitouna. À partir de l'année 2012, on y retrouve l'expression de l'allure des courbes rencontrées dans les courbes individuelles qui se caractérisent par une chute légère des valeurs des accroissements, ce qui est probablement dû à une variation climatique ou à un stress hydrique.

À l'inverse, l'année 2014 est marquée par une légère montée des valeurs atteignant plus de 3 mm d'accroissement dans la station de Sidi Bouzid, ce qui pourrait être dû à une forte pluviométrie durant cette période.

Après l'analyse de ces courbes maitresses, on peut donc déduire qu'il n'y a pas une forte variation des milieux ou du climat entre nos trois stations, vu que les valeurs retrouvées sont presque semblables.

Courbes cumulées

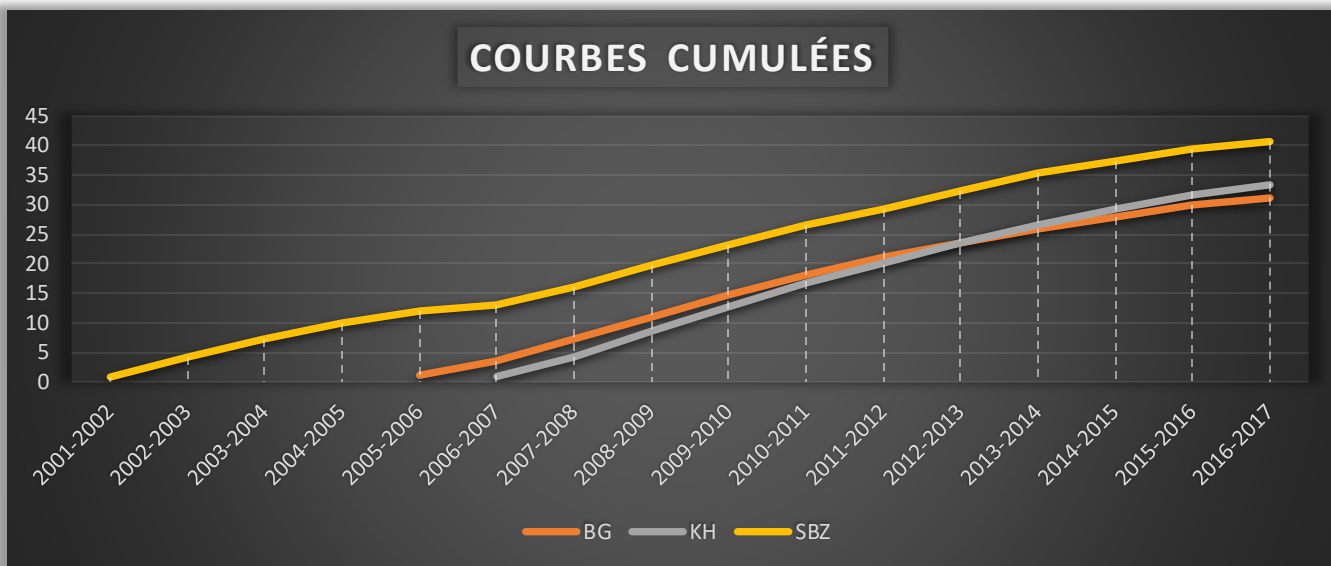


Figure 44 : Les accroissements courants moyens cumulés des trois stations

Dans le graphe de la figure 44 où sont représentés les stations, Oued Bougous en orange, Zitouna en gris et Sidi Bouzid en jaune on remarque que la croissance cumulée des cernes suit une allure semblable sauf que la station de Sidi Bouzid se démarque des deux autres, par des valeurs plus élevées, ce qui pourrait être toujours dû à l'arbre distingué dans les analyses précédentes.

Sensibilité moyenne

Tableau 20 : Sensibilité moyenne des chronologies individuelles des différentes stations

Arbre	BG	KH	SBZ
1	0,235	0,218	0,243
2	0,256	0,283	0,243
3	0,335	0,276	0,292
4	0,218	0,266	0,228
5	0,279	0,223	0,277
6	0,150	0,237	0,277
7	0,230	0,248	0,283
8	0,184	0,254	0,318
9	0,285	0,318	0,271
10	0,236	0,257	0,200
Moyenne	0,241	0,258	0,263

L'analyse du tableau 20 montre que le calcul de la sensibilité moyenne dans les trois stations nous a donné des valeurs comprises entre 0,150 et 0,335 ce qui veut dire que nos arbres répondent de la même façon aux facteurs du milieu, notons aussi que c'est dans la station d'Oued Bougous que ces valeurs extrêmes ont été retrouvées.

Au niveau des deux autres stations nous avons retrouvé comme valeurs minimales 0,2 et 0,218 respectivement à Sidi Bouzid et à Zitouna et 0,318 comme valeur maximale commune aux deux stations.

Tableau 21 : Sensibilité moyenne des chronologies maitresses

Station	BG	KH	SBZ
SM	0,136	0,246	0,317

Les sensibilités moyennes des chronologies maitresses énumérées dans le tableau 21, varient de 0,136 valeur minimale enregistrée au niveau Bougous et 0,317 valeur maximale enregistrée au niveau de la station de Sidi-bouzid.

Coefficient d'interdatation

Tableau 22 : Coefficient d'interdatation des séries de synthèse

Station	BG	KH	SBZ
SR	0,565	0,952	1,204

La station Oued Bougous démontre dans ces résultats une synchronisation moyenne avec les facteurs climatiques avec une valeur de 0.565 pour le coefficient d'interdatation, tandis que pour la station Zitouna le synchronisme est évident avec une valeur de 0.952.

Par contre la station de Sidi Bouzid, avec une valeur 1,204 qui dépasse 1, elle se démarque encore par la variation de l'âge constaté sur l'arbre SBZ 10.

Tableau 23 : Comparaison entre les sensibilités moyennes des chronologies maitresses et les coefficients d'interdatation des séries de synthèse

Station	BG	KH	SBZ
SR	0,565	0,952	1,204
SM	0,136	0,246	0,317

On remarque que dans toutes les stations étudiées les coefficients d'interdatation des séries de synthèse sont toujours élevés par rapport aux sensibilités moyennes des chronologies maitresses.

Données statistiques des stations

Kurtosis

Tableau 24 : Paramètres statistiques des épaisseurs des cernes

Année	SBZ	BG	KH
Kurtosis	-0,556	-1,091	0,022
CA	-0,649	-0,054	-0,682
VAR	0,815	0,846	1,148

CA : Coefficient d'asymétrie

VAR : Variance

le tableau 24 des paramètres statistiques des épaisseurs des cernes le Kurtosis (le coefficient d'aplatissement) présente des valeurs négatives dans les deux stations ; Sidi Bouzid et Oued Bougous, ce qui signifie que la croissance des épaisseurs des cernes est relativement aplatie, contrairement à celles de la station de Zitouna qui présente un Kurtosis positif, démontrant que les accroissements des cernes sont relativement pointus. Un résultat qui induit à déduire que les deux premières stations sont moins accentuées en question de valeur d'accroissement que la station de Zitouna.

Résultats de l'analyse de la variance

ANOVA des accroissements des cernes

La comparaison des moyennes des accroissements du liège est faite à l'aide de l'analyse de la variance à deux facteurs, et le test de NEWMAN et KEULS. Les résultats du tableau 25 montrent des différences très hautement significatives pour le facteur station, le facteur arbre ainsi que l'interaction entre les deux facteurs étant donné que les fonctions observées relatives à ces trois facteurs ($F_1 \text{ Obs} = 27.532$, $F_2 \text{ obs} = 5.3$ et $F_3 \text{ obs} = 9.279$) sont respectivement supérieures aux valeurs théoriques au seuil de 0.1% ($F_1 \text{ th} = 7.15$, $F_2 \text{ the} = 3.26$ et $F_3 \text{ the} = 2.42$). Le test de Newman et Keuls classe les stations étudiées en trois groupes homogènes ; le groupe A est constitué par la station de Zitouna avec la moyenne la plus élevée (33,413) le groupe B représente la station de Bougous avec une moyenne de 31,427 et le groupe C caractérisé par la station de Sidi-Bouzid avec la plus faible valeur (29,83).

Tableau 25 : Résultats de l'analyse de la variance et du test de NEWMAN et KEULS des variables Épaisseur des cernes

	Variation totale	Variation du facteur Station	Variation du facteur Arbre	Variation interfactorielle	Variation résiduelle
S. C. E	5344,316	577,267	500,086	1750,938	2516,025
D. D. L	269	2	9	18	240
C. M	19,867	288,633	55,565	97,274	10,483
F Théo / p = 0,95		3,04	1,93	1,62	
F Théo / p = 0,99		4,71	2,41	1,97	
F Théo / p = 0,999		7,15	3,26	2,42	
F Obs		27,532	5,3	9,279	
Probabilité		0	0	0	
Interprétation		D.THS	D.THS	D.THS	
Test de Newman et Keuls, facteur station.		GA – KH = 33.413 GB – BG = 31.427 GC – SBZ = 29.83			

Légende :

F Théo : Fonction théorique lue sur la table de Fisher et Snedecor

D. THS : différences très hautement significatives

P : Probabilité de la table de Fisher et Snedecor

S. C. E : somme des carrés des écarts

F Obs : Fonction observée

D. D. L : degré de liberté

G : Groupes homogènes

C. M : Carré moyen

La figure 45 nous démontre que la station de Zitouna détient la plus grande valeur en épaisseur du liège tandis que la station Sidi Bouzid elle par contre est la plus minime. Quant à la station Oued Bougous sa valeur fait qu'elle se retrouve entre les deux.

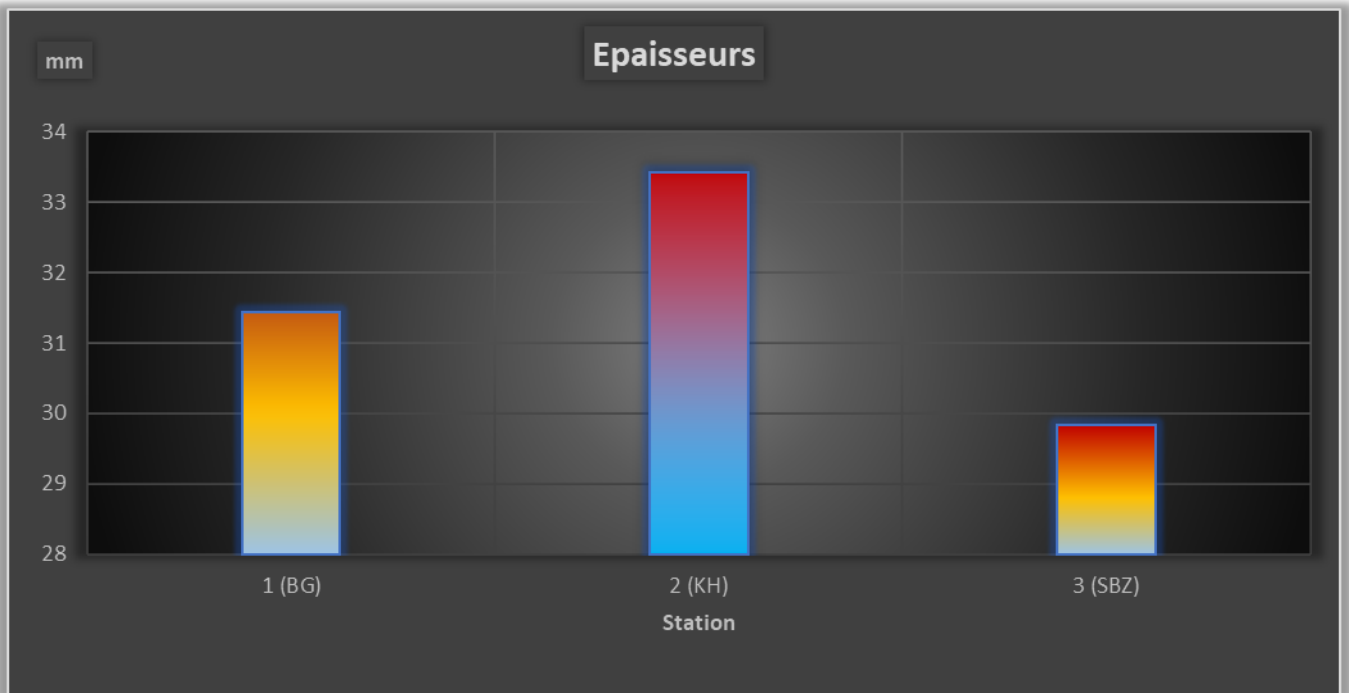


Figure 45 : Moyennes des épaisseurs du liège sur le facteur stations

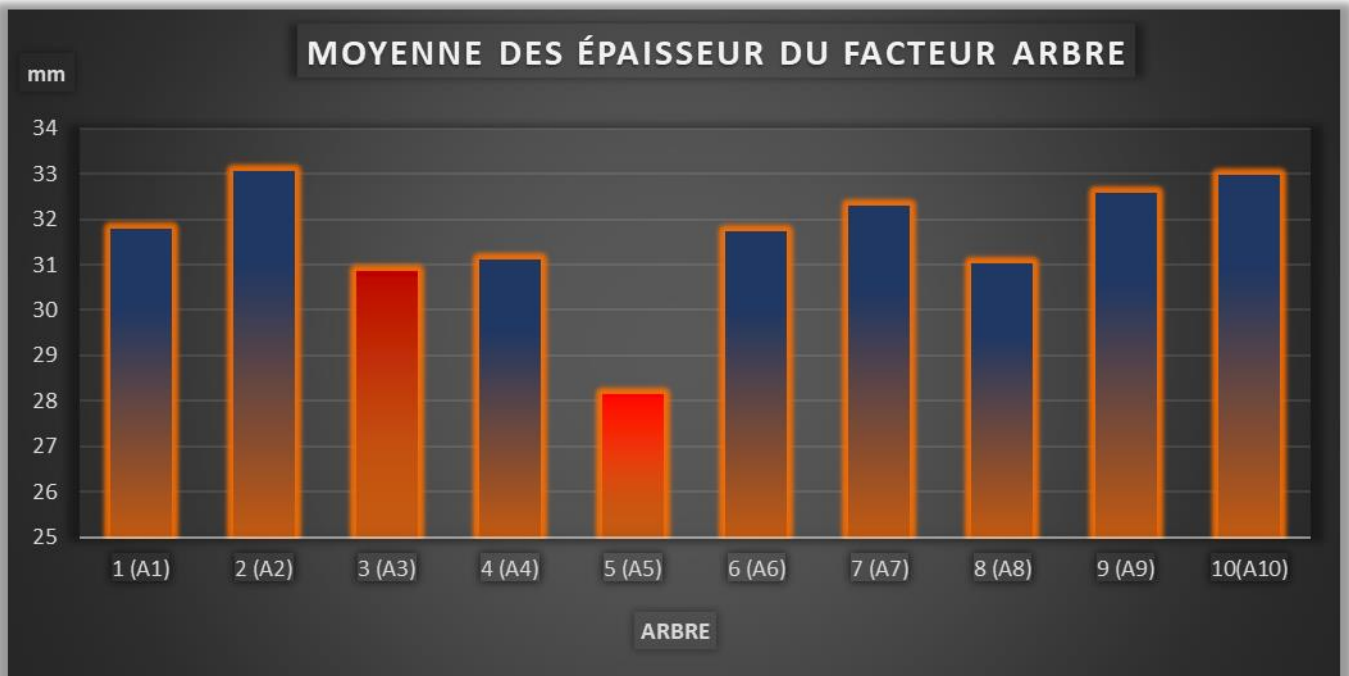


Figure 46 : Moyennes des épaisseurs du liège pour le facteur arbre

La figure 46, nous permet de distinguer en premier lieu les arbres A1, A2, A4, A6, A7, A8, A9 et A10 qui se démarquent par des épaisseurs de liège comprises entre 31 mm et 33 mm. Quant aux deux arbres restants en l'occurrence le A3 et le A5 leur valeur se retrouve entre 28 mm et 31 mm.

Tableau 26 : Groupes homogènes du facteur arbre

ARBRE	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2	33,071	A	
10	32,98	A	
9	32,577	A	
7	32,294	A	
1	31,787	A	
6	31,729	A	
4	31,124	A	
8	31,031	A	
3	30,849	A	
5	28,155		B

Ce tableau 26 nous démontre que tous les arbres appartiennent au groupe homogène A avec des valeurs d'épaisseurs comprises entre 33,071 mm et 30,849 mm, sauf pour le cas des 5e arbres de nos stations qui leur moyenne fait qu'ils soient classés dans la catégorie B des groupes homogènes.

II.1.1.1 Analyse de la variance station- temps

La comparaison des moyennes des accroissements du liège est faite à l'aide de l'analyse de la variance à deux critères de classification et le test de Newman et Keuls. Les résultats obtenus montrent des différences très hautement significatives entre les années ; $F_2 \text{ obs} = 50.515$ est supérieure à $F_{\text{Théo}} = 3.12$ au seuil de 0.1%. Tandis que le facteur station ainsi que l'interaction entre les deux facteurs (temps-station) ne montrent aucune différence significative entre les niveaux de facteurs étant donné que leurs Fonctions observées $F_1 \text{ obs} = 1.866$ et $F_3 \text{ obs} = 0.136$ sont inférieures aux fonctions théoriques respectives $F_1 \text{ théo} = 3.04$ et $F_3 \text{ théo} = 1.62$ au seuil de 5%. (Tableau 27)

Tableau 27 : Résultats de l'analyse de la variance des facteurs (Temps-Station)

	Variation total	Variation du facteur station	Variation du facteur temps	Variation inter factorielle	Variation résiduelle
S. C. E	389,754	1,751	243,518	1,309	143,175
D. D. L	329	2	10	20	297
C. M	1,185	0,876	24,352	0,065	0,482
F Théo / p = 0,95		3,04	1,88	1,62	
F Théo / p = 0,99		4,71	2,41	1,97	
F Théo / p = 0,999		7,15	3,12	2,42	
F Obs		1,816	50,515	0,136	
Probabilité		0,16207	0	0,99	
Interprétation		ABS. DS	D.THS	ABS. DS	

Légende :

F_{Théo} : Fonction théorique lue sur la table de Fisher et Snedecor

F_{Obs} : Fonction observée

D. T.H.S : différences très hautement significatives

D. D. L : degré de liberté

P : Probabilité de la table de Fisher et Snedecor

C. M : carré moyen

S. C. E : somme des carrés des écarts

ABS. DS : Absence de différence significative

L'histogramme des accroissements par rapport au facteur station (Figure 47) nous indique que la station BG qui est Oued Bougous détient la moyenne la plus élevée dépassant les 2,9 mm, quant aux deux autres stations, Zitouna et Sidi Bouzid, leur valeur est plus au moins proche aux alentours des 2,75 mm

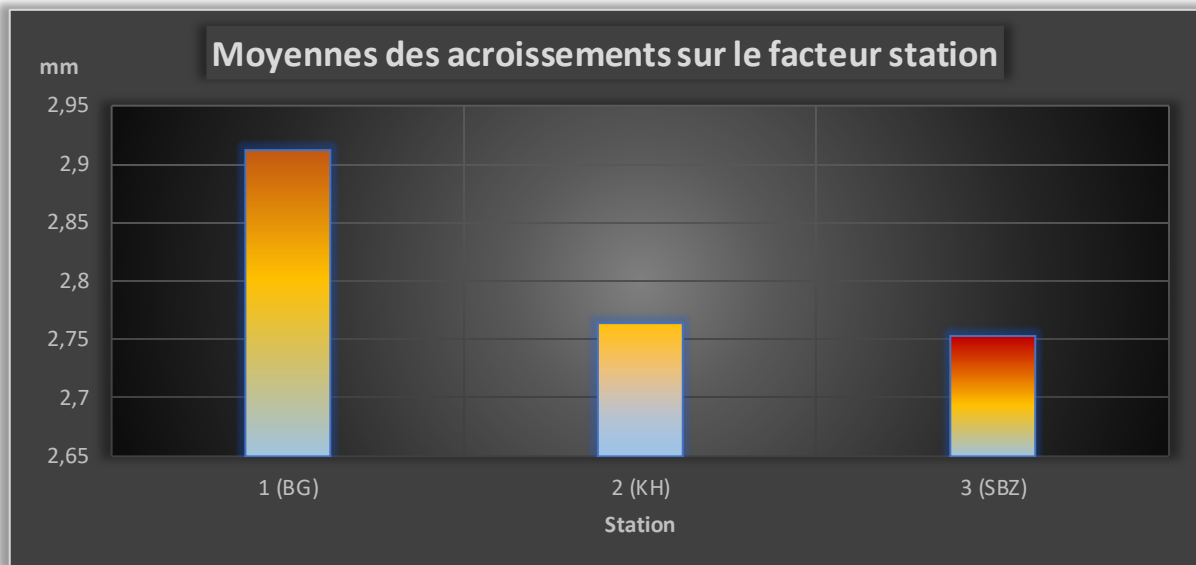


Figure 47 : Moyennes des accroissements par rapport au facteur station

En abordant l'histogramme ci-dessous (Figure 48) on remarque clairement une allure suivant la courbe théorique (Boudy ; 1950 et Natividade ; 1956), par des valeurs montantes à partir de la première année jusqu'à la troisième année puis diminuant progressivement de la troisième année jusqu'à la onzième.

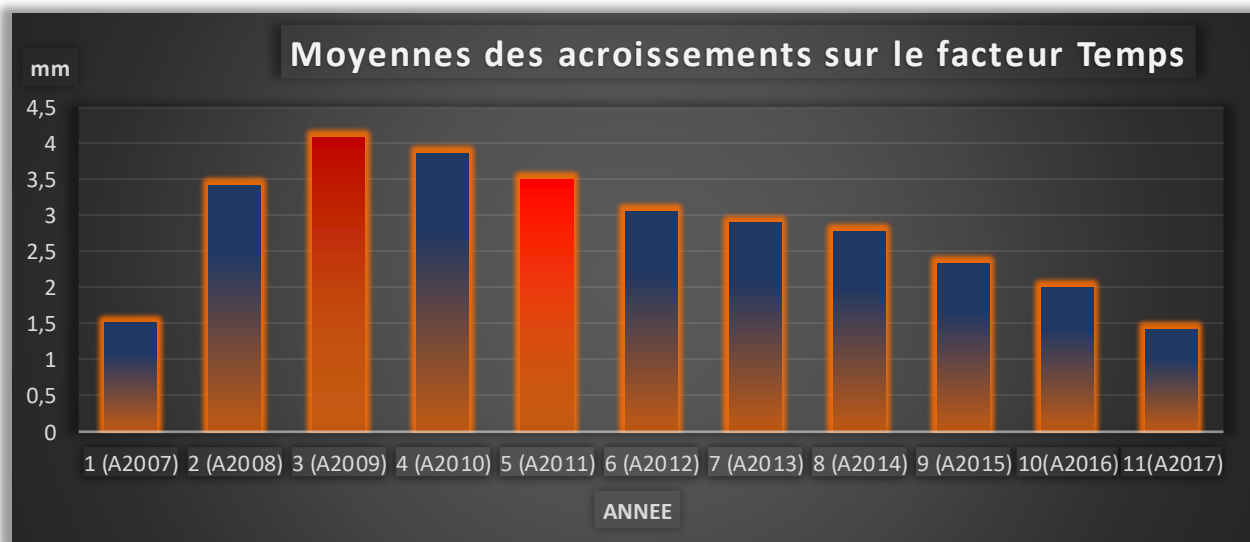


Figure 48 : Moyenne des accroissements par rapport au facteur Temp

Pour le test de NEWMAN et KEULS les classes homogènes se distinguent par 5 groupes. Les années 2009 et 2010 dans le groupe A dans lequel on rencontre les valeurs d'accroissements les plus élevées qui sont ; 4,08 et 3,864. Les années 2011 et 2008 s'avancent dans le groupe B avec des valeurs de 3,505 et 3,419, tandis que le groupe C compte lui par contre 3 années successives qui sont 2012, 2013 et 2014, avec 3,062, 2,909, 2,784. (Tableau 28).

Le Groupe D lui regroupe les deux années 2015 et 2016 s'appropriant les valeurs 2,339, 1,997, et enfin le groupe E dans lequel on retrouve les valeurs de nos deux cernes les plus minces qui représentent la moitié de la période de croissance avec 1,522 en 2007 et 1,423 en 2017. (Tableau 28).

Tableau 28 : Les groupes homogènes établis par le test de NEWMAN et KEULS pour le facteur temps (l'épaisseur des cernes de liège).

Année	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES				
2009	4,08	A				
2010	3,864	A				
2011	3,505		B			
2008	3,419		B			
2012	3,062			C		
2013	2,909			C		
2014	2,784			C		
2015	2,339				D	
2016	1,997				D	
2007	1,522					E
2017	1,423					E

CHAPITRE IV :
DISCUSSION DES
RÉSULTATS

CHAPITRE IV : DISCUSSIONS DES RÉSULTATS

Dans le but d'estimer la qualité du liège à travers les accroissements annuels de la suberaie de la wilaya d'El Taref, nous avons effectué tout un processus expérimental sur des planches de liège provenant de trois stations différentes, qui se situent à des altitudes variées, qui sont : Zitouna à 111 m, Sidi Bouzid à 450 m et enfin Oued Bougous à 600 m.

En observant nos résultats sur les trois stations, et les valeurs obtenues sur les accroissements et les épaisseurs, nous constatons que la comparaison entre nos trois stations est faisable, malgré que certains individus différents dans le début de la production du liège, mais cela n'empêchent pas la mise en œuvre d'une comparaison interstationnaire vu que ces différences ne sont pas trop élevées.

L'Âge décerné sur le liège de notre station varie entre 10 et 12 ans, mis à part l'échantillon numéro 10 de la station Sidi Bouzid qui présente un âge de 15 ans.

Si nous comparions entre nos stations par rapport à la productivité annuelle, nous retrouverons dans le sommet la station de Zitouna qui compte des épaisseurs plus importantes que les deux autres sauf que nous ne pouvons pas vraiment juger que cette station est meilleure que les autres, du fait que l'altitude de cette dernière est très basse avec 111 m au-dessus du niveau de la mer, et on sait à la base que le liège de montagne est plus apprécié dans l'industrie que le liège de plaine.

Pour les deux autres stations, les moyennes sont proches entre elles, et l'altitude enregistrée dans ces dernières est plus au moins élevée, et par rapport à l'écart type des moyennes, nous pouvons dire que c'est un liège de bonne épaisseur que ces stations produisent.

Les moyennes des accroissements des 11 années retrouvées dans nos trois stations (Oued Bougous, Zitouna et Sidi Bouzid) dépassent largement les résultats obtenus sur les stations étudiées en l'an 2005 dans les stations (Beni Habibi, Beni Afer, Ouled Boufaha, Beni Khettab, Metlatine, Dar-El-Oued et Adendoune) par Mellahi et Stoutah (2010) sur 8 ans d'âge moyen, aussi les stations (Et Ghorra, Djebel Dyr, El Taref, Bouabed, Sidi Bouzid) étudiées par Tagharsift (2010) sur un Âge moyen de 9 ans.

La moyenne des trois stations pour les accroissements annuels du liège est de 2,79 mm, elle est légèrement inférieure à celle des résultats d'Oudiai et Farsi (2021) au niveau de la région de Souk Ahras qui est d'une valeur de 2,90 mm sur une période de 12 ans ceci pourrait s'expliquer par une forte ressemblance des milieux entre les deux régions, étant donné qu'elles sont limitrophes et appartiennent presque à un même bioclimat (sub humide).

Cette moyenne dépasse celle obtenue par Boukantar (1997) dans la région de Yakourène (Tizi-Ouzou) en un âge moyen de 9 ans qui est de l'ordre de 2,39 mm. Ainsi que celle obtenue par Abdemziem et Nekmouche (2002) dans la forêt expérimentale de Taourirt (Tizi-Ouzou) qui est de l'ordre de 2,26 mm sur une période de 13 ans. Par ailleurs, elle est inférieure aux valeurs moyennes du liège portugais qui sont de 4,1 mm sur les huit premières années de cycle de production du liège des résultats obtenus par Ferreira et al. (1999).

Nos résultats nous permettent d'évaluer correctement la qualité du liège de ces trois stations précédemment citées. Selon Iprocor (1999) le liège doit avoir une épaisseur optimale pour être utilisé dans la fabrication des bouchons.

Ferreira & AL. (1999) notent que les calibres les plus utilisés pour les bouchons sont ceux qui ont une épaisseur allant de 27 à 32 mm et aussi de 32 à 40 mm.

Durant notre étude, nous avons remarqué que le liège des trois stations en question possède une épaisseur moyenne de 31,56 mm ce qui classe notre région dans la catégorie des lièges « réguliers » et qui certifie que c'est un liège apte au bouchonnage.

Si nous comparions nos résultats avec ceux des autres obtenus dans la même région, notamment Chabbi et Tiab (2019) avec une moyenne de 29,93 mm et Houacine et Meliani (2017) avec une moyenne de 30,37 mm nous remarquerons que nos résultats sont légèrement supérieurs.

Si nous comparions nos résultats à ceux obtenus dans d'autres régions en l'occurrence la région de Souk Ahras, Arib et Zaidat (2019) ont obtenu une moyenne de 35,45 mm pour un liège d'une moyenne d'âge de 10 ans et Oudiai et Farsi (2021) ont enregistré une moyenne de 34,09mm pour une moyenne d'âge de 12 ans, donc nos résultats sont légèrement inférieurs.

La répartition des planches de liège par classes de qualité commerciale d'épaisseur montre que 93.33 % des planches de liège de notre zone d'étude présentent des épaisseurs supérieures à 27mm et seront donc considérées comme aptes au bouchonnage. 6.67% seulement qui présentent des épaisseurs inférieures à 27mm et qui seront orientés vers d'autres utilisations, notamment l'aggloméré et l'artisanat. Comparativement aux résultats obtenus par Chabbi et Tiab (2019) dans la même région (El Taref), Metna (2003) dans la suberaie orientale de la wilaya de Tizi-Ouzou, Ghezali (2008) dans quelques stations de la suberaie de Jijel et Ferreira et al. (1999) au Portugal qui présente des valeurs respectives de 90 % ; 75 % ; 63 % et 55 % des planches ayant des épaisseurs supérieures à 27 mm, nous dirons que le liège de notre zone d'étude est plus épais et donc plus apprécié en industrie.

Pour certifier nos résultats, nous avons étudié les accroissements individuels des arbres de chaque station, et sur les trois stations, nous avons pu observer une forte croissance durant les premières années de la formation du liège comme indiqué dans les graphes. Ces derniers coïncident avec la courbe théorique du liège énoncée par Boudy (1952) et Natividade (1956). Cela pourrait être expliqué par l'absence de facteurs perturbant la production du liège dans ces stations pendant cette période. Par ailleurs, nous avons enregistré une légère diminution de la croissance sur quelques périodes, ce qui pourrait être dû à de légères variations des facteurs climatiques, notamment les précipitations.

Selon Iprocor (1999), deux facteurs sont responsables des variations de l'épaisseur du liège ; les facteurs écologiques qui influencent la croissance de l'arbre, et les facteurs génétiques ; du fait que, celui-ci peut limiter sa productivité en liège malgré les conditions favorables. Comme elles pourraient être dues à la nature des stations qui sont représentées par des peuplements âgés et des structures irrégulières.

L'analyse de la variance, nous indique des différences très hautement significatives dans les deux facteurs, arbres et stations, ainsi, les zones d'étude ne sont pas influencées par les mêmes conditions que ça soit climatique, ou autres.

Nous rencontrons toujours une impasse entre la certitude et le doute qui pourrait être due à la différence de l'année du démarrage de la production du liège dans nos stations par rapport à la période commune prise dans l'étude de l'analyse de la variance.

Les variations peuvent être dues à la différence d'altitude qui est évidente entre les trois stations étudiées, nous ajoutons à cela la différence supposée du sol ainsi que l'exposition aux aléas climatiques. Ce qui provoque l'évaporation de la sève et le dessèchement de la partie externe de la mère de liège. Ces résultats coïncident avec ceux de plusieurs auteurs qui ont étudié la variation stationnelle de l'épaisseur du liège dans une région notamment Tiab ET Chabbi (2019) dans la même région et les mêmes stations, Benboudjemmaa et Sadou (2019) dans la région d'El Kala, Arib et Zaidat (2019) dans la région de Souk Ahres, et Douzene (2007) ainsi que Ghezali (2007) dans la région de Jijel. Boudy (1952) note que dans un étage humide, le chêne-liège est concurrencé par le chêne zen et la nature du sol. Il affirme aussi que dans les régions les plus arrosées et à basses altitude, les écorces croissent rapidement. Ces variations peuvent être dues aux facteurs altitude et aux types de sols des stations étudiées.

Le rétablissement plus ou moins rapide de l'équilibre, selon les conditions du milieu et en fonction du tempérament de l'arbre, au cours des premières années, provoque un accroissement des cernes de liège plus important que les dernières années. Raouane (1985) note que cette tendance peut s'expliquer par une diminution de l'activité cambiale et par l'augmentation de la surface sur laquelle doivent se répartir les cellules néoformées.

Par rapport à l'analyse de la variance de la variable épaisseur des cernes réalisée en fonction du facteur temps, les résultats nous montrent qu'une contradiction s'incruste pour confirmer l'hypothèse posée par rapport à la différence du démarrage de la production du liège en effet le facteur station dans cette dernière montre une absence totale de différence significative entre nos trois stations par rapport à l'évolution annuelle de l'épaisseur de notre liège. Ce qui peut être expliqué par le fait que dans nos calculs, la période commune ne regroupe pas toutes les années où nos stations ont commencé leur production. Tandis que le facteur temps nous remarquons l'existence de différences très hautement significatives, ceci démontre que l'évolution des épaisseurs des cernes de nos échantillons diffère d'une année à une autre.

L'interaction entre le facteur temps et le facteur station, les résultats nous montrent qu'il n'y a pas des différences significatives entre les niveaux de facteurs.

Lorsque nous observons nos courbes individuelles et de synthèses, nous remarquons que tous les arbres suivent une croissance semblable à celle décrite par la courbe théorique énoncée par Boudy (1950) et Natividade (1956). Cela nous induit à penser qu'il n'y a pas d'éléments perturbant la croissance de nos arbres. Sauf dans quelques périodes où l'on remarque soit une montée légère et soudaine de la production du liège ou à l'inverse une légère diminution. Ceci pourrait être rattaché à la variation périodique des facteurs climatiques, notamment les précipitations.

Les résultats calculés du coefficient d'aplatissement pour les trois zones d'étude, sont des valeurs négatives. Cela signifie que la distribution des épaisseurs des cernes est aplatie.

La comparaison des sensibilités moyens interindividus d'une même population montre que les arbres réagissent presque de la même manière vis-à-vis des facteurs du milieu. Les valeurs extrêmes de la sensibilité moyenne des séries individuelles des stations sont comprises entre 0,150 et 0,335 pour la station de Oued Bougous, 0,218 et 0,318 pour la station de Zitouna et entre 0,2 et 0,318 pour la station de Sidi Bouzid. Ces dernières expriment une légère influence des facteurs microstations propres à chaque individu sur la croissance du liège surtout au niveau de la station de Oued Bougous où on a enregistré l'étendue la plus importante (0,185) suivie de la station de Sidi Bouzid avec une valeur de 0,118 et Zitouna avec l'étendue la plus faible de 0,1. Ces différentes valeurs d'une chronologie à l'autre expriment l'impact des facteurs microstations propres à chaque individu sur la croissance du liège.

Les sensibilités moyennes des chronologies maîtresses de nos trois stations sont de 0,136 pour la station de Oued Bougous, 0,246 pour la station de Zitouna et 0,317 pour la station de Sidi Bouzid. Quant aux valeurs du coefficient d'interdatation, elles sont de (0,565) pour la station de Bougous ce qui signifie la présence d'une synchronisation moyenne, 0,952 pour la station de Zitouna ce qui implique la présence d'une synchronisation importante et 1,204, pour la station de Sidi-Bouzid. Cette dernière est supérieure à 1, donc elle se démarque des autres stations, ceci pourrait être dû à la variation du facteur âge constaté au niveau de cette station caractérisée par l'arbre 10 avec un âge de 15 ans comparativement aux arbres avec un âge de 10 à 12 ans. La combinaison de ces valeurs faibles de la sensibilité moyenne par rapport aux valeurs élevées des coefficients d'interdatation calculés révèle que la réponse des individus aux facteurs climatiques est modérée, mais très homogène.

Serre-Bachet (1983) note qu'un synchronisme plus ou moins évident des variations interannuelles de la croissance des cernes explique le caractère partiel des années à cernes épais ou minces dans nos stations, par des réactions différentes des peuplements vis-à-vis des facteurs du milieu.

CONCLUSION

CONCLUSION GÉNÉRALE

Au terme de ce travail qui a eu comme objectif, la contribution à l'étude des accroissements du liège de *Quercus suber* L. de trois stations de la wilaya d'El Taref, notamment Oued Bougous, Zitouna, et Sidi-Bouزيد, nous allons vous présenter de façon synthétique les principaux résultats et conclusions auxquels nous sommes parvenus et nous évoquerons quelques recommandations utiles.

Avec une appartenance au bassin méditerranéen, notre zone d'étude réunit toutes les conditions favorables au développement et à la croissance d'un liège de qualité, d'un point de vue économique ainsi que forestier.

Nous avons enregistré une moyenne annuelle d'accroissement atteignant une valeur de 2,79 mm, ce qui est plutôt satisfaisant si l'on compare cette dernière à d'autres moyennes sur d'autres régions en Algérie telles que Jijel par exemple. L'épaisseur moyenne est de 31,56 mm, acquise en un âge moyen de 11 ans, cette région peut être très bénéfique à l'exploitation du Liège et à l'industrie du bouchon vu que cette valeur dépasse les 27 mm. (épaisseur requise pour être qualifiée de bouchonnable).

En observant les détails de nos valeurs d'accroissement, nous constatons que ces derniers sont réguliers par rapport à la courbe théorique des accroissements d'un liège se plaçant dans un milieu favorable à son développement, sur ce palier on ne constate que de légères variations qui pourraient être dues à des variations occasionnelles des facteurs climatiques tels que les précipitations.

Néanmoins, cette région pourrait bien être un endroit stratégique, de par, son accessibilité facile aux réseaux de transport de marchandises, si l'on rajoute à ce fait la qualité remarquable du liège qui pourrait être exploité, les bénéfices seront conséquents, au point où ça pourrait même être la cause d'un développement industriel important dans la région.

Les résultats de la sensibilité moyenne comparés au coefficient d'interdatation, indiquent qu'il y a bien un synchronisme entre nos arbres et le climat environnant.

Nos échantillons ont été récoltés durant l'année 2017, directement sur les dépôts de liège, ce qui nous a facilité l'application de la méthode stratifiée systématique. Néanmoins certains paramètres n'ont pas été pris en considération, tels que les conditions réelles du milieu (la hauteur de l'écorçage, l'exposition de chaque arbre, la nature du substrat de chaque station et les pratiques sylvicoles appliquées) suite au manque de données, seulement les conditions du peuplement et les conditions climatiques qui sont prises en considération.

Nous tenons à souligner quelques détails importants à prendre en considération, si nous voulons que l'industrie méditerranéenne prospère, sans ignorer la réalité des choses qui se passent dans nos forêts.

Penser à protéger et à conserver est une bonne initiative, bien sûr quand elle est appliquée, mais en réalité, nous constatons sur le terrain que nos peuplements et nos arbres sont vieux et dépérissants.

Nous constatons que le rendement de ces derniers et les estimations ne vont pas du tout dans le même sens. Il serait bien plus intéressant de penser à intervenir dans ce milieu, d'une façon plus professionnelle et pour cela nous proposons aq :

- ❖ Limiter les accès aux zones de production par la population, bien sûr en offrant l'équivalent à ces derniers, en construisant et en aménageant des espaces de récréations ainsi que des espaces spéciaux pour le pâturage.

- ❖ Ouvrir l'accès à nos jeunes forestiers et leur offrir la possibilité d'investir et d'exploiter sans être freiné par les multitudes d'obstacles que l'on voit se dresser contre eux.
- ❖ Faire naître des entreprises de transformation et de finalisation de produit en Algérie sans devoir vendre ou exporter des produits pas encore achevés.
- ❖ Penser à bien régulariser les normes et les lois forestières tout en veillant à suivre les meilleurs plans d'aménagement moderne.
- ❖ Protéger les peuplements forestiers des incendies et de la politique des terres brûlées détournées.

Pour une étude plus convenable, plusieurs perspectives sont à suivre :

- L'échantillonnage sur des arbres portant un liège de même âge pourra donner une approximation de qualité plus exacte.
- Tenir compte de la hauteur d'écorçage, de l'état sanitaire de l'arbre, de son orientation, de la pente du terrain, du type de sol (nutrition minérale de la plante), la nature du peuplement ainsi que les méthodes de traitement sylvicoles appliquées.
- Une recherche sur la génétique des peuplements de chêne-liège pourrait bien décrire les influences sur la croissance.

ANNEXE

ANNEXE

Les insectes ennemis du liège « par Claire Villemant et Alain Fraval »

I La Fourmi du liège

Les ouvrières, brun noir à tête rouge, relativement petite (1 à 5 mm), se reconnaissent à leur façon caractéristique de relever leur abdomen cordiforme au-dessus de leur tête. Elles mordent féroce­ment leurs agresseurs, mais ne piquent pas. Très agressives, elles sont très gênantes à l'époque du levage du liège. Les sexués sont plus discrets ; les femelles (10 mm) ont la tête rouge et l'abdomen noir, les mâles (6 mm) sont entièrement brun noir. Les adultes ailés sont présents dans les fourmilières à partir d'octobre. L'essaimage a lieu peu après. Les femelles fécondées perdent leurs ailes et cherchent des abris pour passer l'hiver, s'installant de préférence entre 1,5 et 2,5 m du sol dans les fissures du liège mâle, sous le liège décollé à la limite de démasclage, ou encore dans de petits rameaux creux de l'arbre.

La ponte a lieu en mars et les premières ouvrières apparaissent début juin. C'est alors que commencent les premiers travaux de forage et de construction du nid.

Les arbres attaqués se reconnaissent aux nombreux orifices d'entrée de la fourmilière (10 à 30 trous de 2 mm de diamètre environ) par lesquels entrent et sortent sans arrêt des colonnes d'ouvrières. On voit aussi de temps en temps déboucher d'autres ouvrières qui laissent choir au sol des fragments de liège. Le nid creusé depuis la surface dans l'épaisseur du liège, sur 3 à 4 cm de profondeur et 1,5 à 2,5 m de hauteur, est généralement constitué de plusieurs parties reliées les unes aux autres par un réseau de galeries. Lorsque le liège est très épais, une couche de suber intacte persiste entre les galeries et le bois, s'il est mince, une fine pellicule sépare toujours le nid de la mère. Lorsque les arbres sont démasclés, les nids s'étendent depuis la limite de démasclage jusqu'à 1 ou 1,5 m au-dessus. Chaque portion du nid est formée d'un grand nombre de chambres sans architecture bien définie, situées à différents niveaux de l'épaisseur de l'écorce et reliées par de courts passages étroits. Les plus grandes chambres sont souvent recloisonnées par une sorte de carton de bois. Couvain et ouvrières occupent des chambres sur toute l'étendue du nid. Les larves de tous âges sont mélangées. Dans les nids populeux, les œufs sont regroupés dans la chambre où se trouve la reine qui est entourée d'ouvrières souvent beaucoup plus petits que dans le reste du nid.



Figure 49 : Fourmis du liège à la surface du liège mâle (Source : Cliché C. Villemant)

Au centre, un cadavre de chenille de Bombyx disparate (*Lymantria dispar*, Lép. Lymantriidé) rapporté au nid.

Les Fourmis du liège vivent en colonies qui comptent souvent plus de 5 000 individus. Elles forment de mai à septembre des colonnes de récolte s'étendant à de très grandes distances du nid. L'activité des ouvrières se poursuit jour et nuit pendant les jours chauds (optimum thermique 25°C). Durant l'hiver, en Mamora, il fait autour de 10°C et les ouvrières continuent à circuler, mais leur activité est ralentie. Les colonnes de récolte se divisent sur le tronc des chênes en de nombreuses ramifications qui se dirigent, les unes vers le haut de l'arbre, les autres vers le sol où elles se ramifient à nouveau. Sur le parcours des fourmis, la surface du liège est légèrement creuse et de couleur plus claire que le reste de l'écorce.

La Fourmi du liège est une espèce pastorale recherchant et exploitant les colonies de pucerons (Hémiptères Aphididés) arboricoles de la frondaison des chênes. Les ouvrières protègent aussi certaines Cochenilles (*Hémiptères Coccoidea*) du Chêne-liège que l'on trouve à l'intérieur des fourmilières fixées sur la mince pellicule qui sépare le nid du bois. Outre le miellat des Homoptères, la nourriture de la Fourmi du liège se compose essentiellement d'insectes vivants ou morts (Homoptères, Orthoptères, Diptères, Lépidoptères, etc.). Les ouvrières rapportent également au nid des débris variés, des brindilles, des pétales de fleur, du pollen et même des crottes de chenilles.

Les nids s'étendent parfois sur plusieurs arbres (nids polycycliques), mais l'espèce est monogyne (une seule reine par société). À l'automne, certaines ouvrières sans nid ni couvain peuvent construire un nid isolé de la colonie sans que s'interrompent les déplacements d'individus de l'un à l'autre.

En Europe, la Fourmi du liège attaque les arbres fruitiers, les chênes, le robinier faux acacia et divers pins. Dans de rares cas, elle peut nidifier sous les pierres, où elle construit alors des nids de carton semblables à une éponge, ou même dans la terre.



Figure 50 : Liège mâle « fourmillié » (Source : Cliché C. Villemant)

La Fourmi du liège est présente dans la plupart des subéraies d'Europe méditerranéenne et d'Afrique du Nord. Au Maroc, on estime qu'elle provoque la perte de 50% du rendement qualitatif du liège destiné à la bouchonnerie. Sa répartition, au sein d'une grande subéraie comme la Mamora, est irrégulière et son abondance paraît liée à celle de liège mâle. Dans certains secteurs, de 40 à 100% des arbres sont colonisés.

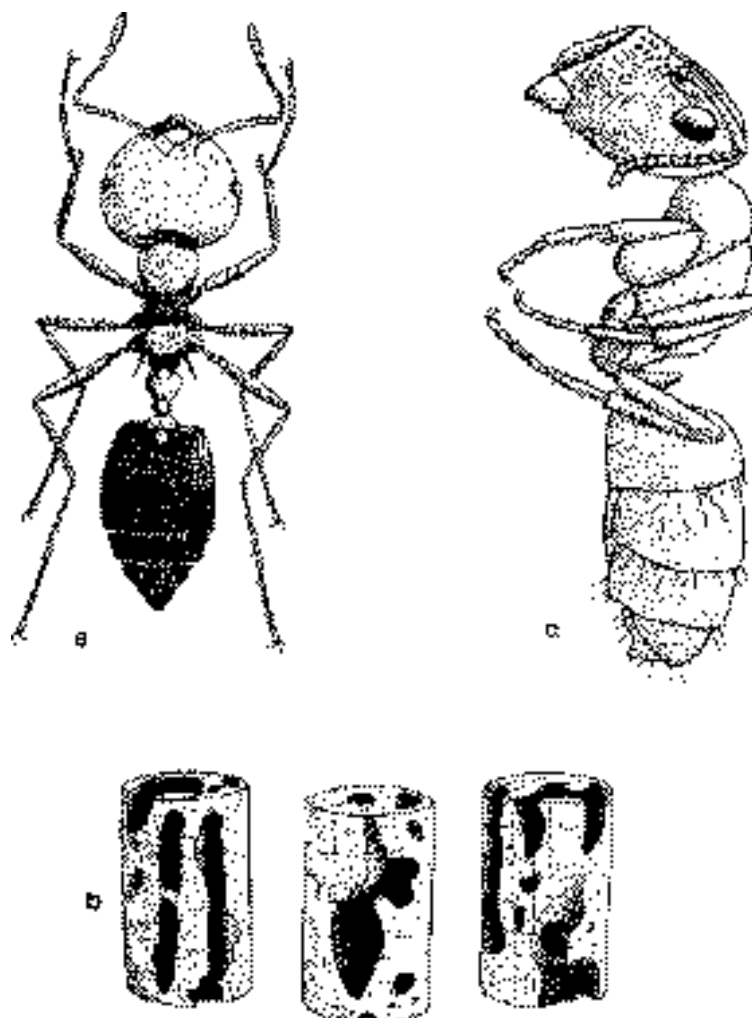


Figure 51 : Fourmis subéricoles. (Source : Cliché C. Villemant)

a : Fourmi du liège (ouvrière) ; b: dégâts de d° ; c : Camponotus truncatus (« soldat »).

➤ **Autres Fourmis**

Camponotus truncatus (Formiciné) est moins nuisible au liège que *C. scutellaris* car il est peu fécond (50 à 300 individus par nid) et niche presque toujours dans le bois mort des hautes branches non coercibles. Le nid, étroit, contient des larves, une reine de 6 à 8 mm et des ouvrières très polymorphes. Les plus grosses (4 à 6 mm), appelées « soldats », ont la tête tronquée droit en avant. Les autres, de 3 à 5 mm, sont 30 à 90 fois plus nombreuses que les soldats. La face circulaire des soldats leur permet d'obturer l'orifice d'entrée du nid, mais cette fonction de portier peut aussi être assurée par les petites ouvrières à face convexe. L'espèce est omnivore ; les ouvrières très habiles courent sur les arbres à la recherche du miellat des pucerons et des cicadelles sans jamais descendre à terre.

II Lépidoptères

Deux Lépidoptères, à l'état larvaire, sont susceptibles de creuser le liège : La Teigne des nids, *Niditinea fuscipunctella* (Lépidoptère Tinéidé) et la Teigne du bananier, *Opogona sacchari* (Lépidoptère Tineidé Hieroxestiné).



Figure 52 : La Teigne des nids (Source : <http://insecta.pro>)

Les chenilles de la Teigne des nids, très petites (2 à 3 mm) et d'un blanc rosâtre, creusent des galeries dans le liège sans provoquer de dégâts importants. Les chenilles, saprophages, se nourrissent de déchets organiques, d'œufs morts, de dépouilles d'insectes divers. On les rencontre souvent dans les nids d'oiseau cachés dans les anfractuosités des troncs. Les adultes (4 mm d'envergure) (fig. 33) ont les ailes antérieures gris-beige tachées de noir. Ils volent en mars. C'est un ravageur des denrées cosmopolites qui s'attaque aux fruits secs et à divers matériaux végétaux.

Signalée sur Chêne-liège pour la première fois par Villemant (en 1991), la Teigne du bananier (fig. 31) est un papillon introduit au Maroc avec les régimes de bananes importés des Canaries. L'espèce, bien acclimatée, est commune au jardin d'essai de Rabat où ses chenilles se développent à l'intérieur des tiges de yucca, ainsi que dans les anones et les avocats⁵. Dans certains cas, la chenille se montre carnassière. Les adultes volent en mars, et de juin à novembre. La chenille, blanchâtre, à capsule céphalique large et plate munie de puissantes mandibules, creuse le liège⁶. À la fin de son développement, elle aménage une logette nymphale (5 x 16 mm) dans laquelle elle tisse un cocon de soie aggloméré de débris de liège. La chrysalide brune porte des rangées de denticules dorsaux et une paire de forts crochets à l'extrémité de son abdomen.

À l'émergence des adultes, les exuvies nymphales demeurent accrochées à la surface du liège ; on les remarque souvent à la fourche des arbres. Les adultes (2,5 à 3 cm d'envergure), au corps aplati, sont densément couverts d'écaillés brillantes, beiges sur la face dorsale, grise ventralement. Les ailes antérieures, à nervure costale épaissie, portent une petite tache brune médiane ; les pattes aplaties sont munies de longs éperons poilus. La tête aux pièces buccales réduites porte des yeux volumineux et de longs palpes labiaux. En France, la Teigne du bananier, signalée par d'Aguilar et Martinez (1982) sur des végétaux d'importation, est sur la liste des ravageurs dont la destruction est obligatoire.



Figure 53 : La Teigne du bananier (Source : <http://prod.senasica.gob.mx>)

III Coléoptères

L'Agrile hastulifère, *Agrilus hastulifer*, espèce d'Afrique du Nord et d'Europe méridionale, est un petit Buprestidé allongé (6 à 7 mm), de couleur verte olive, à reflets cuivrés. Ses yeux sont volumineux. Son prothorax finement ridé transversalement porte une impression médiane longitudinale (en forme de dard, d'où son nom) (fig. 35). Ses larves semblent se développer préférentiellement dans le liège.

La Couleuvre, *Coroebus undatus* (F.), autre Buprestidé, se développe au milieu de la mère et rend difficile la levée du liège, surtout le démasclage. Par ses galeries pleines de résidus et d'excréments, il déprécie la planche. Lors du déliègeage, l'écorce se casse facilement suivant des lignes de moindre résistance correspondant aux galeries que présentait la mère à la récolte précédente. Ce ravageur est très apprécié des Pics qui perforent le liège à la recherche de ses larves, causant alors des dommages plus grands que l'insecte lui-même.

Prédateurs actifs, les larves et adultes de *Tenebroides maroccanus* (Ostomatidé), la Cadelle marocaine⁸, et les larves de *Dasytes terminalis* (Dasytidé) creusent activement le liège à la recherche de leurs proies.

La cadelle marocaine, strictement corticale, commune en Algérie et au Maroc, a été signalée aussi en Corse. Les adultes, actifs entre mai et juillet, creusent le liège et circulent sous les écorces décollées, se nourrissant d'insectes divers. La ponte a lieu fin mai début juin, les femelles déposant leurs œufs (30 à 40) par petits paquets dans les moindres interstices du liège. Le développement larvaire dure environ 2 mois. Fin juillet début août, les larves du 4^e stade (12 à 15 mm) creusent dans le liège, à 1 ou 2 cm

sous la surface, une logette de nymphose qu'elles ferment hermétiquement à l'aide de débris de liège englués de salive.

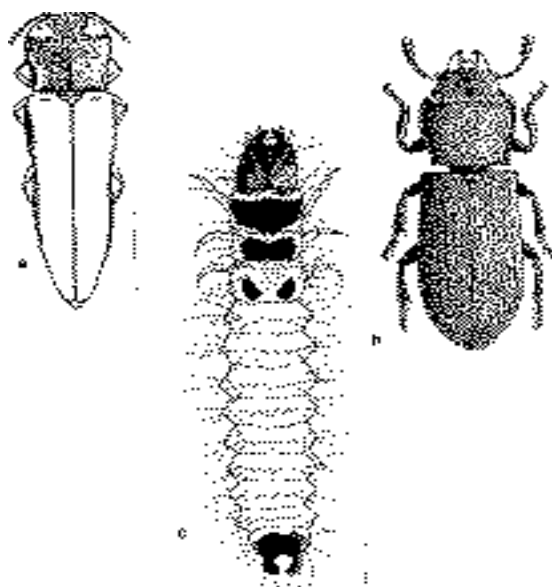


Figure 54 : Coléoptères du liège à : Agrile hastulifère ; b : Cadelle Marocaine (adulte) ; c : larve de d°
(Source : Cliché C. Villemant)

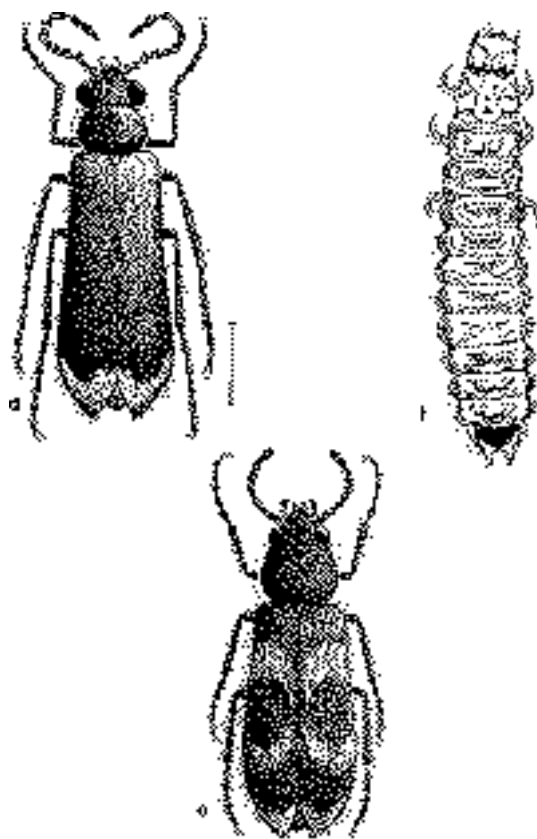


Figure 55 : De : Dasytes terminalis (mâle) ; e : femelle de d° ; f : larve de d°.
(Source : Cliché C. Villemant)

La nymphose dure moins de 1 mois, puis l'adulte général (non encore mélanisé) demeure dans sa logette pendant 1 mois ou 2 avant de reprendre le creusement de galeries. L'accouplement peut avoir lieu en automne, mais n'est pas suivi de ponte. Quelques larves prolongent leur développement

jusqu'en mai de l'année suivante (6 stades). Elles passent alors toute la période estivo-hivernale enfoncée dans le liège et ne recommencent à s'alimenter qu'au printemps. Les larves de la Cadelle marocaine se reconnaissent à leur corps charnu, blanc sale, portant 4 sclérites noirâtres au niveau du thorax et 2 épais crochets noirs terminés en pointe dans le prolongement du corps. La tête longue et plate est brun-rouge. Les adultes, bruns rouges (6 à 8 mm), ont un corps allongé, aplati, aux élytres striés longitudinalement.

Les larves de *Dasytes terminalis* (fig. 33) creusent dans le liège des galeries étroites de section ovale (1 à 1,5 mm) qui, comme chez la Cadelle marocaine, sont toujours remplies de débris de liège. On reconnaît ces larves à leur couleur brun-rosâtre et aux 2 fins crochets bruns épineux, recourbés dorsalement à l'extrémité de leur corps. En septembre-octobre, la larve âgée (5 à 6 mm) creuse une logette de nymphose dans le liège où elle demeure jusqu'à la fin de l'hiver. Les premiers mâles émergent fin février, les dernières femelles début avril. Les adultes de *D. terminalis*, floricoles, se nourrissent de pollen et de petits animaux divers. Ce sont de petits Coléoptères noirs à reflets bleutés aux élytres peu coriaces tachés de rouge à l'apex et portant des fasciés pubescentes argentées. Les antennes en dent de scie sont plus longues et à articles plus dilatés chez le mâle.

Quelques larves de Cleridés, actifs prédateurs recherchant en particulier les insectes xylophages, proches par l'allure de celles des Ostomatidés, creusent aussi des galeries dans le liège. Citons celles d'*Opilo domesticus*, brunes et velues, qui se nymphose dans le liège. Les adultes du Curculionidé phyllophage *Brachyderes pubescens*, creusent dans le liège mâle des logettes où ils passent l'hiver. Contrairement à celles de la Fourmi du liège, leurs galeries sont pleines de vermoulure. Autres destructeurs du liège, les Dermestidés, le Dermeste des peaux, *Dermestes maculature*, *D. sardous* et, surtout, le Dermeste du lard, *D. lardarius*, creusent leurs logettes de nymphose dans l'écorce des Chênes. Les dégâts des Dermestes dans les entrepôts de liège sont parfois considérables.



Figure 56 : Dermestes du lard dans du liège femelle
(Source : Cliché C. Villemant)

Enveloppé de son liège qui ménage des abris très divers en grande quantité, le Chêne-liège favorise, plus que toute autre essence forestière, la présence d'une faune très variée au niveau du tronc et des branches maîtresses. Certains animaux vivent à l'intérieur même du liège tandis que d'autres recherchent les fissures, s'enfoncent sous les plaques de liège décollées ou dans les galeries de xylophages. L'attaque des troncs par les insectes et les champignons xylophages entraîne la formation de cavités où la sciure et le bois pourri sont transformés peu à peu en terreau par une faune particulière qui a beaucoup d'affinités avec la faune de la litière tandis qu'au pied des sujets issus de rejets de souche se forment des cavités plus ou moins gorgées d'eau croupie, appelées dendrotelmes, où se développe une faune spécifique adaptée à ces biotopes très particuliers. La faune du liège et des crevasses a fait l'objet d'un long chapitre de l'ouvrage de Claire Villemant et Alain Fraval, la faune du

IV Les déprédateurs des bouchons

Une fois dans les caves et les celliers, les bouchons ne sont nullement à l'abri. Outre le termite lucifuge des Landes, *Reticulitermes lucifugus* (Isoptère Termitidé), quelques Lépidoptères, appelés vulgairement « teignes » en général, différents de ceux qui attaquent le liège sur pied, y forment des galeries. Les défauts possibles des bouchons sont nombreux ; ils provoquent son humectations et des suintements qui attirent ces insectes foreurs, dont l'action fait des bouteilles « couleuses » et donne mauvais goût à leur précieux contenu.



Figure 57 : La Teigne cuivrée, papillon et chenille (Source : Cliché C. Villemant)

Les chenilles de la Teigne cuivrée, *Aglossa capreal* (Lépidoptère Pyralidé) (fig. 35), insecte cosmopolite, ravageur des denrées très éclectiques, s'attaquent aux bouchons des bouteilles de vin pleines (mais dédaignent les bouchons secs) en creusant des galeries qui vont presque jusqu'au contact du vin. Lepigre (1951) a décrit ce comportement particulier, observé en Algérie, avec une photo à l'appui, ainsi légendée : « Si vous aimez le bon vin, surveillez vos bouchons. La Teigne cuivrée les ronge à l'abri de son fourreau de soie parsemé d'excréments noirs ». Au Maroc, l'insecte est très commun dans les amas de débris sous les plaques de liège décollées ; les chenilles (blanches en L1, noires à reflets cuivrés en L6 où elles mesurent 20 mm) s'y nourrissent de déchets animaux variés, cadavres d'insectes, chrysalides ou pontes. En forêt de la Mamora, l'espèce peut avoir 3 générations par an.

La Teigne des semences, *Hofmannophila pseudospretella* (Lépidoptère Oecophoridé) se nourrit de toutes sortes de détritus domestiques, d'origine animale comme végétale. Elle attaque communément les couvertures cartonnées des livres et parfois les bouchons.

Dans les caves humides, la Teigne du liège, *Nemapogon cloacella* (Lépidoptère Tinéidé), se manifeste sous forme d'une sorte de mousse noirâtre. En effet, chaque chenille - de régime mycétophage - vit sous une tente de soie qu'elle recouvre de ses excréments. Ses galeries dans les bouchons atteignent le vin. Enfin, dans les caves sèches, on trouvera un papillon aux ailes antérieures marquées d'un V jaune, la Teigne du vin, *Oinophila v-flava* (= *O. v-flavum*, souvent orthographié *Oenophila*.) (Lépidoptère Tinéidé). Ses galeries sont semblables à celles de la précédente « teigne » ; leur entrée est obturée d'un tissage ; elles affecteraient plutôt les bouchons imprégnés ou maculés de vin rouge. L'ensemble des toiles finit par pendre aux bouchons des bouteilles.

La Teigne de la colle, *Endrosis sarcitrella* (= *E. lactella*) (Lépidoptère Oecophoridé) est un ravageur des denrées sèches, répandues en France, mais inconnues en Afrique du Nord, dont la chenille vit sur les substrats moisissés ; le papillon vient pondre de préférence sur les bouchons des vins embouteillés. Les jeunes larves, « grandes fileuses », s'incrustent dans les bouchons, creusant des galeries ramifiées souvent visibles au travers du verre, produisant une vermoulure exploitée par des

acariens et des champignons. Une mousse se forme et, au goulot de bouteilles couchées, finit par pousser une « barbe » de plusieurs centimètres. Le vin, éventé, prend en plus un goût de moisi.



Figure 58 : Teigne de la colle in Lepigre (Source : Cliché C. Villemant)

Avec ce dernier « ver de cave », nous n'avons pas épuisé le catalogue des « ravageurs œnologiques », auquel il manque, notamment, les mussets (Diptères Drosophilidés) qui s'intéressent au vin et les poissons d'argent (Thysanoures Lepismatidés) amateurs des étiquettes...

V Prévention et lutte

Contre les ennemis du liège sur pied, aucune lutte directe n'est envisageable. Le liège de bonne qualité étant plus rarement fourmille, c'est une raison (de plus) de pratiquer une bonne subéiculture. Au stockage, en usine, les tris successifs permettent d'éliminer les planches et les bouchons troués.

En cave, le nettoyage à l'eau chaude sous pression des locaux, l'élimination de tout matériau ligneux pourri, le traitement des moisissures (chaleur, fongicides autorisés) sont des mesures préventives indispensables. La pose d'une capsule métallique, le paraffinage (mais pas le coulage de cire) étaient jadis recommandés. Pour détruire les papillons, le piège lumineux avec grille d'électrocution est efficace ; des insecticides, comme ceux à base de deltaméthrine (pyréthrianoïde) peuvent être appliqués en nébulisation ou par évaporation (plaquettes).

**RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**

- AGUILAR J. D. et MARTINEZ M., 1982** : *Opogona sacchari* (Bojer) dans les cultures sous serres en France. Bull. Soc.
- AIME S., 1976** : Contribution à l'étude écologique du chêne-liège, étude de quelques limites. Thèse Doctora +A2:A93t, Univ. De Nice. 182 p.
- ALLEMAND P., 1989** : Espèces exotiques utilisables pour la reconstitution du couvert végétal en région méditerranéenne. Bilan des arboretums forestiers d'élimination. INRA, Paris, 160 p.
- ALLILI, 1983** : Contribution à l'étude de la régénération du chêne-liège dans la forêt domaniale de Béni-Ghobri, Tizi-Ouzou, Thèse d'ing. INA. El Harrach : pp 53.
- AMANDIER L., 2002** : La suberaie : biodiversité et paysage.5p.
- AMORIM., 2012** : Investissement et participation, S.G.P.S., S.A., Site Internet développé par Proxima Créative.
- ANONYME, 1987** : Le patrimoine naturel de l'entité de Florennes.203 pp
- ANONYME, 1980** : Le projet de parc naturel de la Dyle. Quatrième rapport et conclusions, Inter-Environnement-Wallonie, 157 pp.
- ARIB K. et ZAIDAT K., 2019** : Contribution à l'étude de la variabilité stationnale de la qualité du liège de *Quercus suber* L. de la subéraie de Souk-Ahras Cas des stations : Forêts domaniale et nationale Fedj Macta et Rezgoune.
- ARRACHE A., 2018** : Étude des paramètres de qualité du liège de plaine et de montagne de quelques suberaies oranaises (Beni- Oursous-Msila vs Hfir-Nasmoth).
- BELLEFONTAINE R., EDELINC C., ICHAOU A., DULAURENS D., MONSARRAT A. et LOQUAI C., 2000** : Le drageonnage, alternative aux semis et aux plantations de ligneux dans les zones semi-arides : Protocole de recherches.
- BEN JAMAA M.L. et PIAZZETTA R., 2006** : Impact de la gestion sur la vitalité du chêne-liège. Séminaire "Vitalité des peuplements de chênes-lièges et chênes-verts : situation actuelle, état des connaissances et actions à entreprendre". Evora, Portugal 25-26 octobre 2006.
- BEN SAID F. et BEN YAHIA F., 2011** : Contribution à l'étude de la variabilité de la qualité du liège dans quelques subéraies de l'Est du pays (Jijel- El Taref).Mémoire Ing., Faculté des sciences agronomique et biologique, Université de Tizi-Ouzou, p 79.
- BENABID A., 2000** : Flore et écosystème du Maroc : évaluation et préservation de la biodiversité. Ibis Press, Paris, 357 p.
- BENAMIROUCHE S., DERNANE R., 1999** : Influence de quelques substrats de culture sur le comportement des plants de chêne-liège (*Quercus suber*. L) en pépinière hors sol. Thèse d'ingénieur, INA (Institut National Agronomique), El-Harache. 73p.
- BENSEGHIR L.A., 1995** : Amélioration des techniques de production hors-sol du chêne-liège, conteneurs – substrat – nutrition minérale. Mastère sci. for. ENGREF Nancy. 28p.

- BECKER M. et LE TACON F., 1985 : SANTÉ DE LA FORET : IMPORTANCE D'UNE SYLVICULTURE ADAPTÉE AUX CONDITIONS DE MILIEU**
- BILAL R., 2010 : Étude de la qualité du liège de reproduction des suberaies de la région de Jijel 82p**
- BLANC D., 1987 : les cultures hors sol. 2e édition INRA (Paris), 409p.**
- BLETON J., MEJANELLE P., GOURSAUD S. et TCHAPLA A., 1998 : Identification par CPG/SM des principaux acides gras constitutifs de la subérine du liège. ANALYSIS MAGAZINE, 1998, 26, N° 3. pp.51-54**
- BOUCHAOUR-DJABEUR S., 2016 : Les insectes ravageurs du Chêne-liège au Nord-ouest algérien Geo-Eco-Trop .Université Mohammed V, Rabat, Maroc. Chaire UNESCO « Gestion de l'Environnement et Développement durable », P 175-184.**
- BOUDY P., 1950 : Économie forestière nord-africaine. Monographie et traitement des essences forestières. Ed, Larose, Paris, 575p.**
- BOUDY P., 1952 : Guide du forestier en Afrique du Nord. La maison Rustique. Paris, 505p.**
- BOUHRAOUA R.T., 2003 : Situation sanitaire de quelques forêts de chêne-liège de l'Ouest algérien : étude particulière des problèmes posés par les insectes Thèse d'état, département de foresterie, faculté des sciences, université de Tlemcen.**
- BOUKANTAR A., 1997 : Variabilité stationnale des accroissements courants de liège des peuplements de chêne-liège (*Quercus suber* L.) dans la région de Yakouren. Thèse. Ing. Inst. Agro. Univ. UMMTO. 76p.**
- CAGNANT H., 1973 : Les peuplements de fourmis des forêts algériennes. Écologie, biocénotique, essai biologique.**
- CANGARDEL H., 1971 : Observations sur les teignes des bouchons des bouteilles de vin. Rev. Zool. Agric. Pathol..**
- CANTAT R et PIAZZETTA R. (I.M. L) ,2000. La levée du liège, ce qu'il faut savoir sur l'exposition du chêne-liège. Guide technique et de la vulgarisation ,24p.**
- CARL VON LINNE, 1753 : Species plantarum.**
- CASEVITZ-WEULERSSE J., 1970 : Sur la biologie de *Crematogaster scutellaris* Olivier (Hymenoptera, Formicidae),**
- CHABBI ET TIAB, 2019 : Contribution à l'étude de la variabilité de la qualité du liège de reproduction des subéraies d'El Taref Cas des stations : Oued Bougous, Sidi Bouzid et Zitouna, Mémoire de fin d'études**
- CHAMPREUX P., 2001 : Installation de chêne pubescent par semis in situ en conditions forestières méditerranéennes. La feuille et l'aiguille. n°42- 2001.**
- CLAIRE VILLEMANT et ALAIN FRAVAL, 2002 : Les insectes ennemis du liège, Insectes n°125, 2e trimestre 2002, BP 30, 78341 Guyancourt cedex**

- COME P., 1975** : Acquisition de l'aptitude à germer « la germination des semences» INRA. Ganthier- villars, Paris, 75 –70p.
- CORKASSESS** : Field assessment and modelling of cork production and quality, EUROPEAN COMMISSION. D'Afrique du Nord, et d'Asie du Sud-est. Insectes sociaux, 8(3), 214-297.
- DAGNELIE P., 1973** : Théories et méthodes statistiques, applications agronomiques. Vol 1.Ed. Presses agronomiques de Gembloux, 378 p.
- DAGNELIE P., 1975** : Théories et méthodes statistiques. Vol 2. Ed. Presses agronomiques de Gembloux, 463p.
- DE LEPINEY J., MIMEUR J.M., 1932** : Notes d'entomologie agricole et forestière du Maroc. Mém. Soc. Sci. nat.
- DEBIERRE F., 1922** : Le chêne-liège en Tunisie. Imprimerie centrale, Tunis. 55p
- DEHANE B. et GHEFAR M., 2017** : Étude de la variabilité de croissance du liège dans le Nord algérien
- DESSAIN GERARD et TONDELIER MARGARET, 1991** : LIÈGE DE MÉDITERRANÉE, Edisud/Narration, 1991, 80 p
- D.G.F., 2005, 2006** : Direction générale des forêts de Tizi Ouzou.
- DJINNIT S., 1977** : Étude des facteurs limitants la régénération naturelle par semis de quercus suber L. dans la forêt domaniale de Guerrouch, thèse Ing. Agro. INA (EL-Harrache), 80p.
- DOUZANE K., 2008** : Contribution à l'étude de la variabilité de la qualité du liège des suberaies de la Wilaya de JIJEL. Cas du Canton de Taher. Mémoire Ing., Faculté des sciences agronomiques et des sciences biologiques, Université de Tizi-Ouzou, 82p.
- DURAND C., BELLANGER M. et DECOUST M., 2004** : État sanitaire de la suberaie varoise; impact du démasclage et de la présence de l'insecte Platypus cylindrus F. I.M.L, Colloque Vivexpo Vivès –Pyrénées-Orientales –France : Le chêne-liège face au feu. Juin 2004. 21 p.
- EL ANTRY TAZI S., ABOUROUH M., DE SOUSA E. et MARIA LURDES I., 2007** : L'insecte Platypus cylindrus Fabr. (Coléoptère, Platypodidae) dans les suberaies Marocaines. Communication 5e Meeting du Groupe de Travail de Lutte intégrée des forêts de Chênes. OILB/srop. TLEMEN 22 - 25 octobre 2007
- EMBERGER, 1952-1955** : Cours de bioclimatologie, kadi Benane, 2018
- FERRIERA A., FERNANDO L. et PEREIRA H., 1999** : Caractérisation de la croissance et de la qualité du liège dans une région de production. Ann, For. SCI. 187-193 pp.
- FEYTAUD J., 1913** : Les Insectes des bouchons. Rev. Vitic., 1039, 565-568; 1040, 598-603.
- FRAVAL A. (ED.), 1989** : Lymantria dispar. Coll. Doc. sci. techn., Actes Éditions, Rabat, 220 pp. + ill. (en ligne à
- FRAVAL A., 1991** : Contribution a la connaissance des rythmes de floraison du chêne-liège en forêt de la Marmora. Ann. Rech. For. Maroc (1991), T(25), pp.102-118.

FRITTS, 1976 : Tree-rings and climate. Academic. Press. London, 567p.

GABIS A. et BOUKERB K., 2009 : Contribution a l'étude de la variabilité de la qualité du liège des subéraies de la wilaya d'El Tref. Thèse Ing., d'agro. Université de Tizi Ouzo, 68p.

GHEZALI NEE AMIRAT YASSINA, 2007 : CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DE LA VARIABILITÉ DE LA QUALITÉ DU LIÈGE DANS LA RÉGION DE JIJEL. CAS DU CANTON D'EL-AOUANA. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'État en Sciences Agronomiques

GHEZALI, 2008 : Contribution à l'étude de la qualité du liège de la région de Jijel ; cas de canton

GUERFI A., 2001 : Contribution à l'étude de la reconstitution de la suberaie et de son cortège floristique après incendies dans la région de Texenna. Mém. Ing. Agron. I.N.A., 74 p+ annexent.

HACHECHENA S., 1995 : Contribution a l'étude des techniques de renouvellement de Quercus suber dans la forêt domaniale de Bainem. Th.ing.INA.el – Harrach. Alger.70 p.

HAGEN M., LEMBLE J., 1991 : La lutte contre les vers des caves. Rev. Fr. œnologie, 130 (en ligne à www.bouchonstrescases.fr)

HOUACINE C. ET MELIANI DJ., 2017 : Contribution à l'étude de la variabilité de la qualité du liège de production des subéraies des wilayas d'El Taref et Tlemcen.

IPROCOR, 1999 : Manuel didactique du leveur et de l'ouvrier spécialisé dans les travaux d'exploitation du chêne-liège. Projet LEOSUBER, version française, 231p.

JEAN-CLAUDE FOUCARD et ANDRE BRIANT, 1994 : filière pépinière de la production à la plantation, innovations techniques, produits, marchés, 427p

JEAN-MARIE VEILLON : *Pittosporum lanipetalum* (Pittosporaceae), nouvelle espèce de Nouvelle-Calédonie

LAMEY A., 1893 : Le chêne-liège, sa culture et son exploitation. Ed. Berger Levrault et Cie, 289p.

LE CLECH B., 2000 : Agronomie "des bases aux nouvelles orientations". Éditions Synthèses agricoles. Bordeaux. 260P

LE VOYER B. ALEXANDRIAN D., 1984 : Choix des essences et techniques de reboisement, 2e rencontres de forêt Méditerranéenne. Valorisation des patrimoines forestiers méditerranéens, T. VI, n°2, 1984, pp. 89-122.

LEMAIRE F., DARTIGUE A., RIVIERE L. M. et CHARPENTIER S., 1989 : Culture en pots et en conteneurs. Principes agronomiques et applications. INRA, Paris, 1989. 184p.

LEPIGRE A.L., 1951 : Insectes du logis et du magasin. Insectarium, Jardin d'essai (Alger), 339 pp

LEPIGRE A.L., 1951 : Insectes du logis et du magasin. Insectarium, Jardin d'essai (Alger), 339 pp.

LOKMANE K. et EDJEKOUANE Z., 2009 : Contribution à l'étude de la variabilité du liège des subéraies dans les régions de Bouira, Skikda et El Kala. wilaya de Tizi Ouzou, p 76

MAIRES R., 1926 : Notice de carte géographique de l'Algérie et de la Tunisie, Bconnier, Alger, 76p.

- MEROUANI H., 1996 :** Contribution à l'étude de la régénération naturelle du chêne-liège (*Quercus suber* L.) Maturité et germination des glands. , Thèse Magi. Ecophysiol. Univ. Tizi-ouzou. 122p.
- MEROUANI H., BRONCO C., ALMEIDAM H. et PEREIRA J. S., 2000 :** Comportement physiologique des glands de chêne-liège (*Quercus suber* L.) durant leur conservation et variabilité interindividus producteurs. Ann. For. Sci. 58 (2000) 143-153. INRA, EDP sciences, 2001.
- MESSAOUDANE M. et MEGANI, 2000 :** Étude de la régénération par rejet de souche de chêne-liège dans la forêt domaniale de Tamgout et de Béni –Ghobri de la wilaya de Tizi –Ouzou. Mémoire ING, Faculté des sciences agronomiques et des science biologiques, Université de Tizi Ouzou ,41p.
- 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.
- MONTEIRO J. DA.C. et METRO A., 1956 :** Subériculture, édition française de l'ouvrage portugais. École National des Eaux et forêts – Nancy.
- MUNAUT A.V., 1979 :** La dendrochronologie et les problèmes de géographie historique. Ext.de la Géo. Hist., Actes du colloque de Bruxelles, p 401-485.
- NADJAT TAIB, 2016 :** Contribution à l'étude de l'infestation des glands et des feuilles du chêne-liège dans quelques subéraies de la wilaya de Tlemcen
- NATHALIE S.L., 2002 :** Audit sur le cadre légal et les incitations financières publiques pour la reconstitution des forêts après tempêtes. Université de Grenoble. WWF-France.
- NATIVIDADE J.V., 1956 :** Sériculture. Édition française de l'ouvrage Portugais Subériculture, Nancy, 303p.
- NSIBI R., SOUAYAH N., KHOUJA L.M.et BOUZID S. 2006 :** La régénération naturelle par semis de la subéraie de Tabarka - Aïn Draham face aux facteurs écologiques et anthropiques. Geo-EcoTrop, 30.1: 35-48.
- OLI, 2005 :** les fiches de plantes exotiques *Quercus suber* chêne-liège, Cork oak 2p
- OUELMOUHOUB S., 2005 :** Gestion multi usage et conservation du patrimoine forestier 127 p
- PARDE J., 1961 :** Dendrométrie. E.N.E.F. Nancy.350p.
- PEREIRA H., 1988 :** Chemical composition and variability of cork from *Quercus suber* L. Wood Sci. Technol. 22: 211-218.
- PEREIRA H., 2007 :** Cork: Biology, Production and Uses. Edit. Elsevier Science & Technology. 346p.
- PEREIRA H., EMILIA ROSA M. et FORTES M.A., 1987 :** The cellular structure of cork from *Quercus suber* L. IAWA Bulletin n.s., Vol. 8 (3), 1987. pp. 213-218.
- PEREIRA H. et MARQUES V., 1988 :** The effect of chemical treatments on the cellular structure of cork. IAWA Bulletin n.s., Vol. 9 (4), 1988: 337-345

PETER J. et KANOWSKI, 2004 : Boisement et foresterie de plantation – La foresterie de plantation pour le 21e siècle. Département des forêts, Australian National University, Canberra ACT 0200, Australie.

PIAZZETTA (R.). — État des lieux de la filière liège française. — Institut méditerranéen du liège, Projet Interreg III-B Medocc « Suber-med », 2005.

PRENEY S., BONVICINI M.P. et CONCHE J., 1997 : La Récolte des glands de Chêne pédonculé (*Quercus robur* L.) et de Chêne sessile (*Quercus petraea* Leibl.) à l'Office national des Forêts. — Bulletin technique de l'Office national des Forêts, n° 33, 1997, pp. 21-32

QUEZEL P., 1976 : Les forêts du pourtour méditerranéen. Note technique de MAB, UNESCO, 2pp.

QUEZEL P., 2002 : La réflexion sur l'évolution de la flore et de la végétation méditerranéenne Édition IBISPRESS 112 P.

QUEZEL PIERRE et MEDAIL, 2003 : Frédéric Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen 576 p

RAOUANE M., 1985 : Étude dendroclimatologique du chêne-zen (*Q. canariensis* Wild) du Rif occidental et du Moyen Atlas au Maroc. Thèse de docteur de 3^{ème} cycle, Univ. D'Aix Marseille III, Fac. Sc de Saint-Jérôme. P 125.

RICHARD PH., 1987 : Étude des facteurs explicatifs de la croissance du chêne-liège dans le Var. 72p.

RUNGS CH., 1979 : Catalogue raisonné des Lépidoptères du Maroc, Inventaire faunistique et observations

SABRI H., 2011 : Gestion et impact des déchets solides urbains sur l'environnement, El Taref commune, Mémoire de magister, Université Badji Mokhtar-Annaba, Faculté des sciences de la terre, département de géologie. P105.

SACCARDY, C., 1937 : Notes sur le chêne-liège et le liège en Algérie. Bull de la Stat. Rech. Forest du nord de l'Afrique II(2): 271-374.

SAUVAGE CH., 1961 : Recherches géobotaniques sur les subéraies marocaines, travaux de l'institut scientifique chérifien, série botanique n°21, Rabat.

SEIGUE A., 1985 : La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Techniques agricoles et productions méditerranéennes. Édit. G.P. Maisonneuve & Larose. 496 p.

SERRE-BACHET F., 1982 : Analyse dendroclimatologique comparée de quatre espèces de pins et du chêne pubescent dans la région de la Gardiole près de Rians (Var, France). Ecol, médit, VIII (Fasc.3) pp 168 – 183.

SEURAT L.G., 1901 : Les Insectes nuisibles au chêne-liège en Tunisie. Rev. cult. Colon., 9, 197-204.

SILVA S. P., SABINO M. A., FERNANDES E. M., CORRELO V. M., BOESELL. F., REIS R. L. et 2005 : Cork : properties, capabilities and applications. International Materials Reviews 2005 VOL 50 N° 6 pp.345-365

- SOLTANI A., 1998** : Effet des décapitations racinaires et cotylédonnaires sur la croissance du chêne-liège (*Quercus suber*), thèse d'ingénieur, univ. De Constantine, 89p.
- SOULIE J., 1961** : Les nids et le comportement nidificateurs des fourmis du genre *Crematogaster* d'Europe,
- STITI B., 1999** : Contribution à la maîtrise des méthodes de conservation des glands de chêne-liège. DEA(Master). Univ. El Manar, Fac. Sc., Tunis, 64-70
- STOUTAHF., 2010** : Contribution à l'étude des accroissements du liège de la wilaya de JIJEL, cas des cantons D'ELAOUANA, TEXENNA, TAHER et EL MILIA.
- TAGHARSIFT et MELLAHI, 2010** : contribution à l'étude des accroissements des cernes du liège au niveau des forêts d'El Kala, Bouira et Skikda.
- TESSIER L., 1984** : Dendroclimatologie et écologie de *pinus silvestris* L. et *Quercus pubescent* Wild dans le Sud –Est de la France. Thèse de docteur ès Science. Univ. D'Aix Marseille III, Fac. St Jérôme, p275.
- VILLEMANT, C. et FRAVAL, A. 1991** : Insectes et acariens phyllophages., La faune du chêne-liège. Actes Éditions, Rabat : 27-68.
- YALAOUIM., 2004** : L'industrie du liège en difficulté. Copyright © algerie-dz.com.
- YESSAD S. A., 1998** : Le chêne-liège dans les pays de la méditerranée occidentale. 190p
- YESSAD S.A., 2000** : Le chêne-liège et le liège dans les pays de la Méditerranée occidentale. 111p
- YESSAD S.A., 2001** : Le Chêne-liège et le Liège dans les pays de la Méditerranée occidentale. Edit.MRW, 123p.
- ZERAIA L., 1981** : Essai d'interprétation comparative des données écologiques, phénologiques et de production subéro-ligneuse dans les forêts de chêne-liège de provenance cristalline (France méridionale et d'Algérie). Thèse. Doct. Sci. Univ. Aix Marseille III, 367p.
- ZERAIA L., 1982** : Le chêne-liège. Phytosociologie, édaphologie, régénération et productivité dans les forêts de chêne-liège de provenance cristalline (France méridionale et d'Algérie). Extrait de la thèse de doctorat d'État, 166p.
- APCOR, 2007** : Association portugaise du Liège (http://www.apcor.pt/index_fr.php)
- C.M.C., 1990 - INSTITUTO DEL CORCHO, LA MADERA Y EL CARBON, 1990** : Control de la calidad del corcho en campo. Documento interno inédito.
- F.A.O. ,2000** : Foresterie et sécurité alimentaire. Rome : FAO, 11 P.
- IML** : Institut méditerranéen du liège
- PNEK ; 2008, 2009** : Direction du parc national d'El Kala.

Résumé :

La variation stationnaire de la qualité du liège a été caractérisée pour trois suberaies de la région d'El-Tarf, par un prélèvement de 10 échantillons par peuplement en utilisant la méthode d'échantillonnage stratifié systématique.

En moyenne, l'épaisseur du liège était de 31,56 mm, dont 93,33 % du total appartenant aux classes commerciales au-dessus de 27 mm donc aptes au bouchonnage. La moyenne des accroissements obtenue sur nos 3 stations est de l'ordre de 2,79 mm ce qui nous laisse conclure que ce liège est d'une qualité acceptable.

L'épaisseur des cernes annuels du liège mesuré par analyse d'image nous a montré que les courbes des accroissements des 30 arbres suivent l'allure de la courbe théorique.

Les résultats acquis par l'analyse statistique nous révèlent des variations très hautement significatives de la variable épaisseur des planches entre les stations étudiées ainsi qu'entre les arbres des trois stations par contre la variable épaisseur des cernes ne présente pas de différences significatives entre les mêmes stations.

Une réaction modérée, mais homogène des arbres aux facteurs climatiques.

Les divergences que l'on a constatées sont fréquemment dues au facteur âge, et à certaines variations des facteurs climatiques notamment les précipitations.

Mots clés : El-Tarf / liège / qualité / variabilité / épaisseur / accroissement

Abstract :

The stationary variation of cork quality was characterised for three cork forests in the El-Tarf region, by taking 10 samples per stand using the systematic stratified sampling method.

On average, the cork thickness was 31.56 mm, of which 93.33% of the total belonged to the commercial classes above 27 mm and therefore suitable for corking. The average increment obtained at our three stations was around 2.79 mm, which leads us to conclude that this cork is of acceptable quality.

The thickness of the annual rings of the cork measured by image analysis showed us that the growth curves of the 30 trees follow the theoretical curve.

The results of the statistical analysis reveal very high significant variations in the thickness of the planks between the stations studied and between the trees of the three stations, whereas the ring thickness variable does not show significant differences between the same stations.

A moderate but homogeneous reaction of the trees to climatic factors.

The divergences observed are frequently due to the age factor and to certain variations in climatic factors, particularly rainfall.

Key words : El-Tarf / cork / quality / variability / thickness / growth