



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



UNIVERSITE de TLEMCEN

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de
l'Univers

Département des Ressources forestières

*Laboratoire de recherche N° 31 : Gestion conservatoire de l'eau, du sol
et des forêts et développement durable des zones montagneuses de la
région de Tlemcen*

MEMOIRE DE MASTER EN FORESTERIE

Option : Ecologie, Gestion et Conservation de la Biodiversité

Thème

**Le rôle de la flore accompagnatrice du chêne liège
dans la conservation de bothryospheariacea dans la
forêt de Hafir.**

Présenté par : ABDELLAOUI IMANE.

Soutenu le 28/10/2020, devant le jury composé de :

Président Mr. BENABDELLAH M.A

MCA Université de TLEMCEN

Encadreur Mme. BELHOUCINE-GUEZOULI Latifa

Prof. Université de TLEMCEN

Examinatrice Mme CHOUIKHI-SMAHI Hadjer

MAB Université de TLEMCEN

Remerciement

En préambule à ce mémoire je remercie ALLAH le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

Je tiens à remercier sincèrement les personnes qui m'ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire,

Ces remerciements vont tout d'abord au corps professoral et administratif de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers et du Département des Ressources Forestières, pour la richesse et la qualité de leur enseignement et qui déploient de grands efforts pour assurer à leurs étudiants une formation actualisée.

Je souhaite adresser mes remerciements les plus sincères à mon encadrane Madame BELHOUCINE-GUEZOULI .L, pour l'orientation, la confiance, la patience qui ont constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port. Qu'elle trouve dans ce travail un hommage vivant à sa haute personnalité.

Mes remerciements s'étendent également à Mr BENABDELLAH M, qui m'a fait l'honneur de présider mon jury de mémoire.

Je tiens à exprimer également ma profonde gratitude à Mme CHOUIKHI-SMAHI H, pour avoir accepté de consacrer de son temps en tant qu'examineur de ce travail.

Je n'oublie bien évidemment pas mes camarades de formation et les remercie chaleureusement pour tous ces agréables moments passés ensemble. Je tiens enfin à remercier tout particulièrement ma famille qui m'a accordé la liberté d'action et la patience nécessaires pour réaliser ce travail ainsi que toutes les personnes qui m'ont soutenue.

Liste des abréviations

ADN : Acide désoxyribonucléique
B.N.E.D.E.R. : Bureau National des Etudes de Développement Rural.
B :Bothryosphearria
C.F.W.T. : Conservation des forêts de la wilaya de Tlemcen.
CFT : Conservation des Forêts de Tlemcen.
C.O.I.T. : Conservation d'Oran, Inspection de Tlemcen.
B.N.E.D.E.R. : Bureau National des Etudes de Développement Rural.
% : pourcent.
' : Minute.
< : Inférieur.
> : Supérieur.
° : degrés.
°C : degrés Celsius..
cm : centimètre.
D.G.F : Direction générale des forêts
D. : Diplodia.
dm³ : décimètre cube.
et al.: collaborateurs.
Fig.: Figure.
G.G.A. : Gouvernement Général d'Algérie
ha : hectares.
INRA : Institut National de la Recherche Agronomique.
kg : kilogramme.

km : kilomètre.
m : mètre.
min : minimum. max : maximum.
mm : millimètre.
N : Nord.
P.: Phytophthora.
PE : précipitations estivales.
PNT : Parc National de Tlemcen.
Q. : Quercus.

T° : température.

U.V. : ultra violet.

W : West.

μm: micro mètre.

Liste des figures

Titre	N° page
Figure 1 : Caractéristiques botaniques du chêne-liège	08
Figure 2 : Distribution naturelle de l'aire géographique du chêne liège	10
Figure 3 : Répartition géographique de chêne liège en Algérie	11
Figure 4 : Superficies forestière actuellement occupées par le chêne liège par rapport aux superficies originelles...	13
Figure 5 : Facteurs de dépérissement du chêne-liège...	21
Figure 6 : Coupe transversale d'un tronc de chêne liège	23
Figure8 : Production annuelle de liège en Algérie entre 1963 et 2012	25
Figure 9 : Evolution décennale de la production du liège en Algérie	25
Figure10 : Symptômes causés par <i>Diplodia corticola</i> sur le chêne-liège	37
Figure11 : : Division de la forêt de Hafir en Cantons.....	44
Figure12 : Situation géographique de la forêt domaniale de Hafir	45
Figure13 : Carte hydrographique du Parc national de Tlemcen	46
Figure14 : carte géologique du parc national de Tlemcen	47
Figure15 : Carte Pédologie du de massif Hafir-Zariffet	48
Figure16 : Répartition annuelle de la pluviométrie dans la forêts de Hafir	51
Figure17 : mensuelle des précipitations au niveau de la forêt de Hafir pour les deux périodes de référence	53
Figure18 : Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausсен de la forêt de Hafir	60
Figure19 : Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger de forêt de Hafir au cours de la période ancienne (Pa) et récente (Pn)	63
Figure20 : Evolution des incendies dans la forêt de Hafir et Zariéffet	65
Figure21 : : Evolution périodique de la production du liège à Hafir	
Figure22 : chêne-liège de la station de Hafir	68
Figure23 : La flore accompagnatrice du chêne-liège dans la suberaie de Hafir...	69
Figure 24 : Echantillons prélevés du chêne-liège ...	71
Figure 25 : Préparation de la hotte et la culture des échantillons	72
Figure26 : Caractéristiques morphologiques et microscopiques de <i>Botryosphaeria Corticola</i>	74
Figure27 : Caractéristiques morphologiques et microscopiques de <i>Botryosphaeria Stevensii</i>	75
Figure 28 : Caractéristiques morphologiques et microscopiques de <i>Botryosphaeria Sapinea</i>	76
Figure29 : répartition des champignons isolés à partir du chêne liège...	84
Figure30 : : répartition des champignons isolés à partir du <i>Doum</i>	85
Figure 31 : Répartition des champignons isolés à partir du Genévrier oxycèdre	85
Figure32 : Répartition des champignons isolés à partir des cistes	86
Figure33 : répartition des champignons isolés en fonction des sources d'isolement	86

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Les tableaux	N°page
Tableau 1 : Superficie en hectares du chêne-liège dans le monde	11
Tableau 2 : La répartition national des subéraies algériens.....	13
Tableau 3 : Principaux facteurs associés au déclin des peuplements de chêne liège...	19
Tableau4 : Réalisation en reboisement de chêne liège en Algérie depuis 1962	29
Tableau5 : Taux de réussite des reboisements en chêne-liège en Algérie	30
Tableau6 : Superficies des cantons de la forêt de Hafir	44
Tableau7 : Coordonnées géographiques de Hafir...	45
Tableau8 : Situation géographique de la station météorologique	50
Tableau9 : Précipitation moyenne mensuelle (mm) pendant les 2 périodes...	52
Tableau10 : Régime saisonnier des précipitations de la forêt de Hafir	54
Tableau11 : Températures moyennes mensuelles et annuelles T (°C) enregistrées dans la forêt de Hafir..	55
Tableau13 : Valeurs thermiques moyennes maximales en (°C)	56
Tableau14 : :Indice de continentalité de la forêts de Hafir.....	58
Tableau 15 :Indice de sècheresse estivale de forêts de Hafir...	59
Tableau16 : Etage de végétation du chêne liège du forêt de Hafir...	60
Tableau17 : Valeur du « Q2 » et étages bioclimatiques de la forêt de Hafir	61
Tableau18 : Principales classes des relevés dendrométriques et d'exploitation	70
Tableau19 : Inventaire de la flore accompagnatrice du chêne-liège dans la forêt de Hafir	75
Tableau20 : Résultats des relevés dendrométriques des 10 arbres échantillons	78
Tableau21 : résultats des principales classes du relevé d'exploitation des 30 arbres échantillons...	79
Tableau22 : Distribution des champignons isolés selon leurs origines	83

Table des matières

Introduction générale	01
Chapitre I : Monographie du chêne liège	
I. Présentation des subéraies	04
I.2. Le chêne-liège	04
I.2.1. Position taxonomique	04
I.2.2. Caractéristiques botaniques	05
I.2.3. Aire de répartition de chêne liège	10
1.2.3.1. Dans le monde	10
I .2.3.2. En Algérie	11
I.2.5. Exigences édaphiques	15
I.2.6. La croissance	16
I.2.8. Les différents types de peuplements de chêne liège	17
I.2.9. Dépérissement	18
I.2.10. Le liège	23
I.2.10.1. Structure du liège	23
I.2.10.2. Production du liège	24
I.2.11. Sylviculture et aménagement du chêne liège	27
I.2.12. Reboisement de chêne liège en Algérie	28
I.2.13. Utilisation	30
Chapitre II : Le genre <i>Botryosphaeria</i>³²	
II .1. Généralités sur le genre <i>Botryosphaeria</i> ...	33
II .1.1. Taxonomie du genre <i>Botryosphaeria</i>	35
II .1.2. Caractéristiques des <i>Botryosphaeriaceae</i>	37
II.1.3. Aire de répartition	39
II .1.4. Cycle biologique des <i>Botryosphaeriaceae</i> et symptômes observés	40
II .1.5. Les méthodes de lutte...	42
Chapitre III : Etude de milieu : la forêt domaniale de Hafir	
III .1. Présentation du milieu forestier	44
III .2. Présentation de la forêt domaniale de Hafir	44
III .3. Milieu physique	44
III .3.1. Situation géographique	44
III .3.2. L'aspect topographique	46
III .3.3. L'aspect hydrographique	47
III .3.4. L'aspect géologique...	47
III .3.5. L'aspect pédologique	48
III .3.6. Le climat	50
III .3.6 .1. Paramètres climatiques	51

Sommaire

III .3.6 .1.1.Les précipitations	51
III .3.6 .1.2.Températures	55
III .3.6 .1.3.Autres facteurs	57
III .3.6 .2.Synthèse climatique	58
III .3.6 .2.1.L'amplitude thermique extrême moyenne...	58
III .3.6 .2.2.Indice de sécheresse estivale Emberger (1942)	60
III .2.6 .2.3.Etage de végétation ou zonation altitudinale	60
III .3.6 .2.4.Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen1953	61
III .3.6 .2.5.Quotient pluviothermique d'Emberger	62
III .3.7.Description forestière	65
III .3.8.Production de liège	67
Chapitre IV : Matériels et méthodes	68
IV.1.Choix de la station et échantillonnage	68
IV.1.1.Choix de la station	68
IV.1.2.Le choix des arbres échantillons	68
IV.1.3.Choix des plantes du cortège floristique des arbres échantillons	69
IV.1.4.Caractérisation des arbres échantillons	70
IV.2.Isolement, Culture des champignons	71
IV.2.Isolement, Culture des champignons	71
IV.2.2.Isolement des champignons	72
IV.3.Purification du champignon	73
IV.4.Identification des champignons	73
Chapitre V :Résultats et discussion	75
V.1. La dynamique du massif de Hafir...	75
V.2. Composition floristique de la forêt de Hafir	76
V.3. Caractéristiques des arbres échantillons	79
V.3.1. Relevés dendrométriques	79
V.3. 2. Caractéristiques d'exploitation	80
V.4. Les champignons isolés	80
V.4.1. Caractéristiques des champignons isolés	80
V.4.1.1. <i>Botryosphaeria corticola</i>	80
V.4.1.2. <i>Botryosphaeria stevensii</i> .	81
V.4.1.3. <i>Diplodia sapinea</i> .	82
V.4.2. Localisation des champignons	84
V.4.2.1. Distribution des champignons isolés selon leurs origines	84
V.4.2.2. Répartition des champignons isolés en fonction des sources d'isolement ...	86
Conclusion	88

Introduction générale

L'Algérie par sa situation géographique, ses chaînes montagneuses et sa variété bioclimatique, dispose d'une remarquable diversité floristique et faunistique.

En Algérie, les forêts de chêne-liège comme les autres forêts revêtent un caractère particulièrement important car elles constituent un élément essentiel de l'équilibre physique, climatique et surtout socio-économique des populations des zones rurales. Les subéraies occupent le second rang après les pinèdes à Pin d'Alep et couvrent une superficie approximative de l'ordre de 463000 hectares, soit 17% du tapis forestier national mais seuls 250 000 sont exploités (**Bouhraoua, 2003**).

Les subéraies algériennes sont constituées de nombreuses essences, essentiellement le chêne-liège (*Quercus suber*), le chêne-zeen (*Quercus faginea*) et le chêne-kermès (*Quercus coccifera*)... Dans la nature, le chêne liège n'est qu'un élément du maquis méditerranéen qui se partage l'espace avec d'autres essences arboricoles telles que *Quercus ilex*, *Q. faginea*, *Q. pyrenaica*, *Castanea sativa*, etc., et une multitude d'arbustes, comme *Arbutus unedo*, *Juniperus sp.*, *Ulex sp.*, *Cistus sp.*, et d'essences aromatiques, etc. (**Varela, 2004**).

Le Chêne liège est une essence forestière noble et remarquable. Il se distingue des autres chênes par sa particularité de produire une écorce subéreuse renouvelable et précieuse (le liège), dotée d'importantes caractéristiques physiques, mécaniques et chimiques, qui lui ont valu son utilisation dans divers débouchés industriels, comme le bouchage, l'isolation et la décoration. Il est une essence qui occupe une place bien particulière au sein de la forêt méditerranéenne. Son écologie le cantonne aux sols dépourvus de calcaire, aux conditions climatiques relativement modérées du littoral : hivers doux, sécheresse estivale tempérée par une certaine humidité atmosphérique. C'est une essence zonale, c'est à dire qui est liée à un type de climat thermique. Il est présent dans l'étage thermoméditerranéen (**Amandier, 2002**), mais que l'on retrouve également sur la côte atlantique, où il est présent depuis bien avant l'antiquité.

Les problèmes de dégradation sanitaire des écosystèmes forestiers sont apparus au début du siècle dernier dans l'hémisphère Nord en touchant plus particulièrement le Nord de l'Europe et de l'Amérique (**Delatour, 1983 ; Bunneau & Laudmann, 1988**) et ce n'est qu'à partir des années 1980 que ces problèmes sont devenus inquiétants par l'apparition avec une forte intensité, de phénomènes connus sous le nom de « déclin » ou « dépérissement » qui ont affecté des superficies très importantes du chêne-liège (**Sousa et Kadiri, 2005**).

« Les dépérissements » sont des maladies à étiologie complexe, qui se développent lorsque les végétaux ont subi un stress dû à l'interaction de plusieurs facteurs adverses, abiotiques et biotiques. Les infections causées par ces derniers peuvent être si fortes qu'elles empêchent la reprise végétative des arbres atteints lorsque l'influence négative des facteurs de stress diminue (**Franceschini et al., 1993 ; Munoz et al., 1996**).

Les problèmes sanitaires des subéraies Algériennes remontent au début du siècle dernier suite à l'apparition du phénomène de dépérissement, surtout au centre et même à l'ouest, sur des jeunes sujets (moins de 15 ans) et des arbres adultes (Anonyme, 1914 a; b). Au milieu du siècle dernier, de nombreux peuplements présentaient déjà des symptômes graves d'affaiblissement (**Boudy, 1955 ; Natividade, 1956**). Cette situation qui a sévi jusqu'aux années 90, a engendré une réduction de la superficie des subéraies dont près de la moitié s'est transformé en maquis (**Zine, 1992**). Actuellement, la majorité des subéraies se trouvent dans un état déplorable et une grande partie est vouée encore à disparaître (**Messaoudene, 2000**).

Le chêne-liège souffre de quelques problèmes de maladie majeurs. Dans la littérature, plus de 300 espèces de champignons et oomycota sont signalées sur le chêne-liège, dont au moins 100 sont pathogènes (**Franceschini et al., 1993 ; Luque et al., 2000**). Heureusement, très peu sont des agents pathogènes primaires capables d'attaquer les tissus sains des arbres, la majorité étant des agents pathogènes opportunistes qui colonisent les tissus du chêne lorsqu'ils ont été précédemment affaiblis par des facteurs abiotiques ou biotiques (**Luque et al., 2000**). Récemment, certaines espèces de champignons opportunistes ont reçu une plus grande attention, car elles peuvent coloniser les tissus du chêne en tant qu'endophytes sans induire de symptômes de maladie pendant une longue période (**Gonthier et al., 2006 ; Moricca et al., 2012**).

Parmi les agents pathogènes impliqués dans le dépérissement des chênes, les endophytes fongiques surtout ceux appartenant aux genres *Bicogniauxia*, *Botryosphaeria* (*Diplodia*) et *Phytophthora* ont joué un rôle de premier plan dans le déclin des subéraies dans divers contextes (**Linaldeddu et al., 2014; Lynch et al., 2013; Perez-Sierra et al., 2013; Scanu et al., 2013**).

Le travail que nous allons faire est de montrer le rôle des espèces accompagnatrices du chêne liège sur la conservation des Bothryosphaeriaceae.

Nous isolerons les champignons répartis sur le chêne-liège, puis sur quelques plantes accompagnatrices à savoir le Genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), les Cistes (*Cistus ladanifer*, *Cistus monspeliensis*) et le Diss *Ampelodesmos mauritanicus*, faisant partie du cortège floristique qui accompagne le chêne-liège. Nous travaillerons pour mettre en évidence et clarifier la relation entre les plantes accompagnatrices du chêne-liège et les *Bothryosphaeriaceas*, puis nous tenterons aussi d'élucider le rôle de ces plantes dans la conservation de ces champignons.

Le présent travail est structuré en cinq chapitres :

Le premier chapitre est une synthèse bibliographique sur le chêne-liège. Elle permet une vue générale de l'essence forestière, ses caractéristiques botaniques, ses exigences écologiques, son aire de répartition dans le monde et en Algérie, et enfin de décrire les aspects et les causes des dégradations des subéraies.

Le second est aussi une synthèse bibliographique traitant le pathogène fongique des subéraies du genre *Bothryosphaeria*, présente son histoire de vie, son taxonomie, L'aire de répartition de *Bothryosphaeria* et le cycle de vie enfin les différentes méthodes de lutte ;

Le troisième chapitre est consacré à la présentation du milieu d'étude où est présenté le milieu physique (sol, climat) et la description forestière de la subéraie de Hafir ;

Le quatrième chapitre traite le matériel ainsi que la méthodologie de travail suivie ;

Le dernier chapitre énonce les principaux résultats dégagés ainsi qu'une discussion et nous avons terminé avec une conclusion.

I. Présentation des subéraies

I.1. Définition

On désigne par subéraies des peuplements forestiers dominés par le chêne-liège (**Amandier, 2002**). L'université virtuelle environnement et développement durable (L'UVED) décrit plus précisément les subéraies comme étant des forêts méditerranéennes sempervirentes dont la strate arborescente est composée principalement de chêne-liège (*Quercus suber*). La subéraie est reconnue comme un espace forestier assez particulier en région méditerranéenne tant par son intérêt économique mais surtout écologique dans l'étage bioclimatique subhumide, humide et semi-aride (**Quezel & Medail, 2003**).

I.2. Le chêne-liège

I.2.1. Position taxonomique

Quercus suber (L), décrit par LINNE en 1753, est rattaché au sous-genre *Cerris* qui regroupe les chênes à cupule chevelue (**Bouchafra et Fraval, 1991**). Cette espèce dominante des subéraies, le chêne-liège, *Quercus suber* L., est un arbre de la famille des Fagacées, au feuillage persistant.

L'originalité de cette espèce est de produire une écorce épaisse, le « liège », matériau assez unique pour ses propriétés physiques, chimiques et esthétiques. Il est parfois appelé *corcier*, *surierou suve* (**Amandier, 2002**). Le chêne liège est une essence endémique du bassin méditerranéen, dont l'origine remonte au tertiaire (**Natividade, 1956**). C'est un descendant de la flore pliocène supérieur (**Boudy, 1950**).

Systématiquement le chêne liège appartient à l'Embranchement des Phanérogames, au sous-embanchement des Angiospermes, à la classe des Dicotylédones, à l'ordre des Fagales, à la famille des Fagacées, au genre *Quercus* et à l'espèce *Quercus suber* L.

Le genre *Quercus*, qui se développe massivement vers la fin du Tertiaire, semble avoir atteint une distribution généralisée au cours de l'Eocène supérieur jusqu'à l'Oligocène inférieur (**Manos & Stanford, 2001**).

Selon la monographie de **Camus (1934)**, le genre *Quercus* se subdivise en deux sous-genres: les Euquercus et les Cyclobalanopsis. Ce dernier n'est présent qu'en Asie. L'auteur a divisé les Euquercus en 6 sections: *Cerris* (*Q. suber*, 35 espèces), *Mesobalanus* (*Q. Toza*, 5

espèces), *Lepidobalanus* (*Q. Petraea*, *Q. robur*, 152 espèces), *Macrobalanus* (13 espèces), *Protobalanus* (*Q. chrysolepsis*, 2 espèces), *Erythrobalanus* (*Q. rubra*, 136 espèces).

D'après **Benseghir (2002 in Adouane, 2008)**, le chêne liège est reconnu en Algérie selon les noms vernaculaires suivants :

- El Feline : cette dénomination est probablement d'origine Grecque (phellodrus : phellos= liège).
- Fernane ; Kachar (liège) dans la région de petite Kabylie.
- Ifark et Aqchouch dans la région de grande Kabylie.

I.2.2- Caractéristiques botaniques

Le chêne liège est une espèce très polymorphe dont on a différencié de nombreuses formes botaniques. Il compte un grand nombre des espèces, soit environ 550 (**Natividade, 1956**). Actuellement on ne compte que 450 (**Belahbib et al., 2005, Machouri, 2009**). Plusieurs botanistes ont évoqué la diversité de forme de ceci et se rejoignent sur l'existence de 40 populations groupées en quatre variétés (**Dehane, 2012**). **Peyerimhoff (1941)**, a distingué ainsi 14 formes ou races nord-africaines, dont la race marocaine et la race numidienne.

D'après **Saccardy (1938)**, le Chêne-liège (*Quercus suber*) appartient à la section *Cerris* des *Quercus*, caractérisée par les écailles de la cupule terminées en lanières plus ou moins longues. Cette section groupe entre autres des espèces méditerranéennes, telles que *Q. cerris* (Chêne chevelu), *Q. JEgilops sensulato* (Chêne vélani d'Orient), etc...

C'est un arbre d'une assez grande taille qui atteint ordinairement 10 à 14 m de haut, exceptionnellement jusqu'à 20 et 22 m. **Gellini et Grossoni (1997)** signalent qu'il peut atteindre jusqu'à 25 m en peuplement dense.

Le chêne liège peut vivre 250 à 300 ans mais les levées successives, les éventuels incendies et les conditions dans les stations diminuent fortement cette longévité. En Algérie et au Maroc, les vieux arbres de 220 à 250 ans ne sont pas rares et la longévité moyenne est en général de l'ordre de 150 ans (**Boudy, 1950 ; Vignes, 1990**).

Dans le même contexte sa longévité est de 80 à 100 ans dans l'étage bioclimatique semi-aride et de 200 ans dans l'humide (**Metro, 1958**).

Le tronc est court et le houppier est étalé dans les peuplements denses. Sa circonférence atteint en général 70 cm entre 30 et 40 ans selon les conditions de végétation (**Yessad,**

2001;Amandier, 2002). Dans les vieux peuplements, certains arbres peuvent atteindre jusqu'à 5m de circonférences (**Foncard, 1994**).

La cime est généralement irrégulière ; elle est arrondie et large quand l'arbre pousse isolément ou en peuplements clairs. En peuplements serrés, la forme devient élancée (**Vignes, 1990**).

Les branches principales sont toujours couvertes de liège, elles sont vigoureuses, sinueuses et insérées sur le tronc selon un angle ouvert. En Algérie, elles sont souvent déformées par la mutilation (**Bouhraoua, 2003**).

L'écorce du chêne-liège représente la partie la plus singulière de cet arbre.

Elle est crevassée, d'une épaisseur moyenne de 3 cm, atteignant 5 à 10 cm à 100 ans et même 20 à 22 cm sur les arbres très âgés (**Boudy, 1952**). En termes de production, on l'appelle "liège mâle». Elle représente une bonne protection contre le feu et permet au chêne de reprendre rapidement sa croissance après le passage d'un incendie. Dans le cas des arbres écorcés, le liège mâle est remplacé par le "liège de reproduction" ou "liège femelle", de couleur jaune, rouge puis noire (**Younsi, 2006**).

Les rameaux sont sinueux pubescents les premières années, puis bruns clairs et enfin entièrement subéreux. Le houppier est constitué d'un couvert léger en raison de son feuillage grêle et de sa ramification peu serrée L'arbre développe un port large et étalé en situation isolée, une forme arrondie, étroite et haute (**Piazzetta, 2005**).

Système racinaire est naturellement pivotant avec des ramifications latérales puissantes, permettant un enracinement profond qui fixe l'arbre sur des sols légers peu profonds et même rocheux (**Khalla, 2006**). Il peut s'emmêler avec les racines des arbres voisins (échanges de substances nutritives). Les racines superficielles présentent l'aptitude de former des drageons et peuvent être mycorhizes par des champignons tels *Boletus*, *Russula*, *Lactarius*(**Veillon, 1998**).

Les feuilles, le chêne-liège est un arbre à feuilles persistantes (2 à 3 ans). Elles sont de taille et de forme très variables (oblongue, ovale, ou ovale lancéolée), elles mesurent 3 à 5 cm de long sur 1,5 à 4 cm de large. Certains arbres (rares) ont des feuilles typées ("en cuiller", longues et fines, etc.); sur d'autres la morphologie des feuilles varie avec leur position sur le rameau et sur l'arbre et avec l'année (**Fraval, 1991**). Selon de nombreux auteurs, les feuilles

du chêne-liège passent 2 à 3 années sur l'arbre avant de tomber. Le débourrement (ou 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**).

Le chêne-liège est une espèce monoïque. **Les fleurs** mâles sont regroupées en grappes de 40 à 80mm de long au bout des pousses de l'année précédente.

Les fleurs femelles souvent solitaires ou groupées par trois ; en chatons courts (5 à 40mm de long) poussent isolément à la base des feuilles de la pousse de l'année.

D'après **Lamey(1983)**, le climat et l'exposition conditionnent la floraison qui commence dès l'âge de 12-15 ans et déroule entre la fin avril et la fin mai (**Piazzeta,2005**). Par contre selon **Maire (1961)**, la floraison se déroule de janvier à juin.

Quant à la régénération, elle se fait soit par semis naturel des glands et/ou par rejet de souche à la suite de l'intervention de l'Homme ou du feu (**Tlili, 2003**).

Les fruits ou glands: Le fruit est un gland. Il est de taille très variable, de 2 à 4,5 cm de long sur 1,5 à 1,8 cm de diamètre (**Camus, 1938**), de forme généralement trapu et arrondi, lisse, brillant de couleur brune. La partie inférieure, tronquée, portant une cicatrice rugueuse et saillante, est enfermée dans une cupule sur 1 à 2,5 cm. La cupule est de taille et de forme très variable ; munie d'écailles grise croissant en longueur de la base au sommet, elle est portée par un pédoncule assez court, de forme allongée et conique à sa partie inférieure.

La fructification débute vers l'âge de 15 ans et devient abondante à partir de 30 ans. La dissémination des glands se fait souvent par les oiseaux et les animaux (**Camus, 1938**). Les bonnes glandées se répètent tous les 2 ou 3 ans (**Saccardy, 1937**). Cependant même les auteurs ne sont pas d'accord sur la durée de maturation des glands : 2 ans pour le premier et 1 an pour le second. La production des glands par arbre est très variable, de 1 à quelques dizaines de kilogrammes, selon l'âge, l'état sanitaire de l'arbre et les conditions climatiques (**Natividade, 1956**).

Le gland mûrit en automne, ce qui donne lieu à trois récoltes distinctes (**Belaidi,2010**):

a- glands primaires: Ce sont des glands de l'année précédente, qui mûrissent en septembre-octobre.

Monographie du chêne liège.

Ils sont produits en petite quantité mais sont très gros.

b- Glands secondaires: ils sont produits en grosse quantité de novembre à décembre et leur taille est moyenne.

c- Glands tardifs: ils tombent en fin janvier.



a

Figure 1 : Caractéristiques botaniques du chêne-liège : a) vue générale de la subéraie, b) arbres écorcés, c) liège mâle et femelle sur un arbre écorcé, d) inflorescences femelles, e) inflorescences mâles, f) les feuilles de chêne-liège, g) les glands (**Belhoucine, 2013**).

I.2.3. Aire de répartition de chêne liège

1.2.3.1. Dans le monde

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

Selon Zeraia (1981), le chêne-liège 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.2).

Il pousse à l'état spontané dans sept pays, quatre pays européens (Portugal, Espagne, France, Italie) et trois nord-africains (Algérie, Tunisie et Maroc).

On le trouve sur le pourtour Ouest de la Méditerranée, depuis le détroit de Messine jusqu'à Gibraltar: Sicile, péninsule Italienne (littoral W), Sardaigne, Corse, France (Département des Alpes-Maritimes, du Var et des Pyrénées-Orientales), Espagne (Catalogne, Andalousie) et le long du littoral méditerranéen de l'Afrique du Nord. De tout cet habitat, la tâche la plus dense et la plus étendue est située en Algérie et Tunisie. En Algérie-Tunisie, le Chêne-liège s'étend le long d'une zone littorale d'Alger à Bizerte sur environ 600 km. Parfois discontinue, cette aire s'amincit à ses deux extrémités et offre sa largeur maxima (60 à 70 km.) dans la partie moyenne (Saccardy, 1937).

Certains pays comme les U.S.A., L'U.R.S.S., le Japon et l'Uruguay ont tenté d'introduire cette essence pour son liège, mais sans grand succès semble-t-il (Natividade, 1956).

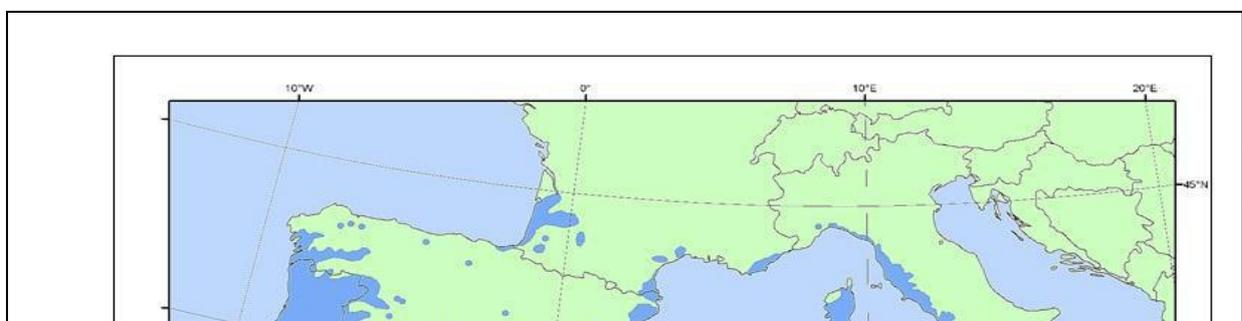


Figure 2 : Distribution naturelle de l'aire géographique du chêne liège (QUEZEL & MEDAIL., 2003)

Les subéraies couvrent une superficie globale variant selon les auteurs entre 2,2 millions d'hectares (Margot, 2006) et 2,5 millions d'hectares (Quelenis, 2008) sur les sept pays (Tab1) :

Tableau 1 : Superficie en hectares du chêne-liège dans le monde (Chouikhi,2019)

Pays	Zeraia (1981)	Salazar Sampaio (1988)	Veillon (1998)	Yessad (2000)	Benabid (1989)	Silva & Catry, (2006)	Aronson Et al. (2009)	Lei (2010)
Portugal	600 000	555 000	600 000	605 000	650 000	730 000	325 000	736 000
Algérie	480 000	444 000	200 000	450 000	480 000	410 000	275 000	506 000
Espagne	340 000	340 000	340 000	352 000	500 000	500 000	440 000	414 000
Maroc	450 000	300 000	300 000	345 000	350 000	340 000	225 000	345 000
Tunisie	-----	140 000	100 000	90 000	100 000	99 000	200 000	92 000
France	108 000	150 000	70 000	56 500	100 000	100 000	140 000	92 000
Italie	-----	70 000	70 000	70 000	100 000	90 000	95 000	92 000

En Tunisie, il est essentiellement cantonné dans le Nord, dans les climats subhumide, humide, hyper humide (de Bizerte à Tabarka). Des stations isolées se retrouvent au Cap Bon

(Djebel Abderrahman) et disséminent dans la dorsale tunisienne jusqu'au Djebel Serj qui est la station la plus méridionale.

Au Maroc, l'aire de répartition ne se limite pas aux régions méditerranéennes mais englobe aussi plusieurs régions le long du littoral atlantique à la latitude de djebel Amsitten et y recouvre 400 000 ha.

I .2.3.2.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).****(Fig.3).**

Les principales subéraies algériennes sont localisées dans le Tell Oriental, situées essentiellement en zones subhumides et humides au Nord-est de l'Algérie jusqu'à la frontière tunisienne **(Zeraïa, 1982)**. Elles se répartissent à travers 22 wilayas **(Ouelmouhoub, 2005)**.

Le chêne liège s'étend d'une manière assez continue le long de la zone littorale et reste disséminé sous forme d'îlots de moindre importance dans la partie Ouest.



Figure 3: Répartition géographique de chêne liège en Algérie (D.G.F, 2003)

Il ressort de cette figure que les plus vastes massifs (représentant des dizaines de milliers d'hectares) sont localisés à l'est du pays, région qui renferme à elle seule près des 4/5 de la subéraie algérienne (**Boudy, 1950 ; Natividade, 1956**).

Selon **Yessad (2000)**, les subéraies Algériennes couvrent trois faciès : l'occidental montagnard, l'oriental littoral et l'oriental montagnard.

Tableau 2 : La répartition nationale des subéraies algériens (Yessad, 2000)

Subéraies orientales		Subéraies occidentales	
Skikda	40 000 ha	Tlemcen	2 000 ha
Jijel – El-Milia	40 000 ha	Chleff	3 000 ha
Guelma	20 000 ha	Médéa	2 00 ha
Annaba - El-Tarf	30 000 ha	Blida	1 000 ha
Tizi-Ouzou	10 000 ha		
Bouira	1 500 ha		
Total	141 500 ha		6 200 ha

Un dernier inventaire indique qu'il est possible de revaloriser environ 440.000 ha de forêts pouvant favoriser le développement du chêne-liège, ce qui représenterait :

* 50 % du patrimoine maghrébin de chêne-liège.

* 22 % du patrimoine mondial de chêne-liège.(**Yalaoui,2000**).

Les peuplements les plus importants se localisent dans la wilaya d'El-Taref,Skikda, Jijel, Annaba, Bejaia et Tizi-Ouzou, dont seulement 229 000 ha sont considérés comme productives (**C.F.W.T,2015**).(Fig.4) .

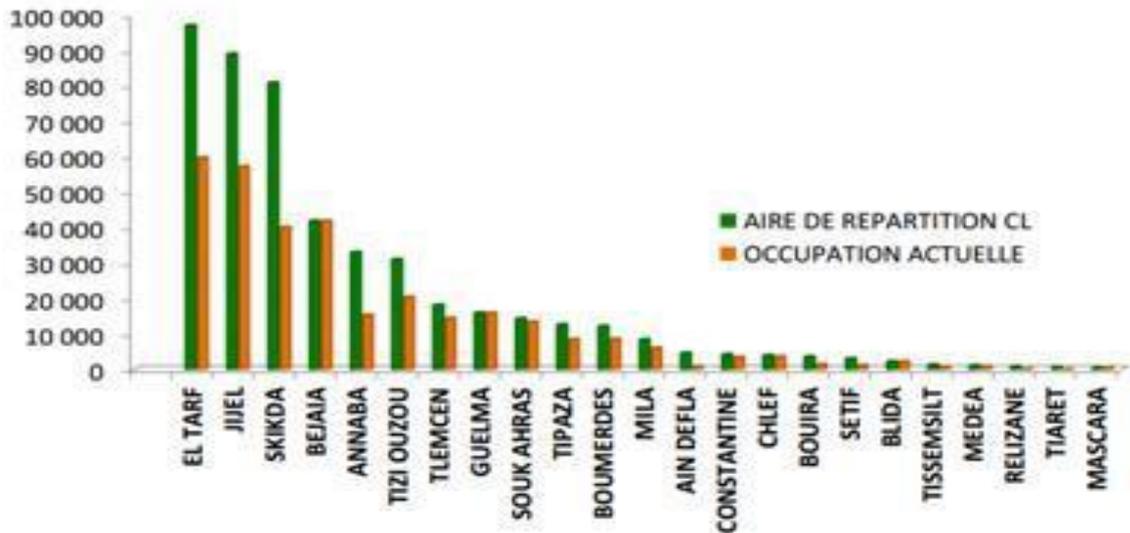


Figure 4 : Superficies forestière actuellement occupées par le chêne liège par rapport aux superficies originelles (Bouhraoua, 2013).

1.2.4. Exigences écologiques

Le chêne-liège est une essence méditerranéo-atlantique. La répartition géographique de l'espèce est définie par ses exigences écologiques qui sont de quatre ordres :exigences en lumière, chaleur, humidité et refus des sols calcaires.

- **La température**

Quercus suber est une espèce relativement thermophile, liée aux variantes non froides des bioclimats humides et subhumides, voire semi-aride en cas de compensation hydrique (nappe phréatique ou forte humidité de l'air (El Antry Tazi *et al.*, 2008). Il demande une température douce, dont l'optimum se situe entre 13°C et 18°C. Et **toubi (1996)**, affirme que le préférendum thermique du chêne - liège oscille dans un intervalle de 13 à 18°C. Ce même auteur a suggéré que le chêne-liège est une espèce héliophile à l'âge adulte, les semis ont besoin d'ombre pour éviter les brûlures de l'apex c'est pourquoi les jeunes glands poussent souvent dans les touffes du maquis

L'arbre peut supporter de fortes chaleurs occasionnelles (35 à 40°C) (Bouhraoua,2003), elle ne supporte pas longtemps les gelées de -9°C, (1 à 2 jours) (Boudy, 1952). Quand la température descend en dessous de 3°C, en hiver l'arbre entre en repos physiologique (Bouchafra et Fraval,1991).

- **Lumière**

Le chêne liège est une espèce héliophile considéré comme une plante de pleine lumière, il exige une forte insolation. Des observations quantifiées, confirment que la survie des semis et leur croissance augmente sensiblement avec l'éclairement relatif (**Chollet,1997**). La cohabitation avec d'autres essences à la cime peu compacte comme le pin maritime ou le pin parasol est possible, mais c'est en peuplement pur, voire en lisière des parcelles qu'il se développera le mieux (**Belhoucine, 2008**).

- **l'humidité**

L'espèce est xérophile et nécessite une humidité atmosphérique d'au moins 60%, même en saison sèche, et d'une pluviométrie allant de 500 à 1 200 mm/an. Ces conditions ne se rencontrent que près de la mer en région méditerranéenne, et jusqu'à 200 ou 300 km à l'intérieur des terres sur la façade atlantique. Ces exigences varient néanmoins selon les particularités des stations qu'il colonise : exposition (Nord/Sud), topographie (sommet, fond de vallon), proximité de la mer, ...

L'arbre est remarquablement plastique vis-à-vis des précipitations. Sa moyenne annuelle varie 441 à 1700 mm, il est exigeant en humidité atmosphérique, surtout en saison sèche, condition qu'il rencontre seulement au voisinage de la mer en zone méditerranéenne mais jusqu'à 200 à 300 kilomètres des côtes atlantiques (**El Antry Tazi et al., 2008**).

Maire (1926), souligne que le *Quercus suber* ne se développe que dans les régions où les précipitations sont fortes (600 mm). Selon **Zeraia (1981)**, la fréquence des pluies pendant la période estivale constitue l'élément le plus important pour la régénération du chêne-liège.

1.2.5. Exigences édaphiques

Le sol des subéraies est largement acide ou voisin de la neutralité entre 6 et 6,5 de pH. La répartition limitée du chêne-liège est aussi en relation avec ses exigences édaphiques, il est calcifuge, il ne supporte ni le sous-sol calcaire ni les chlorures (**Natividade, 1956**). **Yessad (2000)** affirme que le chêne-liège prospère sur les terrains siliceux à horizon supérieur sableux qui lui est vraisemblablement un caractère général et d'une nécessité édaphique fondamentale.

I.2.6. La croissance

La croissance du chêne-liège est rythmique, elle est caractérisée par des vagues appelées également «flush» (**Alatou, 1992**). L'expression temporelle correspond à une alternance de période d'allongement de la tige et de repos du bourgeon apicale. L'expression spatiale correspond à une variation de la longueur des entre-noeuds et au nombre d'ensemble foliaires formés par unité de temps au rythme de dégagement des feuilles et morphogenèse de ces ensembles qui sont :

- Les ensembles foliaires à stipules écailleuses : qui correspond aux premières pièces foliaires se développant sur l'axe caulinaire.
- Les ensembles foliaires à limbe assimilateur stipulé : ce sont les feuilles lobées du chêne.
- Les ensembles foliaires à limbe avorté stipulé : ces ensembles entourent le bourgeon terminal écailleux à la fin d'une vague de croissance (**Alatou, 1994**).

I .2.7. Régénération

Il existe trois possibilités de multiplication de l'espèce

- Régénération naturelle (semis naturel)

Depuis les années cinquante, il a été admis que la régénération naturelle est très aléatoire (**Boudy, 1950 ; Marion, 1955 in Bouchaour Djabeur et al, 2011**). Partout en Algérie, la régénération par semi-naturel est déficiente en raison du manque de sylviculture. Etant une espèce de lumière, à tous les niveaux de son développement, le jeune semis issu d'un gland supporte mal le couvert végétal et finit par disparaître à l'ombre de ses concurrents (**Belabbes, 1996**).

-Régénération par rejet de souche

Selon **Cemagref (1983)**, les souches peuvent rejeter et donner des rejets vigoureux jusqu'à un âge très avancé (75 à 80 ans), selon les conditions écologiques.

Le chêne-liège drageonnerait sur des racines superficielles ayant subi un traumatisme. D'après **Belabbes (1996)**, le chêne-liège est doté d'une grande faculté de rejeter vigoureusement après recépage mais la méthode est peu utilisée en Algérie en raison du manque d'information sur ses possibilités de production.

-Régénération assistée (semis directe et plantation) :

Le gland de chêne-liège possède suffisamment de réserves pour faire face aux différents aléas climatiques, malheureusement cet avantage va à son contre puisqu'il constitue une paroi d'excellence à certains prédateurs tels que le sanglier et les rongeurs.

Les plantations à base de chêne-liège en Algérie comme dans le pourtour méditerranéen font également défaut suite à la non maîtrise des techniques d'élevage de plant en pépinière, le problème majeur auquel les pépiniéristes sont confrontés demeure l'enroulement des racines latérales et la forte croissance du pivot qui provoque le problème de chignon lorsqu'il atteint le fond du sachet, avant même l'apparition de la tigelle dans les pépinières au sol.

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 %).

I.2.8. Les différents types de peuplements de chêne liège

En Algérie, le chêne liège forme généralement des peuplements purs pouvant être mélangés localement avec d'autres essences selon l'altitude, l'exposition, le climat et la nature du sol.

La présence de certaines espèces envahissantes à croissance et régénération rapides, constitue une sérieuse menace pour le chêne liège (**Bouhraoua, 2003**).

Le chêne liège se mélange habituellement au chêne vert, au pin maritime, au pin d'Alep et voire même à l'olivier et au Cèdre (**Boudy, 1952 ; Puyo, 2006**). Nous pouvons retrouver également selon **Natividade (1956) ; Quezel (2000)**, le chêne tauzin, le tamarix, le châtaignier et le caroubier en plus du frêne oxyphille, le micocoulier, le merisier et le poirier au Maroc (**El Yousfi, 1991**).

Essence de lumière par excellence, le chêne liège donne naissance à des peuplements clairs, ouverts, dans lesquels le sous-bois joue un rôle prépondérant. Ce dernier est surtout développé sur les terrains siliceux de l'étage humide (grès numidien). Il s'agit d'une flore plutôt hygrophile comme les Lianes (*Smilax aspersa*), le Lierre (*Hedera helix*), la Fougère aigle (*Pteridium aquilinum*) et le Laurier rose (*Nerium oleander*), la Myrte (*Myrtus communis*), la Bruyère arborescente (*Erica arborea*), l'Arbousier (*Arbutus unedo*), le Lentisque (*Pistacia lentiscus*), et la Phyllère (*Phillyrea angustifolia*). En altitude, nous

retrouvons aussi le Cytise à 3 fleurs (*Cytisustriflorus*), le Calycotome épineux (*Calycotomespinosa*), l'Aubépine (*Crataegus monogyna*) et divers Cistes. Dans les peuplements denses, ce sous-bois est par contre, moins développé. En semi-aride, il pousse un sous-bois à caractère xérophile composé essentiellement de Cistes (*Cistus salviiflorus*, *C. monspeliensis*, *C. ladaniferus*, etc.), de Lavandes (*Lavandula atlantica* et *L. stoechas*), de Doum (*Charaerophum humilis*) et d'Hélianthèmes (*Helianthemum halimifolium*) (Boudy, 1950-1952; Natividade, 1956; El Yousfi, 1991; Quezel, 2000; Amandier, 2006).

I.2.9. Dépérissement

C'est un phénomène qui est apparu dans la région méditerranéenne dès le début du XX^e siècle (Natividade, 1956). Mais, il a commencé à prendre des dimensions relativement importantes à partir des années 80-90 au Portugal (Sousa *et al*, 1995), en Italie (Marras *et al*, 1995), en Espagne (Garolera, 1988), en France (Nageleisen *et al*, 1989), au Maroc (Bakry et Abourouh, 1996) et en Algérie (Bouhraoua *et al*, 2002).

Actuellement, la majorité des subéraies Algériennes se trouve dans un état déplorable et une grande partie est vouée encore à disparaître (Messoudène, 2000). Selon Bouhraoua, (2003), l'apparition du phénomène de dépérissement surtout à l'Ouest du pays, sur des jeunes sujets (moins de 15 ans et des arbres adultes),

L'analyse des agents explicatifs de ce phénomène conduit à conclure que les interactions des différents facteurs biotiques et abiotiques sont d'autant plus complexes que la prédisposition à la vulnérabilité de la subéraie se développe. À l'ouest algérien également, la production de cette espèce chute graduellement, son aire régresse de plus en plus et l'allure de la forêt qu'elle constituait se trouve constamment modifiée (Bouchaour-Djabeur, 2001).

Le dépérissement peut s'expliquer par la conjonction de trois types de facteurs :

a- Les facteurs prédisposant: qui caractérisent les peuplements vieillissants, récemment incendiés en exposition sud, ou sur station à trop faible réserve en eau. Ces facteurs agissent tout au long de la vie de l'arbre et concernent la mauvaise gestion de la forêt, les pratiques inappropriées (Ruiu *et al*, 2005) ainsi que la perturbation de la structure du sol et de la fertilité.

b- Les facteurs déclenchants: sont ceux qui conduisent au déclenchement du phénomène de dépérissement tels les changements climatiques (sécheresse) (**Brasier et Scott, 2008; Costa et al, 2010**) et l'écorçage excessif.

c- Les facteurs aggravants : les facteurs prédisposants et/ou déclenchants ne provoquent pas à eux seuls le dépérissement des arbres. Il est nécessaire que des facteurs aggravants interviennent tels les insectes, les champignons ou encore l'homme (par un démasclage mal effectué engendrant des blessures à la mère, de mauvaises façons culturales ou des levées exagérées) (**Belaidi,2010**).

En effet, selon **BenJamaa et Piazzetta (2006)** les principaux facteurs de prédisposition associés au déclin des peuplements de chêne liège par pays se résument comme suit (**Tab.3**):

Tableau 3: Principaux facteurs associés au déclin des peuplements de chêne-liège (**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
Déliègeage mal effectuée	Tunisie, Maroc, Algérie, France

➤ **La mauvaise gestion**

Souvent on avance comme causes principales de la dégradation des subéraies les facteurs écologiques ; or, c'est plutôt la mauvaise gestion et une pression anthropozoogène pesante et permanente qui sont à l'origine de cette situation alarmante qu'elles connaissent. L'autre volet et non des moindres en matière de gestion c'est le choix des concessions, sans aucune maîtrise de la dynamique phytoécologique et éco-physiologique des peuplements. A cela, il faut ajouter l'absence de professionnels de récolte du liège et de sylviculteurs chevronnés aguerris aux milieux de l'Oranie. Les techniques sylvicoles appliquées sont celles des

peuplements de l'étage bioclimatique subhumide. Des autorisations d'exploitation sont attribuées sans aucune connaissance de la densité et de la répartition des âges (perches, petit bois, bois moyens, gros bois), ni des conditions climatiques (bilan hydrique) et édaphiques (bilan carbone et matière organique), ni des conditions sanitaires des arbres.

➤ **Les incendies**

Le facteur de dégradation le plus redoutable de la forêt algérienne est, sans conteste, l'incendie (**Madoui, 2002 ; Missouni et al, 2002 in Brriah,2015**).

Le chêne-liège est une plante pyrophyte, grâce à l'épaisseur de son écorce, il résiste assez bien à l'incendie. Les arbres exploités résistent encore plus au feu (sauf si le feu vient juste après le démasclage), parce que le liège, un des tissus végétaux le plus isolant, renforce la résistance du chêne-liège vis-à-vis du feu (**Varela, 2004**). Mais, le liège ne protège l'arbre que si son épaisseur est suffisamment épaisse, soit plus de 8 – 10 mm (**Ghalem,2006**).

En Algérie, la surface de la forêt de chêne-liège affectée par les incendies (1992 à 1997 et 2001) est de 90 987.39 ha avec 31.66%, (**Mezali, 2003**).

Les statistiques données par la Direction Générale des Forêts (DGF) pour une période de 27 ans (1985-2012), montrent que les incendies de forêts ont ravagé une surface totale en chêne liège d'environ 200 000 hectares ce qui représente une surface moyenne annuelle de 7300 hectares (**Berriah, 2015**).

➤ **Le surpâturage**

Le surpâturage est devenu au cours de ces dernières décennies l'un des facteurs les plus marquants de la dégradation des subéraies, à cause de la charge excessive en bétail exercée sur la forêt (**Letreuch-Belarouci, 2000 ; Sebei et al., 2001 ; Hasnaoui et al., 2006**). Il entraîne des conséquences graves à la fois mécaniques (tassement du sol, asphyxie des racines) et écologiques ; modification de la composition floristique des groupements végétaux et la régression de certains taxons voire même leur disparition (**Bouazza et Benabadji, 1998**). Le pâturage intensif est donc la cause principale de l'évolution des espaces forestiers vers parfois les formations matorrals (**Bouazza et al., 2001**).

➤ **Défrichement**

Si les défrichements ont existé depuis l'époque romaine, ils se sont accélérés durant la colonisation française et continuent de se pratiquer de nos jours. De 1893 à 1941, le domaine forestier a perdu 116 000 ha de forêts au profit de l'extension des cultures coloniales (Fosa, 2000). A partir d'une forêt initiale, le labour pour gagner des terrains de culture a été pendant des siècles un facteur d'évolution régressive (Amandier, 2002).

➤ **Les champignons**

De nombreux champignons sont associés au chêne-liège à savoir des champignons pathogènes, saprotrophes et symbiotiques. Selon Sousa *et al.* (2007), les champignons pathogènes peuvent être distingués comme des agents pathogènes primaires tels que *Phytophthora cinnamomi* et *Botryosphaeria* spp., ou comme agents pathogènes secondaires tels que *Armillariamellea*, *Biscogniauxiamediterranea*, *Coryneummodonium* et *Endothiellagyrosa*.

➤ **Les insectes ravageurs du chêne-liège**

Les attaques du chêne-liège par des insectes peuvent être liées aux changements écologiques de l'écosystème associés aux symptômes de dépérissement. Diverses espèces d'insectes s'attaquent au chêne-liège. Cependant, les insectes défoliateurs sont ceux qui agissent directement par l'affaiblissement de l'arbre et facilitent l'installation des insectes xylophages (Sousa, 1995).

Les arbres de chêne-liège sont vulnérables à la défoliation par les insectes pendant leur période de pullulation. L'attaque peut se prolonger sur plusieurs milliers d'hectares et peut persister pendant deux ou plusieurs années successives (Branco *et al.*, 2014).

Parmi les insectes les plus fréquemment rencontrés nous citons : les défoliateurs (*Lymantriadisparet Tortrix viridana*), les xylophages (*Cerambyxcerdo*, *Platypuscyllindrus*), corticaux ; la fourmi du liège (*Crematogasterscutellaris*), les Vers blancs attaquant les racines et le dévastateur des glandées (*Balaninuselephas*), (Abgrall *et al.*, 1991;Dumerle et Attie, 1992 ; Khou, 1993 ; Villemant et Fraval, 1993).

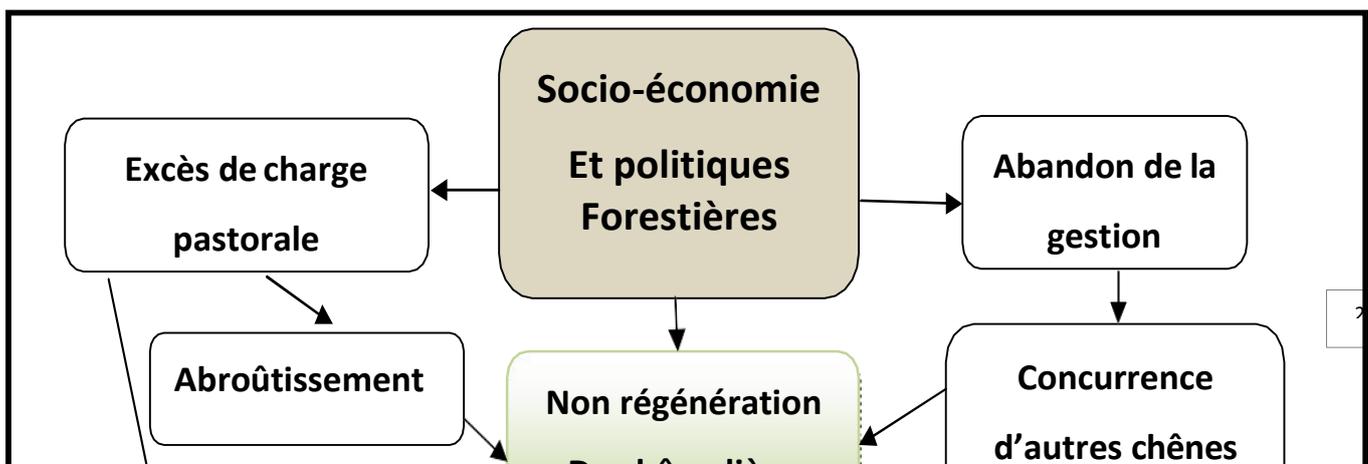


Figure 5: Dépérissement du chêne-liège résulte de multiples interactions.(Belaidi,2010)

I.2.10.Le liège

Le liège est un produit naturel qui, par sa nature et l'hétérogénéité des facteurs de sa production, présente une forte variabilité qualitative, d'où la difficulté à définir avec

exactitude le concept de « qualité » (Carrasquinho, 1987). Dans le liège, les caractères morphologiques sont souvent des indicateurs de cette qualité et ce, par la relation étroite qui existe entre les propriétés du matériau, les caractéristiques et la disposition des tissus subéreux.

I.2.10.1. 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).

Sur une coupe transversale du tronc ou d'une branche de chêne liège, on observe trois zones concentriques : le bois au centre, le liège à l'extérieur et le liber entre les deux. Entre le bois et le liber se trouve l'assise libéro-ligneuse (cambium) qui donne à l'extérieur le liber et à l'intérieur le bois. Entre le liber et le liège l'assise subéro-phellodermique ou phellogène donne à l'extérieur le liège et à l'intérieur un très mince tissu : le phelloderme (**Fig.6**).

Le phellogène apparaît très tôt sur les jeunes pousses. Le liber riche en tanin, souvent appelé "Mère" du liège, est un tissu vivant. Il comporte les vaisseaux qui transportent la sève élaborée. Le liège, par contre, est un tissu mort. Il a un rôle protecteur, c'est l'écorce de l'arbre.

Tous les arbres produisent des couches de cellules subérisées comme forme de protection, mais seul le chêne-liège est capable de « construire » son écorce extérieure en ajoutant annuellement des anneaux de liège issus de l'activité d'un ensemble de cellules mères – le phellogène.

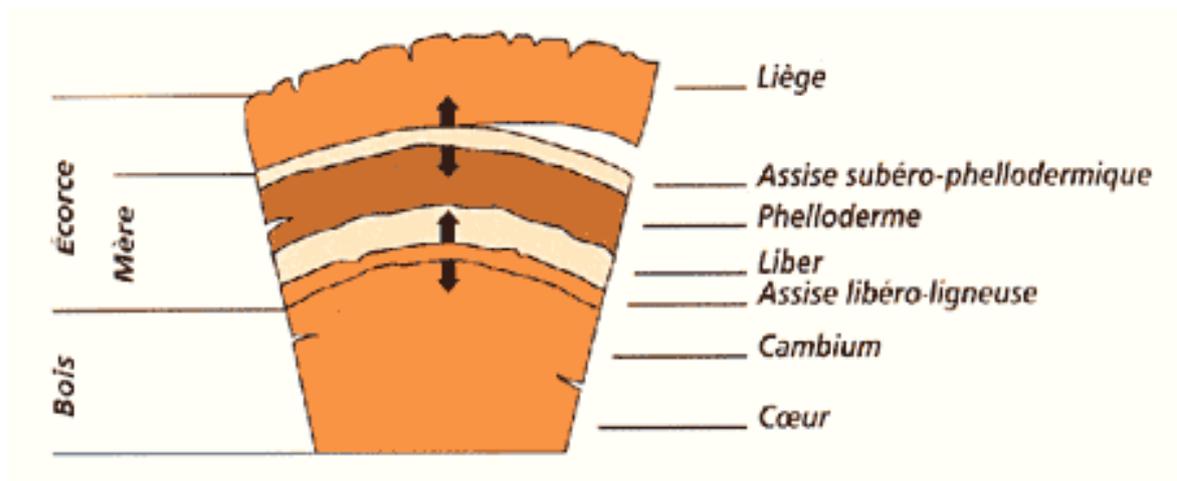


Figure 6. Coupe transversale d'un tronc de chêne liège (Younsi, 2006).

I.2.10.2. Production du liège

➤ **Production mondiale**

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 difficile les comparaisons notamment dans le temps.

Cependant, selon l'Association Portugaise du Liège (APCOR), la production mondiale de liège se situerait aux environs de 300.000 tonnes par an et se repartie par pays producteur comme suit (**Fig.7**).

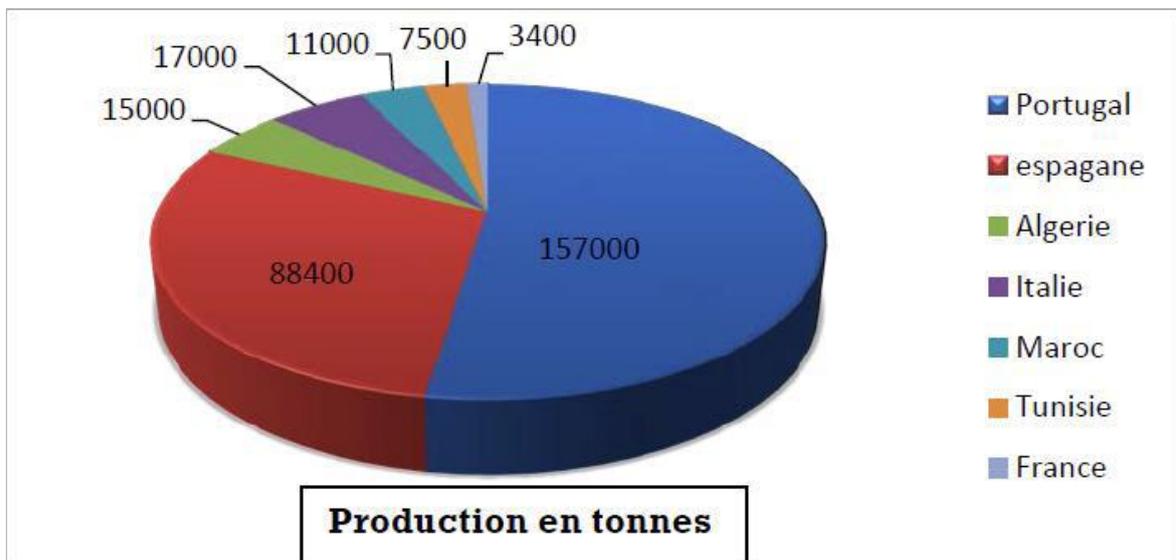


Figure 7 : Répartition de la production du liège dans le monde en tonne (*)

➤ **Production algérienne**

Les peuplements de Chêne liège se trouvent majoritairement concentrés dans le tell oriental (82%), le tell central occupe la seconde position avec 15.6%, suivi du tell occidental avec 2.4% (**Abbas, 2006**).

La subéraie algérienne assure une production annuelle de 12431 tonnes de liège, moyenne calculée de 1964 à 2008 (**Billal, 2010**). Elle est en grande partie transformée à travers les unités installées dans la région Est, notamment dans la wilaya de Jijel. Cette quantité de liège ne représente qu'à peine 38.43% de la production de la période 1939-1951, soit 32340 tonnes de liège selon **Boudy, (1950)**.

Au nord-ouest algérien, il s'agit des subéraies du secteur littoral au nord et les subéraies de montagne ou de l'Atlas tellien au sud (**Boudy, 1955 ; Quezel, 2000**), Couvrant une superficie

ancienne de 9 000 ha (**Thintoin, 1948**), ces subéraies offraient un volume moyen de liège de 3 000qx/an (1,3 % du total national) de qualité excellente, surtout celui provenant d'Oran (M'sila) et de Tlemcen (Hafir) (**Boudy, 1955**) (**Fig. 6**). Ces deux forêts représentent toujours aujourd'hui les plus importantes zones productrices de liège de la région ouest. Malheureusement, à l'instar des autres régions méditerranéennes, la régression des étendues forestières a également touché les subéraies algériennes ; ce recul continu affecte la production et la qualité du liège (**Fig.7**). A l'ouest également la production de liège a aussi sérieusement diminué pour atteindre en moyenne 500 qx/an c'est-à-dire 0,5 % du total national (**DGF, 2008**).

Dehane et al., (2013) confirment la régression de la production nationale par la situation sylvicole et forestière qui règne dans nos subéraies due principalement aux incendies de forêts récurrents mais aussi au vieillissement des peuplements, l'enrésinement, l'absence de travaux sylvicoles, l'embroussaillage, l'abandon des forêts, manque de plans de gestion subéricoles, mauvaise exploitation du liège, etc... Cette production oscille en moyenne entre 15 000 tonnes (1964 - 1973) et 8 000 tonnes au cours de la dernière décennie (2004 - 2012).

La production de liège suit la même tendance, la région Est produit annuellement 82908 quintaux de liège (soit 90%), la région centre assure 8313 (9%) et la région ouest ne fournit que 787 quintaux, soit à peine 1% de la production nationale.

Localement, la wilaya de Jijel assure une production annuelle de 22913 quintaux de liège de reproduction, soit 22% de liège produits dans la région Est et 24,90% de la production nationale (**Bilal,2010**)(**Fig.9**).

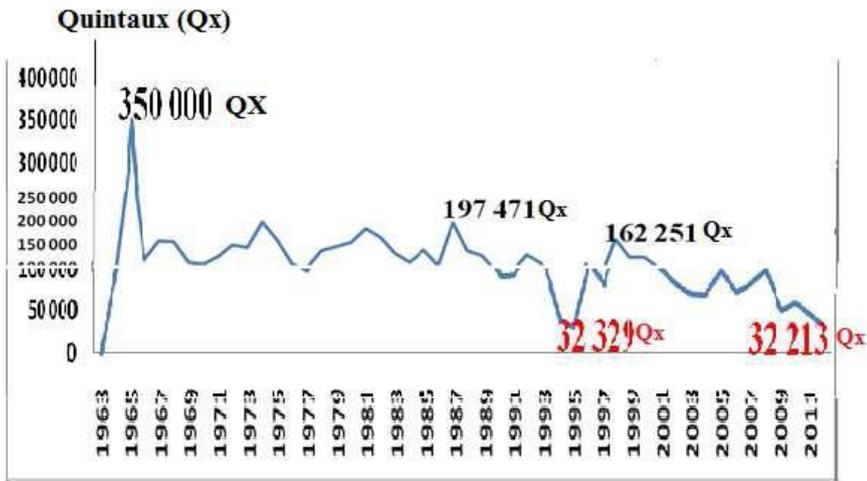


Figure 8 : Production annuelle de liège en Algérie entre 1963 et 2012 (D.G.F., 2013).

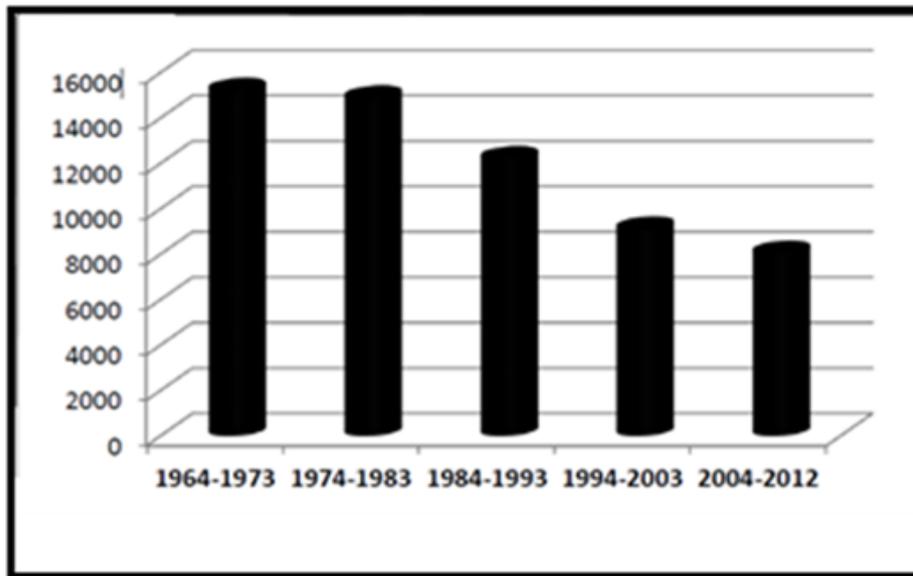


Figure 9: Evolution décennale de la production du liège en Algérie (Volume moyen annuel en tonne) (Dehane *et al.*, 2013).

I.2.11. Sylviculture et aménagement du chêne liège

a-Subériculture

Ce traitement a pour objectif la mise en valeur et la récolte du liège uniquement, c'est en quelque sorte une exploitation industrielle, elle comporte deux phases successives.

- **Le démasclage:** C'est une opération qui consiste à enlever le liège mâle sans endommager l'assise génératrice (**Anonyme, 1927; Boudy, 1950**). Cette opération peut être appliquée quand l'arbre atteint l'âge de 25 à 50 ans et atteint une circonférence d'au moins 0.60 à 0.70 m, à 1 m du sol (**Bouchafra et Fraval, 1991**). La hauteur de démasclage est déterminée à partir de la circonférence multipliée par un coefficient appelé « Coefficient de démasclage », ce dernier est variable et dépend de la fertilité des stations, de la végétation et de l'étage bioclimatique (**G.G.A., 1927 ; Saccardy, 1937 ; Boudy, 1950 ; A.N.F., 1992**).

- **Le déliègeage:** c'est la récolte de liège de reproduction elle se pratique quand le liège devient mûr est exploitable et peut avoir une épaisseur qui lui permet d'être utilisé en industrie. En Algérie, la récolte de liège se pratique avec des rotations de 9 à 12 ans mais ne doit pas dépasser 15 ans (**Anonyme, 2005**). Ce liège est récoltable périodiquement en période de pleine sève entre mi-mai en plaine, mi-juin en montagne et prend fin en août (**Boudy, 1950 ; Natividade, 1956**).

b-Sylviculture

Ayant pour objet d'assurer le renouvellement et la pérennité des peuplements en leur appliquant les traitements culturaux nécessaires (**Yessad, 2000**).

- Futaie régulière

La futaie régulière se conduit assez facilement. Les éclaircies ont pour objectif de diminuer la densité au profit des arbres les plus productifs, autour d'une à trois classes de diamètres, tout en conservant un couvert suffisant. Elles sont réalisées à chaque récolte. La densité finale préconisée est de 350 à 400 tiges par hectare (**C.F.T., 2008**).

- Futaie irrégulière

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

renouvellement continu du peuplement. Elle nécessite cependant des interventions sylvicoles régulières pour maintenir l'équilibre (C.F.T., 2008).

- **Taillis sous futaie**

Le taillis sous futaie est constitué d'un taillis plus ou moins vigoureux, coexistant, avec une futaie plus ou moins claire appelée réserve, formée d'arbres d'âge gradués. Dans le traitement du taillis sous futaie, les régénérations sont réparties sur l'ensemble des parcelles, par trouées d'étendue suffisante pour en assurer le suivi. Si l'ensemencement naturel est insuffisant, le recours à la plantation s'avère indispensable. Le chêne liège est une excellente de taillis sous futaie, ce régime est bien adapté à la culture du chêne liège. Il fait état de très nombreuses réflexions dans la tendance des objectifs économiques, écologiques et sociaux (Ben Khemou et Bouakiz, 2004 in Fatmi, 2014).

I.2.12. Reboisement de chêne liège en Algérie

Le reboisement vise à compléter et à parfaire les rôles fondamentaux joués par la forêt naturelle, et constitue, dans ce cadre, une option stratégique, pour la restauration, la réhabilitation et la régénération des ressources forestières, la valorisation des milieux forestiers et la protection des sols et de l'environnement, en général.

La dégradation de la forêt algérienne, en particulier celle de chêne liège, a atteint un point critique avec une réduction d'environ de 50% de la superficie subéricole productive en 50 ans. Les statistiques montrent que 70,1% des peuplements sont âgés et 7 400 ha en moyenne des superficies sont incendiés par an. Ainsi plusieurs facteurs de dégradation ont aggravé la situation de la subéraie nationale comme les maladies, le vieillissement, le manque des travaux sylvicoles...etc.

Lechanie (2006), établit dans le tableau 4 la réalisation en reboisement et en repeuplement de chêne liège en Algérie depuis 1962.

Tableau 4 : Réalisation en reboisement de chêne liège en Algérie depuis 1962

Années	Réalisation		
	1962-1999	2000-2005	Premier trim.2006

Monographie du chêne liège.

Peuplement	500	2735	487	3722
Reboisement	100	2295	366	2761
Total	600	5030	853	6483

La superficie réalisée durant la période 1962-1999, est faible et ne représente que 600 ha. Pour cela, le plan national de reboisement prévoit une planification de 1 245 900 ha sur 20 ans, dont 163 000 Ha en plantation de chêne liège, soit 13% des reboisements.

Le bilan de la réalisation en chêne liège (reboisement et repeuplement) depuis le lancement du PNR (janvier, 2000), est de 5 882 Ha, soit 4% de l'objectif fixé.

Les réalisations à mi-parcours ne couvrent pas la moitié de ce qui devrait être réalisé. En effet, en 10 ans, la superficie totale plantée est de 216 344 ha soit 17%. Mais en parallèle, les incendies ont brûlé plus que ce qui a été planté soit 308 914 ha. S'agissant du chêne-liège, on sait depuis longtemps qu'il se régénère difficilement par semis et le recours à la plantation s'impose si on veut assurer la durabilité de l'exploitation de cette ressource naturelle renouvelable à savoir le liège.

**Tableau 5 : Taux de réussite des reboisements en chêne-liège en Algérie
(Campagnes 2001-2011)**

	Surface parcourue (ha)	Surface boisée (ha)	% de réussite
Skikda	3480	2135	61
Jijel	3470	1592	46
Boumerdes	418	164	39
El Taref	1555	584	38
Sétif	340	123	36
Tizi Ouzou	1562	394	25
Bejaia	1015	220	22
Tlemcen	630	83	13
Oran	210	10	05
Souk Ahras	885	45	5

D'après les statistiques des résultats sont dans leur ensemble non satisfaisants et doivent être profondément analysés de près et comparés à la réalité du terrain pour pouvoir parler de peuplements artificiels de chêne liège effectivement créés (densité, état de croissance, travaux d'entretien apportés, etc.).

I.2.13. Utilisation

Par ses propriétés physiques et mécaniques, le liège occupe une place importante dans l'économie industrielle

- **bouteilles** : Bouchons en liège naturel, rondelles de liège naturel ou aggloméré.
- **réfrigération** : agglomérés d'isolement thermique ou vibratoire
- **construction civile** : agglomérés d'isolement thermique, acoustique ou vibratoire, panneaux de liège vierge ou agglomérés de revêtement pour la décoration et le confort des intérieurs, granulés pour linoléums

- **industrie automobile ou aéronautique** : butoirs pour moteurs ou cadrans, flotteurs et indicateurs de niveau, disques d'embrayage, tapis, liège élastomère pour joints de culasse ou carburateur.
- **construction navale** : aggloméré d'isolement thermique, acoustique ou vibratoire, panneaux de revêtement et décoration, ceintures et bouées de sauvetage, amortisseurs d'accostage, flotteurs divers
- **industrie des transports** : aggloméré d'isolement thermique, acoustique ou vibratoire, revêtements intégrés, aggloméré anti-vibrations dans les assises des rails
- **industrie lourde** : aggloméré pour montages anti-vibrations, liège élastomère pour joints (gaz, hydrocarbures) et cales.
- **industrie de la verrerie et céramique** : disques pour polissage, obturateurs pour pots, fioles et éprouvettes
- **industrie de la pêche** : bouées et flotteurs pour filets, lignes et balises, manches de canne à pêche
- **industrie de la chaussure** : semelles extérieures intérieures en liège naturel ou aggloméré, talons
- **industrie des tabacs** : papier pour bout de cigarettes
- **industrie pharmaceutique** : bouchons et emballages pour équipement de laboratoire
- **industrie de l'emballage** : granulés et laines de liège pour conditionnement de fruits et articles fragiles, coffrets, étuis.
- **Divers** : tableaux affichage, sous-verres et sets de table, tapis, boîtes, pots à crayons, calendriers, cendriers, tableaux, pense-bêtes, porteplumes, poignées de raquettes, balles, cibles, doublures pour casques, bourres de chasse, papier, laine pour matelas et coussins, bijouterie et maroquinerie, valves pour instruments de musique...(Younssi,2006 ;Berriah, 2015).

II. Le genre *Bothryosphearia*

Le déclin des chênes a été signalé dans la région méditerranéenne, depuis le début des années 1980, de plus en plus grave à la fin de la décennie. Plusieurs facteurs, d'intensités variables, ont été impliqués dans ce processus dont les champignons phytopathogènes. La plupart de ces agents pathogènes sont opportunistes et colonisent les tissus de chênes affaiblis par les facteurs abiotiques ou biotiques. L'interaction des ravageurs et des agents pathogènes avec le chêne est généralement considérée comme l'ultime étape avant la mort des arbres.

Les agents pathogènes impliqués dans le déclin du chêne-liège peuvent affecter tout l'arbre, la racine, le tronc, les branches et, dans une moindre mesure, les feuilles. *Phytophthora cinnamomi* représente la principale pourriture des racines pathogènes (Camilo-Alves *et al.*, 2013). Néanmoins, la détection à basse et haute fréquence, respectivement, de *Pythiumspiculum* et *Pythiumsterilum* dans les peuplements en déclin, suggère une gamme d'agents pathogènes de la pourriture des racines impliqués dans le déclin du chêne (Romero *et al.*, 2007). D'autres agents pathogènes, provoquant le dessèchement des branches, la nécrose vasculaire et les chancres sur les troncs sont également cités comme principaux facteurs de déclin du chêne-liège, notamment *Biscogniauxiamediterranea* (anciennement *Hypoxylonmediterraneum*), *Botryosphaeria stevensii* et *Diplodia corticola* (anamorphe de *B. stevensii*) (Elbadri et Abadie, 2000; Luque *et al.*, 2000; Henriques *et al.*, 2016).

L'aggravation de tous les facteurs de déclin en raison des changements mondiaux (climatiques) et de leur interaction peut affecter de façon drastique et durable le fonctionnement de l'écosystème du chêne-liège (Martín *et al.*, 2005; Acácio & Holmgren, 2014; Sallé *et al.*, 2014; Tiberi *et al.*, 2016; Hubbart *et al.*, 2016).

Parmi les différentes maladies qui affectent les troncs de chêne-liège, la maladie du chancre de *Botryosphaeria* est probablement la plus nuisible à la production de liège (Junta de Andalucía, 2009). Cette maladie est présente en Andalousie (Sánchez *et al.*, 2003) et dans d'autres régions productrices de liège d'Espagne, comme la Catalogne (Luque et Girbal, 1989), ainsi que dans d'autres pays du bassin méditerranéen, dont l'Italie, le Portugal et le Maroc (Ragazzi *et al.*, 1997; El-Baldri et Abadie, 2000; Alves *et al.*, 2004; Linaldeddu *et al.*, 2014).

Cette maladie est causée par le champignon ascomycète *Diplodia corticola*, décrit pour la première fois par Alves *et al.* (2004) sous le nom de *Botryosphaeria corticola*, lequel était mal

identifié et confondu avec *Botryosphaeriastevensii* (ana: *D. mutila*) (**Ragazzi et al., 1997** ; **El-Baldri et Abadie, 2000** ; **Luque et al., 2000 et 2002** ; **Sánchez et al., 2003**)

II .1.Généralités sur le genre *Botryosphaeria*

Les *Botryosphaeriaceae* englobent une gamme de champignons morphologiquement divers qui sont des agents pathogènes, des endophytes ou des saprobes, principalement sur des hôtes ligneux. En 1918, ils furent intégrés à la sous-famille des *Pseudosphaeriaceae* de la famille des *Botryosphaeriaceae* par Thiessen et Sydow. On les trouve dans toutes les zones géographiques et climatiques du monde, à l'exception des régions polaires.

Bien que Theissen(1916) ait classé les *Pseudosphaeriaceae* dans l'ordre de *Myriangiales*, un an plus tard **Theissen et Sydow (1917)** ont jugé plus approprié d'unifier les *Pseudosphaeriaceae* avec les *Dothideaceae* (**Luttrell, 1951**).**Theissen&Sydow (1918)** ont alors établi la sous-classe des *Dothideineae*, pour tenir compte de l'ordre des *Pseudosphaeriales*, de la famille des *Botryosphaeriaceae* et du genre *Botryosphaeria*. En 1923, Petraka rejeté la classification de Theissen&Sydow (1918) et a placé *Botryosphaeria* dans la sous-famille *Pseudosphaerieae*, qu'il a placée dans les *Pléosporacées* (*Sphaeriales*).

En 1928, Miller a montré qu'il existait une différence fondamentale entre les tissus formant l'ascome et ceux formant la frontière des locules. Il a également montré comment ces différents types de tissus étaient corrélés avec les caractéristiques de l'ascocarp centrum. Les taxons attribués aux *Sphaeriales* avaient de vrais ascomates et paraphyses périthéciales, tandis que ceux assignés aux *Dothideales* avaient des ascomates ascostromatiques dépourvus de paraphyses. Ainsi, les espèces de *Botryosphaeria* (*Pseudosphaeriaceae*) ont été attribuées aux *Dothideales* parce qu'elles n'avaient pas de véritables parois périthéciales.

Miller (1938) a développé plus avant les concepts basés sur les caractéristiques morphologiques résultant de l'ontogénèse de la paroi périthéciale et du développement des tissus centraux. Trois ordres ont alors été reconnus. Les *Sphaeriales* avaient des périthèces et des paraphyses, et les *Dothideales* englobaient des formes ascostromatiques avec des fils interthéciaux qui apparaissaient dans la cavité ascomatale, avant le développement des asques. Après ces confirmations, Miller a conservé *Botryosphaeria* dans la famille des *Pseudosphaeriaceae*. Ainsi, *Botryosphaeria* était placée dans les *Pseudosphaeriales* et non dans les *Dothideales*.

Luttrell (1951) a reconnu deux groupes morphologiques majeurs dans les champignons pyrénomycètes. Il a également souligné la signification des caractères ontogénétiques des

ascmates dans la classification. Les deux principaux groupes étaient ceux avec des asques à paroi simple ou les ascomycètes unitunicates et les loculoascomycètes, communément appelés ascomycètes bitunicés (**Luttrell, 1955**). Le même auteur a également identifié huit formes de développement du centrum et a souligné la valeur taxinomique des tissus interthéciaux stériles. Par conséquent, **Luttrell (1955)** a remplacé le nom *Pseudosphaeriales* par *Pleosporales*, en se basant sur le genre le plus important du groupe avec ce type de développement centrum, et a placé *Botryosphaeriaceae* groupe.

Dans ses travaux antérieurs (1972, 1976), Barr n'avait pas étudié de spécimens de *B. dothidea* dans lesquels les tissus interthéciaux étaient clairement visibles, et malgré la claire démonstration de **Parguey-Leduc (1966)** qui montrait que *B. dothidea* présentait un type de *Pleospora* centrum, *Botryosphaeria* fut classé parmi les *Dothideales*. Plus tard, cependant, **Barr (1979)** a reconnu que l'espèce *Botryosphaeria* avait bien un centrum typique des *Pleosporales* et a conclu que le genre devrait appartenir à cet ordre. Selon **vonArx & Müller (1975)** et **vonArx (1981, 1987)**, les ordres proposés par Luttrell (**1955, 1973**) et Barr (**1972, 1987**) comprenaient une collection de genres non liés et les caractères taxinomiques utilisés pour séparer les ordres se chevauchaient. De plus, **vonArx et Müller (1975)** ne soutiennent pas le placement de genres étroitement apparentés tels que *Guignardia* et *Botryosphaeria* dans des ordres différents, à savoir respectivement les *Dothideales* et *Pleosporales* (**Luttrell 1973**). Pour cette raison, vonArx et Müller (**1975**) ont placé tous les ascomycètes bitunicatés dans les *Dothideales* d'ordre unique, comprenant deux sous-ordres et 34 familles, y compris les *Botryosphaeriaceae*. Les *Dothideales*. Tandis que **Hawksworth (1995)** ont répertorié *Botryosphaeria* dans les *Botryosphaeriaceae* et *Guignardia* dans les *Mycosphaerellaceae*, tous les deux faisant partie des *Dothideales*.

L'avènement des méthodes de séquençage de l'ADN a fourni aux taxinomistes de puissants outils pour déterminer les relations phylogénétiques chez les champignons à différents niveaux taxinomiques, des espèces aux ordres.

Plusieurs études phylogénétiques ont été réalisées en utilisant différents gènes d'ADN nucléaire et mitochondrial afin d'établir le placement ordinal des *Botryosphaeriaceae*. Cependant, ces études ont donné des résultats contradictoires et n'ont pas permis la clarification de la position taxinomique de la famille celle des *Dothideales* ou des *Pleosporales* (**Lutzoni et al., 2004**). Une approche multigène a révélé que *Botryosphaeria* et les espèces de *Guignardia* sont regroupées dans un clade séparé qui ne pouvait être correctement accueilli dans aucun autre ordre (**Scoch et al., 2006**). Pour cette raison, Crous & Shoemaker ont introduit

l'ordre des Botryosphaeriales Schoch et y ont accueilli la famille des Botryosphaeriaceae. Elle est restée la seule famille sous Botryosphaeriales jusqu'à ce que (Minnis *et al.*, 2012) aient introduit les Planistromellaceae dans cet ordre. Les espèces du genre *Botryosphaeria* se distinguent facilement de celles de *Guignardia* en raison de leurs ascomes et ascospores qui sont plus importantes, d'un stroma multiloculaire, ainsi que des caractéristiques de croissance en culture différentes (Van der Aa, 1973; Punithalingam, 1974).

Grâce à l'utilisation massive des méthodes de séquençage de l'ADN pour lier les morphes sexuels et asexuels, le nom *Guignardia* a été remplacé par le nom plus ancien *Phyllosticta* (Glienke *et al.*, 2011; Sultan *et al.*, 2011; Wikee *et al.*, 2011; Wong *et al.*, 2012). Slippers *et al.* (2013) ont introduit trois nouvelles familles supplémentaires, à savoir Aplosporellaceae, Melanopsaceae et Saccharataceae. Par conséquent, l'ordre Botryosphaeriales comprend actuellement six familles distinctes, et plusieurs genres à savoir *Diplodia*, *Lasiodiplodia*, *Dothiorella*,etc.

II .1.1. Taxonomie du genre *Bothryosphaeria*

Les Botryosphaeriaceae correspondent à des champignons à la morphologie très diversifiée qui peuvent être saprophytes, endophytes ou encore pathogènes. En 1918, ils furent intégrés à la sous-famille des Pseudosphaeriaceae de la famille des Botryosphaeriaceae par Thiessen et Sydow et trois genres furent introduits : les *Botryosphaeria*, les *Phaeobotryon* et les *Dibotryon*.

D'après Denman *et al* (2000), plus de 20 anamorphes ont été liés à *Botryosphaeria*, dont les plus courants sont *Botryodiplodia*, *Diplodia*, *Dothiorella*, *Fusicoccum*, *Lasiodiplodia*, *Macrophoma* et *Sphaeropsi*. Les mêmes auteurs ont conclu que *Fusicoccum* et *Diplodia* étaient les deux seuls genres pouvant être validés. (Zhou & Stanosz 2001; Alves *et al.*, 2004). *Dothiorella* a été ré-érigé pour accueillir les anamorphes d'un groupe de Botryosphaeriaceae à conidies pigmentées (un peu comme *Diplodia*), qui s'est déjà décoloré dans le pycnidium, et qui ont des téléomorphes avec des ascospores pigmentés (Phillips *et al.*, 2005).

Le genre *Diplodia* regroupe 18 espèces (Phillips *et al.*, 2013) dont les *D. intermedia*, *D. mutila*, *D. rosulata*, *D. sapinea*, *D. seriata* et les *D. scrobiculata*. Les asques renferment 8 spores fusiformes et hyalines pouvant être septées en une ou deux fois en vieillissant. Elles se colorent en brun avec l'âge, tout comme le mycélium qui se mélanise avec le temps. Parmi les *Diplodia*, il existe trois clades majeurs A, B et C :

o les espèces (au nombre de 11) appartenant au clade A présentent des conidies hyalines qui se colorent avec le temps et qui sont septées, après relargage du pycnide,
o les espèces appartenant au clade B présentent toutes des conidies qui mélanisent après leur formation, avant d'être relarguées de la pycnide. Elles ne sont que très rarement septées,
o enfin le clade C ne contient que deux espèces *D. corticola* et *D. quercivora* dont les conidies possèdent une morphologie proche de celles du clade A et ne diffèrent que par leur taille qui est plus large (Nivault,2017).

Le genre *Botryosphaeria* est caractérisé, pour la première fois par Slippers et al., en 2004, suite à la caractérisation de *Botryosphaeriadothidea*. Ce n'est que deux ans plus tard que l'ordre des Botryosphaeriales est décrit par Schoch et al. en 2006. En 2012, pas moins de 29 genres sont identifiés et caractérisés par leur morphologie en tant que caractère d'appartenance à cette famille (Liu et al., 2012). En 2013, 78 genres appartenant à la famille des Botryosphaeriaceae étaient recensés. En 2016, Yang et al. identifient deux nouvelles familles appartenant à cet ordre : les Endomelanconiopsisaceae et les Pseudofusicoccumaceae ainsi qu'un nouveau genre : les *Oblongocollomyces*, comportant alors 23 genres et 187 espèces dénombrées (Dissanayake et al., 2016). Plus récemment, dans une étude taxonomique approfondie sur les lignées phylogénétiques dans Botryosphaeriales, Slippers et al. (2013) ont évalué les relations phylogénétiques de tous les genres connus de la culture sur la base de données de séquence d'ADN. Dans cette étude, les auteurs ont conclu que 17 genres, dont *Barriopsis*, *Botryobambusa*, *Botryosphaeria*, *Cophinforma*, *Diplodia*, *Dothiorella*, *Endomelanconiopsis*, *Lasiodiplodia*, *Macrophomina*, *Neodeightonia*, *Neofusicoccum*, *Neoscytalidium*, *Phaeobotryon*, *Phaeobotryosphaeria*, *Pseudofusicoccum*, *Spencermartinsia* et *Tiarosporella*, peuvent maintenant être acceptés parmi les Botryosphaeriaceae.

En 2017, 23 genres et 9 familles sont décrits (Crous et al., 2017).

II .1.2. Caractéristiques des *Botryosphaeriaceae*

Des descriptions détaillées de la famille des *Botryosphaeriaceae* ont été présentées par plusieurs auteurs (**vonArx& Müller 1954 , 1975; Hawksworth et al., 1995 ; Eriksson, 1981 ; Sivanesan, 1984 ; Barr, 1987**).

Les caractères qui sont utilisés pour différencier dans le genre *Botryosphaeriaceae* sont largement basés sur les caractéristiques morphologiques des ascospores (**Barr, 1987 et 1989 ; Hsieh& Chen, 1994 ; Phillips et al., 2008**) et en particulier les états des conidies (**Crous et al., 2006 ; Phillips et al., 2008**). Les conidies sont également beaucoup plus diversifiées dans leur forme et leur taille, que les ascospores associées. Les caractères les plus informatifs sont les caractéristiques des conidies telles que la pigmentation, l'épaisseur de la paroi et la cloison. On peut distinguer deux types fondamentaux de conidies. Les conidies étroites (<10 µm) avec des parois minces (<0,5 µm) (eg. *Fusicoccum*), et les conidies plus larges (>10 µm) avec des parois plus épaisses (0,5-2 µm) qui, souvent, se pigmentent en vieillissant. D'autres caractères tels que la présence ou l'absence de paraphyses dans les conidiomes peuvent être utilisés (**Denman et al., 2000**).

Les cultures de *Botryosphaeriaceae* se distinguent facilement de la plupart des autres champignons par leur mycélium aérien gris à noir et le pigment gris ou gris indigo qui est visible sur le verso des boîtes de Pétri.

L'aspect et la couleur du mycélium aérien et des pigments ont également contribué à la délimitation et à l'identification rapide des taxa de *Botryosphaeriaceae* qui sont par ailleurs morphologiquement similaires. Ces caractères sont souvent utiles pour le regroupement initial d'isolats apparentés à partir d'un large échantillonnage.

Ces dernières années, diverses données moléculaires basées sur l'ADN, notamment des données sur les séquences d'ADN, ont été de plus en plus utilisées pour distinguer les taxons des *Botryosphaeriaceae*.

Les séquences d'ADN ont également été combinées avec les caractéristiques morphologiques pour identifier et décrire les Taxons des *Botryosphaeriaceae* (**Denman et al., 2003; Phillips et al., 2005; Smith et al., 2001**).

Les *Botryosphaericeae* ont été caractérisées principalement sur la base de leurs grandes ascospores aseptisées ovoïdes à oblongues, généralement hyalines. Bien que cela puisse sembler être une base inadéquate pour la reconnaissance d'une famille, les ascospores de cette morphologie ont été considérées comme un type de spore inhabituel chez les

loculoascomycètes (Luttrell 1973, Eriksson 1981, Sivanesan 1984, Barr 1987). Plus récemment, cependant, au moins six lignées de la famille ont été reconnues comme ayant des ascospores pigmentées, et dans trois de ces genres, les ascospores sont septées (Phillips *et al.* 2008. Liu *et al.* (2012) ont récemment fourni une définition complète de la famille dans laquelle ils considéraient les ascospores comme étant hyalines et aseptées, mais qui pouvaient devenir pigmentées et cloisonnées avec l'âge. Il s'agit d'une définition également inadaptée car les ascospores de certains genres deviennent pigmentées et 1-septées à un stade précoce de leur développement, bien avant de pouvoir être considérées comme vieilles. En outre, une circonscription basée uniquement sur l'état sexuel ne convient pas, d'autant plus que certaines espèces ne sont connues que par leur état asexué, tandis que dans d'autres, l'état sexuel est extrêmement rare. (Fig.21).

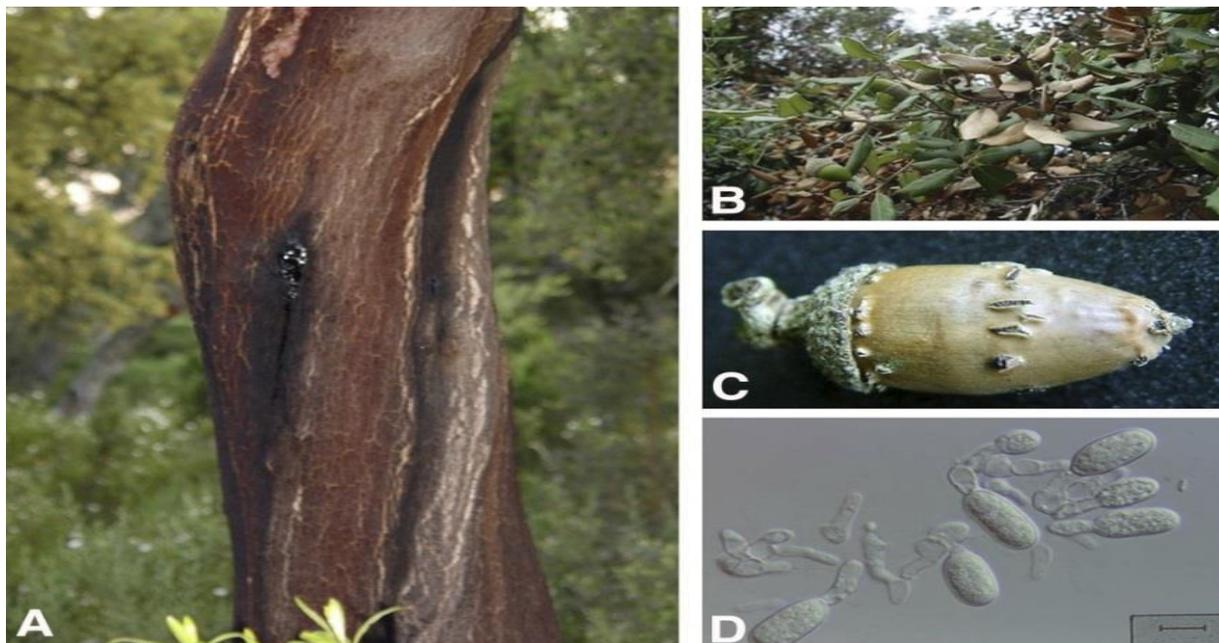


Fig.21 : Symptômes causés par *Diplodia corticola* sur le chêne-liège (Moricca *et al.*, 2016)

A : Le tronc avec une nécrose et un exsudat noir et mucilagineux. **B :** Flétrissement et mort de pousses. **C :** Gland avec une pycnide erudeuse. **D :** En particulier des cellules conidiogènes et des conidies, bar = 12,5 μm

II .1.3.Aire de répartition

En raison de la grande diversité des genres et des espèces de *Botryosphaeria s.l.*, les Botryosphaeriaceae ont été décrites sur pratiquement tous les hôtes ligneux, y compris de nombreux gymnospermes et des angiospermes (mais tous n'étaient pas des endophytes). Dans les communautés de plantes agricoles et forestières, les plantes ligneuses ont souvent affiché des niveaux élevés de colonisation endophytique par les Botryosphaeriaceae (**Smith et al., 1996a et b; Burgess et al., 2006**). Dans les quelques situations rencontrées, l'infection des niveaux de communautés végétales indigènes a reflété une baisse du niveau d'infection endophytique à Botryosphaeriaceae. Par exemple, *B. dothidea* (peut-être incorrectement identifié) (**Slippers et al., 2004a**) était rare dans les eucalyptus indigènes en Australie, mais commune dans les eucalyptus non indigènes en Angleterre et en Afrique du Sud (Fisher et al., 1993; Smith et al., 1996a et b). Cela est particulièrement vrai chez les hôtes en environnement non optimal, lorsque les plantes sont soumises à un stress ou la niche endophytique est laissée «ouverte» (c'est-à-dire lorsqu'un hôte se développe dans un environnement non natif où sa normale est douce et les endophytes acquis ne sont pas présents).

La spécificité des espèces hôtes des *Botryosphaeriaceae* endophytes est implicite dans les résultats de **Smith et al. , (1996a)**. Il a été montré que *D. pinea* infecte différentes espèces de *Pinus* à différents niveaux dans le même environnement (*P. radiata* 90%, *P. patula* 50%, *P. taeda* 10% et *P. elliottii* 0%), en corrélation avec leurs résistance au dépérissement de *D. pinea* (**Swart & Wingfield, 1991**). De même, Les niveaux d'infection par les Botryosphaeriaceae varient dans les eucalyptus spp. en Afrique du Sud (*E. smithii* 93%, *E. camaldulensis* 77%, *E. grandis* 63% et *E. nitens* 57%) (**Smith et al., 1996a**).

En revanche, certains auteurs ont présumé moins de spécialisation de l'hôte. Ce point de vue a contribué à un concept très large de «super-espèce» pour certaines *Botryosphaeriaceae* telles que *B. ribis*, *B. obtusa*, *B. dothidea*, *B. quercuum* (**vonArx & Müller 1954**) et d'autres espèces.

Certaines espèces bien étudiées ont été confirmées ces dernières années dans l'infection d'une large gamme d'hôtes («hôte neutre»), grâce à l'utilisation des outils moléculaires, par ex. *B. dothidea*, *D. seriata* (¼ «*B.*» *obtusa*) *N. parvum* (¼ *B. parva*), *N. australe* (¼ *B. australis*), *L. theobromae* (**Burgess et al., 2005 et 2006; Pavlic et al., 2007; Slippers et al., 2004 (a et b) et 2007**). En revanche, certaines espèces bien caractérisées sont clairement spécialisées dans certains genres d'hôtes ou plantes de familles spécifiques dans une zone définie, par ex. *D. pinea* et *D. scrobiculata* sur *Pinus* et parfois d'autres conifères, *N. eucalyptorum* et *N. eucalypticola*

sur Eucalyptus, *Saccharataprotea* et *N. protearum* sur Proteaceae (**Burgess et al., 2004 a et b; Denman et al., 2003; Pantoufles et al., 2004c ; Smith et coll., 2001; Swart et coll., 2000**).

Les bothryosphaeriaceas sont associées aux espèces fruitières comme le pommier (Stevens 1933 , Laundon 1973), la vigne (Phillips, 1998 et 2000), l'amandier (Gramaje et al.,2012), l'avocatier (Twizeyimana et al.,2013), l'olivier (Lazzizera et al.,2008; Morales et al.,2012),*D. corticola*, la cause du chancre et du dépérissement du chêne-liège et d'autres chênes (*Alves et al., 2004*), Eucalyptus sp. (Smith et al.,1996a), et d'autres espèces.

La famille des *Botryosphaeriaceae* est très présente dans le monde entier :

- En Europe : au Portugal (**Phillips et al.,2008**), en Espagne (**Alves et al.,2004**), Andalousie (**Sánchez et al., 2003**),en Catalogne(**Luque et Girbal, 1989**), en Italie (**Linaldeddu et al.,2010 ; Deidda et al.,2012**) et en France (**Molot et al.,2006**) ;
- En Australie (**Taylor et al.,2005 ; Pitt et al.,2010**), en Californie (**Úrbez-Torres et al.,2006**), au Chili (**Besoain et al.,2013**), au Mexique (**Candolfi-Arballo et al.,2010**) et en Nouvelle-Zélande (**Amponsah et al.,2009 ;Baskarathevan et al.,2012**) ;
- En Afrique du nord : elles ont été détectées en Tunisie (**Chebil et al.,2014**), en Algérie (**Berraf-Tebbal et al.,2014**) et au Maroc (**Haimed, 2007**) ;
- En Afrique du sud (**Van Niekerk et al.,2004 ; White et al.,2011**) .

II .1.4.Cycle biologique des *Botryosphaeriaceae* et symptômes observés

Les modèles de changement climatique prévoient des conditions météorologiques extrêmes, telles que des précipitations imprévisibles, ou des précipitations plus élevées dans différentes régions, une chaleur ou un froid extrême, et plus (**Coakley et al., 1999**). Ces facteurs, ainsi que la pression biologique des agents pathogènes et des ravageurs élargissant leur zone géographique, sont autant d'éléments qui favoriseraient le développement des maladies liées aux *Botryosphaeriaceae* (**Desprez-Loustau et al., 2006**). Il est donc essentiel de mieux comprendre l'interaction hôte-pathogène-environnement pour définir et traiter la menace qu'ils pourraient représenter dans de telles conditions.

Divers symptômes de maladie sur les membres ont été liés aux *Botryosphaeriaceae*, notamment le rameau, la branche et les chancres de la tige principale; dépérissement des dirigeants, des pousses ou de l'ensemble des branches; avortement des capsules de graines; pourriture du col, amortissement ou brûlure des semis; chancres racinaires; tache bleue; déclin; et en particulier dans certains cas, la mort d'arbres entiers (**Ahumada, 2003; Bega et al., 1978; Brown & Britton, 1986; Gure et al., 2005; Johnson et coll., 1992; Lupo et al., 2001**).

Chez les *Botryosphaeriaceae*, la reproduction asexuée est le mode de reproduction le plus répandu (**Phillips et al., 2002 ; Van Niekerk et al., 2006 ; Baskarathevan et al., 2012a**).

Ce groupe de champignons existe généralement sous forme d'endophytes dans les tissus végétaux sains (**Smith et al., 1996; Swart et al., 2000; Chaussons et Wingfield, 2007**).

Les plants hôte de cette famille constituent des sources d'inoculum des champignons qui se conservent sous formes des pycnides. En **1974, Lehoczy** décrivait la formation de pycnides (ou de périthèces) sur l'écorce, le bois mort et sur les débris de taille.

La sporulation et la dispersion des ascospores et des conidies sont dépendantes des conditions climatiques (**Kuntzmann et al., 2009 ; Valencia et al., 2015**) telles qu'une forte humidité, des épisodes pluvieux, venteux ou une dissémination par les insectes vecteurs tels que les perce-bois qui sont aussi des transporteurs de conidies.

Les conidies des espèces de *Botryosphaeriaceae* sont exsudées des pycnides dans les «matrices gélatineuses» en présence d'une forte humidité (**Úrbez-Torres, 2011**). On pense alors que la dispersion sur des distances relativement courtes se fait par des éclaboussures de pluie (**Baskarathevan et al., 2012**).

Ainsi les plantes ont généralement des niveaux inférieurs d'infections à *Botryosphaeriaceae* à moins d'être exposés à la proximité d'arbres matures qui fournissent une source d'inoculum (**Palmer et al., 1988; Stanosz et al., 2005**).

Les *Botryosphaeriaceae* ont été caractérisées comme étant transmises par les graines ou infectent les semences. Il y a cependant peu de preuves que l'infection des graines entraîne des infections systémiques dans les plantes à mesure qu'elles se développent.

L'infection endophyte à *Botryosphaeriaceae* d'hôtes ligneux peut se produire via des ascospores ou des conidies.

L'infection par les *Botryosphaeriaceae* sur des blessures (**vonArx & Muller 1954; Smith et al., 1994**) est évidente sur les chancres qui commencent à se développer à partir de blessures sur les feuilles, les branches ou les tiges. Un certain nombre d'études ont cependant montré que ces champignons peuvent infecter directement les lenticelles, stomates ou autres ouvertures sur des plantes saines (**Brown & Hendrix, 1981; Kim et al., 1999 ; Michailides, 1991; Smith, 2001**). Virtuellement toutes les parties de la plante : l'écorce et le xylème des tiges, les branches, les feuilles, les fleurs, les fruits, les capsules de graines, les cônes et les graines, ont été signalées

comme hôtes de *Botryosphaeriaceae* latentes (Cilliers *et al.*, 1995; Johnson *et al.*, 1992; Kim *et al.*, 2001 et 2004; Lupo *et al.*, 2001; Smith *et al.*, 1996 a et b).

Quel que soit le tissu infecté, les *Botryosphaeria* sp. produisent des composés phénoliques toxiques (Djoukeng *et al.*, 2009) : la méléine, la (3R, 4R) cis-4-hydroxyméléine, (3R)-7-hydroxyméléine, et la (3R, 4R)-cis-4,7-dihydroxyméléine. La méléine, bien que produite également par des champignons du genre *Aspergillus* (Sasaki *et al.*, 1970), peut être utilisée comme un marqueur de la présence des *Botryosphaeria* sp. dans le cadre des maladies du bois. Selon Martos *et al.* (2008), ils peuvent aussi produire des composés phytotoxiques lipophiles ou exopolysaccharides, sur le bois infecté (à partir de glucose, mannose, galactose), qui lui permettent de dégrader les parois cellulaires des vaisseaux conducteurs.

II .1.5. Les méthodes de lutte

➤ La lutte sylvicole

A l'heure actuelle, la lutte préventive sylvicole est le seul moyen de lutte : un recépage soigné, l'incinération des organes atteints, la protection des plaies et la désinfection des outils.

Les opérations sylvicoles et l'extraction de liège doivent être réalisées par des personnes spécialisés dans le domaine pour éviter les blessures qui favorisent l'infection par les *Botryosphaeriaceae* et les maladies associées à ces champignons.

Selon Irujo *et al.* (1989), le démasclage du liège provoque souvent des blessures dangereuses qui agissent comme un moyen d'entrée pour de nombreux champignons y compris *Diplodia corticola*. Ces plaies seraient également un risque d'infection par d'autres agents pathogènes (Slipper *et al.*, 2009).

➤ Lutte chimique

Pour prévenir les infections des chênes-lièges par *D. corticola*, la pulvérisation de Benomyl sur les troncs récemment écorcés était une méthode de contrôle standard appliquée en Espagne jusqu'en 2003. Après 2003, Benomyl a été retiré de la base de données de la Commission européenne sur les pesticides et son utilisation a été abandonnée.

Une étude récente a été réalisée par Serrano *et al.*, en 2015, sur l'efficacité de cinq fongicides à base chimique sur le développement des espèces de *Botryosphaeria* *in vitro* et *in vivo*. Les résultats présentés ici confirment l'efficacité de deux fongicides à base de benzimidazole testés (thiophanate-méthyl et carbendazime) à chaque concentration pour inhiber la croissance mycélienne de *D. corticola in vitro*, ainsi que pour réduire l'incidence et la gravité de la maladie

du chancre causée par ce pathogène dans des conditions de terrain typiques des forêts de chêne-liège du sud de l'Espagne. L'efficacité de ces produits contre *Botryosphaeria* spp. a déjà été signalée par **Luque et al (2008)** dans des conditions de laboratoire et dans des forêts de chêne-liège en Catalogne. De plus, l'époxiconazole et la pyraclostroline ont réduit la croissance mycélienne de plus de 90% à une concentration de 10 mg/l, atteignant presque 100% d'inhibition à 100 mg/l. De plus, la pyraclostroline a pu réduire la croissance des colonies de *D. mutila* et *D. seriata* de 50% à une concentration de 0,86 mg /l (**Pitt et al .,2012**).

➤ **La lutte biologique**

La restriction de plus en plus répandue des traitements chimiques pour le contrôle des maladies fongiques dans les écosystèmes agricoles et forestiers, ainsi que leur utilisation excessive dans certains cas, augmentent la nécessité d'identifier des agents de lutte biologique respectueux de l'environnement, comme les micro-organismes antagonistes.

Plusieurs études ont utilisées des espèces mycoparasites du genre *Trichoderma*. Ces champignons possèdent en effet un pouvoir antagoniste vis-à-vis d'autres micro-organismes et peuvent jouer un rôle dans l'activation des mécanismes de défense des plantes (**Caldéron et al.,1993**).

Campanile et al (2006) ont obtenu des interactions hautement compétitives entre *Trichoderma viride* ou *Fusarium tricinctum* et *D. corticola* *in vitro*, alors que seule cette dernière espèce était capable de maintenir la santé des semis de *Quercus* inoculé.

Ces espèces ont été largement étudiées pour leur potentiel de lutte biologique et sont parmi les plus commercialisées. **Maddu et al. (2009)**, ont produit en culture liquide un mélange d'antibiotiques polypeptidiques (Peptaibols) très efficace contre sept pathogènes des arbres forestiers, y compris les *Botryosphaeriaceae*.

III .Etude de milieu : la forêt domaniale de Hafir

III .1.Présentation du milieu forestier

Les forêts dans la Wilaya de Tlemcen s'étendent sur une superficie de 209 230 hectares, soit 22.30 % de la superficie totale de la Wilaya. Ce taux de boisement fait considérer la région parmi les grandes zones forestières de l'Ouest algérien. Cependant la dégradation est très prononcée.

Les principales essences et leurs superficies, selon la conservation des forêts de la Wilaya de Tlemcen (1985), sont les suivantes :

- Chêne vert : 90 000 hectares, soit 43 %
- Chêneliège : 2 000 hectares, soit 0.95 %
- Pin d'Alep : 86 000 hectares, soit 41.1 %
- Thuya de berbérie : 16 700 hectares, soit 7.98 %
- Genévrier oxycèdre : 13 000 hectares, soit 6.21 %

III .2.Présentation de forêt domaniale de Hafir

La forêt domaniale de Hafir, est une zone privilégiée qui a attiré la curiosité de nombreux chercheurs. Sur le plan géographique, Hafir est située au sud-ouest de la wilaya de Tlemcen, elle appartient à la commune de Terni, elle est limitée au nord par la commune de Sebra, au sud par la commune de Ain Ghraba, à l'ouest par Beni Bahdel et à l'est par Beni Mester. Sur le plan administratif, la forêt domaniale de Hafir relève de la conservation des forêts de Tlemcen, circonscriptions des forêts de Tlemcen (623 Ha), Maghnia (7 586 Ha) et Sebdou (1750 Ha) (**C.O.I.T., 1977 ; B.N.E.D.E.R., 1979b**) ; une partie de cette dernière appartient au parc national de Tlemcen. Chaque canton renferme un ou plusieurs cantons et chaque canton est constitué à son tour d'une ou plusieurs parcelles. Les limites des parcelles s'appuient sur le repère naturel du relief (crêtes, cHaabets, pistes, ...etc.). Sa pénétration s'effectue en empruntant la Route Nationale N°22 reliant Sebdou à Tlemcen. Elle est également desservie par un réseau de pistes, l'un relie la maison forestière de Zarieffet, l'autre venant de la localité de Sebra. La distance approximative du point le plus proche de forêt au chef-lieu de Tlemcen est de 22 km (**Anonyme, 1999**).

III .3.Milieu physique

III .3.1.Situation géographique

La forêt d'Hafir, en moyenne montagne, qui forme un massif entre 9872 et 10 156 ha de superficie, implanté dans les monts de Tlemcen (Nord-Ouest de l'Algérie), sur un relief

montagnard accidenté, dont l'altitude moyenne est de 1200 m. La forêt domaniale d'Hafir est située à 15 Km au Sud Ouest de la ville de Tlemcen. Elle est répartie en 08 cantons et relevant de la circonscription forestière de Tlemcen(623 ha), Maghnia (7 586 ha) et Sebdou (1 750 ha) (C.O.I.T., 1977 ; B.N.E.D.E.R., 1979b). Une partie de cette dernière appartient au parc national de Tlemcen.

Les surfaces des cantons de la forêt de Hafir est présenté dans le tableau 6

Tableau 6 : Superficies des cantons de la forêt de Hafir (PNT, 1999)

Cantans	Superficie
Maison forestière Hafir	188 ha 37 a 70 c
Tidjit	264 ha
Krean	22 ha 07 a 69 c
Oued Tlet	414 ha 40 a
Tibrouine	120ha
El Kroun	146 ha
Tatsa	430 ha
Bled Aini	36 ha 60 a

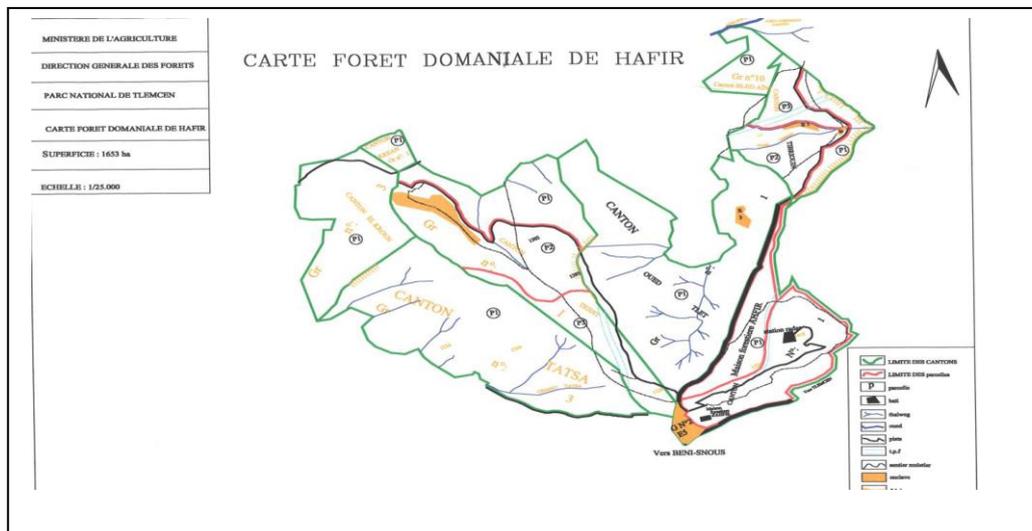


Figure 10 : Division de la forêt de Hafir en Cantons (PNT, 2017)

La forêt de Hafir s’inscrit entre les coordonnées Lambert suivantes (Tab.7).

Tableau 7 : Coordonnées géographiques de Hafir

Nom de la forêt	Coordonnées Lambert		Distance de la mer	Carte d’Etatmajor
	X (km)	Y (km)		
Hafir	X1=105,2km X2=127,1km	Y1=163,6km Y2=178,3km	60	Terni Feuille 299 et 300

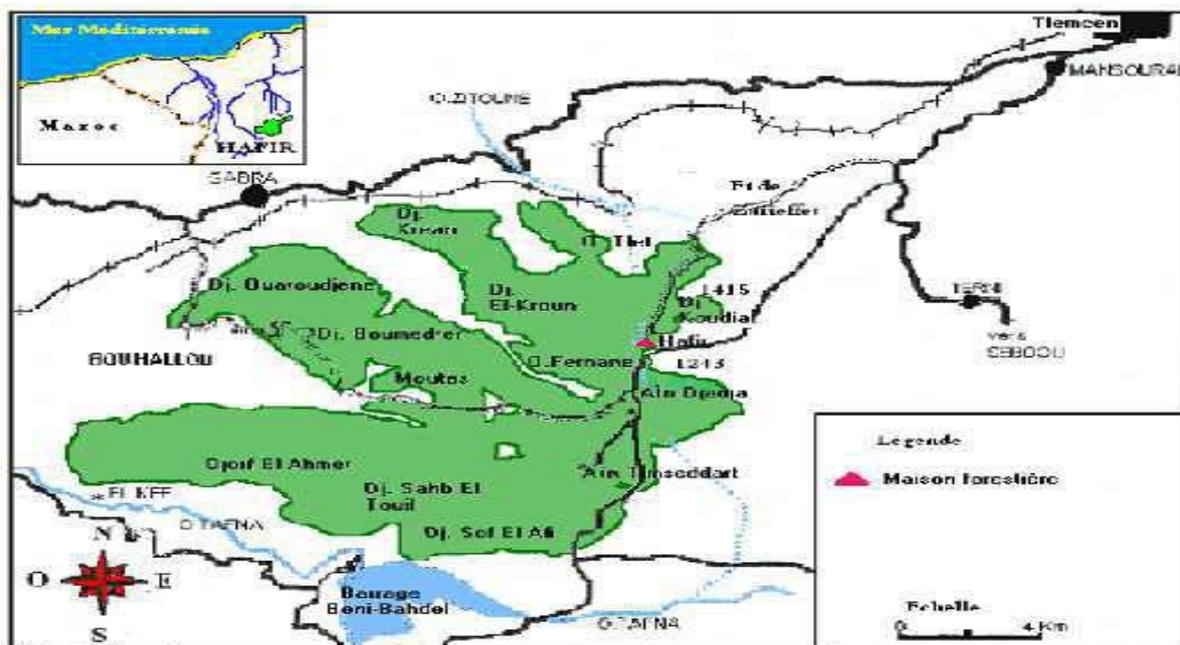


Figure11 : Situation géographique de la forêt domaniale de Hafir (PNT, 2017).

III .3.2 .L’aspect topographique

La forêt de Hafir est une zone montagneuse qui s’étend sur 32Km d’Est en Ouest et 13 Km du Nord au Sud (Sauvagnac, 1956), avec une orientation topographique franchement tournée vers le nord ouest (Bricheteau, 1954). Il est caractérisé par un relief très accidenté, dont les pentes dominantes oscillent entre 12 et 50 % et couvrent plus de la moitié de la superficie ; les pentes faibles (<3 %) et abruptes (>50 %) sont par contre moins fréquentes, imprimant ainsi toutes les expositions et favorisant l’action de l’érosion. Les terrains nus et rocailloux se

- Les calcaires de Lato
- Les dolomies de Terni.

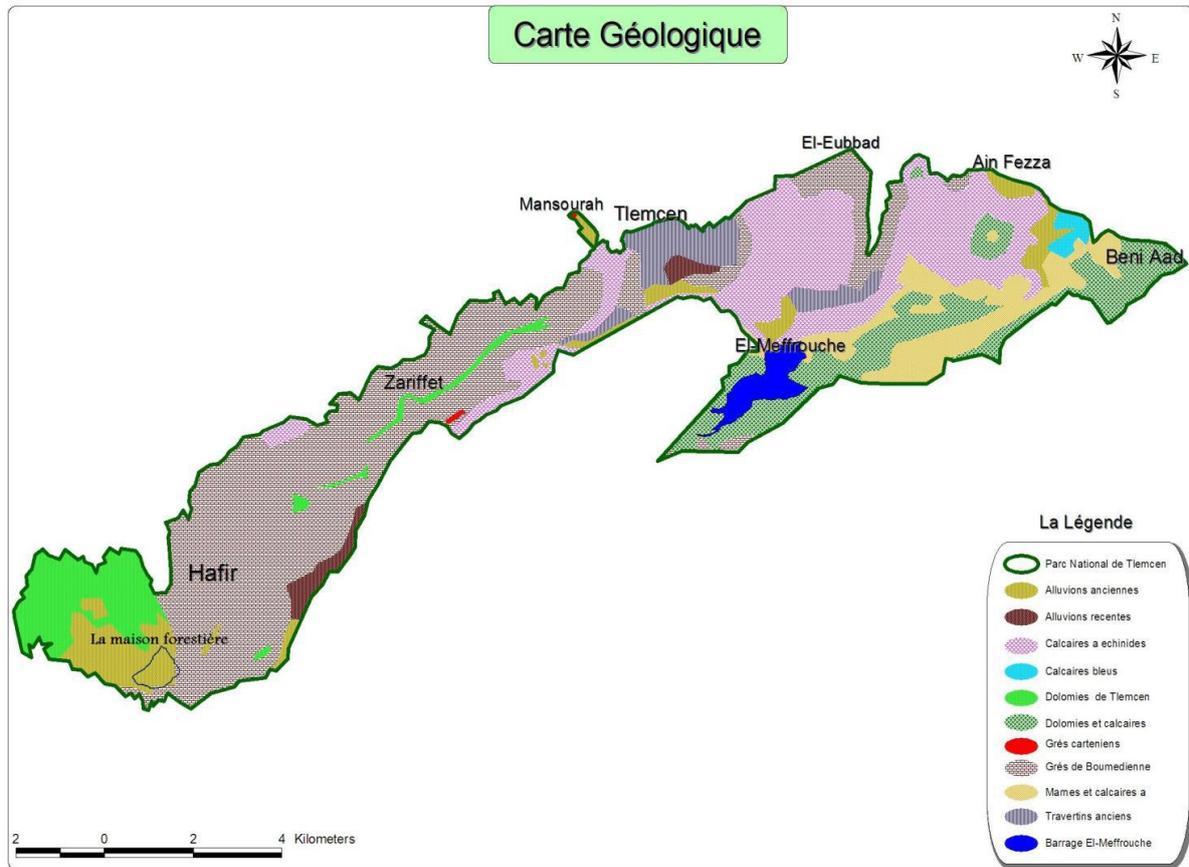


Figure13 : Carte géologique du parc national de Tlemcen (PNT, 2017)

III .3.5 .L’aspect pédologique

Duchauffour (1977), signale que la majorité des sols des régions méditerranéennes tout au moins d’un climat de type méditerranéen est caractérisé par des sols dits « fersiallitiques ». Les monts de Tlemcen sont remarquablement définis par une variété de sols allant de la roche mère nue à des sols bruns forestiers de divers types suivant la nature de la roche mère, le bioclimat, le type de végétation et l’activité pédogénétique.

Les sols du massif Hafir-Zariffet sont en général humides, moyennement profonds à profonds et meubles, par endroit, superficiels (moins de 30 cm de profondeur), secs et rocaillieux ou rocheux sur les crêtes (Bouchaour-Djabeur, 2016). D’après les auteurs, **Gaouar (1980 ; 1998) ; Benest (1985) ; Bensid (1986) ; Kazi-Tani, (1996) ; Aïnad-Tabet, (1996)** ; le massif est caractérisé par :

□□ des sols bruns fersiallitiques lessivés, sur substrat gréseux, profonds (190 cm) et une grande différenciation des horizons. Du haut vers le bas, on relève une texture de plus en plus fine, limono-sableuse à argileuse, ainsi le taux d'argile granulométrique augmente de haut en bas et témoigne d'un lessivage vertical. La structure est grumeleuse à sub-polyédrique, le pH légèrement acide (pH = 6,1). Le rapport AH / AF étant faible en Ah (0,43), signifie que l'humus est de mauvaise qualité dans l'horizon de surface. Par contre on rencontre un dépôt de la bonne matière organique (AH / AF = 1,11). Dans les horizons inférieurs, on note des signes d'hydromorphie sous forme de tâches tantôt rougeâtres, tantôt grisâtres.

□□ Des sols fersiallitiques rouges, lourds, très pauvres en réserves d'eau mais riches en bases (Ca²⁺, Mg²⁺ et K⁺).

□□ Des sols fersiallitiques à caractère vertique riche en argiles gonflantes et plus lourds que les sols fersiallitiques rouges, possédant une très bonne teneur en eau.

□□ Des sols fersiallitiques rouges et mosaïque dolomie/sol, le plus souvent peu profonds et où affleure la roche dolomitique.

Les assises géologiques des sols du massif **Hafir** fait partie du Jurassique supérieur (**Gaouar, 1980**). Elles sont représentées plus particulièrement par des grès séquanien, des calcaires bleus, des grès et des dolomies (**Kaid Slimane, 1999**).

Les peuplements du chêne-liège reposent sur des formations gréseuses, des sables de décomposition ou des accumulations de produits de décalcification (**Bouhraoua, 2003**).

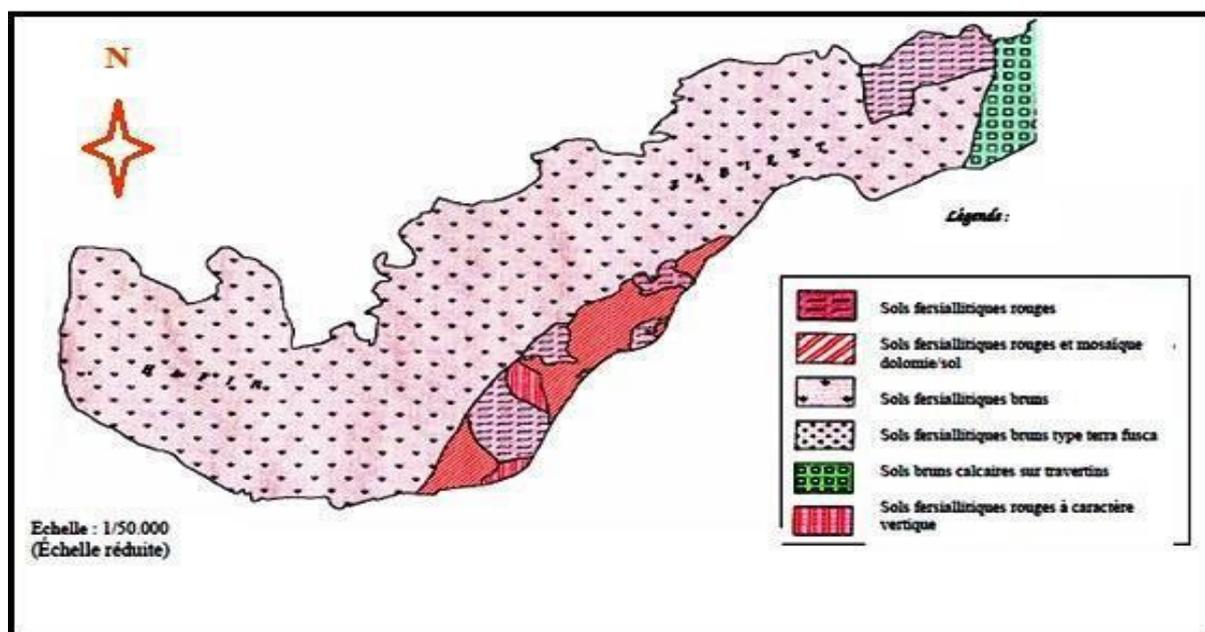


Figure 14 : Carte Pédologie du de massif Hafir-Zariffet (P.N.T, 2014)

III .3.6 .Le climat

Comme le souligne **Thinthoin (1948)**, le climat est un facteur déterminant qui se place en amont de toute étude relative du fonctionnement des systèmes écologiques. A ce sujet, **Emberger(1939)** précise que les données écologiques, et en particulier bioclimatiques, influent considérablement sur l'individualisation de la végétation, ils sont directement responsable de la répartition et du développement des plantes.

Le climat est défini comme étant l'interaction entre l'ensemble des facteurs (température, précipitation, vent...). Sans aucun doute, par ses différents paramètres, le climat joue un rôle important dans la croissance des végétaux (**Daget, 1977**).

Bouchaour-Djabeur (2001), précise que la forêt de Hafir se situe dans une région typiquement méditerranéenne caractérisée par deux saisons bien différenciées : l'une estivale longue et sèche à fort ensoleillement et à température élevée, l'autre hivernale peu froide et humide à précipitations parfois violentes et de courtes durées.

Pour caractériser au mieux le climat de notre zone d'étude, nous avons recueilli des données anciennes qui proviennent principalement de **Seltzer (1946)** et des données relativement récentes par le biais des services hydrauliques de la wilaya et de la bibliographie. Ces données s'étalent sur deux périodes assez longues : l'une ancienne de 24ans (1914-1938) et l'autre, plus récente, de 38 ans (1976- 2014). Il convient de signaler que tous les paramètres climatiques retenus dans cette synthèse ne reflètent pas exactement le climat régnant après

la rareté des stations de référence implantées dans les forêts (celle de Hafir a ainsi été opérationnelle jusqu'en 1996, date de son sabotage (**Bouhraoua, 2003**), nous avons sélectionné une station météorologique, choisie parmi les plus représentatives, les plus susceptibles de nous fournir des données fiables et la plus proche de notre zone d'étude. Celle du Mefrouche est la plus à même de jouer ce rôle. Les principales caractéristiques de ces stations sont regroupées dans le tableau 8.

Tableau 8 : Situation géographique de la station météorologique

Station	Longitude	Latitude	Altitude	Situation	Distance de la forêt	Paramètres climatiques	Période d'observation
Hafir	1°26, W	34°37 ,N	1270	Maison forestière	Peine forêt	Pluviométrie Température	1914-1938 1976-2014
Mefrouche	1°16 ,W	34°51 ,N	1100	Barrage	12	Pluviométrie Température	1914-1938 1976-2014

III .3.6 .1. Paramètres climatiques

III .3.6 .1.1.Les précipitations

La pluviométrie est un facteur primordial dans le conditionnement de la nature. D'une part, elle permet le maintien et la répartition du tapis végétal, d'autre part, elle joue un rôle dans la dégradation du sol par le phénomène d'érosion.

Le climat de la région de Tlemcen comme toute autre région méditerranéenne se caractérise par l'irrégularité de la pluviométrie dans l'espace, et par une non moins grande irrégularité dans le temps (**Thintoin, 1948**).

L'irrégularité des pluies le long de l'année est considérée depuis longtemps comme l'un des traits originaux du climat en Oranie (**Aubert et Monjauze, 1946**). Les quantités de pluies varient cependant suivant la disposition topographique de la forêt, son altitude et sa localisation géographique.

a. Répartition annuelle des précipitations

La répartition annuelle de la pluviométrie enregistrée dans la forêt de Hafir durant la période de référence 1976-2014 est représentée dans la (**Fig.15**).

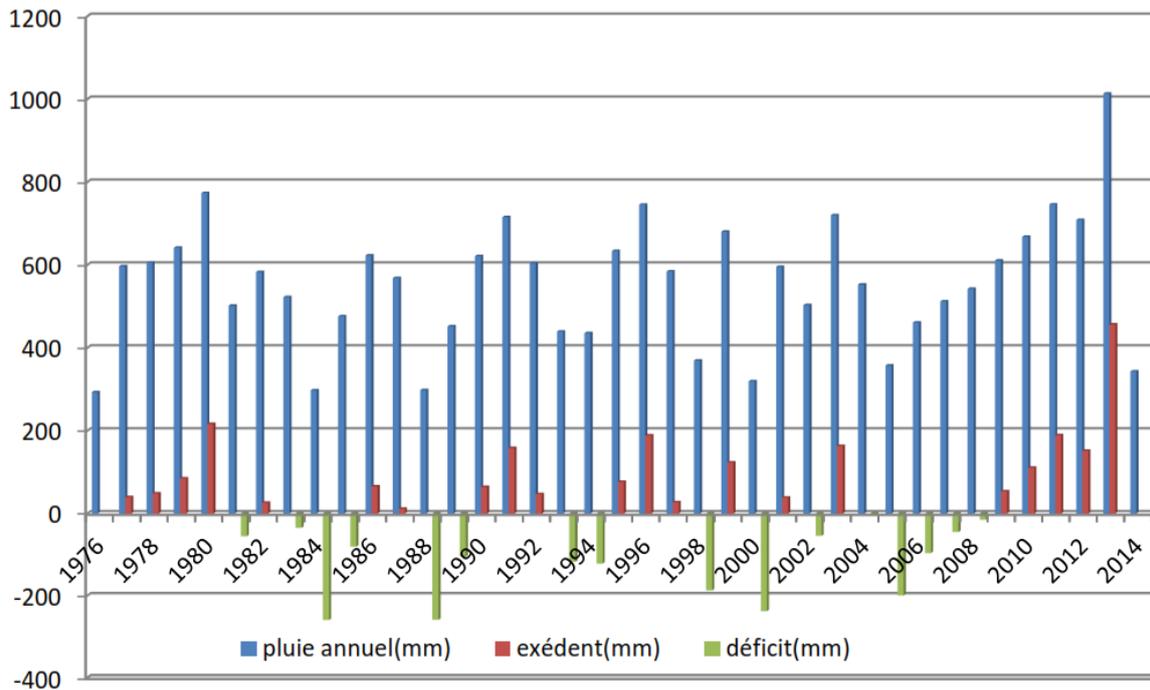


Figure 15 : Répartition annuelle de la pluviométrie dans la forêt de Hafir (1976-2014).

L'examen de la figure(15) montre une variabilité interannuelle de distribution des précipitations dans la forêt de hafir. La moyenne pluviométrique enregistrée durant la période d'observation allant de 1976 à 2014 est de l'ordre de 556 mm, les chutes extrêmes caractérisent les années 1980, 1996 et 2013, soit, respectivement, 773mm, 745 mm et 1013 mm. Les années excédentaires concernent principalement la succession 2009-2013 avec une moyenne de 192 mm ce qui atteste une période de pluviométrie favorable propice au développement du chêne-liège. Par contre, les années déficitaires marquent exceptionnellement les années 1984, 1988, 2000 et 2005 avec un déficit de, 259 mm, 258 mm, 237 mm et 199 mm, respectivement.

b. Répartition mensuelle moyenne des précipitations

La pluviométrie a une importance de premier ordre. L'approvisionnement en eau des arbres, dépendra normalement de la quantité d'eau qui tombe, **pense Zarco (1965)**.

Dans la forêt de Hafir, le régime pluviale est plus intense durant les mois de janvier, février, mars, novembre, décembre (>60mm).Les autres mois affichent des tranches pluviométriques moins accusées surtout entre juin et septembre ce qui indique un déficit hydrique important(**Fig.16**).

Le tableau 9 regroupe les chutes de pluies moyennes mensuelles pendant les deux périodes (1914- 1938) et (1976- 2014).

Tableau 9 : Précipitation moyenne mensuelle (mm) pendant les 2 périodes

Forêt	Période	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
	1914-38	101	106	105	66	63	20	4	4	29	52	96	100	748
Hafir	1976-14	75,1	71,9	80,5	56,2	57,2	9,9	3,4	3,9	19	44,9	80,87	70,7	573

L'étude de la variation des précipitations saisonnières est très importante. Elle permet d'apprécier les variations des précipitations et leurs tendances vers telle ou telle période.

Les valeurs moyennes des hauteurs mensuelles des pluies varient globalement d'une période à l'autre.

La période marquée de sécheresse reste bien définie dans le temps : la pluie se raréfie entre Juin et Septembre ne dépassant pas les 20 mm pour la période récente et, entre Juin et Aout, ne dépassant pas les 25 mm, pour la période ancienne (**Fig .16**). L'irrégularité des premières pluies influe largement sur le rythme des saisons et par conséquent sur la durée de la période végétative du chêne-liège.

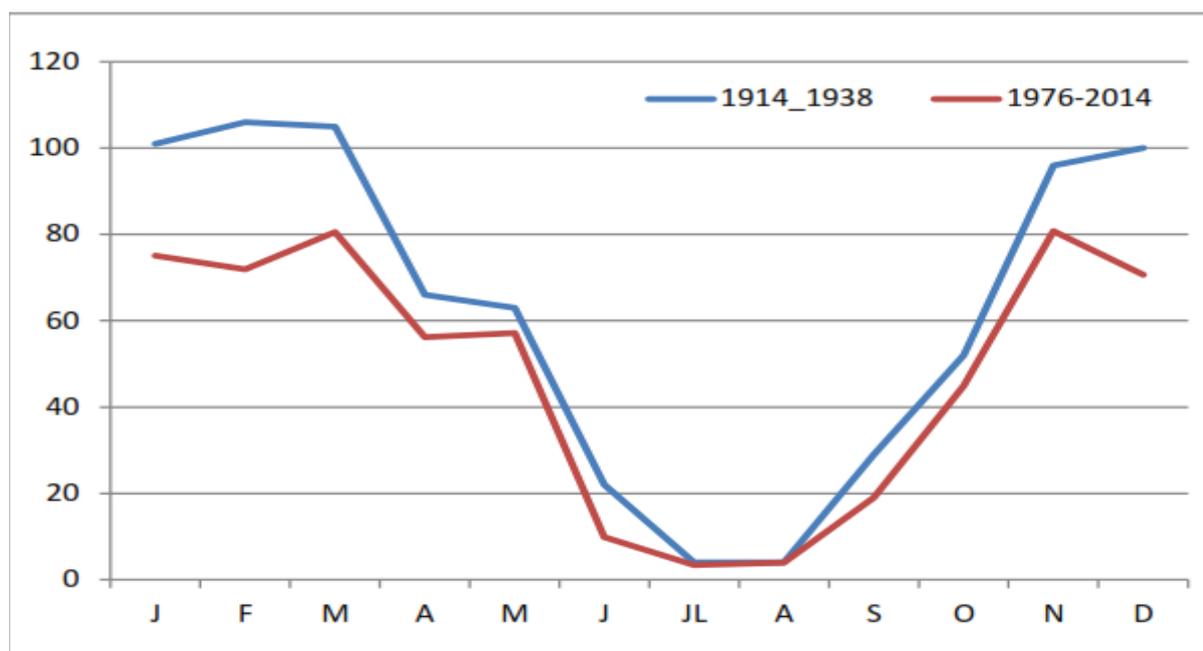


Figure16 : Variation mensuelle des précipitations au niveau de la forêt de Hafir pour les deux périodes de référence (ancienne et nouvelle).

c-Régime saisonnier

L'étude des moyennes pluviométriques saisonnières se justifie par l'importance de cette unité temporelle qui est la saison.

Pour mieux saisir le régime pluviométrique saisonnier, nous avons adopté la méthode qui consiste à " diviser l'année en quatre trimestres astronomiques, de sorte que les mois initiaux de chaque trimestre contiennent soit un solstice, soit un équinoxe "(Halimi, 1980).

Selon Emberger(1955) l'année est divisée en quatre saisons de trois mois chacune :

L'hiver : Décembre, Janvier, Février (H)

Le printemps : Mars, Avril, Mai, (P)

L'été : Juin, Juillet, Aout (E)

L'automne : Septembre, Octobre, Novembre (A)

Daget (1977), définit l'été sous le climat méditerranéen comme la saison la plus chaude et la moins arrosée. Cet auteur considère les mois de juin, juillet et aout comme les mois les plus chauds de l'été. D'une manière générale, les précipitations sont réparties inégalement durant les saisons. Comme nous le montre le tableau 10, les précipitations les plus importantes sont celles qui tombent en hiver, par rapport celle de l'automne, et au printemps bien que ces dernières constituent un apport non négligeable.

Tableau 10 : Régime saisonnier des précipitations de la forêt de Hafir.

Foret	Période /Saison	Eté (J- Jt- A)	Automne (S- O- N)	Hiver (D- J- F)	Printemps (M-A- M)	Type de régime
Hafir	1914-1938	30	177	307	234	HPAE
	1976-2014	17,25	144,67	217,66	193,89	HPAE

A travers le tableau, nous constatons que le régime de la forêt de Hafir est de Type HP AE aussi bien pour l'ancienne période que pour la période récente, très influencé par les quantités de pluies tombées en hiver et au printemps particulièrement. La saison estivale est toujours sèche et reçoit entre 3 et 4% du total selon les périodes.

Cette répartition des pluies en période hivernale est très bénéfique pour la croissance des arbres qui conduit aux bons accroissements du liège (Costa *et al.*, 2002 ; Dahane, 2006 ; Radi, 2009).

III .3.6 .1.2.Températures

Au niveau des pays du bassin méditerranéen, le facteur thermique n'est certes pas plus important que le facteur eau. Il est le second facteur constitutif du climat, il est nécessaire en pédoclimat. Il a une influence indirecte sur la végétation en augmentant l'évapotranspiration, réduit l'efficacité des précipitations et provoque une diminution de la réserve en eau du sol et celle de l'énergie auquel la végétation manifeste son rythme biologique.

La température est l'horloge biologique de la plante. Elle nous indique les différentes phases de la vie de l'arbre. Il convient de noter que souvent les températures extrêmes plutôt que les moyennes jouent le rôle essentiel.

D'après Emberger(1955),les valeurs prises en considération sont celles ayant une signification biologique, et sont :

- Températures moyennes mensuelles (°C) ;
- Moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) (°C) ;
- Moyenne des minima du mois le plus froid (m) (°C)

a-Températures moyennes mensuelles et annuelles T (°C)

Le tableau 11, illustre la répartition des températures moyennes minimales durant les deux périodes.

Tableau 11 : Températures moyennes mensuelles et annuelles T (°C) enregistrées dans la forêt de Hafir

Foret	Période	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
Hafir	1914-38	5,8	6,3	8,3	10,6	14,2	18,4	23,8	24,2	19,8	15	9,5	6,4	13,52
	1976-14	7,4	8,5	10,3	12,3	12,9	21,7	24,4	26,6	20,4	17,8	10,7	7,6	14,02

D'après le tableau nous constatons que les températures moyennes annuelles sont de l'ordre de 14 °C, ce qui favorise la propagation de certaines espèces pathogènes dans la forêt. Le mois de janvier reste en général le mois le plus froid avec environ moins de 8 °C. Le mois le plus chaud est noté, par contre en août avec 25 °C.

b-Température moyenne des « minima » du mois le plus froids « m »

Le tableau 12 regroupe les températures moyennes minimales de la forêt de Hafir pendant les deux périodes.

Tableau 12 : Valeurs thermiques moyennes minimales en (°C) enregistrées dans la forêt de Hafir

Foret	Période	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
Hafir	1914-38	1,8	2,4	5,5	5,4	8,7	12	17	17,3	13,6	9,3	5,3	2,2	8,2
	1976-14	2,8	3,8	5,7	5,4	8,6	14,3	16,6	18,7	15,2	10,2	5,2	3,,3	9,15

Le tableau ci- dessus montre que le mois le plus froid de l'année est le mois de Janvier (1,8°C et 2,8°C) pour les deux périodes respectivement et que la période froide s'étale sur sept mois où les températures sont inférieures à 10°C selon **Emberger(1955)** .

Cette différence est due essentiellement au bourrelet montagneux de l'Atlas Tellien qui diminue fortement le minima « m » en provoquant les gelées (**Seltzer,1946 ;Baldy,1965**).

d-Température moyenne des « maxima » du mois le plus chaud « M »

Le tableau 13 illustre la répartition des températures moyennes minimales de la forêt de hafir pendant les deux périodes

Tableau. 13 : Valeurs thermiques moyennes maximales en (°C) enregistrées dans la forêt de Hafir

Foret	Période	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
Hafir	1914-38	9,4	10,9	13	15,8	19,7	24,8	30,6	31,1	25,9	20,6	13,7	10,6	18,75
	1976-14	12,3	13,6	15	19,4	17,4	29,3	32,5	34,7	25,9	25,5	16,4	11 ,9	20,32

Le tableau ci-dessus montre que le mois le plus chaud de l'année est le mois d'Aout avec 31,1°C et 34,7 °C pendant l'ancienne période et la récente, respectivement. Les moyennes annuelles dans les périodes sont de 18,75°C et 20,32°C, soit une différence de 1,57 °C

III .3.6 .1.3. Autres facteurs

Les précipitations et les températures, facteurs climatiques majeurs, restent les seuls paramètres qui bénéficient d'une mesure quasi-régulière depuis le début de siècle (**Seltzer, 1946**). Cependant, l'analyse des autres paramètres climatiques, lorsqu'ils sont disponibles, permet de compléter et de nuancer les interprétations.

- **Le vent** : la région de Tlemcen connaît tout au long de l'année du vent de direction et de vitesse variable. Les plus fréquents arrivent de l'ouest, mais ceux du sud-ouest et du nord-ouest sont surtout présents en automne et même en hiver. Ces vents sont généralement chargés d'humidité. En été sur le « sirocco » venant du sud qui caractérise plus la région. Il est le plus redoutable pour la végétation. Selon **Bouhraoua(2003)**, dans les forêts de Hafir, les vents, en général, ne sont pas violents. Ils soufflent en période hivernale de l'Ouest, du Sud-Ouest et même du Nord-Ouest. En été, outre ces vents, on enregistre fréquemment le sirocco, très chaud et très sec car la brise de mer arrive assez atténuée.

- **La neige** : Collignon 1986, note qu'à l'échelle régionale, les précipitations solides ne constituent qu'une faible part des précipitations totales.

Les neiges autres fois fréquentes, deviennent de plus en plus rares et restent variables selon les années (**Kazi-Tani, 1995**).

D'une manière générale, la région de Tlemcen s'enneige presque annuellement et la fréquence d'enneigement varie d'une année à une autre et selon l'altitude et l'exposition des montagnes, entre les mois de décembre et février. Son apparition est notée à partir de 800 m d'altitude où l'épaisseur de couverture neigeuse varie entre 15 et 30 cm, le maximum enregistré à HAFIR étant de 1,50m (**Seltzer, 1946**).

La neige est signalée du 26 au 28 décembre 2004 sur les hauteurs de plus de 600m, une autre vague de neige a été enregistrée un mois plus tard, à partir de 300m soit le 26 et le 27 janvier 2005 (**S.R.P.V, 2005in Bouguettaya,2011**).

- **Les gelées** : sont un phénomène ordinaire mais qui n'est pas moins préjudiciable ; selon le moment où elles se produisent, elles peuvent avoir des conséquences plus ou moins importantes (**Carretero Canado, 2003**).

Elles sont présentes entre la fin du mois de décembre jusqu'à fin mars mais elles sont plus fréquentes durant le mois de janvier. **(Bouguettaya, 2011)**.

L'humidité relative atmosphérique : Elle joue un rôle fondamental dans la vie du chêne-liège. Elle compense souvent, lorsqu'elle est élevée, le déficit pluviométrique enregistré durant la saison sèche de la zone relevant surtout de l'étage semi-aride.

Dans la zone montagneuse, qui forme souvent un obstacle à ces influences, la forêt de Hafir est caractérisée par une hygrométrie relativement faible. Elle varie au cours de l'année de 72% en hiver à 52 %, seulement, en été. La saison estivale y est donc plus sèche que sur le littoral mais les précipitations occultes (brouillards notamment), qui sont assez fréquentes, fournissent, par leur condensation, un apport d'humidité supplémentaire au sol **(Sauvagnac, 1956 ; Bouhraoua, 2003)**.

III .3.6 .2.Synthèse climatique

III .3.6 .2.1.L'amplitude thermique extrême moyenne (indice de continentalité) :

Cet indice permet de préciser l'influence maritime ou continentale d'une région donnée.

On peut l'estimer par la méthode de **Debrach (1953)**, cette dernière permet de définir le type de climat. **(Tab.14)**.

Type de climat	M-m (°C)
✓ Climat insulaire	M-m < 15
✓ Climat littoral	15 < M-m < 25
✓ Climat semi-continentale	25 < M-m < 35
Climat continental	M-m > 35

Tableau 14 : Indice de continentalité de la forêt de Hafir

Forêt	période	M	m	M-m	Type de climat
Hafir	1914-1938	31,1	1,8	29,3	Semi-continentale
	1976-2014	34,7	2,8	31,9	

Nous constatons, d'après les résultats retenues sur le tableau 14. que l'amplitude thermique situé dans l'intervalle [25-35] veut dire que le climat de notre zone est un climat semi

continental pour l'ancienne période et celle la récente, caractérisant la brutalité des contrastes thermiques.

Partant du fait que les différents éléments du climat n'agissent jamais indépendamment les uns des autres, phytogéographes, climatologues et écologues ont cherché des formules de synthèse pour le définir.

Ces formules combinent les données enregistrées pour une étude analytique du climat, recherchant une classification des types de climat qui puisse rendre compte au mieux du comportement de la végétation et sa répartition, permettant ainsi de montrer le rôle de ce facteur. Il existe plusieurs méthodes qui sont basées sur la détermination des indices et qui permettent de le caractériser par la combinaison de ces deux éléments fondamentaux, à savoir les précipitations et la température.

Les plus usuellement utilisées sont l'indice de Demartone(1926) et l'indice de sécheresse estival(1942), l'indice ombrothermique de Bagnouls et Gausson (1953),le quotient pluviothermique et le climagramme d'Emberger(1955).

III .3.6 .2.2.Indice de sécheresse estivale Emberger (1942)

Emberger en 1942 suggère cet indice pour caractériser l'appartenance de la station d'étude au climat méditerranéen. Il l'exprime par le rapport de la pluviosité estivale (PE) à la moyenne des maximums du mois le plus chaud (M) :

$$I.s.e = P.E / M$$

Selon cet auteur, l'indice en question ne doit pas dépasser la valeur « 7 » pour le climat méditerranéen.Daget(1977) ramène cette valeur « 5 » afin de différencier entre les climats océanique et ceux méditerranéens(Tab.15).

Tableau 15 :Indice de sécheresse estivale de la forêt de Hafir

Forêt	Période	Pluviosité estivale P.E (mm)	Valeur de M (°C)	« I.e »
Hafir	1914-1938	30	31,1	0,96
	1976-2014	17,25	34,7	0,50

Les faibles valeurs d'I.s.e. confirment la rareté des pluies pendant la saison d'été et l'appartenance de la zone d'étude au climat méditerranéen mais à sécheresse bien avancée . A ce sujet, **Bouazza(1995)** a mis en évidence une liste des espèces en relation avec l'indice de sécheresse :

<i>Chamaerops humilis</i>	0,54<I.s.e<0,80
<i>Calycotomespinosa</i>	0,52<I .s.e<0,77
<i>Ziziphus lotus</i>	0,51<I.s.e<0,92
<i>Ampelodesmamauritanicaum</i>	0,80<I.s.e<1,28
<i>Thymus ciliatussubspcoloratus</i>	0,40<I.s.e<0,71
<i>Quercus ilex</i>	0,69<I.s.e<1,28

/

III .3.6 .2.3.Etage de végétation ou zonation altitudinale

L'étage de végétation auquel appartient le chêne liège des deux forêts d'étude, a été déterminé sur la base des travaux d'**Emberger (1930)**, **Quezel (2000)**, **Rivas Martinez (1982)** et **M'hirit (1993)** sur la répartition de la végétation méditerranéenne en fonction des gradients thermique (m°C) et altitudinal (m) (Tab.16).

Tableau 16 :Etage de végétation du chêne liège de la forêt de Hafir

Forêt	Période	T(°C)	m(°C)	Altitude moyenne (m)	Etage de végétation
Hafir	1914-1946	13,52	1,8	1200	Méso- méditerranéen
	1976-2014	14,02	2,8		

D'après ce tableau, on remarque que le chêne liège de la forêt de hafir correspond à l'étage méso-méditerranéen ($0 < m < 3^{\circ}\text{C}$; $12 < T < 16^{\circ}\text{C}$ et $600 < \text{alt.} < 1200\text{m}$).

III .3.6 .2.4.Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen1953

Selon le mode établi par les deux auteurs,ce diagramme permet de dégager deux périodes climatique l'une sèche et l'autre humide dans le climat typiquement méditerranéen.

Pour définir la période sèche, ils considèrent qu'un mois est sec quand le total mensuel de ces précipitations est égal ou inférieur au double de sa température moyenne mensuelle.(Fig.18).

$$P \leq 2T$$

P: précipitation totale mensuel (mm)

T : Température moyenne mensuelle

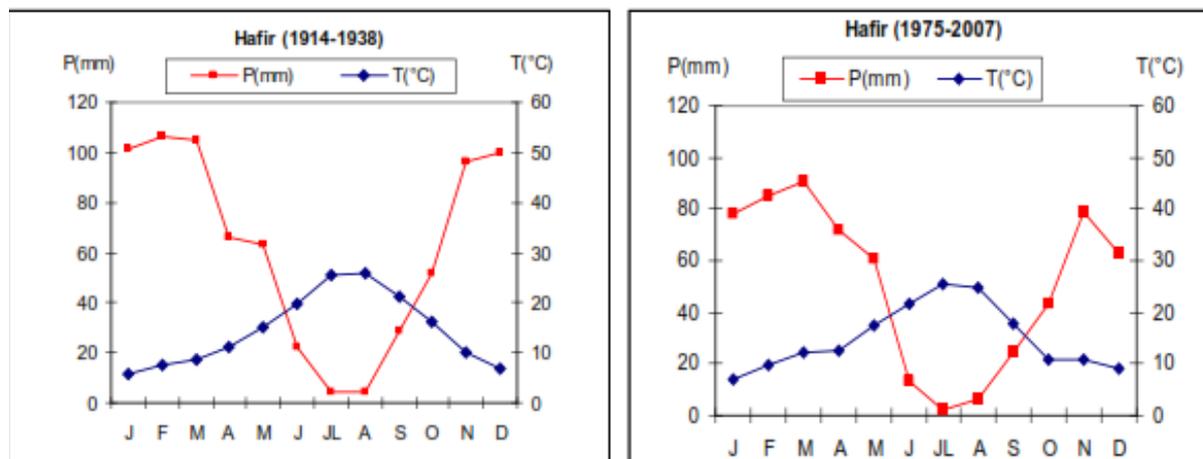


Figure 18 : Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen de la forêt de Hafir

L'examen des diagrammes ombrothermiques montre que la séquence sèche est prononcée, qu'il s'agit de la période ancienne ou récente.

Dans la zone montagneuse, cette période est relativement courte et ne dure que 4 mois, entre Juin et Septembre. Elle est atténuée par les pluies orageuses d'automne qui rafraîchissent les températures estivales.

III .3.6 .2.5.Quotient pluviothermique d'Emberger

Pour le bassin méditerranéen, à partir d'un coefficient pluvio-thermique d'Emberger (indice d'aridité perfectionné par la prise en compte de l'amplitude thermique annuelle), Emberger a classé toutes les situations météorologiques suivant deux coordonnées : d'une part les valeurs de ce coefficient et d'autre part la moyenne des températures du mois le plus froid.

D'après **Emberger (1930,1955)**.

Le bassin méditerranéen dans son ensemble peut être subdivisé en cinq étages bioclimatiques : aride, semi-aride, subhumide, humide et per humide :

- Aride: P compris entre 100 et 400 mm.
- Semi-aride : P compris entre 400 et 600 mm.
- Sub-humide : P entre 600 et 800 mm.
- Humide : P entre 800 et 1200 mm.

□ Per-humide: $P > 1200$ mm. (Quezel, 2000).

Emberger a réalisé un climagramme où l'on trouve l'ensemble de ces étages associés chacun à la température moyenne minimale au mois le plus froid et le coefficient pluvio-thermique correspondant. Ce climagramme permet de caractériser le climat d'une région et le classer dans un étage bioclimatique.

Selon **Emberger 1936**, l'étage bioclimatique correspond à l'étage de végétation et les diverses structures de végétation qui correspondent à des critères écologiques spécifiques, notamment en fonction des étages altitudinaux de végétation et de types bioclimatiques. (Quezel et al, 1990), peuvent être représentés sur le climagramme. (Quezel, 2000).

Calcul du quotient pluvio-thermique d'Emberger :

Le calcul du quotient pluvio-thermique « Q2 » d'Emberger est pour déterminer l'étage bioclimatique de la région ; Ce quotient pluvio-thermique d'Emberger « Q2 » est déterminé par la combinaison des 3 principaux facteurs du climat :

P : Précipitation annuelles en mm.

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud en degré de Kelvin (°K) ;

m : moyenne des minima du mois le plus froid en degré de Kelvin (°K).

La formule utilisée pour le calcul est la suivante :

$$Q_2 = \frac{2000P}{M^2 - m^2}, \text{ où :}$$

P : moyenne des précipitations annuelles (mm).

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud (°K=°C+273,2).

m : moyenne des minima du mois le plus froid (°K=°C +273,2).

Les résultats du calcul du Q2 (Tab.17) nous a permis de positionner les forêts Hafir dans l'étages correspondant (Fig.19).

Tableau 17 : Valeur du « Q2 » et étages bioclimatiques de la foret de Hafir

Forêt	Périodes	P(mm)	M	m	Q2	Etage bioclimatique	Sous-étage	Variante thermique
Hafir	Pa	748	31,1	1,8	88,1	Sub-humide	Supérieur	Frais
	Pn	573	34,7	2,8	61,5	Sub-Humide	Supérieur	Frais

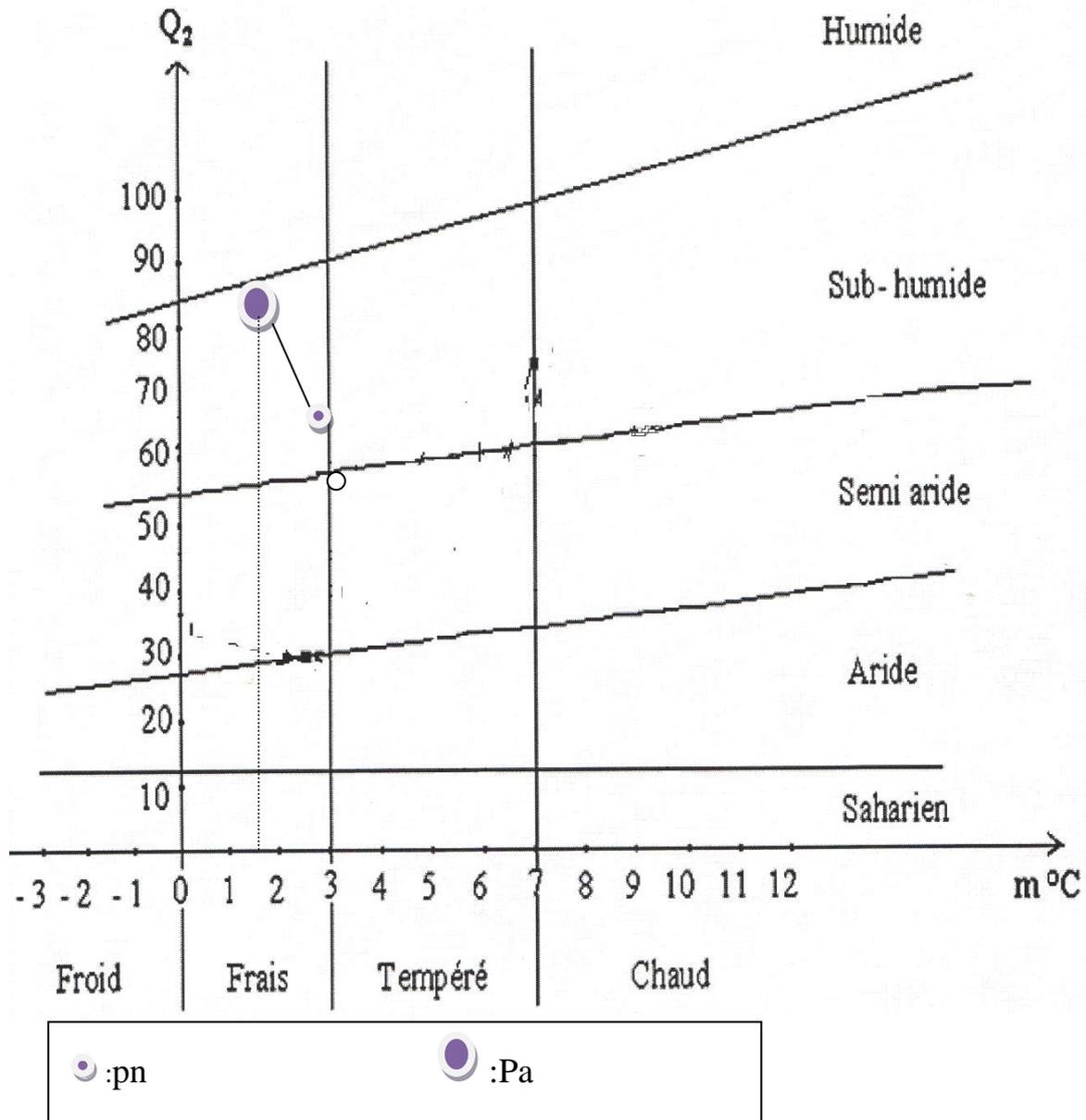


Figure 19 : Quotient pluviothermique et climagramme d’Emberger de forêt de Hafir au cours de la période ancienne (Pa) et récente (Pn).

Il ressort du climagramme d’Emberger, que la forêt de Hafir se caractérise par un bioclimat ou ambiance bioclimatique sub-humide supérieur recevant plus de 600 mm de précipitation. Dans ce massif, le climat converge actuellement vers un sous-étage inférieur, semi-aride supérieur avec des quantités annuelles de pluies oscillant entre 500 et 600 mm. La température minimale est toujours inférieure à 3°C, caractérisant ainsi un hiver frais

Dans ce chapitre, on a essayé de réaliser une étude climatique de la zone d’étude qui se conclut de la manière suivante :

□ Selon le climagramme d'Emberger, la zone appartient à l'étage bioclimatique sub-humide supérieur à hivers frais.

- Irrégularité de précipitation d'une année à l'autre avec un régime saisonnière de type HPAE, favorable à une biodiversité floristique importante, du fait que ça correspond à la saison favorable de la période végétative.

□ Une durée de sécheresse assez longue (de l'ordre de 4 mois).

□ Une amplitude thermique de type semi-continentale, proche de l'effet de continentalité.

III .3.7. Description forestière

La forêt de Hafir a un climat typiquement méditerranéen, subhumide inférieur caractérisé par deux saisons bien différenciées; l'une estivale longue et sèche, à fort ensoleillement et à température élevée, l'autre hivernale peu froide et humide à précipitations (-600 mm/an) parfois violentes et de courtes durées (**Bouchaour-Djabeur, 2001**).

Elle s'étend sur une superficie de 10157 ha, les peuplements de Chêne-liège couvrent une superficie de l'ordre de 3500 (BOUDY, 1955) à 4000 ha (**Thitoin, 1948 ; Sauvagnac, 1956**). Ils sont localisés dans de nombreux cantons (au moins 11) dont les plus importants sont S'Rutou, Moutas, Tatsa, Tijdit, Oued Tlet, Oued Fernane et Koudiet Hafir (**Bouhraoua, 2003**). Presque la moitié des peuplements sont purs tandis que l'autre partie est mélangée avec du Chêne zeen dans les stations fraîches ou bien avec du Chêne vert dans les stations chaudes et sèches.

La forêt de Hafir était constituée essentiellement d'une vieille futaie de Chêne-liège de 200 à 250 ans, avec quelques taillis de cette essence provenant d'exploitations de guerre ; on ne trouvait que de rares traces de régénération naturelle (**Boudy, 1955**).

Les zones de chêne-liège ont considérablement diminué de taille et de vitalité à cause des fortes variations climatiques (Benabid, 1989).

Selon (**Pausas et al., 2009**), la régénération difficile, le surpâturage, l'envahissement du pin d'Alep et de l'eucalyptus des aires de chêne-liège et le déliègeage imprudent sans oublier les feux de forêts, peuvent être les causes majeures de dégradation de cette espèce, surtout après l'extraction du liège

Les incendies ont été les principaux responsables de la régression du Chêne-liège dans cette forêt. Ainsi, l'incendie de 1892 a-t-il suffi à déclencher le processus de dégradation, où une surface de 1 203 ha a été ravagée, soit le quart du peuplement surtout au niveau des 2 principaux cantons à chêne liège (Oued Fernane et de S'Rutou) où étaient concentrés les plus beaux boisements de chêne-liège (**COIT, 1969**). Quelques étendues ont été reconstituées très partiellement par des plantations artificielles d'une part et par une reprise végétative d'autre

part. En 1920 et 1956, d'autres incendies ont moins gravement compromis l'état des peuplements mais avaient contribué de façon non négligeable à la disparition définitive des arbres des 2 cantons (S'Rutou et Oued Fernane). En 1994, plus de 640 ha ont été détruits (dont 450 ha à Oued Fernane) (CFWT, 1995). En 2001, 2004 et 2006, de nouveaux incendies ont compromis toutes les régénérations bienvenantes(**Fig.20**).

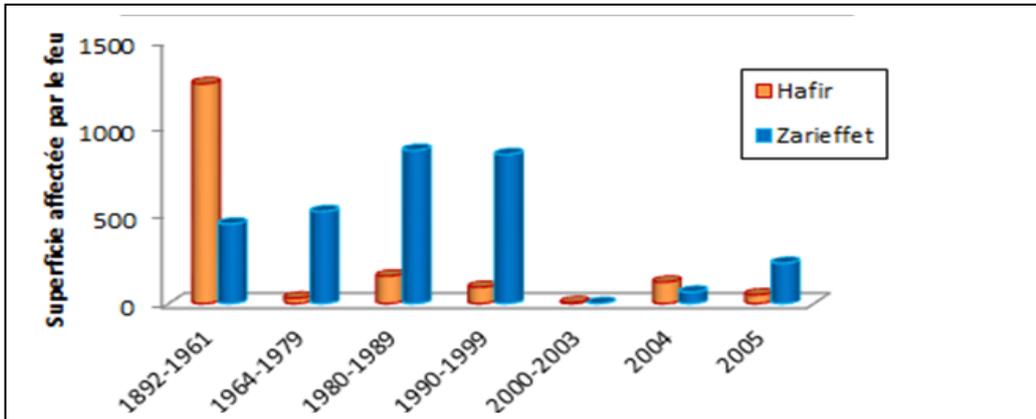


Figure 20 :Evolution des incendies dans la subéraie de Hafir et Zariéffet

La régénération naturelle par semis est depuis longtemps rare et irrégulière dans l'ensemble du massif, même si elle peut être satisfaisante par endroits (**Thintoin, 1948**). En 1952, des essais de régénération par semis sur banquettes ont été entrepris sur une surface de 30 hectares. **Boudy (1955)** signalait, qu'« on s'y prend trop tard ; il y a 50 ans que l'on aurait dû commencer et tenter en même temps le recépage des arbres les moins âgés».

Malheureusement cette forêt, qui autrefois produisait le meilleur liège d'Algérie, est-elle nettement sur son déclin.

Le sous-bois est très riche en plantes. Certaines sont caractéristiques d'une humidité levée et d'autre par la présence du maquis, symbole de dégradation. Ce dernier est souvent peu développé mais rarement absent. Dans les stations dégradées par les incendies, il est en revanche très abondant. Parmi les plantes les plus fréquentes, signalons : le lierre (*Hederahelix*), le chèvrefeuille (*Loniceraimplaxa*), la salsepareille (*Smilax aspera*), la ronce à feuille d'orme (*Rubus ulmifolius*), le daphne ou laurier des bois ou garou (*Daphnegrnidium*), l'arbousier (*Arbutusunedo*), le petit houx (*Ruscusaculeatus*), la bruyère arborescente (*Ericaarborea*), le romarin (*Rosmarinusofficinalis*) et la fougère aigle (*Pteridiumaquilinum*).

Dans les zones dégradées plus chaudes, on trouve plus d'essences secondaires telles que le chêne kermès (*Quercus coccifera*) et le genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), mais aussi les Cistes (*Cistusladaniferus*, *C. salviaefolius*, *C. monspeliensis*), le diss (*Ampelodesmosmauritanicus*) et le doum (*Chamaerops humilis*) (**Bouhraoua, 2003**).

III .3.8.Production de liège

La production de liège dans la région dépend principalement de la forêt de Hafir dont l'étendue est la plus importante. Le liège de reproduction (ou liège femelle formé lorsqu'on dépouille l'arbre de son premier liège mâle) constitue le véritable liège de commerce, depuis longtemps considéré comme un liège de qualité supérieure, et il représentait les deux tiers de la production locale qui, selon **Boudy (1955)**, avait atteint 20 000 quintaux entre 1939 et 1951 alors que le liège mâle représentait un tiers seulement du total (6 300 quintaux). L'exploitation du liège a été réalisée avec une rotation de 10 à 12 ans, par jardinage ou par coupon, et le canton quelle que soit sa superficie, était considéré comme une unité de division car un seul canton était concerné à chaque campagne de récolte. La surface actuellement productive à Hafir est d'environ 1 069 ha, ce qui représente 31 % de la superficie initiale (**Bouhraoua, 2003**)(Fig.21).

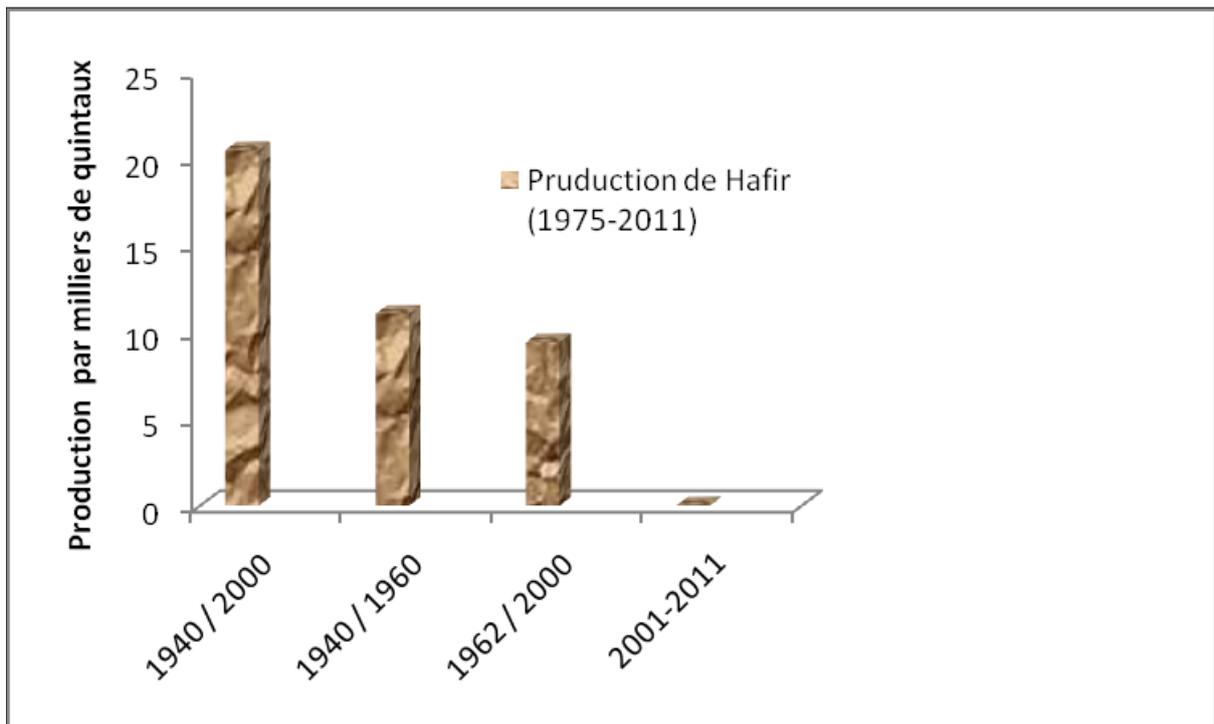


Figure 21 : Evolution périodique de la production du liège à Hafir (C.W.F.T., 1996 et 2011)

IV. Matériels et méthodes

Le présent travail porte principalement sur l'étude de rôle des espèces accompagnatrices du chêne liège sur la conservation des *Botryosphaeriaceae* dans la forêt de Hafir. L'objectif principal de ce travail consiste à isoler les agents pathogènes à partir de branches d'arbres infectées présentant les symptômes de la maladie chancreuse tels les chancres au niveau du tronc, jaunissement des feuilles, dessèchement des rameaux et des brindilles mais aussi à partir de quelques espèces de la flore herbacée.

IV.1. Choix de la station et échantillonnage

De nombreuses méthodes de sélection des parcelles et des arbres ont été mises au point dans différents pays, notamment en France (Becker & Lévy, 1983 ; Bouvarel, 1984 ; Becker, 1987), au Maroc (Fraval, 1989) et en Sardaigne (Sechi *et al*, 2002) afin d'évaluer l'état sanitaire des peuplements forestiers ou pour mieux comprendre certains phénomènes de dépérissement.

IV.1.1. Choix de la station

Le site d'observation retenue pour cette étude est localisé dans la subéraie de Hafir.

Dans le cadre de notre recherche, une sortie sur terrains a été effectuée entre le mois de février et le mois de mars de l'an deux mille vingt. D'autres sorties ont été programmées mais non réalisées à cause du Covid19. Ce travail est la suite d'autres réalisés dans la même forêt pour la recherche des causes biotiques du dépérissement tels (Saidi, 2017), (Smahi, 2019) et (Chekroun, 2019). Après plusieurs prospections au niveau des subéraies oranaises, en particulier la forêt de Hafir, des signes très remarquable sont été observés: la formation de chancres au niveau des troncs de chêne liège, la décoloration anormale des feuilles de cette essence et de celles des autres espèces végétales formant son cortège floristique. Pour ce cas particulier, les services forestiers de la wilaya de Tlemcen, ont confirmé l'apparition de ces symptômes, en particulier, chez les arbres démasclés en été 2015.

IV.1.2. Le choix des arbres échantillons

Le choix a été effectué sur la base de la présence des symptômes caractéristiques des maladies chancreuses à *Botryosphaeria* à savoir la présence de chancres au niveau des troncs d'arbres, décoloration de la cime en totalité ou en partie et dessèchement du feuillage (**Fig.a.b.c.d**).

A partir du premier arbre repéré à l'entrée de la station (soit au niveau de la première ligne) présentant ces symptômes, le reste des arbres a été sélectionné par la méthode du plus proche voisin présentant les mêmes signes ainsi que leurs cortèges floristiques. Chaque arbre

sélectionné a été matérialisé par un ruban coloré (de 1 à n) afin de le repérer lors des prochaines sorties.

Au total dix (10) arbres présentant les symptômes caractéristiques des chancres à *Botryosphaeria*, ont été échantillonnés après confirmation de la présence du champignon au niveau des branches par la présence d'une tache noire à la coupe. Ces arbres ont fait l'objet de mesures dendrométriques ainsi que des mesures d'exploitation.



Figure 22 :Chêne-liège de la station de Hafir/ a. Allure générale de la forêt de Hafir; b. c. et d. Arbres présentant des chancres (Saidi, 2017).

IV.1.3.Choix des plantes du cortège floristique des arbres échantillons

De la strate herbacée, nous avons prélevé des échantillons de tiges et de feuilles du Genévrier oxycèdre, les cistes et Diss présentant aussi des symptômes de changement de couleur du feuillage (**Fig.23**). Au total, 30 échantillons (tiges, feuilles) ont été prélevés (10 de chaque espèce).



Figure 23 : La flore accompagnatrice du chêne-liège dans la suberaie de Hafir
a. Genévrier ; b. Cistes ; c. Diss (Saidi, 2017)

IV.1.4.Caractérisation des arbres échantillons

1- Mesures dendrométriques

Les mesures dendrométriques prises en considération sont la circonférence du tronc à 1m30 du sol à l'aide d'un ruban mètre, et la hauteur totale de chaque arbre au moyen d'un Blum-Leiss.

2- Mesures d'exploitation

Pour caractériser la qualité avec laquelle s'est effectué l'écorçage des arbres, du fait que cette opération est une blessure et fragilise l'arbre qui devient vulnérable aux infections fongiques, la hauteur d'écorçage a été prélevée et le coefficient de démasclage (cd) calculé à partir de la formule « $Cd = \text{hauteur démasclé} / \text{circonférence à hauteur d'homme}$ » donnée par (Boudy, 1950; 1952 ; Natividade, 1956) .

Les différentes mesures dendrométriques et d'exploitation ainsi effectuées sont réparties en notes consignées dans le tableau18 :

Tableau18: Principales classes des relevés dendrométriques et d'exploitation

Types de relevés	Descripteurs	Classes
Dendrométriques	Circonférence	1(<70 cm), 2(70-109 cm), 3(110-149 cm), 4 (150-189 cm), 5 (>189 cm)
	Hauteur totale	1(<6m), 2(6-6,99m), 3(7-10m), 4(>10m)
D'exploitation	Hauteur d'écorçage	1(<1,5m), 2(1,5-2,4m), 3(2,5-3,4m), 4(>3,4m)
	Coefficient d'écorçage	1(<1,5), 2(1,5-2,4), 3(2,5-3,4), 4(<3,4)

IV.2. Isolement, Culture des champignons

Au niveau du laboratoire nous avons isolé les pathogènes fongiques du chêne-liège, genévrier, Ciste et Diss. Les isolements ont été réalisés à partir des morceaux de rameaux symptomatiques des échantillons sélectionnés.

Les isolements ont été réalisés dans les conditions stériles sous une hotte à flux laminaire selon la technique décrite par Péros et Berger (1994).

IV.2.1. Milieu de culture

Les milieux utilisés pour cultiver les champignons sont la gélose PDA (Potato Dextrose Agar) et MEA (Malt Extract Agar). Pour tous les milieux de culture, la prolifération des bactéries est évitée en ajoutant un antibiotique, la streptomycine à 0,1% au moment de l'utilisation. Ils sont stérilisés par autoclavage à 120°C pendant 15 minutes.

IV.2.2. Isolement des champignons

Les échantillons des plants de chêne liège ainsi que ceux des autres essences du cortège floristique (**Fig.24**) ont été amenés au laboratoire, dans des sachets, conservés à 4°C jusqu'à leur utilisation. La méthode d'isolement des champignons suivie est celle décrite par **Vijanovic et Brisson (2001)**. Les branches et les tiges symptomatiques ont d'abord été nettoyés des impuretés et décontaminés en surface avec de l'éthanol 70 % pendant 10 secondes afin de ne conserver que les microchampignons endophytes. Les tissus extérieurs de l'écorce ont été, par la suite, coupés par un scalpel stérilisé puis éliminés. Dans un environnement stérile, sous une hotte à flux laminaire, préalablement désinfectée avec de l'éthanol 70 % et mise en marche pendant au moins 1 heure (**Fig.25**), des coupes longitudinales et transversales des branches symptomatiques présentant des taches noires internes. Des coupes de tissus de xylème, à environ 1 mm², ont été coupés à l'aide d'un scalpel stérile à partir de la marge des lésions nécrotiques puis stérilisés avec de l'hypo-chlorite de Sodium à 0.2 % pendant une minute (1min), suivis d'une immersion dans de l'eau distillée stérilisée puis séchés à l'aide d'un papier filtre stérile. Tous les fragments, de l'ordre de cinq à six (5-6) par boîte de Petri, avec 2 répétitions par échantillon, ont été cultivés sur milieux de culture.



Figure 24 : Echantillons prélevés du chêne-liège

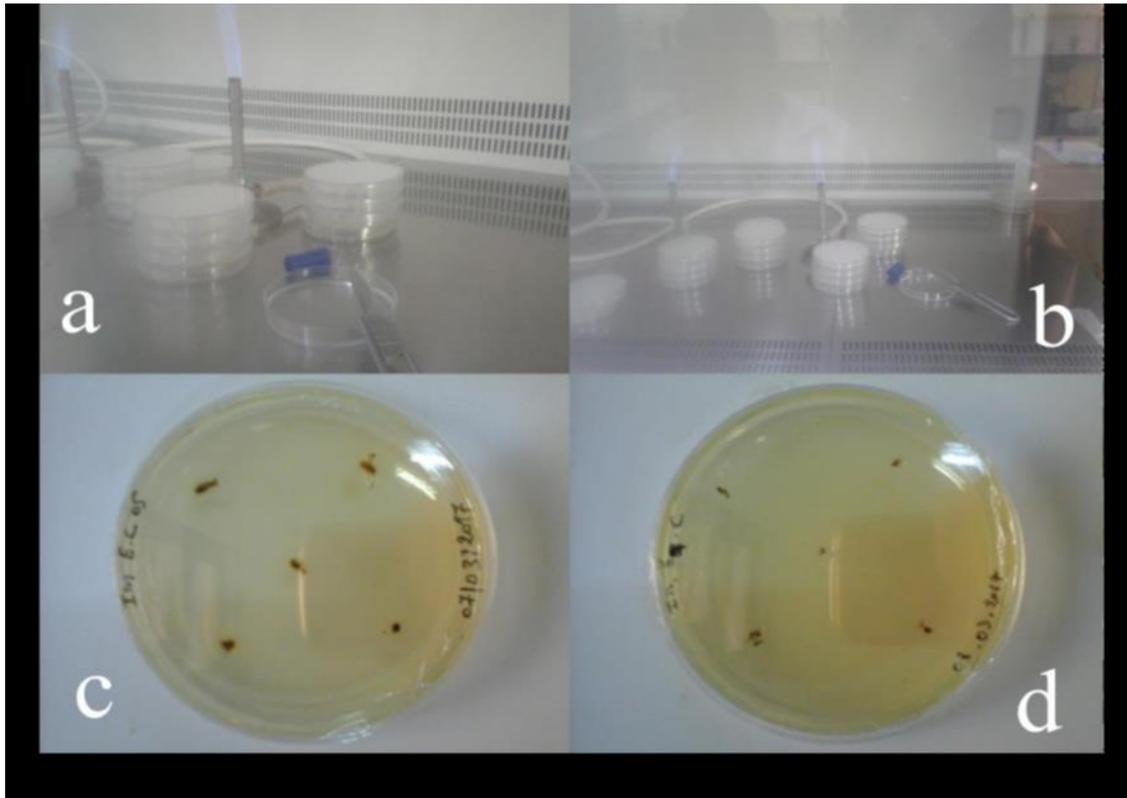


Figure 25 : Préparation de la hotte et la culture des échantillons :
a, b : conditions d'asepsie dans la hotte à flux laminaire ; c, d : culture

Les boîtes de pétriensemencés, ont été incubées dans l'obscurité à $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ pendant 7 jours.

IV.3.Purification du champignon

À l'issue de la période d'incubation des cultures, la purification des souches est réalisée par la méthode de repiquages successifs en transférant du mycélium de ces cultures sur une boîte de Pétri contenant de la gélose PDA ou MEA. Les boîtes de Pétri sont incubées pendant 5 à 10 jours à $25^{\circ}\text{C} \pm 1$ et la pureté est vérifiée à l'issue de la période d'incubation jusqu'à l'obtention d'une colonie pure.

Les colonies suspectes d'appartenir au genre *Botryosphaeria* ont poursuivi leur incubation jusqu'à un mois pour inciter à la production des spores.

IV.4.Identification des champignons

L'identification des champignons sera basée sur les caractéristiques culturales et morphologiques des conidies et conidiospores conformément à **Barnett et Hunter(1975)**, **Botton et al. (1990)**, **Luque et al. (2000)**, **Mullerin et Smith (2015)**.

Des fragments de cultures fongiques pures (quelques spores et un fragment mycélien à la marge du thalle) ont été prélevés à l'aide d'une anse de platine stérile, transférés sur une lame

dégraissée par l'éthanol et séchée avec un papier filtre. Le mycélium a été par la suite imbibé d'acide lactique pour maintenir la turgescence, additionné de quelques gouttes d'éthanol pour disperser les spores. Le frottis a été couvert par une lamelle. Pour permettre une bonne observation à x100, une goutte d'huile d'immersion a été versée sur la lamelle puis des observations microscopiques ont été réalisées.

Les lames ont été ensuite observées à différents grossissements à l'aide d'un microscope optique.

Les cultures obtenues ont été quantifiées et groupées conformément à leurs caractéristiques macroscopiques pour nous permettre de choisir, enfin, des représentants de chaque groupe pour l'identification.

L'observation est basée essentiellement sur la morphologie du mycélium (absence ou présence de cloisons, couleur, ...) et des spores (forme, couleur, texture des parois, ...). La détermination des espèces est faite à l'aide du guide des champignons.

V. Résultats et discussion

V.1. La dynamique du massif de Hafir

La forêt de hafir est composée essentiellement de peuplements naturels de chêne liège. Il n'y a que de rares traces de régénération naturelle, malgré l'existence d'un sol profond (Letreuch, 1991). L'importance des pressions et l'absence de gestion adéquate sont à l'origine de cet état. Le reste du massif est occupé par des peuplements de chêne vert et de chêne zéen.

La physionomie de la végétation la plus évoluée est celle d'un matorral arboré élevé et dense.

La série méso-méditerranéenne du Chêne-liège est fortement représentée à Hafir, elle est visible à travers les groupements suivants :

- groupement arbustif de Chêne-liège, Chêne vert et Chêne zéen ;
- groupement arborescent de Chêne-liège, Chêne vert avec un faciès à Ciste ;
- groupement arborescent de Chêne-liège, Chêne vert et Chêne zéen ;
- groupement arborescent de Chêne-liège et Chêne vert à faciès à Lentisque (Leteuch *et al.*, 2010).

Les relevés phytosociologiques effectués par Dahmani (1984) et Zeraïa (1981) au niveau du massif de Hafir ont permis de le rattacher à l'association de type *Cytisotriflori-Quercetum suberis* Br. Bl et à la sous-association *Quercetosum canariensis*. (Leteuch-Belarouci *et al.*, 2010).

Selon le même auteur, la strate arbustive de la suberaie de Hafir se compose essentiellement de *Quercus suber* L., *Quercus rotundifolia* L., *Quercus faginea ssp. tlemceniensis* Lamk et *Juniperus oxycedrus* L. Par contre, le sous-bois est peu développé, il est composé principalement d'espèces caractéristiques du groupement de la chênaie mixte avec : *Cistus salvifolius* L., *Cistus monspeliensis* L., *Erica arborea* L., *Lavandula stoechas* L., *Arbutus unedo* L., *Lonicera implexa* Aiton, *Viburnum tinus* L., *Genista tricuspidata* Desf., *Rosa canina* L., *Ruscus aculeatus* L., *Asparagus acutifolius* L., *Ampelodesmos mauritanicus* (Poir.) T. Durand et Schinz, *Stipa tenacissima* L., *Rosmarinus tournefortii* (de Noé ex. Jord & Fourr.) Jahand & Maire., *Chamaerops humilis* L., *Calycotome villosa* (Poir.) Link., *Cytisus triflorus* L'Her. et *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn.

Le groupement de Chêne zéen est présent sur les vallons frais, en raison de son amplitude écologique large. Quant au groupement de Chêne vert, il domine aux expositions sud de Hafir, présentant des conditions édapho-climatiques spécifiques marquées par un sol superficiel, un affleurement rocheux très apparent et une semi-aridité de son bioclimat. C'est une essence sciaphile qui craint l'hydromorphie même temporaire (Messaoudene, 1996). Les

espèces qui accompagnent le Chêne zéen sont dans ce cas *Pistacialentiscus* L., *Juniperusoxycedrus* L., *Olea europaea* L., *Ceratonia siliqua* L. et *Chamaerops humilis* L.

V.2. Composition floristique de la forêt de Hafir

Dans notre cas, le cortège floristique qui accompagne le chêne liège au niveau de la forêt de Hafir est listé dans le tableau 19.

Tableau 19 : Inventaire de la flore accompagnatrice du chêne-liège dans la forêt de Hafir

Strate arborescente	Strate arbustive	Strate sous-arbustive haute	Strate sous-arbustive basse
<i>Quercus suber</i> <i>Quercus faginea</i> <i>Pinus halepensis</i>	<i>Quercus suber</i> <i>Quercus faginea</i> <i>Quercus rotundifolia</i> <i>Pinus halepensis</i> <i>Juniperus oxycedrus</i>	<i>Quercus suber</i> <i>Quercus faginea</i> <i>Quercus rotundifolia</i> <i>Phillyrea angustifolia</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> <i>Arbutus unedo</i> <i>Rosa carina</i> <i>Pinus halepensis</i> <i>Smilax aspera</i> <i>Hedera helix</i> <i>Lonicera implexa</i>	<i>Quercus suber</i> <i>Quercus faginea</i> <i>Quercus rotundifolia</i> <i>Quercus coccifera</i> <i>Phillyrea angustifolia</i> <i>Daphne gnidium</i> <i>Cistus ladaniferus</i> <i>Cistus monspeliensis</i> <i>Cistus salviaefolius</i> <i>Calycotome spinosa</i> <i>Ampelodesmos mauritanicus</i> <i>Chamaerops humilis</i> <i>Lonicera implexa</i> <i>Scilla maritima</i> <i>Crataegus monogyna</i> <i>Lavandula stoechas</i> <i>Olea europaea</i> <i>Ulex parviflorus</i> <i>Pistacialentiscus</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> <i>Erica arborea</i> <i>Crataegus oxyacantha</i> <i>Asphodilus</i> <i>Microcarpus</i> <i>Cytisus triflorus</i>

La lecture de ce tableau montre une liste floristique de 44 espèces retrouvées et identifiées durant notre sortie.

La végétation accompagnatrice du chêne-liège est dominée par une flore ligneuse circumméditerranéenne appartenant dans son ensemble aux étages thermo-méditerranéen et mésoméditerranéen **Peyrimhoff (1941)** et **Quézel (2000)**.

La végétation naturelle de la subéraie de Hafir comprend un sous-bois riche en espèces à feuilles persistantes, aimant la chaleur, la lumière et fuyant les sols calcaires

Dans les subéraies de montagne, on rencontre en plus du pin d'Alep, d'autres essences plus montagnardes telles que le chêne zeen (*Q. faginea* ssp *tlemceniensis*) qui pousse dans les endroits humides de la station de Hafir et le genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*).

La composition floristique de la strate arborée et même arbustive varie selon la station et le secteur.



Figure 26 : *Pinus halepensis* (A), *Q. faginea*(B), *Juniperus oxycedrus*(C),*Quercus rotundifolia* (D), *Crataegus monogyna*(E), *Rosa canina*(F), *Ampelodesma mauritanica*(G), *Calicotome spinosa*(H),*Cistus monspeliensis* (I),*Asphodilus Microcarpus*(J),*Chamaerops humilis* (K)

V.3. Caractéristiques des arbres échantillons

Les arbres-échantillons pris en considération, dans la présente étude, sont ceux qui présentent des symptômes d'infection par les endophytes fongiques du genre *Botryosphaeria*. Il s'agit d'un jaunissement et dessèchement du feuillage d'une partie ou de la totalité de l'arbre avec présence des chancres au niveau du tronc et des branches comme décrit par **Bush et al., (2009)** et **Gillman (2011)**. Dix (10) arbres ont été retenus après vérification de la présence des taches noires au niveau du xylème à la coupe transversale des branches.

V.3.1. Relevés dendrométriques

Les résultats des relevés dendrométriques des 10 arbres échantillons sont regroupés dans le tableau 20

Tableau 20: Résultats des relevés dendrométriques des 10 arbres échantillons

Descripteur	Classe	N'ombre d'arbre	Moyenne
Circonférence	1	3	117m
	2	7	
Hauteur total	1	2	7 m
	2	1	
	3	7	

Les arbres atteints par le chancre à *Botryosphaeria* appartiennent au deux premières classes de circonférences ont un moyenne de 117 cm avec un âge moyen dépasse 80ans.

Les valeurs enregistrées oscillent entre 91 cm (40- 70 ans) et 134 cm (dépassent 80 ans). Plus de 30% ont forment la 1^{ere} classe de circonférence (\emptyset entre 90 et 100cm), c'est-à-dire un âge entre 40 et 70 ans.

Les 70% forment la classe 2 avec une circonférence (\emptyset entre 110 et 149cm) 110-14 et un âge dépassent 80 ans).

Les arbres dont la hauteur est comprise entre 4.45m et 9m avec une moyenne de 7 m. Les arbres malades appartiennent aux classes 1(<6m), 2 (6-6,99m) et 3 (7-10m) avec un pourcentage respectif de 20%,10%et 70%.

V.3. 2. Caractéristiques d'exploitation

Le tableau 21, regroupe les résultats des relevés d'exploitation des 10 arbres échantillons

Tableau 21 : Résultats des principales classes du relevé d'exploitation des 10 arbres échantillons.

Descripteur	Classe	Nombre d'arbre	Moyenne
Hauteur d'écorçage	2	7	2,23m
	3	3	
Coefficient d'écorçage	2	8	1,85
	3	2	

Le tableau 22 montre que les arbres échantillons appartiennent à la deuxième (1,5-2,4m) et troisième classe (2,5-3,4m) d'exploitation. La hauteur d'écorçage moyenne est de 2.25m, les valeurs extrêmes oscillent entre 1.70m et 3m. 70% des arbres infectés font partie de la 2^{eme} classe.

Le coefficient d'écorçage moyen est d'environ 1,85, les valeurs oscillent entre 1,29 et 3,09. 80% des arbres infectés sont bien écorcés et appartiennent à la classe 2 (1,5-2,4) les autres forment les arbres excessivement démasclés (20%).

V.4. Les champignons isolés

V.4.1. Caractéristiques des champignons isolés

Après l'isolement et la purification des champignons nous avons essayé de les identifier à partir de leurs caractéristiques macroscopiques et microscopiques.

Trois espèces de *Botryosphaeria* ont été isolées du chêne-liège et des espèces végétales de son cortège floristique (Genevrier, ciste et Diss).

V.4.1.1. *Botryosphaeria corticola*

Les spores asexuées (conidies) se produisent chez les pycnides à partir de cellules conidiogènes, sans conidiophores. Les Pycnides sont de couleur brun foncé à noir, circulaire, immergé, partiellement éruptif (jusqu'à 1mm de diamètre).

Les spores sexuées sont au nombre de huit ascospores bisériées. Elles se produisent à l'intérieur des asques dans une pseudothèse immergée, partiellement éruptifs, de brun foncé à noir, jusqu'à 1 mm de diamètre.

Colonies de 36-44 mm de diamètre sur PDA après 4 jours dans l'obscurité à 25°C. Les températures optimales de 20 à 25 C (**Fig.27**).

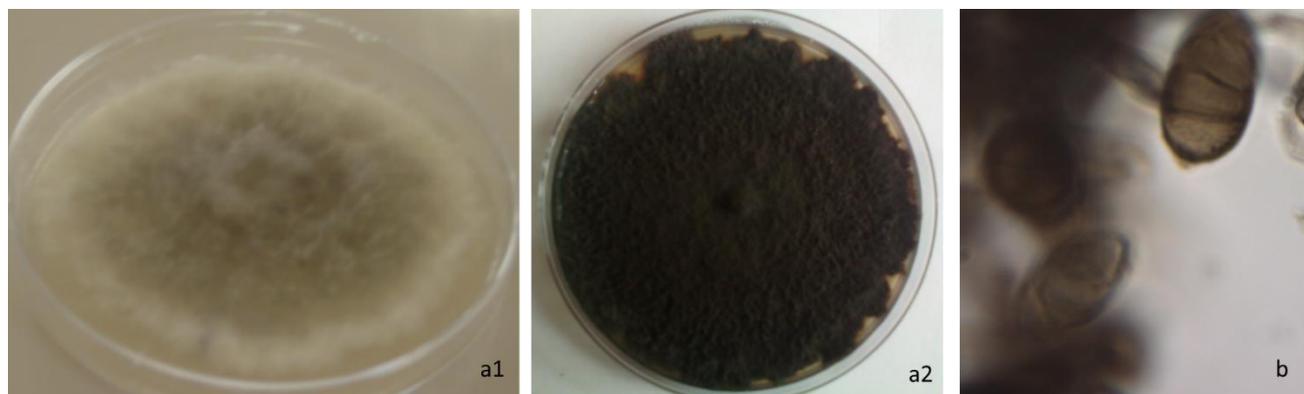


Figure 27 : Caractéristiques morphologiques et microscopiques de *Botryosphaeria corticola*

a1 : aspect morphologique d'une jeune culture sur PDA ; a2 : aspect morphologique d'une vieille culture sur PDA ; b : aspect microscopique des spores (x100x1.25x10)

V.4.1.2. *Botryosphaeria stevensii* Shoemaker (anamorph: *Diplodia mutila*Fr.)..

L'un des plus communs des prédateurs fongiques est le *Diplodi mutila* Fr. apud Mont. (Groupe de Coelomycetes) anamorphe de *Botryosphaeria stevensii* Shoem., Responsable de la formation de chancres et du dessèchement du tronc et des branches chez le chêne-liège.

Diplodia mutila est un parasite endophyte secondaire qui s'attaque aux arbres déjà affaiblis et stressés. Il contribue avec d'autres facteurs adverses au déclin progressif des forêts de chêne-liège. Chez les jeunes plants en particulier, il est responsable du flétrissement brusque et de la brûlure des jeunes pousses.

L'examen microscopique d'une culture sur la gélose (PDA), révèle la présence des conidies hyalines, ovoïdes à elliptiques, unicellulaires, aseptées, a paroi lisse, devenant rarement brun clair et 1 ou 2-septate avec l'âge.

Asques sont uniloculaires, solitaires ou groupés, immergés, partiellement éruptifs quand mûrs, globuleux, Jusqu'à 300 mm de diamètre, brun foncé à noir, épais. L'enveloppe est composée de couches extérieures de parois épaisses.

Conidiomata solitaires ou agrégées en grappes. Les conidiophores sont absents. Conidies Hyaliné, non septés, lisses, à paroi épaisse, allongées à Ovoïdes, droites, les deux extrémités sont largement arrondies (**Fig. 28**).

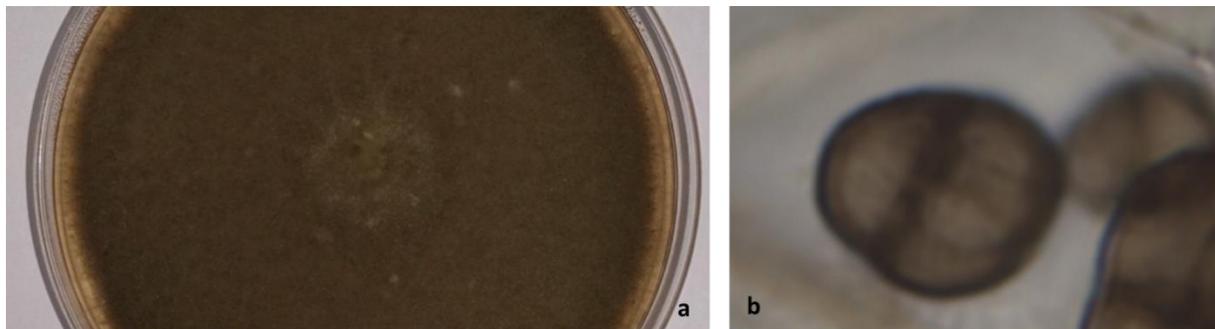


Figure 28: Caractéristiques morphologiques et microscopiques de *Botryosphaeria Stevensii* ; a : aspect cultural sur PDA ; b : forme des spores sous microscope (x100x1.25x10).

V.4.1.3. *Diplodia sapinea* = syn. *Diplodia pinea*, *Sphaeropsissapinea*

Diplodia sapinea est un pathogène fongique opportuniste. C'est un champignon endophyte capable de coloniser divers tissus des pins sans provoquer de désordre. Il est cependant associé à une grande variété de symptômes car il peut devenir pathogène sous l'effet de différents stress enclenchant un déséquilibre temporaire au sein des arbres. Seule la forme asexuée de ce champignon est connue (INRA, 2017).

On l'a isolé particulièrement du chêne liège, même si ce n'est pas son espèce hôte, mais il est fort possible qu'il a atterri sur ces arbres par le biais d'un intermédiaire.

La culture sur PDA à 25 °C a développé un mycélium aérien, pelucheux, gris avec une légère pigmentation violette dans la marge de la colonie. Les conidies oblongues à clavées et brun foncé produites en culture étaient typiques de *Diplodia sapinea* (Phillips *et al.*, 2013).

Ses conidiomata sont pycnidiales, stromatiques, globuleux, immergés, parfois superficiel, séparé ou agrégés, brun foncé à noir, uniloculaire, 0,3-0,5 mm de diamètre, paroi de 6 à 8 couches, épaisseur de 30 à 60 µm, paroi extérieure brun foncé. Conidiophores absents. Cellules conidiogènes cylindriques, discret, indéterminé, hyaliné, lisse, issu de la paroi intérieure du locule, 8,5-15 × 4-7,5 µm. Conidies allongées (**Fig.29**).

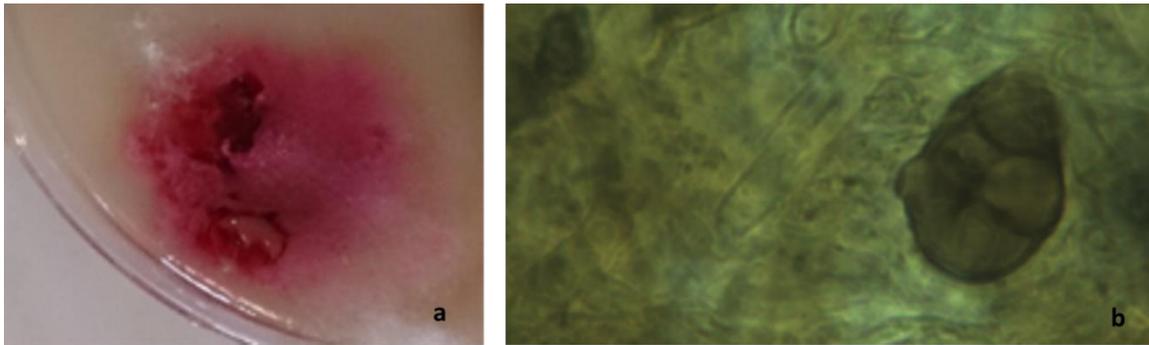


Figure 29: Caractéristiques morphologiques et microscopiques de *Botryosphaeria Sapinea* ; a: Aspect morphologique d'une jeune culture sur MEA à 25°C ; b: forme des spores sous microscope (x100x1.25x10)

V.4.2. Localisation des champignons

V.4.2.1. Distribution des champignons isolés selon leurs origines

Le tableau suivant montre la distribution des champignons isolés selon leurs origines.

Tableau17 : Distribution des champignons isolés selon leurs origines

Noms des champignons	A partir du chêne-liège	diss	genévrier	ciste	Totaux
<i>Botryosphaeria corticola</i>	16	03	08	07	34
<i>Botryosphaeria stevensii</i>	06	04	0	08	18
<i>Diplodia sapinea</i>	02	0	0	0	02
Totaux	24	07	08	15	54

Les figures suivantes présentent la répartition des champignons isolés, respectivement à partir du chêne-liège (*Quercus suber*), du Diss (*Ampelodesmos mauritanicus*), du Genévrier (*Juniperus oxycedrus*) et des cistes (*Cistus ladaniferus*) (Figs : 33, 34, 35 et 36).

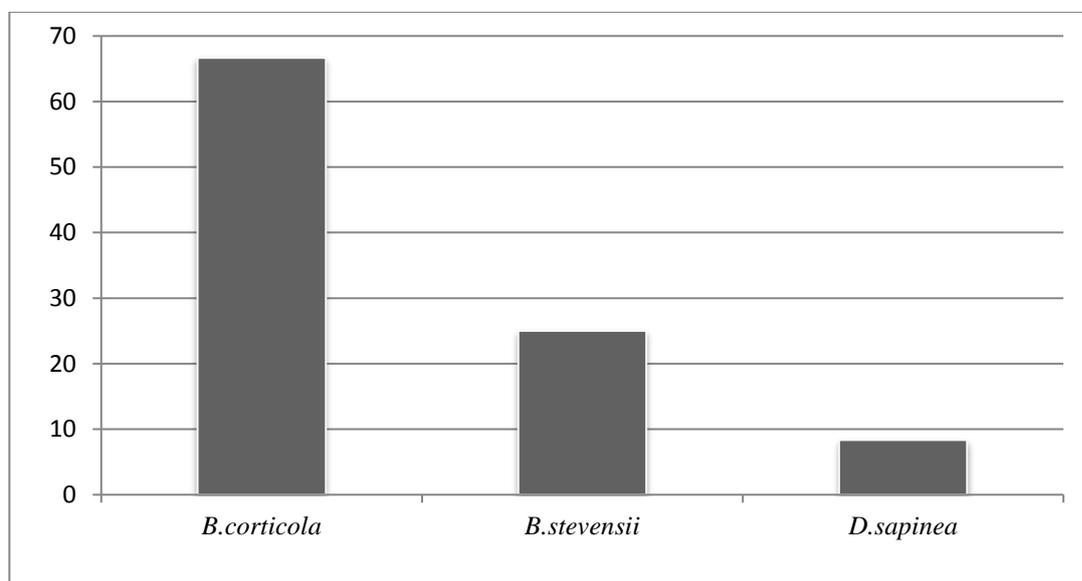


Figure 33 : répartition des champignons isolés à partir du chêne liège

La figure 33 montre la présence, des trois espèces appartenant au genre *Bothryosphaeria* : *Botryosphaeria corticola*, *B. stevensii* et *Diplodia sapinea* dans les échantillons de chêne liège symptomatiques.

On remarque une répartition inéquitable des espèces de *Botryosphaeriaceae*, où la prédominance de *Botryosphaeria corticola* se fait remarquer avec un taux qui dépasse 66%, suivie par *Botryosphaeria stevensii* avec plus de 18% et une présence faible de *Diplodia sapinea* avec un taux d'environ 8%.

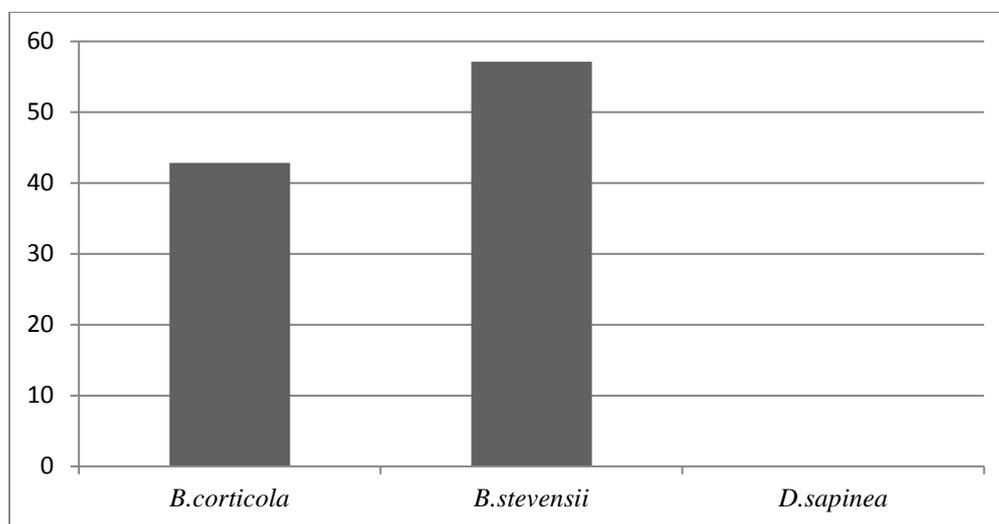


Figure 34 : Répartition des champignons isolés à partir du *Diss*

L'analyse de la figure 34 montre une présence de *Botryosphaeria corticola* et *B. stevensii* dans le *diss*, où elles se trouvent avec des taux de présence d'environ 43% et 57% respectivement. Par contre *Diplodia sapinea* est absente totalement dans le *diss*.

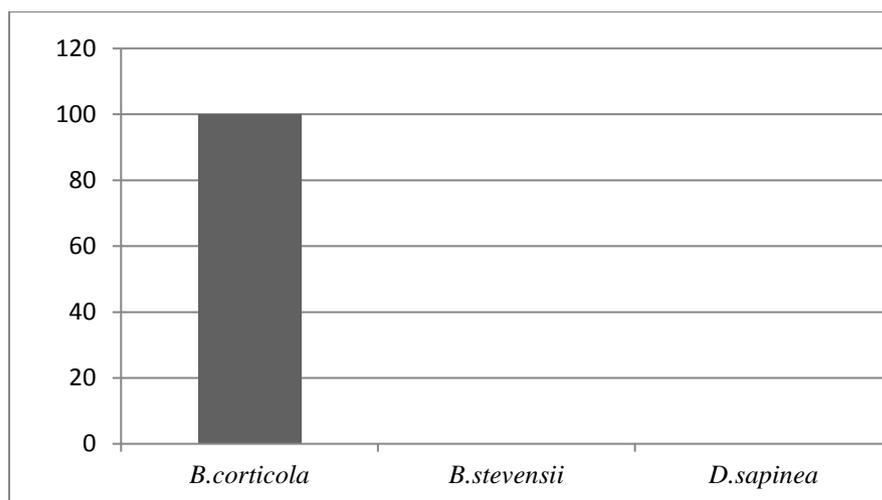


Figure 35 : Répartition des champignons isolés à partir du Genévrier oxycède.

Le genévrier oxycèdre est très riche en *Botryosphaeria corticola*, il est un réservoir de ce champignon, sa présence domine avec un taux de 100%. Par contre, on remarque une absence totale de *B. stevensii* et *Diplodia sapinea*.

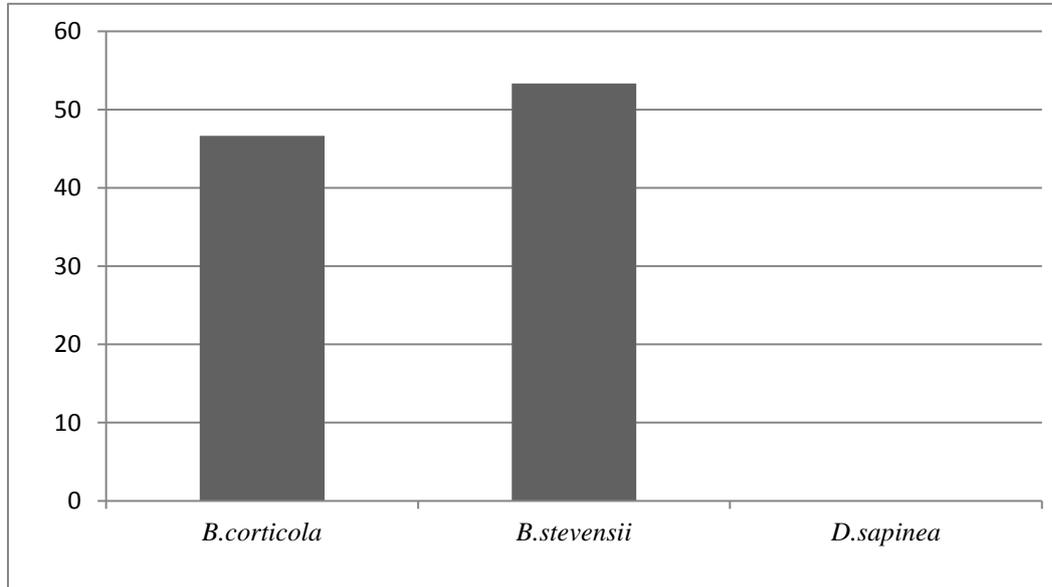


Figure 36 : Répartition des champignons isolés à partir des cistes

Dans le ciste, les deux espèces de *Bothryosphaeriaceae* présentent : *Botryosphaeria corticola* avec un taux 47% suivie par *B. stevensii* avec plus de 53% et on observe une absence totale de *Diplodia sapinea*.

V.4.2.2. Répartition des champignons isolés en fonction des sources d'isolement

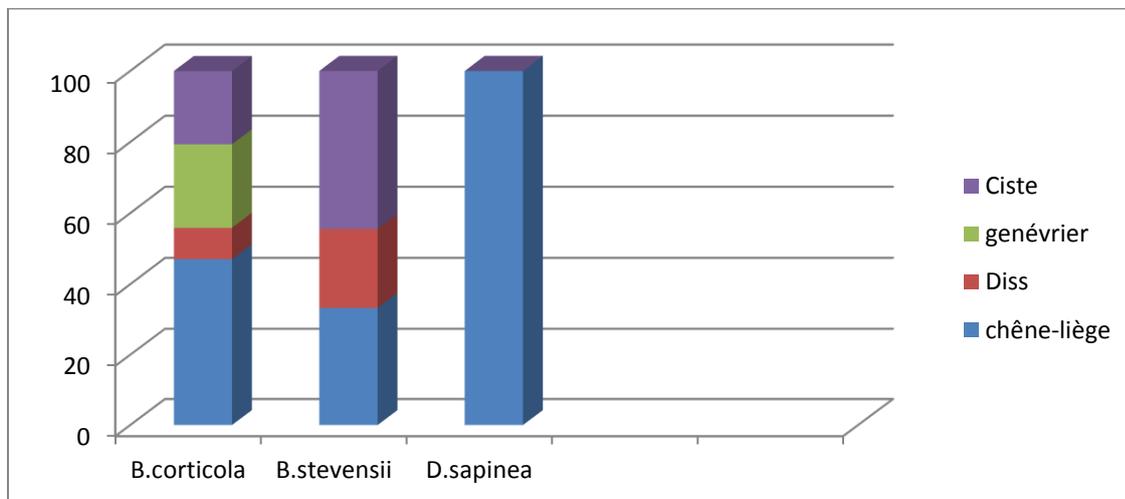


Figure 37 : répartition des champignons isolés en fonction des sources d'isolement

L'analyse de la figure 37 montre la dominance de *Bothryosphaeria corticola* qui dépasse un taux de présence d'environ 50%. Elle a été isolée aussi bien du chêne-liège que des autres plantes accompagnatrices à des taux variables : du Diss(8%) ,Genévrier(23%) , Ciste(20%)

Bothryosphaeria stevensii fait sa répartition entre le chêne-liège, le diss et le ciste ou le ciste prend le plus grand pourcentage avec environ 40%, suivi par le chêne-liège avec plus de 33% et du diss avec environ 22%.

Pour le *Diplodia sapinea* associé uniquement au chêne liège, il est apparu 4 fois dans les échantillons malades et représente 4% de la totalité des champignons isolés.

La flore accompagnatrice du chêne liège contient un nombre très important des champignons appartenant aux *Bothryosphaeriaceae* avec ces espèces *B.corticola* et *B.stevensii*.

Cette flore représente une importante source d'infection des arbres de chêne-liège nouvellement démasclés. Le contraire est aussi vrai : le chêne-liège contaminé au moment du déliègeage par les instruments non stérilisés utilisés à cette fin, peuvent constituer un foyer de contamination des végétaux accompagnateurs.

Conclusion

Depuis quelques années, les stress thermiques et hydriques ayant augmentés globalement, la mortalité des ligneux a augmenté au niveau mondial. Ce phénomène peut être en partie dû à la présence de champignons endophytes. En effet, ces derniers sous l'effet de stress abiotique peuvent devenir pathogènes et conduire à des chancres et des nécroses dans les plantes sensibles qui ne parviennent à compartimenter l'agent pathogène et ainsi finalement entraîner le déclin des ligneux (Desprez-Loustau, 2006).

La subéraie Algérienne connaît présentement des phénomènes graves de dépérissement. En effet, les dernières observations montrent une évolution rapide de la dégradation de ces sylves naturelles à cause de nombreux facteurs tels les incendies, le surpâturage, les attaques d'insectes ravageurs et les maladies fongiques qui font disparaître des surfaces considérables de chêne-liège.

Le travail que nous avons fait a été effectué au niveau de la forêt de Hafir, où nous avons identifié des arbres présentant des symptômes de maladie du chancre à *Botryosphaeria* ainsi que dans la flore accompagnatrice constituée par le Diss (*Ampelodesmos mauritanicus*), le Genévrier (*Juniperus oxycedrus*) et les cistes (*Cistus ladaniferus*, et *Cistus monspeliensis*)

A partir de l'isolement des champignons qui se trouvaient dans des arbres présentant des chancres sur branches et des dessèchements des feuilles, ont démontré la présence de trois espèces du genre *Botryosphaeria* à savoir *Botryosphaeria corticola*, *B. stevensii* et *Botryosphaeria sapinea*

La prédominance de *Botryosphaeria corticola* est très marquée dans toutes les sources d'isolement surtout dans le chêne-liège avec un taux de présence considérable d'environ 60%. Par contre, *B. stevensii* n'apparaissait pas dans les échantillons de Genévrier, elle est répartie entre le chêne-liège et le Diss, le ciste prend la moitié avec un taux d'environ 50%.

Diplodia sapinea fait son apparition uniquement dans le chêne-liège.

La flore accompagnatrice du chêne-liège constitue un réservoir riche en champignons phytopathogènes surtout ceux appartenant aux *Botryosphaeriaceae* représentés par *B. corticola*. qui présente dans toutes les plantes étudiées et peut être par conséquent, une importante source d'infection des arbres de chêne-liège nouvellement démasclés.

Conclusion

Les mauvaises pratiques de démasclage favorisent la contamination par des agents phytopathogènes et peuvent contribuer à l'inoculation de ces agents aux plantes accompagnatrices du chêne-liège.

Références Bibliographiques

-A-

Abbas M. 2006 –Le potentiel subericole et la possibilité de production. Atelier sur la gestion durable de la subéraie algérienne. El-Tarf, 30-31 Octobre 2006.

Abgrall J. ET Soutrenon A., 1991- La forêt et ses ennemies. Cemagref grenoble. 3ème Ed. Lille. 399p.

Acácio V, Holmgren M. 2014. Pathways for resilience in Mediterranean cork oak land usesystems. *Annals of Forest Science* **71**: 5–13.

Adouane M, 2008 : Etat mycorhizien du chêne-liège (*Quercus suber* L.) et influence des acacia et eucalyptus sur son développement dans la région d'El-Kala (cas du Canton Boumalek Mémoire d'Ingénieur en Ecologie et Environnement Université de Annaba.

Ahumada R, 2003. Pathogens in commercial Eucalyptus plantations in Chile, with special reference to *Mycosphaerella* and *Botryosphaeria* species. M.Sc. Thesis. University of Pretoria, Pretoria, South Africa.

Ainad —Tabet M., 1996-Base éco floristique des grandes structures de végétations dans les Monts de Tlemcen (Approche phytoécologique), thèse de Magistère, Inst .biol.Univ. Tlemcen, P .P .1-97.

Alatou D., (1992)- Croissance rythmique de deux espèces de chênes : chêne-zeen et chêne-liège. 2eme séminaire national de la biologie végétale et environnement. Annaba octobre 1992.

Alatou D., (1994)- Croissance rythmique du chêne-liège et chêne-zeen. Première journée sur les végétaux ligneux (Constantine 14 et 15 novembre 1994).

Alves A., Correia A., Luque J., et Phillips A., 2004. *Botryosphaeria corticola*, sp. nov. on *Quercus* species, with notes and description of *Botryosphaeria stevensii* and its anamorph, *Diplodia mutila*. *Mycologia*, 96(3). 598–613. *Pathology*.135: 791–804p.

Alves A., Barradas C., Phillips A. J. L., Correia A., 2013. Diversity of *Botryosphaeriaceae* species associated with conifers in Portugal. *European Journal of Plant Pathology*.135: 791–804p.

Amandier L., 2002. La subéraie : biodiversité et paysage, [en ligne]. Vivexpo biennale Du liège et de la forêt méditerranéenne.In : Colloque biodiversité et paysage, 21 Mai 2002, Vives (Perpignon). 16p.

Amandier L. 2006 - Les causes de dépérissement du chêne-liège et de chêne vert. Séminaire

Références Bibliographiques

- « Vitalité des peuplements des chênes-lièges et des chênes verts : situation actuelle, état des connaissances et actions à entreprendre. 25-26 octobre 2006, Evora, Portugal, pp :3.
- **Amponsah N. T., Jones E. E., Ridgway H. J. et Jasper M.V., 2009.** Rainwater dispersal of *Botryosphaeria* conidia from infected grapevine. New Zealand. *Plant Disease*. 62: 228–233p.
- A.N.F., 1992-**Cahier des charges relatives à l'exploitation et la vente de liège, Min. Agri., Juin 1992.
- Anonymme., 1927-**Rapporte phytopathologique pour les années 1926-1927. Ann. Epiphyties, Inst. Rech. Agro., 3 83-454.
- Anonyme 1. 1999.** Natural Cork Quality Council. Cork production: Industry statistics. Forestville, CA. www.corkqc.com/production/production2.htm.
- Anonyme, 2005-** P.D.A.U. de la commune d'Ouled Mimoun, Tlemcen, Horizon 2025, 3^{me} phase, p.p.20-50.
- Arx JA von, Müller E. (1954).** Die Gattungen der amerosporen Pyrenomyceten. Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz 11 (1): 1–434 .
- Arx JA von, Müller E. (1975).** A re-evaluation of the bitunicate ascomycetes with keys to families and genera. *Studies in Mycology* 9: 1–159 .
- Aubert G. et Monjauze A., 1946 -** Observations sur, quelques sols de l'Oranie Nord occidentale - Influence du Déboisement, de l'érosion, sur leur évolution (I). *Compte-rendu sommaire des Séances de la Société de Biogéographie*, t. 23, no 199.pp. 44-51.
- B-**
- Bagnouls F. et Gausson H., 1953 -** Saison sèche et indice xérothermique.*Bull. Soc.Hist. Nat. Toulouse*. 88(3-4).pp.1 93-239.
- Bakry M. et Abourouh M., 1995 -** Dépérissementdu chêne liège au Maroc : état des connaissances et perspectives d'intervention. *IOBC/wprs Bull.* 18, 50-55.
- Bakry, M. ; Abourouh, M. 1996.** Nouvelles données sur le dépérissement du chêne-liège (*Quercus suber* L.) au Maroc. *Annales de la Recherche Marocaine* 29 : 24-39.
- Barnett H. L et Hunter B.B., 1975.** *Illustrated Genera of imperfect Fungi*. 3 ed.
- Barr M. E., 1972.** Preliminary studies on the Dothideales in temperate North America *Contributions from the University of Michigan Herbarium*, 9: 523-638p.
- Barr M. E., 1976.** Perspectives in the Ascomycotina. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, 28: 1-8p.

Références Bibliographiques

- Barr M. E., 1979.** A classification of Loculoascomycetes. *Mycologia*. 71: 935-957p.
- Barr M. E., 1987.** Prodrumus to class Loculoascomycetes. Published by the author, Amherst, Massachusetts, USA.
- **Barr M. E., 1989.** The genus *Dothidotthia* (Botryosphaeriaceae) in North America. *Mycotaxon*. 34: 517–526p.
- Baskarathevan J., Jaspers M. V., Jones E. E., Ridgway H. J., 2012.** Identification, incidence and distribution of Botryosphaeriaceous species in New Zealand vineyards. *European Journal of Plant Pathology*. 132: 549–560p.
- Bega RJ, Smith RS, Matinez AP, Davis CJ, 1978.** Severe damage to *Pinus radiata* and *Pinus pinaster* by *Diplodia pinea* and *Lophodermium* spp. on Molakai and Lunai in Hawaii. *Plant Disease Reporter* 62: 329–331.
- Belabbes D., 1996 :** le chêne-liège, la forêt Algérienne n°1, février, mars 1996, pp : 26-30.
- Belahbib, N. Ouassou, O. Dahmani, J. & Douira A., 2005 :** Contribution à l'étude de l'introgression génétique entre *Quercus suber* et *Q. rotundifolia* (Lamk.) Trabut au Maroc par l'utilisation des marqueurs microsatellites. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, Section Sciences de la Vie*, n°26 ,27, 31-34.
- Belaidi A., 2010-**Etude comparative de trois provenances de chêne liège (*Quercus suber - L*) élevées sur différents substrats en pépinière hors-sol de Guerbes (Wilaya de Skikda), thèse de Magister en agro.Univ.Batna.78 p.
- Belhoucine L. 2008 :** Etude bioécologique du *Platypus cylindrus* (Col., Platypodidae) dans la suberaie de M'Sila (Oran): Etude particulière des champignons qui lui sont associés. Mémoire de Magister, Dep. Forest. Fac. Sci. Univ. Tlemcen : pp120.
- Belhoucine L., 2013.** Les champignons associés au *Platypus cylindrus* Fab. (coleoptera, curculionidae, platypodinae) dans un jeune peuplement de chêne liège de la forêt de M'sila (Oran, Nord-Ouest d'Algérie) : Etude particulière de la biologie et l'épidémiologie de l'insecte. Thèse. Doct., Univ. Tlemcen., 200p + Annexes.
- Bellahirech.A ;2016.** Etude des relations chêne-liège / *Platypus cylindrus* (Fabricius, 1792) (Coleoptera, Curculionidae: Platypodinae) / champignons associés dans les subéraies tunisiennes . Thèse. Doct., Univ. ., Carthage 148p + Annexes.
- Benabid A, 1989-** Ecologie, conservation et restauration des subéraies. C.R. session de

Références Bibliographiques

formation continue sur le liège, juin 1989. Doc. E.N.F.I., Salé, 1-16.

Benest M., 1985. Evolution de la plate –forme de l’Ouest Algérien et du Nord-Est Marocain au cours du jurassique supérieure et au début de crétacé : stratigraphie, milieu de dépôt et dynamique sédimentaire. Thèse de doctorat Es-Sc, Document labo. Géol., 95, fasc. 1 et 2, Lyon, 585p.

Ben jamaa M.L. & Piazzetta R. 2006 -Impact de la gestion sur la vitalite du chêne-liège. Seminaire "Vitalite des peuplements de chenes liege et chenes verts : situation actuelle, etat des connaissances et actions a entreprendre". Evora, Portugal 25-26 octobre 2006.

Benseghir L.A., (1996) – Amélioration des techniques de production hors-sol du Chêne liège : conteneur- substrats- nutrition minérale. Master en sciences forestières CEMAGREF (Aix en Provence), 26 p.

Benseghir L.A, 2002. Amélioration des techniques de production hors-sol du chêne-liège:conteneurs-substrats-nutrition minérale. Mémoire de magistère. Université d'Annaba

Bensid, T. (1986). Etude d’une caténa dans la forêt de Zariffet. Mémoire DES. Université de Tlemcen. 65p.

Berraf-Tebbal A., Guereiro M. A., Phillips A. J.L., 2014. Phylogeny of *Neofusicoccum* species associated with grapevine trunk disease in Algeria, with description of *Neofusicoccum algeriense* sp. Nov. *Phytopathologia Mediterranea*: 53, 3, 213-xxx.

Berriah.A ;2015. Les reboisements de chêne liège dans l’Ouest Algérien : bilan et perspectives d’amélioration. . Mémoire de magistère. Université de Tlemcen.

Besoain X., Torres C., Díaz G. et Latorre B. A., 2013. First Report of *Neofusicoccum* Australe associated with *Botryosphaeria* Canker of Grapevine in Chile. *Plant Disease*: 97-143p.

Bilal .R ;2010 : Etude de la qualité de reproduction des subéraies de la région de Jijel.Thèse.Mag.Alger.

Baldy, CH., 1965 : Climatologie Carte de la Tunisie centrale. F.A.O. UNDP/TUN 8.1 Vol. Multigr. 84 p. 20 cartes+ annexes.

B.N.E.D.E.R., 1979b - Etude d’inventaire des terres et forêts de l’Algérie du Nord : Wilaya de Tlemcen. Min. Agri. Rev. Agr., Alger, 156 p.

Bouazza N., 2017. L’arboretum de Hafir : comportement des essences, recommandations d’entretien et gestion sylvicole (Parc National de Tlemcen) mémoire, master en foresterie, uni-Tlemcen, 86 p.

Bouazza M. et Benabadji N. 1998 : Composition floristique et pression anthropozoïque ai sud-ouest de Tlemcen. *Science et Technologie*, n°10 : pp 93-97.

Bouazza M., ahboubi A., Loisel R. et Benabadji N. 2001 : Bilan de la flore de la ville de Iemeen (Oranie-Algérie). *Forêt méditerranéenne*. T.XXII. N°02 : pp 130-135.

Bouchafra et fraval A., 1991 —Présentation du chêne liège et de la subéraie.in.Villemant et frayaI, 1991-la faune du chêne liège. Actes éditions. Rabat. 1-26p.

Bouchaour-Djabeur.S ; Benabdeli.K ; Lahbib Benjamaa,2011. Déprédation des glands de chêne liège par les insectes et possibilités de germination et de croissance des semis. *Geo-Eco-Trop*, 2011, 35 : 69 – 80.

Bouchaour-Djabeur, S. Diagnostic sanitaire de quelque subéraies de l'Ouest Algérien. Étude particulière des principaux insectes ravageurs. Thèse en Foresterie, Départ. Forest., Fac. Sci., Univ. Tlemcen, Algérie, 158p.

Bouguettaya K ;2011- Contribution à l'étude de l'aléa érosif sur la biologie de *Vitis vinifera* L. dans la région de Tlemcen. Thèse Mag : Université de Tlemcen.

Botton B., Breton M., Fevre M., Gautier S., Guy Ph., Larpent J.P., Reymond P., Sanglier J.J., Vayssier Y. & Veau P., 1990. Moisissures utiles et nuisibles Importance industrielle. 2ème édition, Collection Biotechnologies, Masson, 512p.

Boudy P., 1950 - Economie forestière nord-africaine. Monographie et traitement des essences. Tome II, fascicule 1, Larose Ed., Paris.525p.

Boudy P., 1952 - Guide du forestier en Afrique du Nord, Ed : librairie agricole, horticole, forestière et ménagères, Pais, 505p.

Boudy P., 1955- Economie forestière nord africaine. Tome 4: Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Larose, paris, 483p.

Bouhraoua R T., 2003 - Situation sanitaire de quelques forêts de chêne liège de l'ouest Algérien : étude particulière des problèmes posée par les insectes. Thèse Doctorat : Université de Tlemcen. 290p.

Bouhraoua RT. & Villemant C. 2002 – Situation sanitaire de quelques suberaies de l'ouest algérien : impact des xylophages. *IOBC/WPRS Bull.* 25(5) : 85-92.

Bouhraoua R.T., Villemant C., Khelil M.A. et BouchaourS., 2002 - Situation sanitaire de quelques suberaies de l'ouest algérien : impact des xylophages. *Integrated Protection in Oak Forests IOBC/wprs Bull.* 25(5), 2002. pp 85- 92.

Branco, M., Bragança, H., Sousa, E. et Philips, A.J.L. 2014. Pests and diseases in Portuguese forestry: current and new threats. Pages 117-154. In: *Forest Context and Policies*

Références Bibliographiques

in Portugal: Present and Future Challenges, Reboredo, F. Ed. World Forests 19, Springer International Publishing Switzerland.

Brasier, C.M. et Scott, J.K. 2008. European oak decline and global warming: a theoretical assessment with special reference to the activity of *Phytophthora cinnamomi*. Bull. EPPO. 24: 221-232.

Bricheteau J., 1954. Esquisse pédologique de la région de Tlemcen Terni. Inst. Ar. serv. Rech. Exp. Agr. Algerie. 28p.

Brown EA, Hendrix FF, 1981. Pathogenicity and histopathology of *Botryosphaeria dothidea* on apple stems. Phytopathology 71: 375–379.

Brown and Britton, (1986). *Botryosphaeria* diseases of apple and peach in the South eastern United States. The American Plantpathology Society, Plant Disease. Vol 70 n°5.

Burgess TI, Gordon TR, Wingfield MJ, Wingfield BD, 2004a. Geographic isolation of *Diplodia scrobiculata* and its association with native *Pinus radiata*. Mycological Research 108: 1399–1406.

Burgess T. I., Barber P. A., Hardy G. E. S., 2005. *Botryosphaeria* sp. associated with eucalypts in Western Australia, including the description of *Fusicoccum macroclavatum* sp. Nov. Australas Plant Pathol. 34: 557–567p.

Burgess T. I., Sakalidis M. L., Hardy G. E. S., 2006. Gene flow of the canker pathogen *Botryosphaeria australis* between *Eucalyptus globulus* plantations and native eucalypt forests in Western Australia. Austral Ecol .31: 559–566p.

Bush, E.A., 2009. *Botryosphaeria* canker and dieback of trees and shrubs in the landscape.. Virginia Cooperative Extension Report 450-726.

-C-

Calderon A., Zapata J.M., Muniz R., Pedreno M.A. and Barcelo A.R., 1993. Resversatol production as a part of the hypersensitive like response of grapevine cells to elicitor from *trichoderma viride*. *New phytologist* 124, 455-463

Campanile, G., Ruscelli, A. and Luisi, N. 2006 Biological control of *Diplodia corticola* involved in oak-decline. In Proceedings of the 12th Congress of the Mediterranean Union.

Références Bibliographiques

Tjamos, E., Makkouk, K., Surico, G., Phillips, A., Paplomatas, N., Graniti, A. and Mugnai, L. (eds). pp. 338–340.

Camus, A. 1934. Les chenes : monographie du genre *Quercus*. Edition P. Lechevalier

Camus A., 1938 : Les chênes. Monographie du genre *Quercus* L. sous genre Cyclobalanopsis, sous genre en *Quercus* Euc. Ec. Sylv. 6. Ed Le Chevalier.

Candolfi-Arballo O., Valenzuela-Solano C., Gubler W. D. et Hernández-Martínez R., 2010. Botryosphaeriaceae species associated with grapevine decline in Mexico. *Phytopathologia Mediterranea*. 49 : 105–106p.

Carrasquinho, M. I ; 1987 : A qualidade da cortica Boletim do Instituto dos productos Florestais – cortica . 583, pp-17-18.

Cemargref, (1983)- Régénération artificielle des chênes, note technique n°50.

C.F.T., 2008-bilan exposition du liège dans la forêt de Zariéffet. Circonscription de Tlemcen. Ip.

C.F.W.T., 1996a - Répartition des forêts domaniales de la circonscription par district et par commune. Circonscription de Tlemcen, 4 p.

C.F.W.T., 2011 : Bilan exploitation du liège des forêts de Hafir-Zariéffet. Circonscription de Tlemcen. 1p.

Chaussons B, Smit WA, Crous PW, Coutinho TA, Wingfield BD, Wingfield MJ. (2007). Taxonomie, phylogénie identification des *Botryosphaeriaceae* associés aux arbres à pépins et fruits à noyau en Afrique du Sud et dans d'autres régions du monde. Pathologie végétale 56: 128–139

Chebil S., R. Fersi, A. Yakoub, S. Chenenaoui, M. Chattaoui, I. Melki, H. Zemni, A. Rhouma, G. Durante, E. Zacchi, and A. Mliki. 2014. First Report of *Botryosphaeria dothidea*, *Diplodia seriata*, and *Neofusicoccum luteum* Associated with Canker and Dieback of Grapevines in Tunisia. Plant Disease 98:420.

Chollet F., (1997) – La régénération naturelle du Hêtre. ONF- Bulletin techniques n° 32.

Chouikhi-Smahi H ; 2018. Etude des maladies cryptogamiques du chêne liège "*Quercus suber*" dans les suberaies de l'ouest algérien. Cas des forêts de Hafir (w : Tlemcen) et de M'sila (w : Oran). DOC .UNIV. Tlemcen.

Cilliers AJ, Swart WJ, Wingfield MJ, 1995. The occurrence of *Lasiodiplodia theobromae* on *Pinus elliotii* seeds in South Africa. *Seed Science and Technology* 23: 851–860.

Coakley SM, Scherm H, Chakraborty S, 1999. Climate change and plant disease management. *Annual Review of Phytopathology* 37: 399–426.

C.O.I.T., 1969. Conservation des forêts de la wilaya d'Oran (COIT). —Fascicule de gestion de la forêt domaniale de Hafir, circonscription de Tlemcen, 1969. —non paginé.

C.O.I.T., 1977. Plan de gestion de la forêt de Hafir. Circonscription forestière de Tlemcen, Non paginé.

Conservation des forêts de la wilaya de Tlemcen : C.F.W.T. 1995. Répartition des forêts domaniales de Hafir. 4p.

COSTA A., PEREIRA H. ET OLIVEIRA A., 2002- Influence of climate on the seasonality growth of cork oak during a cork production cycle. *Ann. For. Sci.* 59. INRA, EDP Sciences. pp 429-437.

Costa, A., Pereira, H., et Madeira, M. 2010. Analysis of spatial patterns of oak decline in cork oak woodlands in Mediterranean conditions. *Ann. For. Sci.* 67 (2): 204-215.

Crous P., Slippers B., Wingfield M. J., Bernard C., Rheeder J., Walter F. O. Maras, Philips A., Alves A., Burgess T., Barber P. et Groenewald J. Z., 2006. Resolving phylogenetic lineages in the Botryosphaeriaceae. *Studies in Mycology.* 55: 235-253p.

Crous P.W., Slippers B., Groenewald J.Z. and M.J. Wingfield, (2017). *Botryosphaeriaceae: Systematics, pathology, and genetics.* Fungal Biology. Vol 121, n°4: 305-306.

-D-

Daget P., 1977- Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, méthodes de caractérisation. *Végétation.*, 1(34) :1-20.

Debrach J., 1953 - Note sur le climat du Maroc occidental. *Maroc médical* 32(342).pp.1 122-1134.

Dehane B., 2006. Incidence des facteurs écologiques sur les accroissements de liège de quelques subéraies oranaises. *Mag. For. Dep. Forest. Fac. Sci., Univ. Tlemcen*, 130p.

Dehane.,2012 incidence de l'état sanitaire des arbres du chêne-liège sur les accroissements annuels et la qualité du liège de deux subéraies oranaises :Msila (w.oron) Et zarieffet(w.tlemcen).

Dehane B, Bouhraoua RT, Belhoucine L et Hamani FZ. , 2013 .la filière liège algérienne, entre passé et présent. For. Med., t. XXXIV, n°2, juin 2013, 143-152.

Deidda A., Linaldeddu B. T., Scanu B., Serra G., Serra S., 2012. Fungal pathogens associated with grapevine trunk diseases in Sardinia (Italy). *Phytopathol Mediterr.* 51(2): 423p.

Delatour C., 1983: Oak dieback in Europe. *Revue Forestière Française.* 35(4), 265-282p.

De mrtonne., 1926. Emmanuel. L'indice d'aridité. In: Bulletin del'Association de géographes français, N°9, 3e année, mai 1926. pp. 3-5.

Denman S, Crous PW, Taylor JE, Kang J-C, Pascoe I, Wingfield MJ., 2000. An overview of the taxonomic history of *Botryosphaeria*, and a re-evaluation of its anamorphs based on morphology and ITS rDNA phylogeny. *Stud Mycol* 45:129–140.

Denman S, Crous PW, Groenewald JZ, Slippers B, Wingfield BD, Wingfield MJ. (2003). Circumscription of *Botryosphaeria* species associated with *Proteaceae* based on morphology and DNA sequence data. *Mycologia* 95: 294–307

Desprez-Lostau,M ;Marcais,B ;Negeleisen,L.M ;Piou,D ;andVannini,A 2006.Interactive effects of drought and pathogènes in trees,Ann.For.Sci.63 :59 8/-612.

DGF, 2003 - Troisième session du forum des nations unies sur les forets. Genève, du 26 Mai au 06 Juin 2003. pp 9.

D.G.F., 2008-Bilan annuel de la production du liège en Algérie.2p.

D.G.F. 2013 : Bilan : Incidence économique des feux de forêts sur les subéraies. Séminaire international sur la réhabilitation des suberaies incendiées et reboisement. Université de Tlemcen, 16 - 17 janvier (sous presse).

Dissanayake A.J., Phillips A.J.L., Li X.H. and K.D. Hyde, (2016). *Botryosphaeriaceae* : Current status of genera and species. *Mycosphere.* Vol 7, n°7:1001-1073. doi 10.5943/mycosphere/si/1b/13.

Djoukeng J.D., Polli S., Larignon P. and E. Abou-Mansour, (2009). Identification of phytotoxins from *Botryosphaeria obtusa*, a pathogen of black dead arm disease of grapevine; *Eur J Plant Pathol.*Vol 124: 303–308. doi 10.1007/s10658-008-9419.

DUCHAUFFOUR Ph., 1977 - Pédologie 1. Pédogenèse et classification .Masson. Paris, 477p

DU MERLE P. ET ATTIE M., 1992- *Coroebus undatus* (Coleoptera: Buprestidae) sur chêne liège dans le Sud-Est de la France : Estimation des dégâts, relations entre ceux-ci et certains facteurs du milieu. *Ann. For. Sci.* 49 (1992). pp 571-588.

-E-

- El aantry tazi S., Abourouh M et Aafia., (2008):** Etat des connaissances scientifiques sur les subéraies : bilan et perspectives. Ann. Rech. For. Maroc. Tome spécial 39 : 9-18.
- El Badri N. et Abadie M., 2000.** Observations sur la dynamique du développement du *Diplodia mutila* Fr. apud Mont. sur le chêne-liège, *Quercus suber* L., au Maroc. Volume 21, Issue4. Cryptogamie Mycologie. 235-248p.
- Et toubi M., 1996.** Contribution à l'étude de la dynamique et du dépérissement du chêne-liège au Mamora. Mémoire de 3ème cycle pour l'obtention de diplôme d'ingénieur des eaux et forêts Salé Maroc.
- El Yousfi, M.1991.**La foret de Bab-Azhar. In Villemant C. et Fraval A : la faune du chêneliègeactes éditions, Rabat : 11-12.
- Emberger L., 1930** - La végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. Rev.Gén.Bot, 43 : 641-662 et 705-709.
- Emberger L., 1939.** Aperçu générale sur la végétation du Maroc. Soc. Sci. Nat. Maroc., Neroff. Geobol. Lost. Ribel, 14 Heft, Zurich, Suisse. 40(157). non paginée.
- Emberger L., 1942** - Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographique. Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse, 77, 97-124.
- Emberger L., 1955** - Une classification biogéographique des climats. Natur. Monspl., Série Bot., 7 : 3-42.
- Eriksson OE. (1981).** The families of bitunicate ascomycetes. Opera Botanica 60: 1–220
- F-**
- Fatmi H,2014 ;** Diagnostic préliminaire de la régénération naturelle des peuplements du chêne liège (*Quercus suber*) dans la forêt domaniale de Zerdab(sud-est de Tlemcen). Ing. For. Dep. Forest. Fac. Sci., Univ. Tlemcen, 47p.
- Fisher P. J., Petrini O. et Sutton B. C., 1993.** A comparative study of fungal endophytes in leaves, xylem and bark of Eucaly.
- Fosa, 2000,** Etude prospective du secteur forestier en Afrique (FOSA), « Compte rendu de l'atelier et recommandations », Second atelier FOSA pour l'Afrique de l'Ouest Thies (Sénégal), 7 au 10 Novembre 2000.
- Foucard J.C. 1994.** Filière pépinière de la production à la plantation. Edit. Tec.Doc. Paris : pp 417.
- Franceschini A., Marras F. et Sechi C. 1993 .** Funghi segnalati sulla Quercia da sughero (*Quercus suber* L.). Collana biologica N ° 3. Stazione Sperimentale del Sughero, Tempio Pausania, Italie.

Fraval A., 1991- Contribution à la connaissance des rythmes de floraison du chêne-liège en forêt de Mamora. *Ann. Rech. For. Maroc*, 25 :102-118.

-G-

Gaouar A., 1980- Hypothèse et réflexion sur la dégradation des écosystèmes forestiers dans la région de Tlemcen (Algérie). *Publ.Forét. médit. T.II.N°2*.pp.131-146.

Gaouar, A. (1998). - Esquisse pédagogique : les types de sols rencontrés dans le territoire du parc national de Tlemcen. Document interne département de forêt, Université Tlemcen.

Garolera E., 1988 - Problèmes et perspectives de la production du liège en Catalogne espagnole. *For. médit.* 10(1), juillet 1988 : 160- 161.

Gellini R. et Grossoni P. 1997. *Botanica Forestale*, Vol. II. CEDAM, Padova, Italy.

G.G.A., 1927-instruction sur les travaux d'exploitations dans les forêts de chêne liège.96p

Ghalem A., 2006- Etude typologique, stratégie de réhabilitation et réaction du milieu après incendie: cas de la subéraie de Hafir et Zarieffet (Wilaya de Tlemcen). *Mém. Ing., Dep. Forst., Fac., Sci., Univ. Tlemcen.* 94p

Ghefar M, 2014- Etat d'infestation des forêts de chêne liège (*Quercus suber*) de l'oranie par *Platypus cylindrus* (Coleoptera, Curculionidae, Platypodinae) et étude biologique de l'insecte dans le bois. Diplôme de Magistère en Sciences forestières, Université Aboubakr Belkaid-Telemcen. 90 p. Contribution à l'étude de la reprise vegetative du chêne liège apres incendie cas de la forêt de Zariffet (Wilaya de Tlemcen)

Gillman, 2011, «Botryosphaeria Canker », <<https://ag.umass.edu/landscape/factsheets/botryosphaeria-canker>>, 09/2011 (consulté le 10/6/2017)

Glienke C., Pereira O., Stringari D., Fabris J. et Kava-Cordeiro V., 2011. Endophytic and pathogenic *Phyllosticta* species, with reference to those associated with Citrus Black Spot. *Persoonia.* 26:47–56p.

Gonthier, P., Gennaro, M., and Nicolotti, G. 2006. Effects of water stress on the endophytic mycota of *Quercus robur*. *Fungal Divers.* 21:69-80.

Gramaje D., Agustí-Brisach C., Pérez-Sierra A., Moralejo E., Olmo D., Mostert L., Damm U. et Armengol J. 2012. Fungal trunk pathogens associated with wood decay of almond trees on Mallorca (Spain). *Persoonia.* 28:1–13p.

Références Bibliographiques

Gure A, Slippers B, Stenlid J. (2005). Seed-borne *Botryosphaeria* spp. from native *Prunus* and *Podocarpus* trees in Ethiopia, with a description of the anamorph *Diplodia rosulata* sp. nov. *Mycological Research* 109: 1005–1014.

-H-

Hachechena S.,(1995) – Contribution à l'étude des techniques de renouvellement de *Quercus suber* dans la forêt domaniale de Bainem. Th. Ing. INA. Elharrach. Alger.70p.

Halimi A., 1980 - L'Atlas Bledeen : Climat et étages végétaux. *O.P.U., Alger*, 623p.

Hasnaoui F., Abbes C, Yacoubi W. et Hasnaoui B. 2006 : Etat actuel du dépérissement du chêne liège dans la zone de Kroumirie. Actes du séminaire Gestion intégrée des forêts de chêne liège et de pin d'alep. Ann. INRGREF, N° 09, (T.I), Hammamet 15-17 novembre 2006, Tunisie : pp 166-184.

Hawksworth D. L., Kirk P. M., Sutton B. C. et Pegler D. N., 1995 . Ainsworth et Bisby's Dictionary of the Fungi (8th Edition), CAB International, Wallingford

Hsieh W. H., Chen C. Y. 1994. *Sivanesania*, a new botryosphaeriaceous ascomycete genus on *Rubus* from Taiwan. *Mycol Res.* 98: 44–46p.

-I-

INRA , 2017 : (ephytia.inra.fr)

-J-

Johnson GI, Mead AJ, Cooke AW, Dean JR, 1992. Mango stem end rot pathogens – Fruit infection by endophytic colonisation of the inflorescence and pedicel. *Annals of Applied Biology* 120: 225–234.

Jung, T., Orlikowski, L.,et al., 2016. Widespread *Phytophthora* infestations in European nurseries put forest, semi-natural and horticultural ecosystems at high risk of *Phytophthora* diseases. *For. Pathol.* 46:134-163.

-K-

Kaid Slimane L., 1999 : Etude de la relation sol végétation dans la région Nord des monts de Tlemcen(Algérie). Thèse. Magister. Inst. Biol. Abou Bakr Belkaid, Tlemcen. , pp 5-41.

Kazi Tani C., 1995. Aperçu sur la systématique des insectes. Collection cours universitaires biologie. O.P.U., Alger.5-10p.

Kazi-Tani L., 1996: Esquisse pédologique des zones à vocation forestière (Monts des Traras et monts de Tlemcen). These.Ing.Inst. Forst.Univ.Tlemcen, 68p.

Khalla A., (2006)- Etude de facteurs de dépérissement dans la subéraie d'El-Kala (Nordest algérien) cas de la subéraie sanobari, Mém. Ing. Université d'Annaba. 37 p.

Références Bibliographiques

Khous M.G., 1993- Etude écologique des pontes du *Lymantria dispar* L (Lepidoptera, Lymantriidae) en chênaie verte du Djurdjura (Parc national). *Ann. Rech.For.*, Algerie. Pp 19-27.

Kuntzmann P., Villaume S. and C. Bertsch, (2009). Conidia dispersal of *Diplodia* species in a French vineyard. *Phytopathologia Mediterranea*. Vol 48: 150–154.

Kim KW, Park EW, Ahn K-K, 1999. Pre-penetration behavior of *Botryosphaeria dothidea* on apple fruits. *Plant Pathology Journal* 15: 223–227.

Kim KW, Park EW, Kim YH, Ahn K-K, Kim PG, Kim KS, 2001. Latency- and defense-related ultrastructural characteristics of apple fruit tissues infected with *Botryosphaeria dothidea*. *Phytopathology* 91: 165–172.

Kim KW, Park EW, Kim KS, 2004. Glyoxysomal Nature of Microbodies Complexed with Lipid Globules in *Botryosphaeria dothidea*. *Phytopathology* 94: 970–977.

-I-

Lamey A, 1983 : Chêne-liège : sa culture et son exploitation. Levraut et Cie, Nancy.

Laundon GF. (1973). *Botryosphaeria obtusa*, *B. stevensii* and *Oothia spiraeae* in New Zealand. *Transactions of the British Mycological Society* 61: 369–374

Lazzizzera C., Frisullo S., Alves A., Lopes J. et Phillips A. J. L., 2008. Phylogeny and morphology of *Diplodia* species on olives in southern Italy and description of *Diplodia olivarum*. *Fungal Divers.* 31: 63–71p.

Lechani K. ,2006 - Séminaire sur la gestion durable de la subéraie Algérienne (30 —31 Octobre 2006),D.J.F .,EL teref.p

Lehoczky J., (1974). Black dead arm disease of grapevines caused by *Botryosphaeria stevensii* infection. *Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae*. Vol 9: 319–327.

Letreuch-Belarouci A. 2000 : La forêt de Tlemcen son renouvellement et son intégration dans le parc national. *Mém. Ing., Dep. Forst., Fac, Sci., Univ. Tlemcen* : pp 86.

Letreuch Belarouci A., 2009. Caractéristique structurale des subéraies du parc national de Tlemcen Régénération naturelles et gestion durable .Thèse de doctorat en foresterie. Univ de Tlemcen.212p + Annexe.

Letreuch A., 2010. Caracterisation Structurale Des Suberaies Du Parc National De Tlemcen, Régénération Naturelle Et Gestion Durable. Thèse de doctorat. Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen.248p. Algérie

- Linaldeddu B. T., Scanu B., Schiaffino A. et Serra S., 2010.** First report of *Neofusicoccum* austral associated with grapevine cordon dieback in Italy. *Phytopathol Mediterr.* 49(3): 417–420p.
- Linaldeddu, B. T., Scanu, B., Maddau, L., and Franceschini, A. 2014.** *Diplodia corticola* and *Phytophthora cinnamomi*: the main pathogens involved in holm oak decline on Caprera Island (Italy). *For. Pathol.* 44:191-200.
- Liu J. K., Phookamsak R., Mingkhuan M., Wikee S., Li Y. M., Ariyawansa H., Boonmee S., Chomnunti P., Dai D. Q., Bhat J. D., Romero A. I., Zhuang W. Y., Monkai J., Gareth Jones E. B., Chukeatirote E., Ko T. W., Zhao Y. C., Wang Y. et Hyde K. D., 2012.** Towards a natural classification of Botryosphaerales. *Fungal Divers.* 57:149–210p.
- Lupo S, Tiscornia S, Bettucci L, 2001.** Endophytic fungi from flowers, capsules and seeds of *Eucalyptus globulus*. *Revista Iberoamericana de Micologia* 18: 38–41
- Luque J. et Girbal J., 1989.** Dieback of cork oak (*Quercus suber*) in Catalonia (NE Spain) caused by *Botryosphaeria stevensii*. *Eur. J. For. Path.* 19: 7-13p.
- Luque J., Parlade J. et Pera J., 2000:** Pathogenicity of fungi isolated from *Quercus suber* in Catalonia (NE Spain). *Forest Pathol.* 30: 247–263p.
- Luque J., Pera J. and J. Parlade, (2008).** Evaluation of fungicides for the control of *Botryosphaeria corticola* on cork oak in Catalonia (NE Spain). *For. Path.* Vol 38: 147–155. doi: 10.1111/j.1439-0329.2007.00526.x.
- Luttrell E. S., 1951** Taxonomy of the Pyrenomycetes University of Missouri Studies, Science Series, 24. 1-120p.
- Luttrell E. S., 1955.** The ascostromatic Ascomycetes *Mycologia*, 47. 511-532p.
- Luttrell E. S., 1973.** Loculoascomycetes. In: **Ainsworth G. C., Sparrow F. K. et Sussman A. S.** (eds.): *The Fungi*, Vol. Iva: A taxonomic review with keys: Academic Press, New York and London. 135–219p.
- Lutzoni F., Kauff F., Cox C. J., McLaughlin D., Celio G., Dentinger B., Padamsee M., Hibbett D. S., James T. Y., Baloch E., Grube M., Reeb V., Hofstetter V., Schoch C., Arnold A. E., Mia, dlikowska J., Spatafora J., Johnson D., Hambleton S., Crockett M., Shoemaker R., Sung G. H., Lucking R., Lumbsch T., O'Donnell K., Binder M., Diederich P., Ertz D., Gueidan C., Hansen K., Harris R. C., Hosaka K., Lim Y. W., Matheny B., Nishida H., Pfister D., Rogers J., Rossman A., Schmitt I., Sipman H., Stone J., Sugiyama J., Yahr R. et Vilgalys R., 2004.** Assembling the fungal tree of life: progress, classification, and evolution of subcellular traits. *Am J Bot.* 91: 1446–1480p.

- Lynch S. C., Eskalen A., Zambino P. J., Mayorquin J. S., and Wang D. H., 2013.** Identification and pathogenicity of Botryosphaeriaceae species associated with coast live oak (*Quercus agrifolia*) decline in southern California. *Mycologia* 105:125-140.
- Machouri N., 2009.** Changement de mode de vie de la population et conséquences sur la durabilité des ressources forestières, le cas des communes rurales de sidi Bettache et Bir Ennasr (province de Benslimane). *Revue de Géographie du Maroc* N°1-2, volume 25, nouvelle série, pp. 131-146
- Maddau, L., Cabras, A., Franceschini, A., Linaldeddu, B. T., Crobu, S., Roggio, T., and Pagnozzi, D. 2009.** Occurrence and characterization of peptaibols from *Trichoderma citrinoviride*, an endophytic fungus of cork oak, using electrospray ionization quadrupole time-of-flight mass spectrometry. *Microbiology* 155:3371-3381.
- Madoui A., 2002** - Les incendies de forêt en Algérie. Historique, bilan et analyse. Forêt méditerranéenne, tome 23, n° 1, 23 p.
- Maire R., 1926** – Note phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie avec une carte / Alger.
- Maire R., 1961**-Flore de l'Afrique du nord. Ed. Paul le chevalier, Paris. 7, pp : 97-126.
- Manos P.S., Standford A.M ;2001** The historical biogeography of Fagaceae : tracking the tertiary history of temperate and subtropical forests of the northern hemisphere. — *Int. J. Plant Sci.*, vol. 162, n° 6 suppl., 2001, pp. S77-S93.
- Margot P. 2006** : Du chêne liège au bouchon. Partie 1 Histoire et géographie, Cepdivin. pp 8.
- Marion, J., 1955.** Observation sur la sylviculture du chêne liège dans le massif forestier Zaïan Zemmour ou plateau d'Oulmes (Maroc). *Ann. Rech. For., Rabat, Rapports annuels* 1953-1954, 2 : 25-57.
- Marras F. ; Franceschini, A. ; Maddau L., 1995.** Principales maladies du chêne-liège (*Quercus suber* L.) en Sardaigne. Protection intégrée des forêts de chênes. IOBC-wprs bulletin, 331 p.
- Martín J, Cabezas J, Buyolo T, Patón D. 2005.** The relationship between *Cerambyx* spp. damage and subsequent *Biscogniauxia mediterranea* infection on *Quercus suber* forests. *Forest Ecology and Management* 216: 166–174.
- Martos, S., Andolfi, J. Luque, L. Mugnai, G. Surico, and A. Evidente, (2008).** Production of phytotoxic metabolites by five species of *Botryosphaeriaceae* causing decline on

Références Bibliographiques

grapevines, with special interest in the species *Neofusicoccum luteum* and *N. parvum*. *European Journal of Plant Pathology*. Vol121: 451-461.

Messaoudene, M. 2000. Réflexion sur la structure des peuplements de chêne-liège (*Quercus suber* L.) en Algérie. La forêt Algérienne p. 3-5-9.

Messaoudene M., 2011 – Reboisements en chêne liège. Unité de Recherche en Foresterie : Station Régionale de Tizi-Ouzou. 19p

Metro. A, 1958, Forêts. Atlas du Maroc. Institut Scientifique Chérifien, Rabat, 157p.

Mezalli M., 2003 - Forum des Nations Unies sur les forêts (3ème session, Genève). Alger : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural et Direction Générale des Forêts, 9 p.

M'hirit O., 1993. Biodiversité et conservation in situ au Maroc. Réseau des ressources phytogénétiques pour la zone de l'Asie et de l'Ouest et de l'Afrique du Nord, 4-8 Octobre, Smyrne., Turquie. 5p.

Michailides TJ, 1991. Pathogenicity, distribution, sources of inoculum, and infection courts of *Botryosphaeria dothidea* on pistachio. *Phytopathology* 81: 566–573.

Miller J. H., 1928. Biologic studies in the *Sphaeriales* - I. *Mycologia*. 20: 187–213p.

Miller J. H., 1938. Studies in the development of two *Myriangium* species and the systematic position of the order *Myriangiales*. *Mycologia*. 30: 158–181p.

Minnis A. M., Kennedy A. H., Grenier D. B., Palm M. E. et Rossman A. Y., 2012. Phylogeny and taxonomic revision of the *Planistromellaceae* including its coelomycetous anamorphs: contributions towards a monograph of the genus *Kellermania*. *Persoonia*. 29: 11-28p.

Missounia A., Mederbal K. & Benabdellik., 2002- Apport des systèmes d'information géographiques dans la prévention et la lutte contre les incendies de forêts : Exemple de la forêt de Kounteidat, Algérie. Forêt méditerranéenne, tome 23, n° 1, 11 p.

Molot B., Larignon P. et Coarer M., 2006. Black Dead Arm. De nouvelles pistes.

Morales A., Latorre B. A., Piontelli E. et Besoain X., 2012. *Botryosphaeriaceae* species affecting table grapes vineyards in Chile and cultivar susceptibility. *Cienc Investig Agrar*. 39: 445–458p.

Moricca S., Ginetti B. et Ragazzi A., 2012. Espèce et spécificité d'organe chez les endophytes colonisant des chênes méditerranéens en bonne santé et en déclin. *Phytopathol. Mediterr.* 51: 587 – 598p.

Moricca, S.; Ginetti, B.T.B.; Scanu, B.; Franceschini, A.; Ragazzi, A. 2016, Endemic and emerging pathogens threatening cork oak trees: Management options for conserving a unique forest ecosystem. *Plant Dis.* , 100, 2184–2193.

Références Bibliographiques

Mullerin, S. et J.A. Smith. 2015. Bot Canker of Oak in Florida Caused by *Diplodia corticola* & *D. quercivora*. The School of Forest Resources and Conservation, UF/IFAS Extension. FOR318.

Munoz M.C et al, 1996: Micoflora y patologia del alcornoque (*Quercus suber*. L).A.P.A. (Nancy), 303p.

-N-

Nageleisen L.M. et Hett P., 1989 - Les problèmes entomologiques, pathologiques et physiologiques:Les feuillus. La Santé des Forêts [France] en 1989, Min. Agri. Pêche (DERF), Paris : 14-16.

Natividade J.V., 1956- Subericulture. Ecole National des eaux et forêts, Nancy, 302p.

Nivault.A ;2017; Diversité et traits d’histoire de vie des Botryosphaeriaceae et évaluation du potentiel de défense de différents cultivars de *Vitis*.Thèse.Doc.UNIV.Bordeau, **Unité de recherche [SAVE, INRA, UMR1065].**

-O-

Ouldhouh S., 2005- Gestion multi- usage et conservation de patrimoine forestier: Cas des subéraies du Parc National d'El kala (Algérie). Série Master of scienceCHIHEAIAMM. N°78.129p.

-P-

Palmer MA, McRoberts RE, Nicholls TH, 1988. Sources of inoculum of *Sphaeropsis sapinea* in forest tree nurseries. *Phytopathology* 78: 831–835.

Parguey-Leduc A., 1966. Recherches sur l'ontogénie et l'anatomie comparée des ascocarpes des Pyrénomycètes ascoloculaires *Annales des Sciences Naturelles. Botanique et biologie végétale* (Paris) (2), 7 : 505-690p.

Pausas J. G., Pereira J. S. et Aronson J., 2009. The tree. 11-21p. In : **Aronson J., Pereira J. S., et Pausas J. G.** Cork oak woodlands on the edge. Ecology, adaptive management and restoration. Island Press, Abingdon, Oxfordshire, UK.

Pavlic D., Slippers B., Coutinho T. A. et Wingfield M. J., 2007. *Botryosphaeriaceae* occurring on native *Syzygium cordatum* in South Africa and their potential threat to *Eucalyptus*. *Plant Pathol.* 56: 624–636p.

Petrak F., 1923. Mycologische Notizen V. No. 200. Über die Pseudosphaeriaceen v.H und ihre Bedeutung für die spezielle Systematik der Pyrenomyzeten. *Annales Mycologici*. 21: 30–69p.

Pererimhoff DE P., 1941- Carte forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Imp. Bacconier Frères, Alger, 70 p+ PLS.

Perez-Sierra A., Lopez-Garcia C., Leon M., Garcia-Jimenez J., Abad-Campos P. and Jung T. , 2013. Previously unrecorded low-temperature Phytophthora species associated with Quercus decline in a Mediterranean forest in eastern Spain. *For. Pathol.* 43:331-339.

Phillips A.J.L., (1998). *Botryosphaeria dothidea* and other fungi associated with excoiiose and dieback of grapevines in Portugal. *Journal of Phytopathology*. Vol146: 327-32.

Phillips AJL, Fonseca F, Povoá V, Castilho R, Nolasco G. (2002). A reassessment of the anamorphic fungus *Fusicoccum luteum* and description of its teleomorph *Botryosphaeria lutea* sp. nov. *Sydowia* 54: 59–77.

Phillips A. J. L., Rumbos I. C., Alves A. et Correia A., 2005a. Morphology and phylogeny of *Botryosphaeria dothidea* causing fruit rot of olives. *Mycopathologia*. 159: 433–439p.

Phillips A. J. .L, Alves A., Pennycook S. R., Johnston P. R. et Ramaley A., 2008. Resolving the phylogenetic and taxonomic status of dark-spored teleomorph genera in the *Botryosphaeriaceae*. *Persoonia*. 21: 29–55p.

Phillips AJL, Alves A, Abdollahzadeh J, Slippers B, Wingfield MJ, Groenewald JZ, Crous PW., 2013. The Botryosphaeriaceae: genera and species known from culture. *Stud Mycol* 76:51–167.

Piazzetta R., (2005)- La levée du liège, guide technique et de vulgarisation, institut méditerranéen du liège. 23p.

Pitt W. M., Huang R., Steel C. C. et Savocchia S., 2010. Identification, distribution and current taxonomy of *Botryosphaeriaceae* species associated with grapevine decline in New South Wales and South Australia. *Aust J Grape Wine R* 16: 258–271p.

Pitt W.M., Sosnowski M.R., Huang R., Qiu Y., Steel C.C. and S. Savocchia, (2012). Evaluation of Fungicides for the Management of Botryosphaeria Canker of Grapevines. *Plant Disease*. Vol 96: 1303–1308.

P.N.T. (Parc National de Tlemcen), 1999 – Plan de gestion. Section A : Etude de milieu : approche descriptive et analytique ,134 p.

P.N.T, 2014. Parc national de Tlemcen Algérie. Plan de gestion. 46p.

Références Bibliographiques

P.N.T, 2017. Parc national de Tlemcen Algérie. Plan de gestion II. 108p.

Punithalingam E., 1974. Studies on *Spheropsidales* in culture II. *Mycological Papers*. 136: 1–63p.

Puyo J. Y., 2006. Les premiers temps de la mise en valeur coloniale des suberaies algériennes - le triste épisode des concessions privées www.institutdeliege.com/colloque2006/Puyo.pdf

-Q-

Quelenis N. 2008 : Fiche technique agro-industrie « le liège ».Fiche n°33 : pp 6.

Quezel, P., 2000. Reflexions sur l'évolution de la flore et de la vegetation au maghreb mediterraneen. Ibis press, paris, 117p.

Quezel P., Medail F., 2003. Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen Elsevier, Paris, 592p.

-R-

Radi N., 2009 - Contribution à l'Étude des accroissements annuels du liège en relation avec la pluviométrie dans la subéraie de Nesmoth (w.Mascara). Mém. Ing. Dép. Forst. Fac.

Ragazzi, A., I.D. Fedi, and L. Mesturino. 1989. The oak decline: a new problem in Italy. Eur. J. For. Pathol. 19: 105-110.

Ragazzi, A., Moricca, S. and Dellavalle, I. 1997 Vegetative compatibility and pathogenicity of *Diplodia mutila* isolates on oak. Eur. J. For. Pathol. 27, 391–396.

Rivas Martinez S., 1982. Etage bioclimatiques, secteurs chronologiques et série de végétation de l'Espagne méditerranéen. *Eco.med.* 8 : 275-288p.

Ruiu, P., Sechi, C., Linaldeddu, B.T., et Franceschini, A. 2005. Variabilité de l'incidence de dépérissement sur les trois espèces de chênes présentant dans la subéraies de Sardaigne. Bull. IOBC/WPRS. 28: 53-58.

-S-

Saccardy L., 1937- Notes sur le liège et le liège en Algérie. Bull. Stat. Rech.for. Afr. Nord Tome 11(2) .pp271-374.

Saccardy L., 1938. Le Chêne-Liége et le Liège en Algérie. Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale Année 1938. Volume 18. Numéro 203. 488-497p.

Saidi I ;2017. L'étude des champignons pathogènes du genre *Botryosphaeria* affectant le chêne liège et son cortège floristique dans la forêt de Hafir. Master. For. Dep. Forest. Fac. Sci., Univ. Tlemcen.

- Sallé A, Nageleisen L-M, Lieutier F. 2014.** Bark and wood boring insects involved in oak declines in Europe: Current knowledge and future prospects in a context of climate change. *Forest Ecology and Management* **328**: 79–93.
- Sanchez M. E., Venegas J., Romero M. A., Phillips A. J. L. et Trapero A., 2003.** Botryosphaeria and related taxa causing oak canker in south- western Spain. *Plant Dis.* 87: 1515–1521p.
- Santos, C., Fragoeiro, S. Phillips, A. 2005.** Physiological response of grapevine cultivars and a rootstock to infection with *Phaeoacremonium* and *Phaeomoniella* isolates: an in vitro approach using plants and calluses. *Sci Horti-Amsterdam*, 103: 187-198.
- Sasaki M., Kaneko Y., Oshita K., Takamatsu H., Asao Y. et Yokotsuka T., 1970.** Studies on the compounds produced by molds. Part VII. Isolation of isocoumarin compounds. *Agric. Biol. Chem.* Vol. 34. 1296-1300p.
- Sauvagnac G., 1956 -** Les forêts domaniales d’Hafir et de Zariéffet. *Bull. Amis Soc vieux Tlemcen, Oran* : 47-53p.
- SEBEI H., ALBOUCHI A., RAPP M. ET EL AOUNI M.E., 2004-** Productivité en biomasse du chêne liège dans une séquence de dégradation de la subéraie à Cytise de Kroumirie (Tunisie). *Ann. For. Sci.* 61. INRA, EDP Sciences. pp 347-361
- Seltzer P., 1946-** Le climat de l'Algérie. La Typo-Litho. Alger.249.
- Seigue, A., 1987 :** La forêt méditerranéenne française. Aménagement et protection contre les incendies. EDISUD, Aix en Provence, 159p.
- Serrano, M. S., Romero, M. A., Jimenez, J. J., De Vita, P., Avila, A., Trapero, A., and Sanchez, M. E. 2015.** Preventive control of *Botryosphaeria* canker affecting *Quercus suber* in southern Spain. *Forestry* 88:500-507.
- Scanu B., Linaldeddu B. T., Franceschini A., Anselmi N. et Vannini A., 2013.** Occurrence of *Phytophthora cinnamomi* in cork oak forests in Italy. *Forest Pathology.* 43: 340–343p.
- Schoch C. L., Shoemaker R. A., Seifert K. A., Hambleton S., Spatafora J. W. et Crous P. W., 2006.** A multigene phylogeny of the *Dothideomycetes* using four nuclear loci. *Mycologia* 98: 1041–1052p.
- Silva S. P., Sabino M. A., Fernandes E. M., Correlo V. M., Boesli. F., Reis R. L., 2005 -** Cork: properties, capabilities and applications. *International Materials Reviews* 2005 VOL 50 N° 6 pp.345-365.

Références Bibliographiques

- Sivanesan A. (1984).** The bitunicate Ascomycetes and their anamorphs. Vaduz, Liechtenstein: J Cramer.
- Smith H., Kemp G. H. J. et Wingfield M. J., 1994.** Canker and dieback of *Eucalyptus* in South Africa caused by *Botryosphaeria dothidea*. *Plant Pathol.* 43: 1031–1034p.
- Smith H., Wingfield M. J., Crous P. W. et Coutinho T. A., 1996a.** *Sphaeropsis sapinea* and *Botryosphaeria dothidea* endophytic in *Pinus* spp. and *Eucalyptus* spp. In South Africa. *S Afr J Bot.* 62: 86–88p.
- Smith H., Wingfield M. J. et Petrini O., 1996b.** *Botryosphaeria dothidea* endophytic in *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus nitens* in South Africa. *Forest Ecology and Management.* 89: 189–195p.
- Smith H., 2001.** Biology of *Botryosphaeria dothidea* and *Sphaeropsis sapinea* as endophytes of Eucalypts and Pines in South Africa. PhD thesis. University of Pretoria.
- Smith DR, Stanosz GR. (2001).** Molecular and morphological differentiation of *Botryosphaeria dothidea* (anamorph *Fusicoccum aesculi*) from some other fungi with *Fusicoccum* anamorphs. *Mycologia* 93: 505–515./
- Shoemaker RA (1964)** Conidial state of some *Botryosphaeria* species on *Vitis* and *Quercus*. *Canadian Journal of Botany* 42: 1297-1301
- Sousa, E. 1995.** Les principaux ravageurs du chêne liège au Portugal. Leurs relations avec le déclin des peuplements. *Bull. IOBC/WPRS.* 18: 18-22.
- Sousa E.M.R., Debouzie D. et Pereira H., 1995** – Le rôle de l'insecte *Platypus cylindrus* F. (Coleoptera, Platypodidae) dans le processus de dépérissement des peuplements du chêne-liège au Portugal. *Integrated Protection in Cork-Oak Forests, IOBC wprs Bull.* 18(6) 1995, pp. 24-37.
- Sousa, E. & Kadiri, Z. (2005).** Le déclenchement des perturbations physiologiques des peuplements de chêne-liège: une synthèse des relations agent/hôte. *Bull IOBC/WPRS.* 28(8): 9-16
- Sousa, E., Santos, M.N., Varela, M.C., et Henriques, J. 2007.** Perda do vigor dos montados de sobre e azinho: análise da situação e perspectivas (Documento síntese). MADRP; DGRF; INRB, I.P., 80 p.
- Slippers B., Crous P. W., Denman S., Coutinho T. A., Wingfield B. D. et Wingfield M. J., 2004a.** Combined multiple gene genealogies and phenotypic characters differentiate several species previously identified as *Botryosphaeria dothidea*. *Mycologia* 96: 83–101p.

- Slippers B, Fourie G, Crous PW, Coutinho TA, Wingfield BD, Wingfield MJ, 2004b.** Multiple gene sequences delimit *Botryosphaeria australis* sp. nov. from *B. lutea*. *Mycologia* 96: 1030–1041.
- Slippers B. et Wingfield M. J., 2007.** *Botryosphaeriaceae* as endophytes and latent pathogens of woody plants: diversity, ecology and impact. *Fungal Biol Rev.* 21: 90–106p.
- Slippers B, Boissin E, Phillips AJL, Groenewald JZ, Wingfield MJ., 2013.** Phylogenetic lineages in the Botryosphaeriales: A systematic and evolutionary framework. *Stud Mycol* 76:31–49
- Stevens NE. (1933).** Two apple black rot fungi in the United States. *Mycologia* 25: 536–548
- Sultan A., Johnston P. R., Park D. et Robertson A. W., 2011.** Two new pathogenic ascomycetes in *Guignardia* and *Rosenscheldiella* on New Zealand's pygmy mistletoes (*Korthalsella: Viscaceae*). *Stud Mycol.* 68: 237–247p.
- Swart WJ, Wingfield MJ, Palmer MA, Blanchette RA. (1991).** Variation among South African isolates of *Sphaeropsis sapinea*. *Phytopathology* 81: 489–493
- Swart L, Crous PW, Petrini O, Taylor JE, 2000.** Fungal endophytes of proteaceae, with particular emphasis on *Botryosphaeria proteae*. *Mycoscience* 41: 123–127.
- Taylor A., Hardy G. ES. T. J., Wood P. et Burgess T., 2005.** Identification and pathogenicity of *Botryosphaeria* species associated with grapevine decline in Western Australia. *Australas Plant Pathol.* 34: 187-195p.
- Theissen F., 1916** Mykologische Abhandlungen Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien, 66. 296-400p.
- Theissen F. et Sydow H., 1917.** Synoptische Tafeln Annales Mycologici. 15 : 389-491p.
- Theissen F. et Sydow H., 1918.** Vorentwürfe zu den Pseudosphaeriales. *Annales Mycologici.* 16 : 1-34p.
- Thintoin R., 1948-** Les aspects physiques du tel oranais. L.Fouquet, Oran, 639p.
- Tlili N, 2003 :** Etude synchronique de la dynamique post-incendie dans les subéraies de plaine du parc national d'El-Kala (Wilaya d'El Tarf). Mémoire Ing. Agro. Univ d'El Tarf. 53P+annexes.
- Tiberi R, Branco M, Bracalini M, Croci F, Panzavolta T. 2016.** Cork oak pests: a review of insect damage and management. *Annals of Forest Science* 73: 219–232.
- Twizeyimana M., McDonald V., Mayorquin J. S., Wang D. H., Na F., Akgul D. S. et Eskalen A., 2013.** Effect of fungicide application on the management of

Références Bibliographiques

avocado branch canker (formerly *Dothiorella canker*) in California. *Plant Dis.* 97: 897-902p.

-U-

Úrbez-Torres J. R., Leavitt G. M., Voegel T. M. et Gubler W. D., 2006.

Identification and distribution of *Botryosphaeria* spp. associated with grapevine cankers in California. *Plant Dis.* 90: 1490–1503p.

Úrbez-Torres, J.R. (2011). The status of Botryosphaeriaceae species infecting grapevines. *Phytopathol. Mediterr.* Vol 50: S5–S45.

-V-

Valencia D., Torres C., Camps R., López E., Celis-Diez J. and X. Besoain, (2015). Dissemination of Botryosphaeriaceae conidia in vineyards in the semiarid Mediterranean climate of the Valparaíso Region of Chile. *Phytopathologia Mediterranea.* Vol 54, n°2: 394–402.

Van der Aa H. A., 1973. Studies in *Phyllosticta*. I. *Stud Mycol.* 5: 1–110p.

Van Niekerk J. M., Crous P. W., Groenewald J. Z., Fourie P. H. et Halleen F., 2004. DNA phylogeny, morphology and pathogenicity of *Botryosphaeria* species on grapevines. *Mycologia.* 96: 781–798p.

van Niekerk J.M., Fourie P., Halleen F. and P.W. Crous, (2006). *Botryosphaeria* spp. as grapevine trunk disease pathogens. *Phytopathol. Mediterr.* Vol 45:S43-S54.

Varela M.C., 2000 - Le liège et le chêne liège au troisième millénaire : défis.

Varela M., (2004)- Le chêne-liège et les incendies de forêts. E.F.N, Portugal (Poste de forêt national).

Veuillon, S., 1998 : Guide de subériculture des Pyrénées Orientales .Typologie de peuplement et étude préliminaire Stage de fin d'étude. FIF-ENGREF, France, 37p.

Villement C. ET Fraval A., 1993- Les insectes du chêne-liège. Fiche pédagogique. *Insectes.*, n°81 (1). pp 13-16.

Vignes E., 1990- Sylviculture des subéraies varoises. *For. Médit.* 12(2), septembre 1990 :125-130.

Vujanovic V. et Brisson J., 2001. Les microchampignons forestiers, une biodiversité à découvrir. *Le naturaliste Canadien.* Vol.125 N°2.

Von Arx J. A. et Müller E., 1975. A re-evaluation of the bitunicate ascomycetes with keys to families and genera. *Stud Mycol.* 9: 1–159p.

Références Bibliographiques

Von Arx J. A., 1981. The genera of fungi sporulating in pure culture. 3rd edn. J. Cramer, Berlin, Germany.

Von Arx J. A., 1987. Plant- pathogenic Fungi. J. Cramer, Berlin, Germany.

-W-

Wikee S., Udayanga D., Crous P. W., Chukeatirote E. et McKenzie E. H. C., 2011. *Phyllosticta* – an overview of current status of species recognition. *Fungal Divers.* 51:43–61p.

White C. L., Halleen F., Fischer M. et Mostert L., 2011. Characterisation of the fungi associated with esca diseased grapevines in South Africa. *Phytopathologia Mediterranea.* 50: 204–223p.

Wong MH, Crous PW, Henderson J, Groenewald JZ, Drenth A., 2012. *Phyllosticta* species associated with freckle disease of banana. *Fungal Divers* 56:173–187.

-Y-

Yalaoui M., 2000 – La production du liège brute. Colloque de chêne liège, 15 et 16 Juin 2000- France.

Yessad S .A ., 2000- Le chêne liège dans les pays de la Méditerranée occidentale. Louvain La Neuve: Forêt Wallonne ASBL., 190p.

Yessad S.A. 2001. Le Chêne-liège et le Liège dans les pays de la Méditerranée occidentale, Edit MRW, p12.

Younssi S., 2006-Diagnostic des essais de reboisement et de régénération du chêne liège (*Quercus suber* L.) dans la région de Jijel.

-Z-

Zarco V., (1965). Botanique forestière. Direction des forêts et de la restauration des sols. Alger, p 77-115.

Zeraia L., 1981- Essai d'interprétation comparative des données écologique, - phréologiques et de production subéro-ligneuse dans les forêts de chênes liège de provenance cristalline (France méridionale) et d'Algérie. Thèse Doc. Es. SCI., Aix-Marseille, 367p.

Zeraia L., 1982 - Le chêne liège : phytosociologie, édaphologie, régénération et productivité. Alger : Institut National de la Recherche Forestière, 159 p.

Zhou S. et Stanosz G. R., 2001. Relationships among *Botryosphaeria* species and associated anamorphic fungi inferred from the analysis of ITS and 5.8S rDNA sequences. *Mycologia.* 93: 516–527p.

Zine, M., 1992. Situation et perspectives d'avenir du liège en Algérie. Actes du Colloque « Les Subérais méditerranéennes », Vives : 98-107.

Références Bibliographiques

Résumé

La forêt algérienne est menacée de régression en raison de plusieurs facteurs, dont le facteur étudié à travers de cet travail, qui est le champignon du genre *bothryosphaeria*.

Les observations montrent une infestation importante par le champignon phytopathogène *bothryosphaeria* présentant par *bothryosphaeria corticola* au niveau de la subéraie de Hafir.

L'infestation qui traduit par un jaunissement et dessèchement du feuillage d'une partie ou de la totalité de l'arbre avec présence des chancre au niveau du tronc et des branches.

Après l'isolement des échantillons symptomatique, du chêne liège et quelques espèces de sa flore accompagnatrice : Genévrier oxycèdre, cistes et Diss, on observe une présence de trois espèces du genre *Botryosphaeria* : *B.corticola*, *B.stevensii*, *B.sapinea*. après l'identification des champignons et les analyses de la présence de ces dernier dans les espèces accompagnant le chêne liège on constate que :

La flore accompagnatrice de chêne liège constitué un foyer riche en champignons phytopathogènes surtout *B. corticola* et peut être par conséquent, une importante source d'infection des arbres de chêne-liège

المخلص

الغابة الجزائرية مهددة بالانحدار بسبب عدة عوامل منها العامل المدروس من خلال هذا العمل وهو الفطر من جنس *bothryosphaeria*

تظهر الملاحظات وجود إصابة كبيرة بالفطر الممرض للنبات على حد سواء الممثل بـ *bothryosphaeria corticola* على مستوى غابة احفير .

الإصابة ، تظهر من خلال اصفرار وجفاف أوراق الشجر لجزء من الشجرة أو كلها مع وجود تقرحات على الجذع والأغصان.

بعد عزل العينات من بلوط الفلين وبعض أنواع النباتات المصاحبة له: genévrier oxycèdre ، cistes et diss نلاحظ وجود ثلاثة أنواع من جنس *bothryosphaeria* : *B. corticola* ، *B. stevensii* ، *B. sapinea* .

بعد التعرف على الفطريات وتحليل تواجد هذه الأخيرة في الأنواع المصاحبة لبلوط الفلين ، لوحظ ما يلي: تشكل النباتات المصاحبة لبلوط الفلين بؤرة غنية بالفطريات الممرضة للنبات، وخاصة *B. corticola* ، وبالتالي يمكن أن تكون مصدرًا مهمًا للعدوى في أشجار البلوط الفلين.

Abstract :

The Algerian forest is threatened with regression due to several factors, including the factor studied through this work, which is the fungus of the genus *bothryosphaeria*

Observations show a significant infestation by the phytopathogenic fungus *bothryosphaeria* presenting with *bothryosphaeria corticola* a case of Hafir's corkgrass.

Infestation, which results in yellowing and drying out of the foliage of part or all of the tree with the presence of cankers on the trunk and branches.

After the isolation of symptomatic samples, of the cork oak and some species of its accompanying flora: Juniper oxyhedron, cistus and Doum, we observe the presence of three species of the genus *Botryosphaeria*: *B. corticola*, *B. stevensii*, *B. sapinea*.

after the identification of the fungi and the analyzes of the presence of the latter in the species accompanying the cork oak, it is observed that:

The accompanying flora of cork oak constitutes a focus rich in phytopathogenic fungi, especially *B. corticola*, and can therefore be an important source of infection in cork oak trees.