

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

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

Département des Ressources Forestières

MEMOIRE

Présenté par

BENHALIMA Yassine

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Protection des forêts

Thème

Contribution à l'étude des champignons phytopathogènes
du chêne-liège (*Quercus suber* L.) de la suberaie de
Hafir. Wilaya de Tlemcen .

Soutenu le Mardi 21/06/2016, devant le jury composé de :

Président	BOUHRAOUA Rachid T.	PROF	Université de Tlemcen
Encadreur	BELHOUCINE-GUZOULI L.	MCA	Université de Tlemcen
Examineur	DEHANE Belkheir	MCA	Université de Tlemcen

REMERCIEMENTS

Je remercie Allah, le Tout-Puissant, qui m'a donné la force et le courage pour poursuivre mes études.

Je tiens à remercier sincèrement Madame Belhoucine Latifa, qui en tant qu'Encadreur, elle a toujours été à mon écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'elle a bien voulu me consacrer.

Je tiens à exprimer également ma profonde gratitude à Mr Bouhraoua Rachid Tarik, qui m'a fait l'honneur de présider mon jury de mémoire.

A Mr Dehane Belkhir, je veux leur adresser ma profonde reconnaissance pour avoir accepté de consacrer de leur temps en tant qu'examineur de ce travail.

Merci aussi à tous mes enseignants. Je leur exprime ma profonde sympathie et leur souhaite beaucoup de bien.

J'apporte des remerciements pleins de tendresse à ma famille et à mes proches pour tous ce qu'ils ont fait, spécialement Keddouri Thabet pour son aide et ces sacrifices, Sid ahmed chikhawi pour son soutien boudamaa khaled il a était comme un frère pour moi et Zemouli saiida pour son encouragement. Mes parents, mes sœurs et mes frères ont toujours été derrière moi, et m'ont toujours soutenu.

Je suis reconnaissant à mes proches amis, qui ont su rester à mes côtés pendant toute cette période de formation.

...A vous tous, merci.

Dédicace

Je dédie ce mémoire :

A mes très chers parents pour leurs dévouements, leurs amours, leurs sacrifices et leurs encouragements et sans qui je ne serais pas là aujourd'hui. Ce travail soit pour eux, un faible témoignage de ma profonde affection de tendresse.

A mes frères et mes sœurs

A toute ma famille.

A Tous mes amis

Et a toute ma promotion

A tous mes enseignants

A tous ceux qui j'aime et j'estime .Et à vous aussi.

Benhalima Yacine

SOMMAIRE

Titre	Page
Introduction générale	1
Chapitre I : Généralités sur l'espèce	4
I.1. Présentation du genre Quercus	4
I.2. le chêne-liège : origine et Position taxonomique	4
1.2.1. Position taxonomique	4
1.2.2. Aire de répartition de chêne liège	5
1.2.2.1. Dans le monde	5
1.2.2.2.En Algérie	7
1.2.2.3.Aire de répartition dans l'Oranie	9
Les suberaies littorales	10
Les suberaies de montagne	10

I.2.3 .Principales caractéristiques botaniques	11
I.2.4. Ecologie du chêne-liège	15
I.2.5. Multiplication du chêne-liège	16
I.2.6. Traitements sylvicoles	17
I.2.7. Association de chêne-liège	19
I.3. Importance économique	20
I.3.1.Production mondiale du liège	21
I.3.2.Production nationale	22
Chapitre II. Etude du milieu	24
II. 1-Characteristique de la région d'étude	24
II. 2-situation géographique et administrative	24
II.3. Caractéristiques du milieu	25
II.3.1. Topographie et relief	25
II.3.2. Hydrographie	26

II.3.3- Géologie et pédologie	26
II.4- Climat	28
II.4.1- Facteurs climatiques	29
II.4.1.1-Les précipitations	29
II.4.1.1.1-Répartition moyenne mensuelle et annuelles des précipitations	29
II.4.1.1.2-Régime saisonnier	30
II.4.1.2. La température	31
II.4.1.2.1-Températures minimales moyennes (m)	31
II.4.1.2.2.Températures maximales moyennes (M)	32
II.4.1.2.3-Températures moyennes mensuelles et annuelles « T »	32
II.4.2-Autres facteurs	33
II.4.2.1- Vent	33
II.4.2.2-Neige	33
II.4.3- Synthèse climatique	33
II.5.Description forestière	34

II.6- Incendies	36
III. Généralités sur les maladies du chêne- liège	37
III.1.La maladie du charbon de la mère	37
III.1.1. Histoire de la maladie	37
III.1.2. Symptômes et éléments de diagnostic	40
III.1.3.Aspects des dégâts	42
III.1.4. L'agent causal <i>Biscogniauxia mediterranea</i>	43
III.1.4.1. Statut taxonomique	43
III-1.4.2. Cycle biologique	43
A-Phase endophytique	44
B-Phase parasitaire	44
C-Phase saprophyte	44
III.1.5.Les facteurs de risque	46
III.1.6. Méthodes de lutte	46
III.1.6.1Lutte préventive	46

III-1.6.2 Lutte curative	47
III.2. Les maladies chancreuses à <i>Diplodia</i>	47
III.2.1. Histoire de la maladie	47
III.2.2. Symptômes et éléments de diagnostic	47
III.2.3. Aspects des dégâts	48
III.2.4. L'agent causal <i>Diplodia corticola</i>	49
III.2.4.1. Statut taxonomique	49
III.2.4.2. Cycle biologique	50
III.2.5. Facteurs de risque	50
III.2.6. méthodes de Lutte	51
III.3. Les maladies à <i>Phytophthora</i>	52
(maladie de l'Encre)	
III.3.1. Description de l'habitat	52
III.3.2. Cycle biologique	53
III.3.3. Les symptômes généraux de la maladie	54
Chapitre IV : Matériels et Méthodes	56

IV.1. Matériel Végétal	56
1-Choix de la station	56
2-Choix des arbres	56
3-Matériel prélevé	57
1-Milieus de culture utilisés	59
2- Purification et conservation des isolats fongiques	59
3- Identification des isolats fongiques	59
6.1- Etude morphologique	59
6.2- Caractères macroscopiques	59
6.3- Caractères Microscopiques	59
Chapitre V : Résultats et discussion	61
V.1. Symptomatologie	61
V.1.1. La maladie du charbon de la mère	61
V.1.2. Les chancres à <i>Botryopheria</i>	61
V.1.3. Dépérissement à <i>Phytophthora</i> sp	63
V.2. Culture et identification des champignons	64
V.2.1. <i>Biscognauxia mediterranea</i>	64

V.2.2. <i>Botryosphaeria</i> sp	66
V.2.3. <i>Phytophthora</i> sp	67
V.3. Le taux d'infection de la forêt de Hafir par les différents pathogènes	67
V.3.1. Taux d'infection par <i>Biscogniauxia</i>	
<i>mediterranea</i>	67
V.3.2. Taux d'infection par <i>Diplodia</i> sp.	68
V.3.3. Taux d'infection de <i>Phytophthora</i> sp	
CONCLUSION GENERALE	68
Bibliographie	69
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Resume	

Liste des tableaux :

Tableau I.1 : Superficie en hectares du chêne-liège dans le monde	Page 6
Tableau I.2 : La répartition national des subéraies algériens	page 8
Tableau II.1- Coordonnées Lambert de la forêt de Hafir	page 25
Tableau II.2 : Situation géographique de la station météorologique	page 29
Tableau II.3 : Précipitations moyenne mensuelles (mm)	page 29
Tableau II .3- Le régime saisonnier des pluies de la foret de Hafir	page 31
Tableau II.4 : Répartition des températures moyennes minimales dans la forêt de Hafir Durant la période (1975-2012).	page 32
Tableau II.5: Répartition des températures moyennes maximales dans la forêt de Hafir durant la période (1975-2012).	page 32
Tableau II.6: Températures moyennes mensuelles et annuelles enregistrés dans la forêt de hafir pour la période (1975-2012)	page 33
Tableau II.7: Situation bioclimatique de la station de la foret de Hafir.	page 34
Tableau IV.1 : Principales classes de circonférences	page 57
Tableau V.1: Principales classes de circonférence en relation avec les principales maladies	page 67

Liste des figures :

Figure I.1 : Aire de distribution du chêne-liège	page 6
Figure I.2 : Aire de répartition du chêne-liège en Algérie	Page 8
Figure I.3 : Répartition géographique des peuplements de chêne-liège dans la région oranaise	page 9
Figure I.4 : Caractéristiques botaniques du chêne-liège	page 14
Figure I.5 : Production mondiale de liège	page 22
Figure I.6 : Fluctuation annuelle de la production du liège en Algérie	page 23
Figure II.1 : Localisation de la forêt de Hafir	page 25
Figure II.2 : Carte géologique du massif Hafir-Zariffet	page 27
Figure II.3 : Carte Pédologie du de massif Hafir-Zariffet	page 28
Figure II.4 : Variation mensuel moyenne des précipitations au niveau de la forêt de Hafir pour la période (1975-2012).	page 30
Figure II.5 : Evolution périodique de la production du liège à Hafir	page 36
Figure-III-1 -Présence du chancre à <i>B. mediterranea</i> sur chêne liège en Algérie (Smahi ,2014)	page 39
Figure-III-3 : Croûte carbonacée apparaissant entre les fissures longitudinales du liège	page 41
Figure-III-4- : La maturité des stromas	page 41
Figure-III-5- Section du stroma montrant les périthèces	page 41
Figure-III-6 : Aspect microscopique des ascospores	Page41
Figure-III-7 Cycle biologique de <i>Biscogniauxia mediterranea</i>	Page 45
Fig.III.8 cycle biologique de <i>P. Cinnamomi</i>	page 54
Fig III.9 : Exsudations encreuses sur le tronc	Page 55
Figure IV.2 : Matériel végétal prélevé	page 58
Figure IV.3 :L'isolement des champignons au laboratoire	page 61
Figure V.1 : Localisation du charbon de la mère sur l'hôte : A : sur le tronc ; B et C : sur les branches	Page 62
Figure V.2 : chancres à <i>Botryosphaeria</i> :A ; Allure de l'arbre attaqué ; B : chancres au niveau du tronc	Page 63
Figure V.3. Coupe transversale d'une petite branche avec tâches noires signe de présence de <i>Botryosphaeria</i> sp dans les vaisseaux conducteurs	page 64
Figure V.5. : Aspect macroscopique et microscopique de <i>Biscogniauxia mediterranea</i> 100x16	page 64
Figure V.6 : Aspect macroscopique et microscopique de <i>Diplodia</i> sp (<i>Botryosphaeria</i> sp) 100x16	page 65

Introduction générale

Ces dernières années, un grand problème de la dégradation sanitaire des écosystèmes forestiers (feuillus et conifères) est survenu et ce depuis la fin du 19^{ème} siècle. Il s'est accru dans de nombreux pays au début du siècle dernier, en Europe notamment, mais aussi en Amérique du Nord (Sinclair W.A., 1967). L'apparition de phénomènes plus spectaculaires connus sous le nom de «déclin » ou « dépérissement aigu» n'a pris un caractère vraiment inquiétant qu'au début des années 1980 (Delatour, 1983 ; Bonneau et Landmann, 1988) coïncidant avec le dépérissement des chênes en Amérique.

Parmi ces écosystèmes forestiers menacés, la suberaie totalise environ 2.5millions d'hectares, les 3/5^{ème} en Afrique du Nord, le reste au Sud de l'Europe (Pausas *et al.*, 2009). En effet, le chêne-liège (*Quercus suber*) est une essence endémique du domaine méditerranéo-atlantique où il est présent depuis plus de 60 millions d'années (Aafi, 2006). Il caractérise la suberaie : forêt bien typée, écosystème méditerranéen menacé, ensemble économique forestier, botanique et zoologique relativement bien connu (Bouchafra et Fraval, 1991). Les principales suberaies algériennes sont localisées dans le tell Oriental et situées essentiellement en zone subhumides et humides au Nord-Est de l'Algérie et jusqu'à la frontière Tunisienne (Zeraia, 1982).

Le dépérissement du chêne- liège peut s'expliquer par la conjonction de trois types de facteurs : les facteurs prédisposants comme les incendies pour ce qui est de l'exposition Sud, les facteurs déclenchants, concernent l'effet de la sécheresse et les facteurs aggravants qui comprennent les insectes, les champignons et les causes anthropogéniques comme un démasclage mal effectué engendrant des blessures à la mère, des mauvaises façons culturales ou des levées exagérées.

Comme tous les arbres forestiers, le chêne liège peut être attaqué par plusieurs agents pathogènes tels les champignons qui jouent un rôle important dans le dépérissement de la suberaie, en particulier celle due aux champignons endophytes. Ils constituent l'une des principales causes de dégradation du milieu forestier lorsqu'elles sont épidémiques et que des dispositions de prévention et de lutte ne sont pas entreprises.

Au cours des dernières années, de nombreuses études ont été menées sur les endophytes fongiques de différentes espèces végétales, notamment du genre *Quercus* (Anselmi *et al.*, 2000). On attribue, en effet, une importance de plus en plus grande à l'étude de ces champignons, que ce soit dans une perspective écologique ou pour mieux connaître les relations qu'ils établissent avec leurs hôtes (Franceschini *et al.*, 2002).

Sous ce dernier aspect, les endophytes fongiques ayant une importance d'un point de vue phytopathologique, notamment en ce qui concerne les phénomènes de "dépérissement" à étiologie complexe, sont ceux capables de passer de longues périodes de latence dans les tissus des plantes sans qu'elles ne manifestent de symptômes. Ils peuvent néanmoins se comporter en parasites de faiblesse lorsque l'arbre traverse des périodes de souffrance végétative sous l'action d'autres facteurs. On les considère de ce fait, comme d'importants facteurs "contribuant" à ces maladies (Manion & Lachance, 1992). Leur intervention peut

accélérer et même aggraver le déclin végétatif des plantes jusqu'à rendre le cours irréversible (Franceschini *et al.*, 2002).

Le but de notre travail sera de confirmer la présence de quelques pathogènes fongiques au niveau des arbres de chêne-liège nouvellement démasclés (été 2015) dans la forêt de Hafir, présentant des symptômes de maladies à savoir des stromas charbonneux, des chancres au niveau du tronc avec détachement de la fine couche de liège et parfois écoulement d'exsudats noirâtres, jaunissement du feuillage et noircissement avec détachement de l'écorce des racines et disparition totale des radicelles.

Notre travail de recherche est donc structuré en cinq chapitres distincts :

- Le premier est une synthèse bibliographique traitant la position systématique de *Quercus suber*, sa répartition dans le monde et en Algérie. Il évoque également les principales caractéristiques botaniques de l'espèce, son écologie, les différents types de multiplication, les techniques culturales et son importance économique.
- Le second chapitre est consacré à la présentation du milieu d'étude où sont présentés le milieu physique et la description forestière de la suberaie de Hafir.
- Le troisième évoque une description explicative sur trois maladies cryptogamiques causées par : *Biscogniauxia mediterranea*, *Botryosphaeria* sp et *Phytophthora* sp, ainsi que leurs statuts systématiques, leurs cycles biologiques, les facteurs de risques et les méthodes de lutte.
- Le quatrième est réservé à la partie matériels et méthodes et il comprend deux axes : le premier sur le matériel physique et le deuxième concernant le matériel biologique.
- Le cinquième chapitre regroupe tous les résultats obtenus avec leur discussion.

Chapitre I :

Généralités sur l'espèce

I.1. Présentation du genre *Quercus*

La famille des Fagacées comprend quelques 1000 espèces regroupées dans 9 genres dont les plus communs des forêts tempérées sont représentés par *Fagus*, *Castanea* et *Quercus* (Manos *et al.*, 2001). Ce dernier comprend plusieurs centaines d'espèces allant de 200 à 600 selon les auteurs (Natividade, 1956 ; Oli, 2005).

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)

I.2. le chêne-liège : origine et Position taxonomique :

1.2.1. 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). L'originalité de cette espèce est de produire une écorce épaisse, le « liège », matériau assez unique pour ses propriétés physiques, chimiques et esthétiques (Amandier, 2002). C'est un descendant de la flore Pliocène supérieur (Boudy, 1950) dont l'origine remonte au tertiaire (Natividade, 1956).

Ces peuplements de *Quercus suber* sont situés dans deux grandes divisions phytogéographiques différentes en fonction de l'influence maritime et de la structure géologique (Boudy, 1955).

Le chêne-liège appartient à la classification suivante :

- Règne : *Eucaryotae*
- Sous-règne : *Plantae*
- Phylum : *Spermaphyta*
- Sous-phylum : *Angiospermae*
- Classe : *Magnolita*
- Ordre : *Fagales*
- Famille : *Fagaceae*
- Genre : *Quercus*
- Espèce : *suber L.*
- Nom latin : *Quercus suber*

1.2.2. Aire de répartition de chêne liège :

1.2.2.1. 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).

Dans le monde, le chêne-liège est signalé exclusivement sur le territoire de 7 pays, dont 4 Européens (Portugal, Espagne, France et Italie) et 3 Maghrébins (Algérie, Maroc et Tunisie)

L'aire naturelle du chêne-liège est relativement restreinte, puisqu'elle concerne exclusivement le pourtour occidental de la méditerranée et le littoral atlantique, soit entre 31° et 45° de latitude Nord (Quezel et Santa, 1962).

Au Maroc, l'aire naturelle du chêne-liège dépasse la 33^{ème} parallèle, alors qu'en Algérie et en Tunisie elle n'atteint même pas le 36^{ème} parallèle. En Europe, elle dépasse à peine le 44^{ème} parallèle au Nord (la France) tandis qu'à l'Ouest, elle englobe la totalité du Portugal et à l'Est, elle arrive à la Dalmatie en Croatie (Harrachi, 2000) (Fig. I.1).

Les essais d'introduction de cette espèce en dehors de son aire de répartition ont donné des meilleurs résultats d'acclimatation en Bulgarie (Petrov et Genov, 2004), la Nouvelle-

Zélande (macarthur, 1994), le sud de l'Australie, la Chine, la Russie, la Californie et le Japon (Aronson et al, 2009). Sa propriété particulière de production de liège reste cependant endémique à la méditerranée.

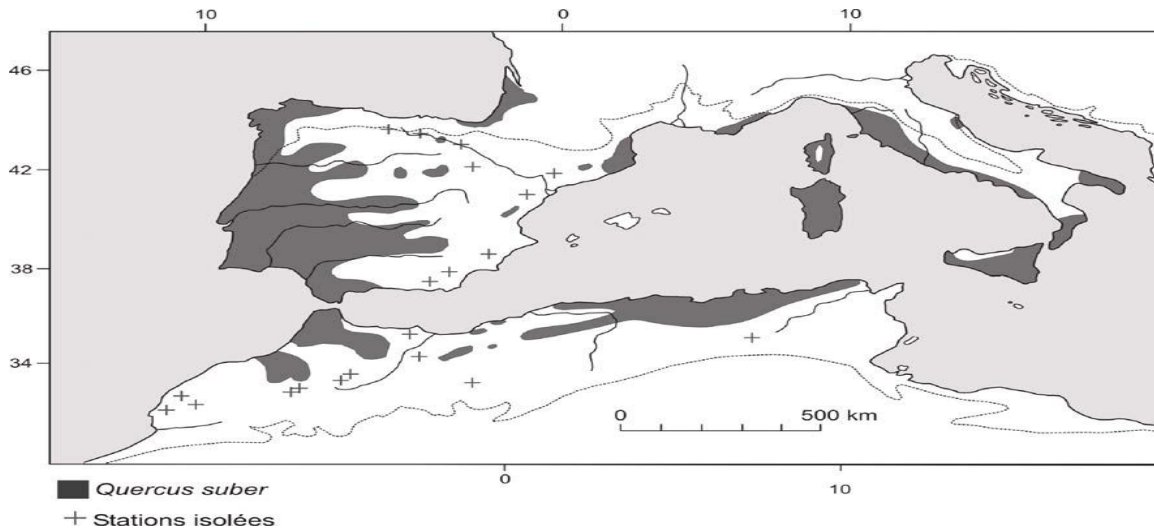


Figure I.1 : Aire de distribution du chêne-liège (Quézel & Médail, 2003)

La suberaie mondiale totalise environ 2,5 millions d'hectares (Pausas *et al.*, 2009) dont un million et demi d'hectares sont répartis en Europe et près d'un million en Afrique du Nord (Pausas *et al.*, 2009)

La superficie originelle de cette essence aurait été de l'ordre de 7,5 millions d'hectares (Salazar Sampaio, 1988)

Tableau I.1 : Superficie en hectares du chêne-liège dans le monde (Belhoucine,2012)

Pays	Zeraia (1981)	Salazar Sampaio (1988)	Veillon (1998)	Yessad (2000)	Benabid (1989)	Silva & Catry, (2006)
Portugal	600 000	555 000	600 000	605 000	650 000	730 000
Algérie	480 000	444 000	200 000	450 000	480 000	410 000
Espagne	340 000	340 000	340 000	352 000	500 000	500 000
Maroc	450 000	300 000	300 000	345 000	350 000	340 000
Tunisie	-----	140 000	100 000	90 000	100 000	99 000
France	108 000	150 000	70 000	56 500	100 000	100 000
Italie	-----	70 000	70 000	70 000	100 000	90 000

D'après le tableau I.1 et selon plusieurs auteurs en Europe comme en Afrique du Nord, les zones de chêne-liège ont considérablement diminué de taille et de vitalité à cause des fortes variations climatiques (Benabid, 1989).

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 (Pausas *et al.*, 2009)

En revanche durant plus d'un siècle la superficie de la suberaie a connu une extension particulière au Portugal (70%) et en Espagne (50%) dépassant de loin les autres pays subéricoles (Dehane, 2012).

1.2.2.2. En Algérie :

En Algérie, les formations de chêne-liège occupent une superficie variant entre 429 000 et 480 000 hectares selon les inventaires et les auteurs (Marc, 1916 ; Battistini, 1938 ; Peyerimhoff, 1941 ; Boudy, 1950-1955 ; Natividade, 1956 ; Le Houérou, 1980 ; Valette, 1992 et Zine, 1992), soit un peu moins du quart de la superficie mondiale. Ces formations, comprises entre les frontières marocaine et tunisienne, s'étendent du littoral méditerranéen au Nord, aux chaînes telliennes au Sud, sur une largeur ne dépassant pas les 100 km (G.G.A., 1927).

Tableau I.2 : La répartition nationale des subéraies algériens

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

Source : (YESSAD, 2000)

Les principales suberaies sont situées essentiellement en zones humides et subhumides du Nord-Est algérien, jusqu'à la frontière tunisienne, où elles s'étendent, de la mer, jusqu'à 1200 voire 1500 m d'altitude (Zeraia, 1982). Elles se présentent sous forme de massifs continus surtout le long de la zone littorale. Le reste est disséminé sous forme d'îlots de moindre importance dans les parties centre et ouest du pays. La suberaie se présente donc sous trois principaux faciès : l'occidental montagnard, l'oriental littoral et le littoral montagnard (Ben Mechri, 1994) (Fig.3).

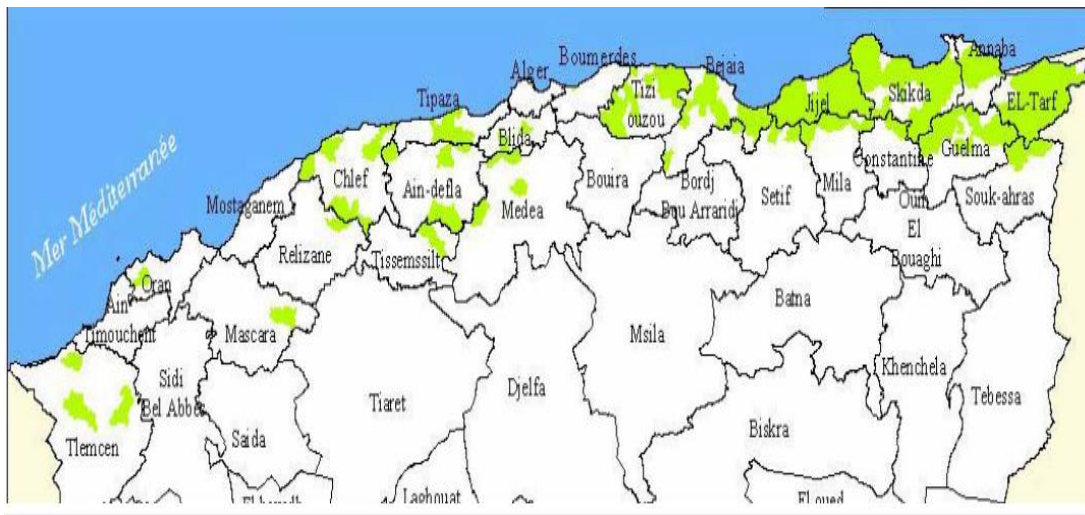


Figure I.2: Aire de répartition du chêne-liège en Algérie (DGF, 2003)

1.2.2.3. Aire de répartition dans l'Oranie :

A l'ouest algérien, la superficie est en décroissance continue : elle passe de 9400 hectares dans les années 40 (Thintoin, 1948) pour atteindre moins de 6000 hectares à l'heure actuelle (Bouhraoua, 2003 et 2008).

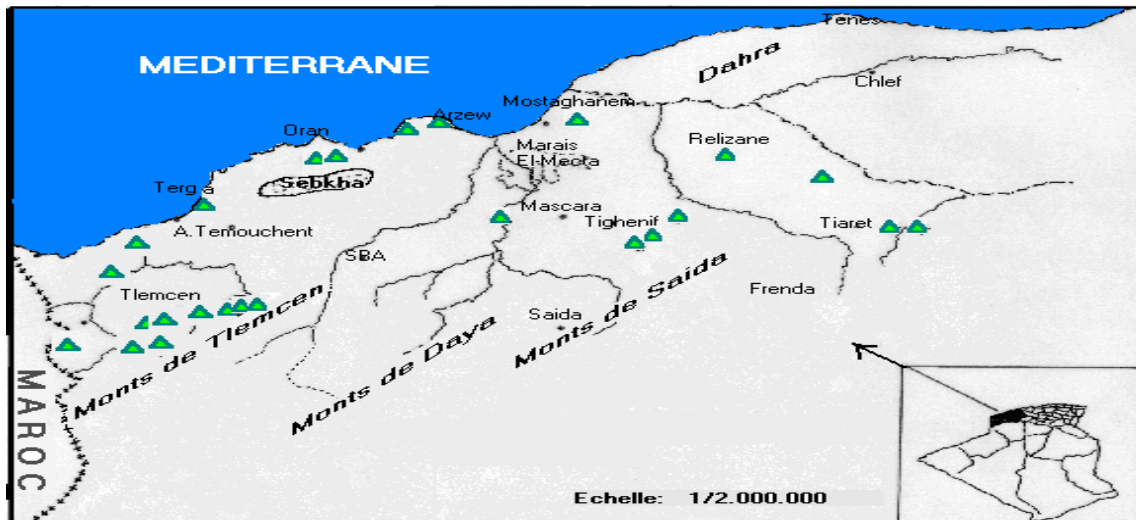


Figure I.3: Répartition géographique des peuplements de chêne-liège dans la région oranaise (Bouhraoua, 2003).

La région oranaise ou l'Oranie, correspond à une unité géographique de l'Algérie occidentale répondant à un ensemble de caractères dominants particuliers d'ordre climatique, orographique, édaphique et même floristique et forestier (Thintoin, 1948). Ses limites naturelles sont les suivantes : la mer Méditerranée au Nord, le Tell méridional ou Atlas Tellien au Sud, le Maroc à l'Ouest et le secteur algérois (ou région algéro-ouarsenienne) à l'Est (Peyerimhoff, 1941 ; Boudy, 1955). Dans cette région, les peuplements de chêne-liège sont situés dans deux grandes divisions phytogéographiques (ou zones naturelles) et sont limités aux 7 wilayas de l'Oranie. La plus grande superficie est localisée dans la wilaya de Tlemcen et diffère en fonction de l'influence maritime et de la structure géologique (Boudy, 1955). On distingue ainsi :

Les suberaies littorales :

Elles s'étendent actuellement sur une superficie de 2080 ha (C.F.W.O., 2007) alors qu'elles représentaient autrefois un peu moins de la moitié de la superficie totale de la région, soit 6500 ha (Boudy, 1955) et où les peuplements de chêne-liège, localisés pratiquement dans la région d'Oran, couvraient 3000 ha. Les forêts concernées sont:

M'Sila s'étendant sur une superficie de 1080 ha. Elle a été soumise au régime forestier en 1867.

Terziza s'étendant sur une superficie de 1 504 hectares, dans le prolongement de la forêt de M'sila sur les flancs du Murdjadjo vers Messerghine (Boudy, 1955).

La forêt de **Tegdemt** avec une superficie de 600 ha appartient à la wilaya de Tiaret.

Les suberaies de montagne :

Elles se situent au sud. Ce secteur qui renferme toute une série de chaînes montagneuses est appelé l'Atlas tellien (QUEZEL, 2000). On retrouve essentiellement :

Le massif forestier de **Hafir-Zarifet**, constituant le massif le plus important de chêne-liège dans l'ouest algérien. Il s'étend sur une superficie de 12 000 hectares sur le territoire de la wilaya de Tlemcen (C.F.W.T., 1996) et représente 80% des suberaies de montagne de cette région ;

Yfri au Nord-Est de Tlemcen où le chêne-liège s'étendait sur une superficie de 100 hectares (Boudy, 1955). Elle se présente sous forme d'une futaie disséminée à une altitude de 800 m (C.O.I.T., 1964) ;

Zerdeh où le chêne-liège s'étend sur 700 hectares, situé à 1000 m d'altitude. Le peuplement est mélangé avec d'autres essences comme le chêne vert, le thuya et le pin d'Alep (C.O.I.T., 1979) ;

Aïn-Essouk où le chêne-liège ne couvre que 260 hectares sur les 1 307 qu'occupe la forêt ;

Sidi Hamza abrite 850 hectares de suberaie. Les peuplements de chêne-liège sont mélangés avec le chêne vert et le pin d'Alep (C.F.W.T., 1996) ;

Dans la forêt de Mascara, les suberaies occupent une superficie d'environ 1400 hectares (Boudy, 1955). La majeure partie du chêne-liège se trouve dans la forêt de **Nesmoth**, une autre partie de moindre importance dans la forêt d'Aouf et de **Nador** (C.F.W.M., 1990).

La forêt d'Ammi **Moussa** près de Relizane est installée sur un terrain accidenté d'accès très difficile à 1 200 m d'altitude.

I.2.3. Principales caractéristiques botaniques

Quercus suber présente un polymorphisme remarquable tant il existe des possibilités d'hybridation (Manos *et al.*, 2001). De nombreuses variétés ont ainsi été décrites. Les différences portent sur la forme des écailles, la taille et la forme de la cupule, la disposition des fruits, la forme et la périodicité du renouvellement des feuilles et la disposition des rameaux (Salaheddine, 2005 ; Manos *et al.*, 2008). La diversité phénotypique provient essentiellement de l'hybridation naturelle du chêne-liège avec d'autres chênes, en particulier et essentiellement, le chêne vert (Mathey, 1908 ; Seigue, 1985) Phylogénétiquement, le chêne-liège est considéré comme étroitement lié à trois espèces asiatiques de chêne à feuilles caduques. Ce sont le chêne chevelu (*Quercus cerris*) du Sud-Ouest de l'Asie, le chêne en dents de scie (*Quercus acutissima*) de l'Asie orientale, et le chêne-liège chinois (*Quercus variabilis*) (Manos & Stanford, 2001)

En Europe les botanistes se rejoignent sur l'existence de 40 populations regroupées en 4 variétés (Battandier et Trabut, 1893 ; Bauverue, 1905 ; Mathey, 1908 ; Coutinho, 1939 ; Vicioso, 1950). La diversité maximale est observée dans la Péninsule Ibérique et dans les régions françaises adjacentes (Landes et Catalogne), alors qu'en Afrique du Nord, en Italie, en Corse et en Provence, cette diversité est moindre (Simeone *et al.*, 2010) de même qu'en Afrique du Nord, il existe 14 formes ou races, dont les races marocaines et numidiennes.

- ❖ La **taille** du chêne-liège, varie ordinairement 10 à 15 m parfois même 25m dans des conditions optimales (Gil & Varela, 2008).
- ❖ Son **port** est variable et en fonction de la densité du peuplement.
- ❖ Le **tronc** est court et le houppier est étalé dans les peuplements clairs ou long et élancé dans les peuplements denses (Saccardy, 1937 ; Nardini *et al.*, 1999) (Fig.4).
- ❖ La **circonférence** atteint en général 70 cm entre 30 et 40 ans selon les conditions de végétation (Yessad, 2001 ; Amandier, 2002). En revanche, dans les vieux peuplements elle dépasse les 5m (Foucard, 1994).
- ❖ L'**écorce** est une couche épaisse poreuse, sillonnée et fortement crevassée longitudinalement. Elle peut atteindre jusqu'à 20 cm d'épaisseur (Gil & Varela, 2008).

Le chêne-liège est formé d'un tissu parenchymateux, l'assise subéro-phellodermique, qui couvre le tronc et les branches (Fig. I.4). Elle forme la couche souple, compressible, élastique, peu combustible et isolante, ne brûle que très superficiellement et protège les tissus conducteurs de la sève en même temps que l'assise génératrice du liège. En termes de production, on l'appelle le "liège mâle" ou "liège naturel" (Boudy, 1955) et est produit quand l'arbre atteint environ 25 ans (Gil & Varela, 2008). Il est dur, d'une élasticité médiocre et de couleur grisâtre.

Quand l'arbre est mis en valeur après le démasclage (opération qui consiste à enlever le liège mâle), il se forme sur la partie dépouillée une nouvelle couche de liège de qualité améliorée (plus homogène, plus élastique et moins crevassée), appelée liège femelle ou liège de reproduction, de couleur jaune, rouge puis noire, plus homogène que celui précédant. La qualité du liège augmente avec les levées successives. La hauteur de prélèvement du liège augmente à chaque levée. Elle est de 1,5 à 3 fois la circonférence (Veillon, 1998). L'épaisseur de chaque couche annuelle dépend de plusieurs facteurs (âge et vigueur des arbres, conditions de végétation). Le liège femelle devient mûr et exploitable au bout de 8 à 15 ans.

Les feuilles sont très polymorphes, coriaces et arrondies, plus ou moins dentées ; elles sont d'un vert brillant au-dessus et pubescentes sur la face inférieure. Elles sont renouvelées au printemps. Leur taille varie de 3 à 6cm en longueur et de 2 à 4cm en largeur, le pétiole peut atteindre 2cm (Aime, 1976) (Fig.4).

La cime est largement étalée chez les sujets isolés dépassant 500m² chez certains vieux arbres âgés de 150 et 200 ans. En peuplements serrés, l'action des vents peut fortement modifier sa forme typique (Saccardy, 1973 ; Pereira, 2007).

Le bois est un excellent bois de chauffage. Il est lourd, compact, difficile à travailler et se crevasse profondément en séchant (Lamey, 1893).

Les fleurs mâles pendent en chatons à l'extrémité des rameaux de l'année (Fraval, 1991).

Les fleurs femelles sont souvent solitaires ou groupées par trois, s'insérant à l'aisselle du rameau de l'année. La floraison principale se déroule au printemps. Les fleurs fécondées donnent naissance à des glands qui se forment et mûrissent l'année de la floraison, entre octobre et janvier (Boudy, 1950 ; Natividade, 1956 ; Maire, 1961).

Les glands sont de taille variable, allongés, à pointe courte et velue. L'arbre fructifie à partir de 15 à 20 ans. La fructification est variable suivant les années entre 2 et 3 ans. Elle se poursuit parfois jusqu'à un âge avancé. Au-delà de 100 ans la période de fructification s'étend d'octobre à janvier (Boudy, 1950 ; Boavida et al., 1999 ; Messaoudene,2000).

L'enracinement du chêne-liège est pivotant, il est constitué d'une grosse racine principale qui sert de support à l'arbre même dans les sols les plus rocheux. Il permet l'approvisionnement en eau et en éléments minéraux. Il peut s'emmêler avec les racines des arbres voisins (échanges de substances nutritives) et s'associer avec le mycélium de certains champignons qui favorisent la capture des minéraux (Lepoutre, 1965 ; Molinas, 1991).

La longévité de l'arbre peut atteindre 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).



Figure I.4 : Caractéristiques botaniques du chêne-liège (photos M'sila) : a) vue générale de la suberaie, 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.

I.2.4. Ecologie du chêne-liège

Le chêne-liège est considéré comme l'une des essences forestières dont l'aire, naturellement inextensible, est étroitement limitée au bassin méditerranéen occidental (Boudy, 1950). L'espèce a des exigences relativement strictes (Anonyme, 1914a ; Peyerimhoff, 1941 ; Boudy, 1950) ce qui détermine sa répartition géographique mais elle présente par ailleurs une certaine rusticité lui permettant de survivre dans des conditions de milieux peu favorables (Natividade, 1956).

Ce sont les facteurs édaphiques et surtout climatiques qui déterminent la présence et l'abondance du chêne-liège. D'un point de vue climatique cette essence tolère une grande variation des précipitations et de températures (Sauvage, 1961). Cette espèce exige une pluviométrie allant de 500 à 1200 millimètres par an (Maire, 1926 ; De Beaucorps, 1956 ; Allili, 1983) et au minimum entre 400 et 600 mm par an. Lorsque la pluviométrie descend au-dessous de cette valeur, l'arbre peut décliner (Anonyme, 1914-1926 ; Boudy, 1950 ; Natividade, 1956 ; Richard, 1988 ; Vignes, 1990 ; Goumand et Peyre, 1992 ; Vieuille, 1995). Au Maghreb, les suberaies reçoivent des quantités de pluies variant de 350 à 2000 mm réparties sur 50 à 105 jours (Bouhraoua, 2003). Les régions qui reçoivent le plus de précipitations sont localisées dans les montagnes du RIF au Maroc (2000 mm), le Nord-Est de l'Algérie (800 à 1200 mm) et la Tunisie (1700 mm). Les régions ouest du Maroc, centre et ouest de l'Algérie sont les moins arrosées où les pluies ne dépassent guère 600 mm par an (Seltzer, 1946 ; Boudy, 1950 ; Natividade, 1956). Comme le chêne-liège est jugé comme étant une espèce héliophile de pleine lumière, exigeant une forte insolation, la cohabitation avec d'autres essences à la cime peu compacte - tels le pin maritime (*Pinus pinaster* Ait.) ou le pin parasol (*Pinus pinea* L.) est possible, mais c'est en peuplement pur, voire en lisière des parcelles qu'il se développera le mieux. En outre l'espèce est un arbre frileux exigeant une température moyenne douce oscillant entre 13°C et 19°C avec des minima ne dépassent pas les -9°C (Boudy, 1950, Ghouil et al., 2003) l'arbre peut supporter de fortes chaleurs occasionnelles, 35°C à 40°C (Bouhraoua, 2003). Il redoute cependant le froid persistant (les gelées) et a besoin d'une période de sécheresse en été pour prospérer.

Le chêne-liège exige une humidité de l'air élevée, d'au moins 60 % en moyenne, ce qui lui permet de compenser partiellement le déficit pluviométrique de la saison estivale sèche

(Anonyme, 1914-1991c ; Peyerimhoff, 1941 ; Boudy, 1950 ; Jacamon, 1987 ; Vignes, 1990 ; Goumand et Peyre, 1992).

Ces conditions de peuplement 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.

L'optimum écologique de cette espèce se trouve donc satisfait dans les étages bioclimatiques méditerranéens subhumide, humide et même per humide à hivers tempéré ou chaud, à partir du niveau de la mer et jusqu'à 2000m d'altitude, mais avec un optimum de croissance allant à 600m avec une exposition Nord, Nord-Est, Nord-Ouest (Anonyme, 1914) ou une exposition Est (Richard, 1988), mais au-delà de 600 m , il s'accommode plutôt avec des expositions chaudes donc Sud (Bouchafra et Fraval, 1991). Par contre, il est à sa limite écologique inférieure dans l'étage semi-aride.

D'un point de vue édaphique le chêne-liège présente une grande exigence, étant une espèce calcifuge. Il ne tolère ni les sols argileux ni la présence des chlorures. Il se plaît sur tous les substrats siliceux et acides (schistes, grès, gneiss, granite), et craint l'hydromorphie. Il s'accommode à des sols peu fertiles, superficiels ou lourds, mais recherche plutôt des textures légères (sable), bien aérées et drainées, riches en matières organiques (Veillon, 1998).

Il réclame les terrains meubles, aérés, profonds, pas trop chargés en cailloux, au pH acide ou proche de la neutralité. Il s'installe par contre très mal sur les sols superficiels ou rocheux (Seigue, 1987 ; Gogorcena et al., 2001).

I.2.5. Multiplication du chêne-liège :

Le chêne-liège se régénère naturellement soit par voie sexuée, par l'utilisation des semences, soit par voie asexuée par l'emploi des rejets de souches qui est plus une méthode artificielle.

La régénération naturelle se fait par le semis des glands tombés. Elle dépend étroitement de plusieurs facteurs tels que la fécondité des arbres, la périodicité des fructifications, la faculté de germination des glands, les conditions climatiques et édaphiques du milieu et enfin l'action de l'homme (Bouchafra et Fraval, 1991). Cette méthode est très

défaillante en Afrique du nord, particulièrement en Algérie, vu l'irrégularité des fructifications et le surpâturage et, par endroit, une forte densité de pieds dépassant les 600 arbres adultes/ha (Nsibi et al., 2006). La survie de l'espèce est conditionnée aussi par la qualité de la glandée (glands de petites tailles, de faible pouvoir germinatif), la présence de piqûres dues aux insectes qui détériorent les glands. La régénération par le semis étant insuffisante, on fait appel à la régénération par rejets de souches. Cette méthode n'est effectuée que par l'intervention de l'homme ou du feu. Le chêne-liège rejette vigoureusement quand l'arbre est jeune. Cette capacité diminue avec l'âge (plus de 100 ans). Ce n'est que grâce à cette méthode qu'un très grand nombre de massifs ont pu subsister, malgré les incendies et les dévastations de l'homme (Boudy, 1952).

Par défaut de régénération naturelle et pour la préservation des suberaies, on doit avoir recours à la voie artificielle. Celle-ci est basée sur le semis direct des glands ou la transplantation de plants élevés en pépinière pendant quelques mois.

I.2.6. Traitements sylvicoles :

Le chêne-liège est soumis à deux types de traitement, la sylviculture et la subériculture. Le premier s'intéresse à la pérennité des massifs en assurant leur reconstitution, leur régénération et leur maintien par un apport de soins culturaux dans le but d'assurer une récolte permanente et régulière du liège. Il est traité comme un arbre forestier tandis que, dans le second, à caractère industriel, il est traité comme un arbre fruitier. On vise à obtenir du liège en quantité et en qualité sans affecter pour autant la vitalité des arbres.

La sylviculture cherche à assurer l'éducation et la régénération du peuplement. Elle comprend deux principaux aspects : les opérations sylvicoles et l'aménagement. Le premier repose sur les différentes coupes à réaliser pour favoriser la régénération et sa prise en charge ultérieure afin d'obtenir un fût élagué et si possible droit, pour faciliter la récolte du liège et homogénéiser les produits. L'aménagement des peuplements diffère selon leur régime (futaie ou taillis), leur structure (équienne ou jardinée), leur composition (pur ou mélangé), l'intensité de la régénération (absente, défaillante ou suffisante), le type de liège désiré (mâle ou de reproduction), la fréquence des incendies, l'état de la dégradation, etc. Donc, chaque situation fait appel à un traitement propre.

En Algérie, les traitements sylvicoles n'étant pas appliqués, les forêts ont presque toutes la même forme sylvicole : la futaie jardinée (claire) d'aspect irrégulier où toutes les classes d'âges sont présentes (Boudy, 1950).

La subériculture est une arboriculture sommaire où le chêne-liège est presque traité en arbre fruitier, mais très simplifiée en Afrique du Nord où, en dehors de la période de récolte, l'arbre est abandonné à lui-même (Boudy, 1952).

La première récolte de liège est appelée démasclage, étape de mise en valeur de l'arbre puisque la levée du liège mâle permet de produire le liège de reproduction plus apprécié pour ses multiples utilisations. Cette opération peut être appliquée quand l'arbre atteint l'âge de 25 à 50 ans après avoir atteint une circonférence d'au moins 0,60 à 0,70 m, à 1 m du sol (Bouchafra & Fraval, 1991). La hauteur maximale de démasclage est déterminée à partir de la circonférence multipliée par un coefficient appelé « coefficient de démasclage ». Ce coefficient est variable et dépend de la fertilité des stations, de l'état de la végétation et de l'étage bioclimatique.

La récolte du liège de reproduction est dite déliègeage. Elle se pratique quand le liège devient mûr et exploitable et peut avoir une épaisseur qui lui permet d'être utilisé en industrie. L'opération d'exploitation du liège se pratique généralement en été quand l'arbre a déjà achevé la reconstitution de son feuillage. Cette période correspond encore à une montée abondante de sève qui facilite le détachement de la couche subéreuse sans que le liber soit blessé ou subisse un soulèvement. La hauteur d'écorçage est déterminée comme celle du démasclage. A chaque passage, une hausse de 25 à 40 cm est pratiquée mais en faisant en sorte qu'à la dernière récolte, la hauteur d'écorçage ne dépasse pas les 4 mètres dans de bonnes conditions et 2,5 à 3 m dans le cas contraire. Au total, 4 à 6 récoltes peuvent avoir lieu au cours de la vie de l'arbre. (Bourhaoua,2003)

En Algérie, la récolte se pratique avec des rotations de 9 à 12 ans mais ne doit pas dépasser 15 ans (Code international des Pratiques Subéricoles, 2005) soit 10 ans en moyenne selon les conditions de végétation (Boudy, 1950).

I.2.7. Association 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 à régénération rapides, constitue une sérieuse menace pour le chêne-liège (Bouhraoua, 2003).

En altitude et sur les expositions fraîches (Nord et Nord-Est) des étages humide et sub-humide, ce sont les chênes à feuilles caduques, comme le chêne zen et le chêne afares, qui dominent et, plus rarement, le cèdre sur les sols calcaires. Dans la région orientale, le chêne zen parvient parfois à éliminer le chêne-liège en envahissant de grandes étendues.

Par contre, sur les expositions chaudes (Sud et Sud-Ouest) de l'étage semi-aride comme sur les terrains secs à tendance calcaire, le chêne vert, le thuya et même l'olivier sauvage prennent sa place par interpénétration. On peut retrouver également, le chêne tauzin, le tamaris, le châtaignier et le caroubier, en plus du frêne oxyphile, le micocoulier, le merisier et le poirier au Maroc (Natividade, 1956 ; Quezel, 2000 ; El Yousfi, 1991).

Le feuillage du chêne-liège est assez léger et la suberaie dans son état optimal est un peuplement forestier relativement clair où les arbres ne couvrent que 60% environ du terrain. La lumière du soleil peut ainsi parvenir en suffisance aux strates basses. Cette structure horizontale permet l'éclaircissement du sol. Ainsi, sous la suberaie, peut se développer un sous-bois assez riche: ligneux bas et de nombreuses espèces herbacées, comportant à la fois des espèces sciaphiles (d'ombre) et des espèces héliophiles (de lumière) jouant un rôle prépondérant.

Dans les peuplements de l'étage humide, se développe sur le littoral comme à basse altitude, un sous-bois très dense parfois impénétrable. On y trouve essentiellement une végétation à caractère hygrophile telles que les lianes (*Smilax aspersa*), le lierre (*Hedera helix*), la fougère aigle (*Pteridium aquilinum*) et le laurier rose (*Nerium oleander*), mais aussi le myrte (*Myrtus communis*), la bruyère arborescente (*Erica arborea*) et l'arbousier (*Arbutus unedo*). En altitude, certains de ces végétaux disparaissent pour céder la place au cytise à 3 fleurs (*Cytisus triflorus*), au Calycotome épineux (*Calicotom spinosa*), l'aubépine (*Crataegus monogyna*) et à diverses autres plantes.

Dans l'étage semi-aride, pousse un sous-bois à caractère plutôt xérophile composé essentiellement de Cystes (*Cistus salviiflorus*, *C.monspeliensis* et *C.ladaniferus*) de lavandes (*Lavandula atlantica* et *L. stoechas*), de doum (*Chamerops humilus*) et d'héliantheme (*Helianthemum halimifolium*).

Dans les stations dégradées, suite aux incendies surtout, un maquis abondant peut se développer et arrive souvent à supplanter le chêne-liège. On trouve, en plus de cette végétation xérophile, le calicotome velu (*Callicotom villosa*), la bruyère à balai (*Erica scoparia*), le diss (*Ampilodesmos mauritanicus*), etc... (Boudy, 1950 et 1952 ; Natividade, 1956 ; Zeraia, 1986 ; Jacamon, 1987 ; El Yousfi, 1991 ; Leonardi et al., 1992 ; Hamrouni, 1992 et 1994 ; Quézel, 2000 ; Sebei et al., 2001).

I.3. Importance économique :

Les Suberaies ont toujours été une source appréciable de revenus tant pour les forestiers que pour les riverains. Pour cela, en raison de la qualité, de la valeur de son écorce et de son bois, le chêne-liège est, du point de vue économique, l'essence forestière la plus importante d'Afrique du nord (Boudy, 1952). Son écorce (le liège) est une ressource exploitable dans plusieurs domaines, il est utilisé dans la fabrication des bouchons.

Pour son usage principal, c'est après l'apparition de la bouteille en verre, au milieu du XVIIème, que l'arbre a commencé à être mis en valeur, à la recherche de son liège (mâle) pour en faire de bouchons. Cependant, le véritable démasclage n'a commencé qu'au XVIIIème en Espagne (Battistini, 1938 ; Goumand et Peyre, 1992).

Le liège est aussi utilisé sous forme de panneaux d'agglomérés pour l'isolation, la décoration et le revêtement. D'une façon générale, seul le liège de reproduction, à cause de ses propriétés physiques intéressantes, est utilisé dans l'industrie, notamment bouchonnière tandis que le liège mâle est réservé à la trituration et à la fabrication de divers articles faits de liège aggloméré (Mouries et Seigue, 1980). Il contient du tanin et sa richesse en acide tannique (de l'ordre de 20 %) le rend très recherchée dans l'industrie du tannage.

Le déliègeage présente des avantages économiques, sociaux et environnementaux indéniables. En effet une grande quantité de main d'œuvre et une population stable dans l'environnement immédiat des suberaies permettent le maintien et la survie des peuplements. Ainsi, l'extraction du liège représente une sauvegarde pour les suberaies.

Le chêne-liège est un bois rouge clair compact. Il sert à la fabrication des traverses de chemin de fer et des tonneaux ainsi qu'à d'autres usages en menuiserie. Il était longtemps apprécié pour la construction et pour la fabrication des coques de navires (Renou, 1842). De nos jours, ce bois est très peu utilisé, voire inutilisable en construction comme en menuiserie (Bonnier, 1990). L'extraction du bois et du charbon ont aussi été l'une des utilisations du chêne-liège. Actuellement, le gaz butane remplace ces deux produits qui sont donc moins considérés par la population et ne gardent leur intérêt que dans les zones rurales avoisinant ces forêts.

Les Suberaies possèdent également d'autres ressources. L'apiculture profite ainsi du grand nombre d'espèces mellifères et surtout des broussailles. C'est une activité qui, selon Beltran (2002), ne porte aucun préjudice à la suberaie, et qui est même bénéfique car elle facilite la pollinisation de nombreuses espèces de son cortège floristique. La récolte des glands qui permet l'alimentation du cheptel ainsi que le parcours grâce au sous-bois abondant dont disposent les suberaies constituent d'autres ressources.

I.3.1. Production mondiale du liège :

La production mondiale actuelle du liège est de l'ordre de 299 000 Tonnes (Santos Pereira, 2008). Le Portugal est le seul pays qui produit le plus de liège à l'hectare avec 250 kg/ha/an et ses suberaies détiennent plus de 50% de la production mondiale avec 160 000 T/an (Fig.12).

Le reste des pays du sud de l'Europe (Espagne, France, Italie) détiennent une production de liège équilibrée en relation avec la superficie de leur suberaies (220-225 kg de liège/ha/an), soit 49% de la production mondiale (Lozano, 1997).

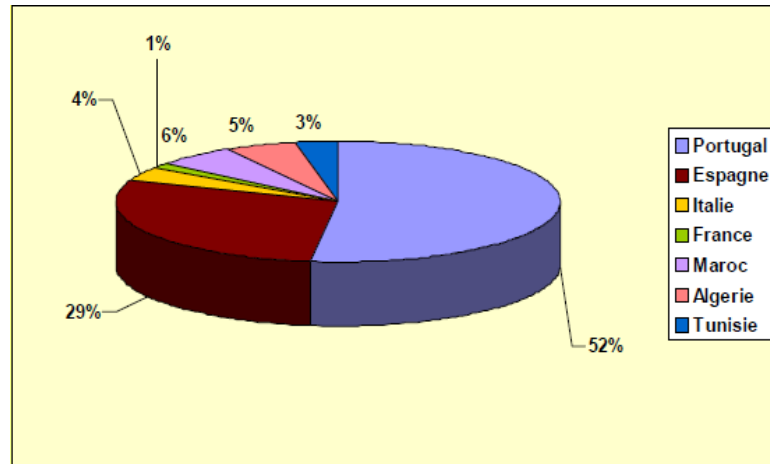


Figure I.5: Production mondiale de liège (Elena Rosselló, 2004)

Les subéraies des pays du Maghreb ont un rendement faible de liège par hectare (50-100kg/ha/an) et les trois pays ne constituent que 9% de la production mondiale (Dehane, 2012).

I.3.2. Production nationale :

En Algérie le potentiel de production du liège a chuté de 75% environ par rapport à l'époque coloniale. Le volume moyen annuel était de l'ordre de 10000 tonnes avec un pic à 55000 tonnes atteint en 1937 (Dehane, 2012).

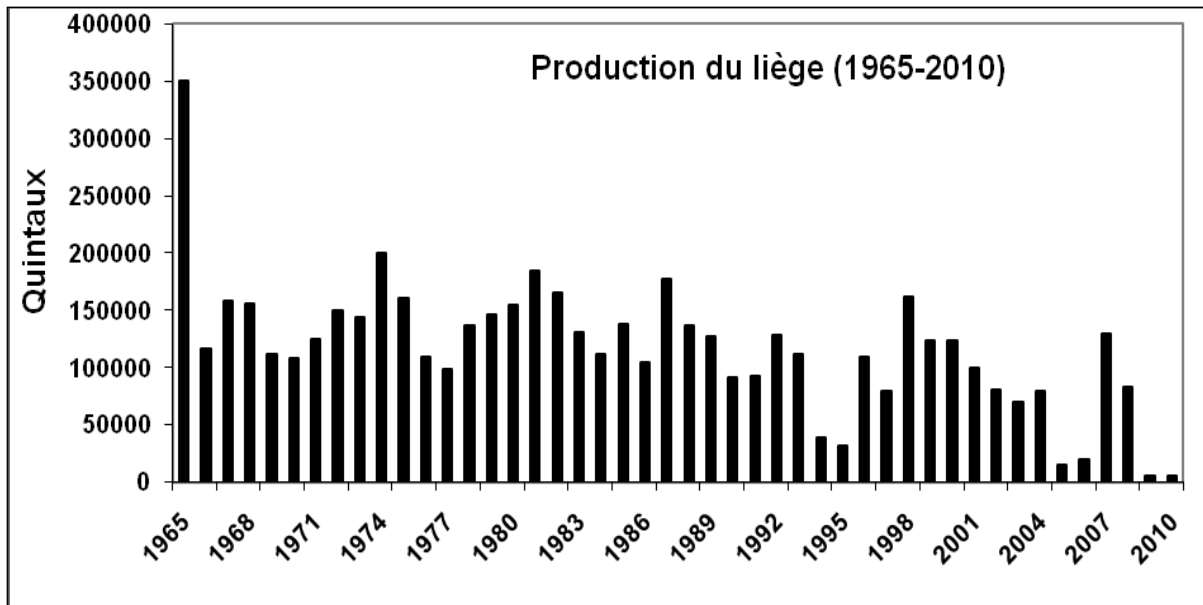


Figure I.6 : Fluctuation annuelle de la production du liège en Algérie (1965- 2010)
(D.G.F, 2011)

De l'indépendance à nos jours, la production nationale de liège a connu une réduction significative. Les récoltes les plus importantes ont été enregistrées en 1965 avec 350000 quintaux(Fig.I.5) (Belhoucine, 2012) et les années les plus catastrophiques sont 2009 et 2010. En 2012, la production nationale n'a pas dépassé 3000 tonnes (Dehane, 2012).

Chapitre II

Etude du milieu

Chapitre II. Etude du milieu

II. 1-Characteristique de la région d'étude :

La foret de hafir appartient a la wilaya de tlemcen qui occupe une superficie de 9020Km² .les terres forestieres s'etend sur des superficies de 1994,88Km² dont la foret de hafir fait partie .elle est considéré parmi une des grandes zones forestières de l'ouest algerien (Plan d'aménagement de la wilaya de Tlemcen, 2000) .

II. 2-situation géographique et administrative :

La forêt domaniale de Hafir s'étend sur une superficie totale de 9872 ha répartis en 8 cantons (C.O.I.T., 1900 ; Bouhraoua, 2003). Elle forme un massif continu d'environ 12000 ha avec la forêt de Zariéffet. Elle est située sur le territoire de la wilaya de Tlemcen dans la zone centrale au Sud-Ouest de la ville (à 15 km). Appartenant à la circonscription de Tlemcen et fait partie du parc national de la wilaya. Elle appartient sur le plan géographique à la commune de Terny et est limitée :

- *Au Nord : village d'El Guenaine et la commune de Sabra ;
- *Au Nord-Ouest : Zelboun et Ain Douz ;
- *Au Nord-Est : la forêt de Zariffet ;
- *A l'Est : la route nationale menant vers Tlemcen et la commune de Beni Mester ;
- *A l'Ouest : la commune de Beni Bahdel ;
- *Au Sud : le village de Beni Bahdel, la route menant à Beni Snous, la commune de Ain Ghoraba et Terny ;
- *Au Sud-ouest : la forêt de Moutas.

La forêt de Haffir, d'une importance capitale, se situe entre les coordonnées Lambert définies dans le tab. II.1 et fig.II.1.

Tableau II.1- Coordonnées Lambert de la forêt de Hafir

Nom de la forêt	Cordonnées Lambert		Distance de la mer	Carte d'Etat-major
	X (km)	Y (km)		
Hafir	X1=105,2km X2=127,1km	Y1=163,6km Y2=178,3km	60	Terni feuille n°300

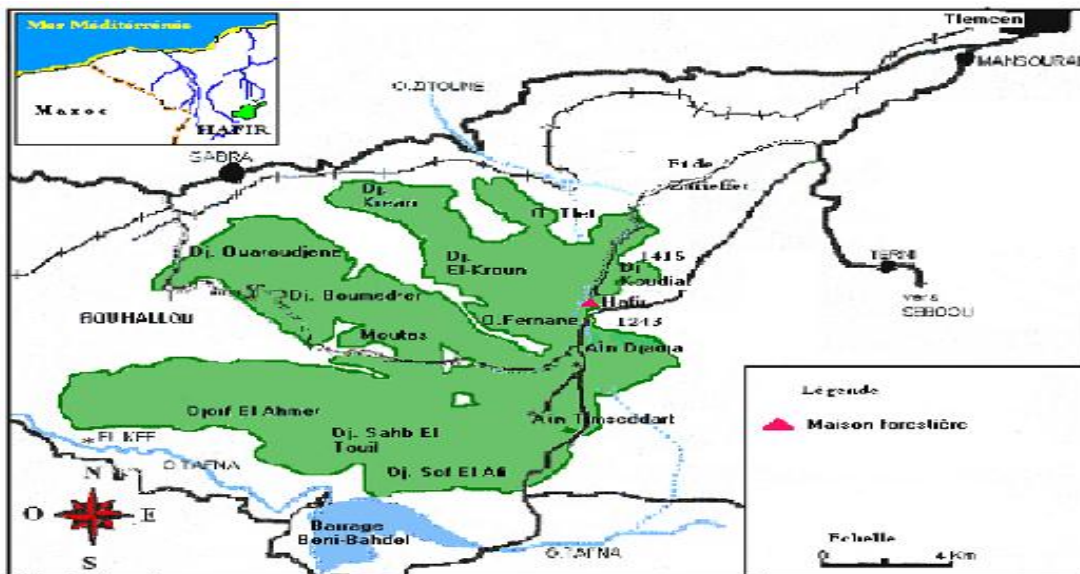


Figure II.1 : Localisation de la forêt de Hafir (Sauvagnac, 1956 modifiée par Dehane, 2006).

II.3. Caractéristiques du milieu

II.3.1. Topographie et relief

Au sud de la région, le système montagneux atteint une altitude qui dépasse les 1 500m. Il comprend dans sa partie occidentale le massif forestier des monts de Tlemcen (Bouhraoua, 2003) , qui fait partie du système jurassique commençant au Maroc à la Moulouya (Boudy, 1948) puis s'étend parallèlement aux monts de Saïda, sur 100 km environ,

jusqu'à Tiaret (Maire et Santa, 1961). Sur les versants septentrionaux de ces monts, s'étend la forêt de Hafir qui occupe les crêtes avec une orientation topographique franchement tournée vers le Nord-ouest (Bricheteau, 1954). Elle abrite le plus haut sommet du parc au Djebel Koudia à 1418 m d'altitude. Celle-ci varie de 800m à 1418 m et imprime au relief accidenté toutes les expositions. Les pentes dominantes sont celles de la classe 12.5 à 25 %. (Bouhraoua ,2003)

II.3.2. Hydrographie

La forêt de Hafir renferme aussi un réseau hydrographique relativement important constitué de plusieurs oueds, dont certains alimentent l'oued Tafna, et d'un enchevêtrement de talwegs. De nombreux cours d'eau et sources à débit faible à moyen selon les conditions pluviométriques coulent en pleine forêt au fond de dépressions très profondes (Kazi Tani, 1995). Les principaux oueds sont : Oued Tlat et Oued Talouanes de longueurs respectives, 4240 m pour le premier et de 1500 m pour le second.

II.3.3- Géologie et pédologie

Le substratum géologique du massif forestier Hafir-Zariffet reste très rattaché à celui des Monts de Tlemcen. Ceux-ci se sont formés à partir de plusieurs types de roches mères essentiellement des roches carbonatées de marnes, ainsi que de dépôts souterrains récents (Claire, 1973) d'âges différents mais dont la majeure partie est du jurassique supérieur (A.E.F.C.O., 1883 ; C.O.I.T., 1900).

La géologie de la zone d'étude (**Figure II.2**) est caractérisée par la dolomie qui date du jurassique supérieur (Benest, 1985). Les données d'ordre stratigraphiques des monts de Tlemcen ont été largement décrites dans le travail de Kaid Slimane (1999). Nous citons succinctement :

- les grés de Boumediene ou grés Lutasicas représentés par des sédiments essentiellement terrigènes à affinités molassiques.
- les dolomites de Terny (tectonique inférieur)

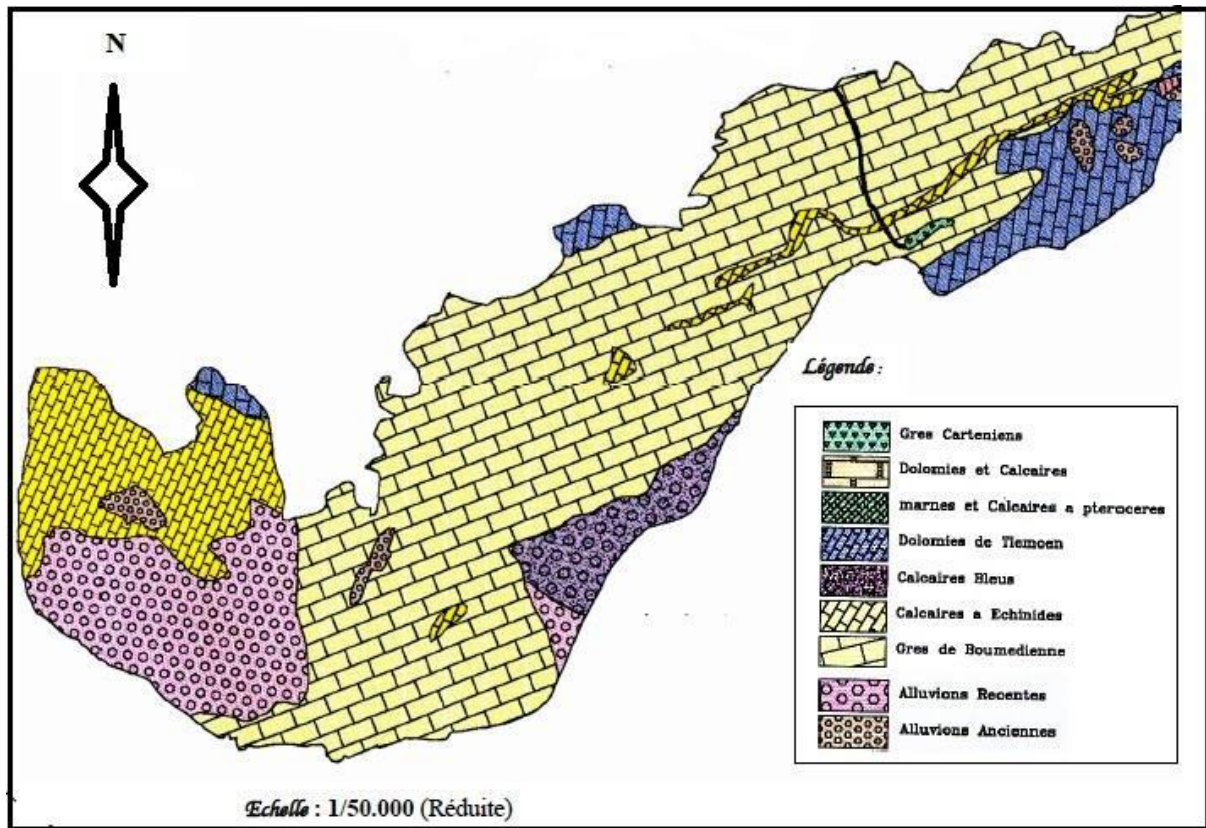


Figure II.2 : Carte géologique du massif Hafir-Zariffet (PNT, 2014).

Greco (1966) souligne que le sol constitue pour la plante un support, une réserve d'eau, d'air et d'éléments nutritifs. Quant à Gaouar (1980), il note que le type de végétation est seul à déterminer le type de sol mais l'action de la végétation est fortement freinée par la dynamique pédologique d'un sol et la nature du substrat qui lui donne naissance.

Les monts de Tlemcen à vocation forestière sont formés de divers types de sols. Kazi Tani (1966) a fait ressortir pour la forêt de Hafir 11 types de sols dont on peut citer : les sols fertialitiques à tendance podzolitique ne sont présents que dans la suberaie de Hafir. La végétation est acidifiante et la roche mère est siliceuse facilitant la pédogénèse. Les sols fertialitiques lessivés sont profonds au niveau de la partie Ouest de la forêt de Hafir. Enfin des sols alluviaux sont à leur tour favorisés par un type de relief bien déterminé (alluvions anciens et récents des parties basses des vallées, des cuvettes, des plateaux et des abords des cours d'eau) (**Figure II.3**).

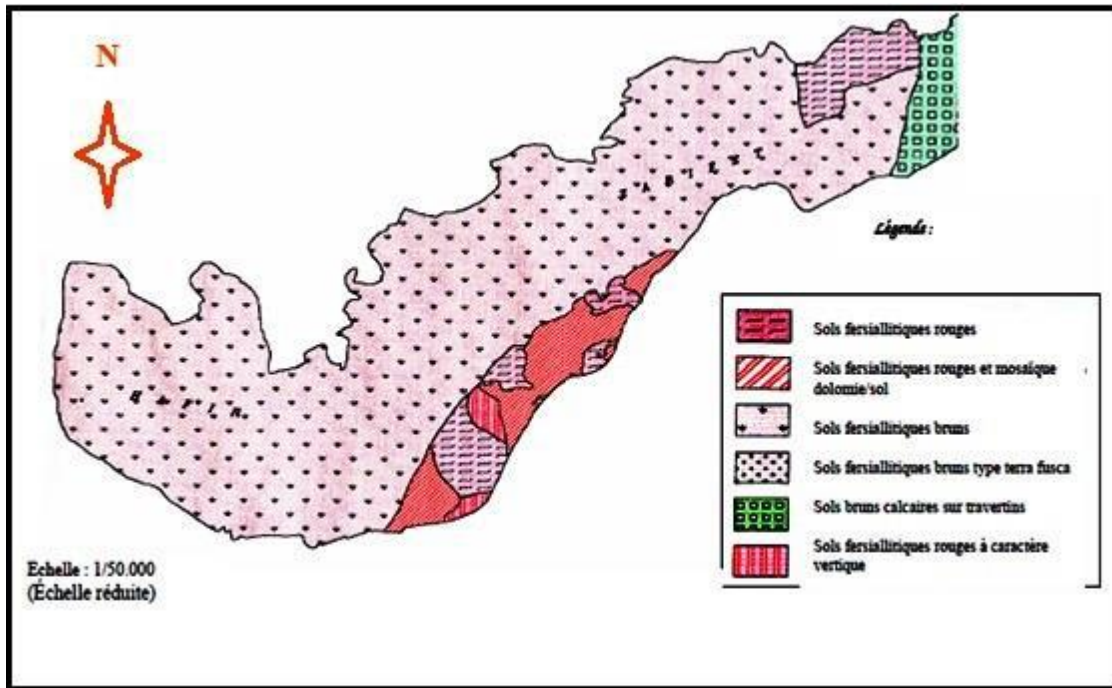


Figure II.3: Carte Pédologie du de massif Hafir-Zariffet (PNT.2014).

II.4- Climat

Le climat, par ses différents facteurs, joue un rôle déterminant dans la vie des êtres vivants qui n'est plus à démontrer. Il intervient d'une façon décisive sur la croissance des végétaux, les manifestations d'attaques parasitaires, etc... La répartition des forêts méditerranéennes répond selon Boullard (1992) aux particularités d'un climat complexe : il est caractérisé par un été sec et un hiver doux (Benabadji et Bouazza, 1991).

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.

Suite à 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.

Pour caractériser au mieux le climat de notre forêt, nous avons recueilli des données anciennes, qui proviennent principalement de la bibliographie et d'autres qui proviennent directement d'autres stations météorologiques. Les caractéristiques de cette station sont regroupées dans le tableau II.2.

Tableau II.2 : Situation géographique de la station météorologique

Forêt	Station	Longitude	Latitude	Altitude (m)	Situation	Distance de la forêt	Période d'observation
Hafir	Mefrouche	1°16'W	34°51'N	1100	Barrage	13	1975 – 2012

II.4.1- Facteurs climatiques

Le climat est un facteur déterminant qui se place en amont de toute étude relative au fonctionnement des systèmes écologiques (Thinthoin, 1948). Les précipitations et la température sont les principaux facteurs qui déterminent la distribution géographique de tous les végétaux et leur développement (Emberger, 1939).

II.4.1.1-Les précipitations

Le climat de la région de Tlemcen, comme c'est le cas dans toutes les autres régions Méditerranéennes, se caractérise essentiellement par la répartition irrégulière des précipitations dans l'espace et dans le temps.

II.4.1.1.1-Répartition moyenne mensuelles et annuelles des précipitations

Djebaili, (1978) définit la pluviosité comme étant le facteur capital qui permet de déterminer le caractère de climat. En effet, celle-ci conditionne le maintien et la répartition du tapis végétal d'une part, et la dégradation du milieu naturel par le phénomène d'érosion de l'autre part, notamment, au début du printemps.

Tableau II.3 : Précipitations moyenne mensuelles (mm)

Forêt	Période	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Total
Hafir	1975-2012	72	79	88	67	58	13	5	5	22	42	73	55	577

Le tableau ci-dessus montre que la forêt de Hafir a reçue durant la période 1975-2012, une moyenne pluviométrique de l'ordre de 577 mm/an. Le régime pluvial est plus marqué entre janvier et mars voire avril commençant plus tardivement qu'habituellement.

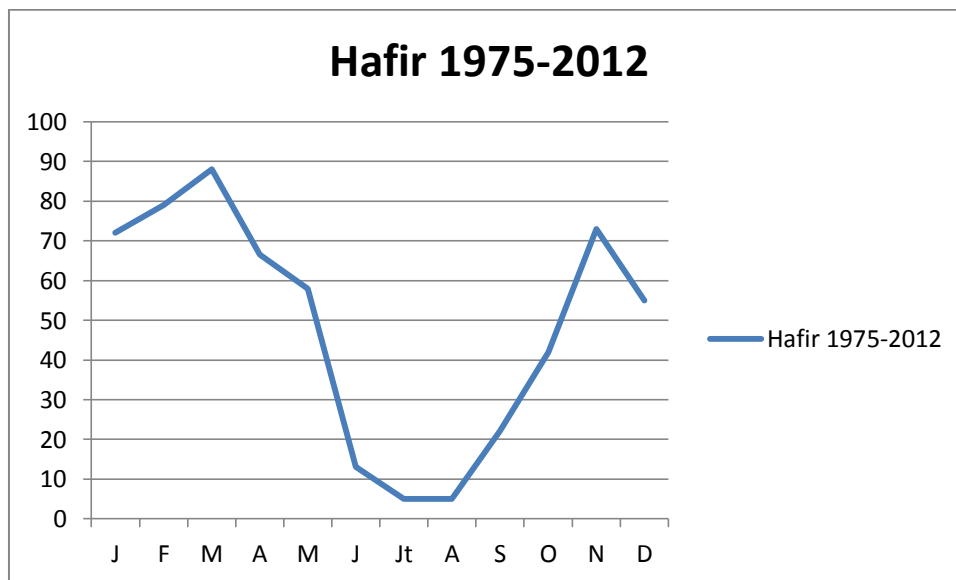


Figure II.4: Variation mensuel moyenne des précipitations au niveau de la forêt de Hafir pour la période (1975-2012).

II.4.1.1.2-Régime saisonnier :

La répartition saisonnière des précipitations est particulièrement importante pour le développement des annuelles dont le rôle est souvent prédominant dans la physionomie de la végétation : si les pluies d'automne et de printemps sont suffisantes, elle sera florissante ; si par contre la quantité tombée pendant ces deux saisons est faible, son extension sera médiocre (Corre, 1961).

Tableau II .3-Le régime saisonnier des pluies de la foret de Hafir

Forêt	Période/saison	Été (J-Jt-A)	Automne (S-O-N)	Hiver (D-J-F)	Printemps (M-A-M)	Type de régime
Hafir	1914-1938	35,5	176,5	265,2	231	HPAE
	1961-2012	22,4	136,3	205,5	212,4	PHAE

Le tableau II.3 indique que le régime saisonnier des pluies durant les années 1914–1938 est HPAE. Pour les années 1961-2012, il devient PHAE et se caractérise par une saison pluvieuse enregistrée au printemps et en hiver ainsi qu’une période sèche en été.

Ceci indique que l’hiver et le printemps restent toujours pluvieux mais avec un apport plus important de pluies en Automne. La saison estivale est toujours sèche. Cette répartition des pluies permet au chêne-liège d’acquérir une bonne activité biologique et l’expose aux risques de dessèchement et d’incendies en période estivale.

II.4.1.2. La température :

La chaleur intervient dans toutes les fonctions physiologiques principales des plantes. Il s’ensuit que toutes les phases de la vie de la plante (germination, croissance, floraison et fructification) sont sensibles à la température. Elle joue un rôle important dans la répartition des espèces végétales et dans leur mode de vie (Emberger, 1930).

La température est un facteur écologique fondamental, car elle agit sur la vitesse du déroulement des phases végétatives. En effet, les limites des aires de répartition sont souvent déterminées par la température, qui agit comme un facteur limitant.

II.4.1.2.1-Températures minimales moyennes (m) :

Tableau II.4 : Répartition des températures moyennes minimales dans la forêt de Hafir Durant la période (1975-2012).

Periode/années	jan	fev	mars	avril	mai	juin	juillet	aout	sept	oct	nov	dec	moy

1975-2012	2,5	3,7	4,5	4,75	7,8	12,5	17	18,7	17	11	4,9	5	9,04

D'après le tableau II.4, la plus petite valeur de « m » affiche au mois de janvier 2.5°C avec une moyenne enregistré de 9,04. L'élévation du relief et son éloignement de la mer entraînent souvent une diminution sensible de la température minimale. Les valeurs extrêmes du mois le plus froid tombent dans les trois forêts de montagne de 4,5 à 0,2°C. La moyenne annuelle est inférieure à 3°C et les gelées sont alors fréquentes. Le minimum absolu atteint - 8°C à Hafir (Seltzer, 1946).

II.4.1.2.2.Températures maximales moyennes (M) :

Tableau II.5: Répartition des températures moyennes maximales dans la forêt de Hafir durant la période (1975-2012).

Période/années	jan	fev	mars	avril	mai	juin	juillet	aout	sept	oct	nov	dec	moy
1975-2012	13	16,3	19,7	21	27	31	31,2	34,3	28,5	25	16,6	13	23

A partir de ce tableau, il ressort que le maxima est enregistré pendant le mois d'Août 34,3°C. Avec une moyenne de 23C° ce qui caractérise une période estivale chaude.

II.4.1.2.3-Températures moyennes mensuelles et annuelles « T »

Tableau II.6: Températures moyennes mensuelles et annuelles enregistrés dans la forêt de hafir pour la période (1975-2012)

Période/années	jan	fév.	mars	avril	mai	juin	juillet	aout	sept	oct	nov	déc	moy
1975-2012	7,1	9,9	12,1	13	17	21,6	25,6	25	17,8	10,8	10,7	8,9	16

II.4.2-Autres facteurs :

II.4.2.1- Vent :

La région de Hafir connaît tout au long de l'année des vents de direction et de vitesse variable, généralement non violent. Les vents 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. En outre, ces vents en été, représentés par le siroco, sont très chaud et très secs car la brise de mer arrive assez atténuée (Bouhraoua, 2003).

II.4.2.2-Neige :

Pour la région de Hafir, l'enneigement est presque annuel et sa fréquence varie d'une année à une autre et selon l'altitude et l'exposition. Il neige à partir de 800m d'altitude et l'épaisseur de la couverture neigeuse varie généralement entre 15 et 30 cm, tandis que le maximum, de l'ordre de 1,5m, a été enregistré à Hafir. Le nombre de jours de neige varie de 7 à 25 jours.

II.4.3- Synthèse climatique

De nombreux auteurs ont utilisé dans leurs travaux des indices climatiques combinant divers paramètres comme les précipitations mensuelles et annuelles, les minima et maxima thermiques et les températures annuelles, afin de définir le climat d'une région donnée et préciser ainsi son caractère dominant et son originalité.

La classification bioclimatique est fondée sur trois critères :

P: moyenne annuelle des précipitations (mm);

M: moyenne des maxima du mois le plus chaud (°C);

m : moyenne des minima du mois le plus froid (°C).

Grâce à cette classification, nous pouvons mieux comprendre le comportement de la flore et de la faune.

Tableau II.7: Situation bioclimatique de la station de la foret de Hafir.

Paramètre	Q ₂	m (°C)	Etage bioclimatique
1975-2012	61,3	2,5	Sub-humide inferieur a hiver frais

Le **Tableau II.7** indique que la valeur de Q₂ enregistré est de l'ordre de 61,3 pour la période étudié, marquant le classement de la forêt dans l'étage sub-humide inferieur à hivers frais.

II.5.Description forestière

Cette forêt est composée à l'état naturel essentiellement de feuillus, tels que les trois espèces de chêne (*Quercus suber*, *Q. rotundifolia* et *Q. fagineas sp. tlemcenensis*), l'olivier sauvage (*Olea europeas sp. oleaster*), mais aussi de résineux comme le thuya de berbèrie (*Tetraclinis articulata*) et le genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*). Le pin d'Alep, le cyprès commun et l'eucalyptus apparaissent dans certains cantons dégradés. Ils y ont été introduits lors de reboisements traités en D.R.S sur 575 ha entre 1965 et 1969 (C.F.W.T., 1995). Les peuplements de chêne-liège couvrent une superficie de l'ordre de 3 500 ha (Boudy, 1955) à 4 000 ha (Thintoin, 1956 ; Sauvagnac, 1956). Ils sont localisés dans de nombreux cantons dont les plus importants sont S'rutou, Tatsa, Oued Tlet, Oued Fernane et Koudiet Hafir.

Les travaux sylvicoles, qui visent à améliorer la vigueur des arbres ou à rajeunir les peuplements, de même que les travaux de régénération et de repeuplement sont

quasiment absents. Le sous-bois est très riche en plantes dont certains sont caractéristiques d'une humidité élevée et d'autre, présence d'un 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 (*Hedera helix*), le chèvrefeuille (*Lonicera implexa*), la salsepareille (*Smilax aspera*), la ronce à feuille d'orme (*Rubus ulmifolius*), le daphné ou laurier des bois ou garou (*Daphne gnidium*), l'arbousier (*Arbutus unedo*), le petit houx (*Ruscus aculeatus*), la bruyère arborescente (*Erica arborea*), le romarin (*Rosmarinus officinalis*) et la fougère aigle (*Pteridium aquilinum*).

La production en liège de toute la wilaya de Tlemcen dépend principalement de la forêt de Hafir dont les peuplements sont les plus importants. Le liège de reproduction, depuis longtemps considéré comme un liège de qualité supérieure, représentait en effet les 2/5 de la production locale qui, selon Boudy (1955), a atteint 20 000 quintaux entre 1939 et 1951 alors que le liège mâle représentait 1/3 seulement du total (6 300 quintaux). Actuellement La production globale de cette période est de l'ordre de 13 000 quintaux, soit une moyenne de 1 180 quintaux (C. F.W.T,2012).

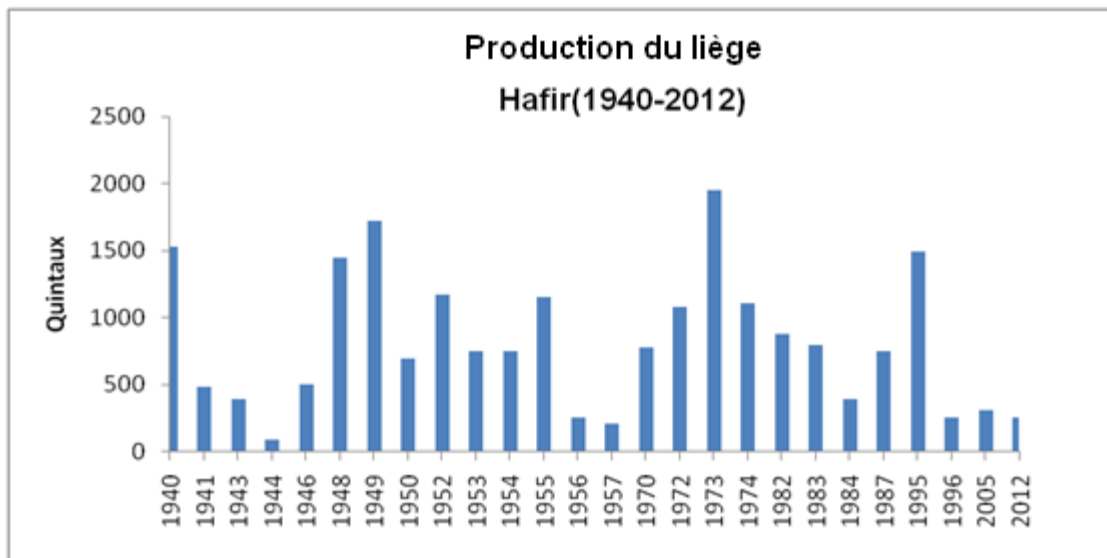


Figure II.5: Evolution périodique de la production du liège à Hafir (C. F.W.T, 1996 et 2012).

II.6- Incendies

Un climat générateur de sécheresse et d'aridité et une forte anthropisation constituent les deux principaux facteurs de déclenchement des incendies, notamment dans les suberaies oranaises. La suberaie de Hafir est une vieille futaie ayant subi depuis longtemps et jusqu'à nos jours, toutes sortes de dévastation, coupes sévères, carbonisation, surpâturage mais surtout la récurrence des incendies. Ce dernier fléau est le principal responsable de la forte modification de la densité des peuplements, de l'état sanitaire, de la structure, de la qualité paysagère et de la production du liège (Bouhraoua, 2013).

Chapitre III

Généralités sur les maladies du chêne- liège

III. Généralités sur les maladies du chêne-liège :

III.1. La maladie du charbon de la mère :

III.1.1. Histoire de la maladie :

Biscogniauxia mediterranea est un parasite opportuniste responsable des nécroses sur les tiges et les branches des espèces de chênes dans le secteur méditerranéen. Ce parasite vit généralement comme endophyte dans les tissus des chênes sains et vigoureux. Les différentes espèces de chênes ont des niveaux de susceptibilité à ce parasite qui varient, en fonction de leur performance et selon les conditions de sécheresse (Desprez - Loustau *et al.*, 2006).

Parmi les endophytes, *Biscogniauxia mediterranea* (De Not.) O. Kuntze est sans doute le plus fréquemment associé au “dépérissement” de plusieurs espèces de chênes dans la région méditerranéenne (Franceschini *et al.*, 2000).

Sous sa forme parfaite, *Biscogniauxia mediterranea* a été retrouvée et décrite, à plusieurs reprises dans le cours du XIX siècle, sur des supports différents et dans des stations éloignées les unes des autres ; il n'a pas toujours été reconnu par les spécialistes qui l'ont de ce fait nommé plusieurs fois :

Sphaeria mediterranea D. Ntrs. (1853).

Sphaeria sertata Mtgne (1854).

Hypoxyton sertatum Mtgne (1856).

Hypoxyton regium D. Ntrs (1859).

Hypoxyton mediterraneum (D. Ntrs) Ces. et D. Ntrs (1863).

Nummularia repandoides Fuck. (1869).

Biscogniauxia mediterranea (De Not) O. Kuntze (1891)

En application des règles actuelles de la nomenclature, c'est l'appellation *Hypoxyton mediterraneum* (D. Ntrs) Ces. Et D. Ntrs ou bien *Biscogniauxia mediterranea* (De Not) O. Kuntze (1891) qui doivent être retenue (Malençon et Marion, 1951).

En Europe, sa première apparition aurait eu lieu en France sur le noyer (Malençon et Marion, 1951). Ce pathogène a souvent été observé dans la mort progressive des taillis dans le sud de l'Italie (Granata et Whalley 1994; Paoletti *et al.*, 1996; Luchi *et al* 2006; Granata et Sidoti 2004). Au Portugal, il a été détecté pour la première fois par Camara (1930). *Biscogniauxia mediterranea* a aussi été rapporté en Afrique du Nord. Il a été signalé par Lanier (1986) en Amérique centrale, aux États-Unis et en Russie.

B. mediterranea a été détectée sur plusieurs dicotylédones, y compris *Carpinus betulus* L. (le charme européen), *Corylus avellana* L. (le noisetier) et *F. sylvatica* (le hêtre). Les deux espèces, *B. mediterranea* et *B. nummularia*, passent la majeure partie de leur cycle

de vie comme endophytes dans les organes végétaux aériens, mais ils peuvent devenir pathogènes.

Il a aussi été signalé sur bon nombre d'autres espèces : *Quercus Ilex*, *Quercus faginea*, dans les forêts où ces essences sont en mélange avec le chêne-liège ; au Portugal, sur divers autres *Quercus*, sur *Castanea vesca* (le châtaignier), sur peuplier ; en Rhénanie sur tremble et hêtre. Enfin, au Maroc, il a été isolé, à plusieurs reprises déjà sur divers Eucalyptus: *E. camaldulensis*, *E. gomphocephala*, *E. robusta*. Sur aucune de ces espèces, il ne paraît prendre une allure épiphytique, comparable à celle qu'il manifeste sur le chêne-liège (Malençon et Marion, 1951).

En Algérie, le champignon a été détecté et confirmé par le laboratoire de pathologie I.N.R.F sur le chêne-liège, dans la forêt de Béni-Aïcha à El-Ancer (Jijel), la forêt de Ouamchache (Chlef), la forêt de Bâinem (Alger) (Kerris *et al*, 2008) (figure-III-1), et dans la forêt de M'sila (Oran) au début des années 80 sur les rameaux et troncs des arbres morts sur pieds (Laniers *et al.*, 1986 ; Belhoucine, 2012).

Enfin, sa distribution est mondiale et il est répandue dans toute la région méditerranéenne surtout sur les espèces du genre *Quercus*, causant la maladie connue sous le nom de « Charbon de la mère » (Sinclair *et al.*, 1987 ; Santos, 2003).

Depuis l'apparition de cette pathologie jusqu'à aujourd'hui, le charbon de la mère a fait l'objet de plusieurs études afin de mieux connaître la relation qu'il établit avec ses hôtes.

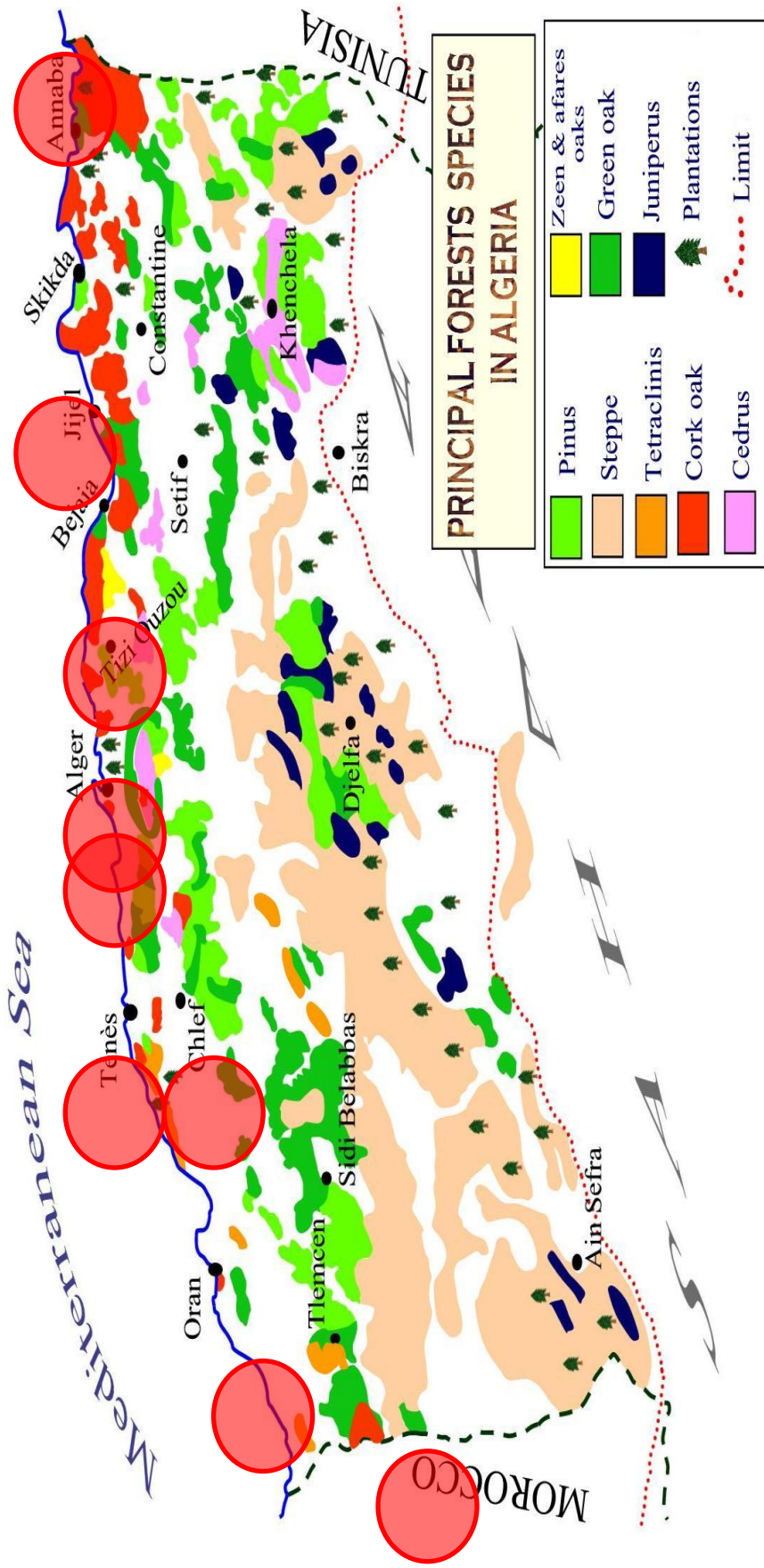


Figure-III-1- Présence du chancre à *B. mediterranea* sur chêne liège en Algérie (Kebir et Abbas ,2011)

III.1.2. Symptômes et éléments de diagnostic :

Biscogniauxia mediterranea (de Not) Kuntze, l'agent de la maladie «charbon du chêne-liège» est répandue dans toute la région méditerranéenne surtout sur les espèces du genre *Quercus*. Il est sans doute l'un des parasites de faiblesse les plus importants impliqués dans le déclin de diverses espèces de chênes. Il passe par une phase endophyte latente dans les tissus hôtes sains (Biocca et Motta, 1995 ; Vannini *et al*, 1996) et les envahit massivement lorsque la plante hôte est soumise à des contraintes environnementales telles que les incendies et la sécheresse (Vannini et Valentini, 1994 ; Anselmi *et al*, 2000).

L'un des premiers symptômes extérieur de l'activité du champignon est la présence de taches noires situées sur le tronc et les branches au niveau de la dégénérescence du tissu sous-jacent ou des tissus morts (Azevedo, 1958 ; Malençon et Marion, 1952). *Biscogniauxia mediterranea* étant un parasite non agressif facultatif, son infection s'accompagne d'une exsudation foncée avec une odeur de tanin forte apparaissant très tôt après la colonisation des tissus végétaux.

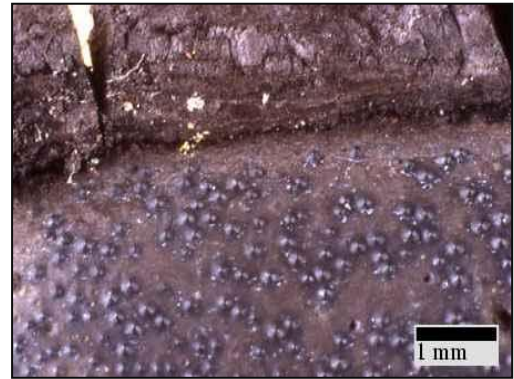
Au fur et à mesure de la multiplication des traînées infectieuses, les branches et les rameaux périphériques de l'arbre finissent par se dessécher. La cime se contracte et le sujet s'affaiblit par défaut d'alimentation. Le feuillage devient transparent à cause de la diminution du nombre et de la croissance des jeunes pousses et de la chute des feuilles. Il se forme des bouquets de feuilles au sommet des branches et il y a une chute prématurée des feuilles, surtout à la périphérie, suivie d'une chlorose des feuilles.

L'infection provoque l'assèchement des organes ligneux et il apparait des lésions communément appelées « chancres du charbon de bois ». Leurs dimensions augmentent avec une lacération de l'écorce, qui est causée par la pression croissante du stroma noirâtre formé par le champignon et présent dans les tissus corticaux colonisés. L'éclatement de l'écorce se fait en quelques jours seulement, dévoilant cette surface dure brune, rousse. Dans ce stroma les organes reproducteurs sexuels sont clairement différenciés, en particulier chez le chêne-liège (Bakry et Abourouh, 1996 ; Franceschini *et al*, 2002).

Dans le stroma, un grand nombre de billes est inséré verticalement les unes contre les autres, en formes de périthèces (Fig. III-5) avec une taille de 0.5 - 1mm X 0.4 – 0.5mm, dans lesquels se développent des asques unicellulaires (thèques), chacun d'eux contenant huit ascospores. Ces formes apparaissent sur des arbres en phase terminale de dépérissement ou sur les parties mortes tombées au sol.



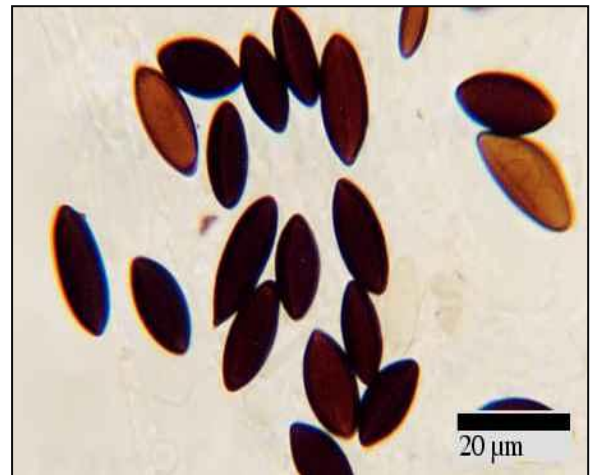
**Figure-III-3 : Croûte carbonacée apparaissant
les fissures longitudinales du liège
(Photo originale)**



**Figure-III-4- : La maturité des stromas entre
[web 3]**



**Figure-III-5- Section du stroma montrant
les périthèces [web 3]**



**Figure-III-6 : Aspect microscopique
des ascospores [web 3]**

III.1.3.Aspects des dégâts :

Des évaluations quantitatives du déclin du chêne liège ont été réalisées un peu partout dans la région méditerranéenne. La réduction graduelle de l'aire de *Quercus suber L.*, de la densité des peuplements et de la production du liège ont été constatées au Portugal, en Espagne (Gottaredona, 1992), en France (Mirault, 1996), en Italie (Franceschini *et al.*, 1999) et dans les pays du Maghreb : Maroc, Tunisie et Algérie (El Yousfi, 1995 ; Ben Jamaa et Hasnaoui, 1996, Smahi *et al.*, 2014).

Au cours des dernières décennies, l'impact de *Biscogniauxia mediterranea* a nettement augmenté dans la région méditerranéenne sur plusieurs espèces de chêne, au cours d'années exceptionnellement sèches (Desprez - Loustau *et al.* , 2006). Ces attaques sont

considérées parmi les principales causes de la mort du chêne-liège touché par le déclin. En effet, il a souvent été isolé dans ces cas. En Sardaigne, par exemple, 85 % des forêts en déclin ou mortes, en 2001, l'ont été par "chancres de charbon de bois". Luciano et Prota (1995) rapportent une diminution de 40 à 60% de la production de liège en Italie. Au Portugal, Mendes (1996) a signalé une réduction de la production de liège durant les périodes 1970-78, 1979-87 et 1988-96 qui a atteint respectivement 89%, 73% et 69% de la production des années 1961-69. La situation est aussi alarmante au Maroc où les suberaies du Nord-Ouest ont été réduites de 30% au cours des 15 dernières années (Graf *et al.*, 1992).

L'agent pathogène peut se propager facilement dans les vaisseaux creusés, pour coloniser, ensuite, les tissus de l'écorce et du bois. Il est ainsi capable de tuer l'arbre hôte en une seule saison de sa croissance (Mirabolfathy *et al.*, 2011). Le champignon ne s'étend pas alors dans les tissus corticaux qui réagissent vigoureusement, mais pousse son mycélium dans le bois, où il chemine longitudinalement dans les fibres et vaisseaux, et radialement dans les cellules des rayons médullaires, selon des bandes brunâtres que l'on peut suivre à l'œil nu (Malençon et Marion, 1951). Il détruit ainsi toute la zone subéro-phellodermique qui sera remplacée par une croûte à consistance stomatique noire, dure, détachant peu à peu le liège de la mère. Le champignon apparaît dans les fissures du liège. La conjonction de facteurs favorables fait passer *Hypoxylon* de cet état latent à sa phase parasitaire.

Après la chute des feuilles anciennes, qui coïncide chez le chêne-liège avec la sortie printanière des nouvelles feuilles, on assiste ici et là, vers la fin de l'été, sur des surfaces variables ou "taches" atteignant plusieurs hectares, à des défeuilllements précoces et intégraux de tous les arbres. Au printemps suivant, une partie des arbres ne se refeuille pas et se couvre simultanément des fructifications typiques de *Biscogniauxia mediterranea*. Ce processus peut se renouveler plusieurs années de suite au même endroit jusqu'à la disparition locale de l'état boisé (Malençon et Marion, 1951).

Dans des peuplements traités en taillis, on assiste à un autre phénomène : celui du dessèchement quasi-apoplectique de certains rejets qu'il faut attribuer au *Biscogniauxia mediterranea*. Il peut en effet atteindre toutes les classes d'âges, mais est plus fréquent chez les arbres âgés (Santos, 2001). Il touche même les rejets isolément, pied à pied, sans formation de taches de mortalité.

III.1.4. L'agent causal *Biscogniauxia mediterranea* :

III.1.4.1. Statut taxonomique :

Les Xylariales (Classe des Hymenoascomycetes et Sous-classe des Pyrenomycetidae) avec la famille des Xylariaceae est l'ordre regroupant le champignon généralement responsable de la maladie "charbon de la mère". Son nom scientifique est : *Biscogniauxia mediterranea* Do Not. L'ancienne appellation *Hypoxylon mediterraneum* (De Not.) Mill, parasite de blessure et de faiblesse, appartient au phylum des Ascomycota (règne des champignons) (Corbat, 2004).

La famille des Xylariaceae est composée de deux genres ; le *Biscogniauxia* et le *Daldinia* qui se distinguent par quelques caractères morphologiques majeurs.

III-1.4.2. Cycle biologique :

Le cycle biologique de *Biscogniauxia mediterranea* se déroule en trois phases : endophyte, parasitaire et saprophyte. Chacune d'elle a ses propriétés où le pathogène agit d'une façon particulièrement distinct.

A- Phase endophytique

Cette phase est circonscrite sur les sujets en état vigoureux sans qu'elle ne manifeste de symptômes, restant en état de latence jusqu'à ce que le sujet s'affaiblisse. *B. mediterranea* est apparemment liée au stade phénologique de l'hôte. Il passe, en effet, une grande partie de son cycle à l'état d'endophyte dans les organes aériens de la plante, mais il peut avoir une action pathogène sur les organes ligneux lorsque l'état sanitaire de l'hôte se détériore compte tenu des remarquables capacités de survivance du champignon dans les tissus végétaux (Biocca et Motta, 1995). Il est ainsi capable de passer de longues périodes de latence dans les tissus des plantes sans qu'elles ne manifestent de symptômes, mais il peut aussi se comporter en parasites de faiblesse lorsque ces dernières traversent des périodes de souffrance végétative sous l'action d'autres facteurs adverses (Franceschini *et al*, 2002).

Du point de vue de son parasitisme, *Hypoxylon mediterraneum* n'est pas doué d'un haut pouvoir pathogène. C'est un parasite à la fois de blessure et de faiblesse (faiblesse locale d'une partie de l'arbre ou faiblesse générale de l'individu) qui bénéficie de circonstances favorables, qui stabilise d'abord et aggrave ensuite tout état de déficience des arbres, sans être capable d'attaquer des sujets intacts et vigoureux (Malençon et Marion, 1951).

La pénétration de l'agent pathogène ne peut se faire qu'à l'aide d'un vecteur ou d'une blessure. On observe généralement la minuscule blessure, souvent une attaque d'insecte, là où il peut croître d'une façon radiale (Malençon et Marion, 1951). Sa dispersion est aussi assurée par le vent et la pluie (Franceschini *et al*, 2002).

Il est vraisemblable que dans les plantes, en bonnes conditions végétatives, l'activité nécrotrophique du champignon est liée à la production de substances enzymatiques et/ou toxiques (Magro et Vannini, 1991). Au contraire, chez des hôtes déjà souffrants, une telle

activité entraîne la dégradation progressive des différents tissus jusqu'à l'aubier. La destruction de ces tissus est suivie par la diffusion du mycélium dans le xylème.

B- Phase parasitaire

Biscogniauxia mediterranea est un parasite opportuniste responsable de nécroses sur les tiges et les branches des espèces de chênes dans le secteur méditerranéen qui se manifeste après l'exposition aux facteurs abiotiques qui fait l'objet d'affaiblissement de son hôte. Ces facteurs déclenchent son cycle parasitaire.

Les ascospores qui se trouvent sur les tissus ligneux vont germer si les conditions sont défavorables à la plante hôte, afin de constituer un foyer de contamination. Les arbres sont affectés grâce au pouvoir de pénétration du champignon et à la présence de blessures causées lors de l'élagage, le démasclage, les trous d'insectes, etc... (Kerris *et al.*, 2008).

La destruction de ces tissus est suivie par la diffusion du mycélium dans le xylème (Torres, 1993). Cette forme asexuée de conidies (*Botrytis sylvatia*), sous forme de poudre brune, remonte, à travers les vaisseaux, dans le reste de la canopée (Vannini et Valentini, 1994). En même temps, dans les tissus corticaux colonisés commence la formation du stroma qui résulte de l'exsudation, secrété par le sujet atteint, puis sèche sous forme de plaques noires dure et charbonneuses (Torres, 1993). Des fructifications conidiennes suivent et enfin, les périthèces renfermant les asques et les ascospores se différencient à l'intérieur du stroma.

Le mycélium passe dans le bois, où il chemine longitudinalement dans les fibres et vaisseaux, et radialement dans les cellules rayons médullaires (Malençon et Marion, 1951). L'infection peut progresser dans des sens très divers afin de conduire l'arbre vers le dessèchement et jusqu'à la mort.

C- Phase saprophyte

Dans la dernière partie de son cycle vital, le champignon se développe en saprophyte sur des tissus déjà morts où il forme ses structures reproductives. Il se comporte alors non comme un parasite facultatif mais plutôt comme un saprophyte facultatif. La phase saprophytique est en général limitée par le développement d'autres saprophytes qui colonisent en un temps relativement court le stroma du champignon (Ju *et al.*, 1998). C'est cette dernière phase qui prend vraiment de l'importance dans l'épidémiologie du dépérissement parce qu'elle conduit à maintenir une pression d'inoculum élevée et permet donc de multiplier les centres d'infection sur les arbres durant une grande partie de l'année, accélérant ainsi leur déclin végétatif (Vannini *et al.*, 1996).

La figure- III-7, résume toutes les phases du Cycle biologique de *Biscogniauxia mediterranea*.



Figure-III-7 Cycle biologique de *Biscogniauxia mediterranea*
(Franceschini et al., 2002)

III.1.5. Les facteurs de risque :

Biscogniauxia mediterranea est l'un des parasites de faiblesse les plus importants impliqués dans le déclin de diverses espèces de chênes. L'incidence de la maladie est plus

grande dans les zones où la disponibilité de l'eau est faible et les arbres sont plus stressés (Desprez - Loustau *et al.*, 2006). Ils envahissent massivement la plante hôte lorsqu'elle est soumise à des contraintes environnementales telles que les incendies et la sécheresse (Vannini et Valentini, 1994; Anselmi *et al.*, 2000).

Comme les arbres résistent au stress hydrique ou à une sécheresse prolongée et / ou sont endommagés par le feu, l'agent pathogène colonise rapidement les tissus de l'écorce et du bois. Les périthèces noir et oblongs sont complètement immergés dans le stroma carbonacé ce qui fait éclater l'écorce. En une seule saison de croissance, la plante entière peut mourir (Vannini et Valentini, 1994).

Vannini *et al.* (1996) indiquent une relation étroite entre incidence de l'infection et le stress hydrique de la plante, durant la phase endophyte. Ils montrent aussi que l'infection peut être retrouvée à des températures comprises entre 5°C et 40°C. Cette large gamme de températures a, sans aucun doute, contribué à la large diffusion de *B. mediterranea* en climat méditerranéen où les saisons d'hiver sont de plus en plus douces et la distribution des précipitations plus irrégulières.

Au cours des dernières décennies, l'impact de ce pathogène a nettement augmenté dans la région méditerranéenne sur plusieurs espèces de chêne dans le cadre d'années exceptionnellement sèches (Desprez - Loustau *et al.*, 2006).

III.1.6. Méthodes de lutte :

III.1.6.1 Lutte préventive :

- Ce champignon est considéré comme un parasite de faiblesse. La meilleure prévention consiste donc à utiliser des pratiques culturales favorisant la vigueur des arbres.
- Désinfecter les outils utilisés pour le démasclage (chêne liège).
- Eliminer le bois mort resté au sol.
- Eviter le travail profond des sols.
- En règle générale, éviter la surexploitation (emploi simultané d'un pâturage intensif, d'une culture de céréales et d'un démasclage), particulièrement dans les peuplements dégradés.
- Application des bonnes pratiques conseillées pour le démasclage et l'élagage.
- La correction de l'excès ou la déficience du sol en macro- ou micro-éléments peut être envisagée, particulièrement dans les sols très déséquilibrés en éléments minéraux et à pH très bas.

III-1.6.2 Lutte curative :

- Aucun traitement chimique n'est disponible.

III.2. Les maladies chancreuses à *Diplodia* :

III.2.1. Histoire de la maladie :

Les *Botryosphaeriaceae* sont parmi les plus importants pathogènes causant le chancre et le dépérissement dans le monde. En Europe, la maladie a été signalée par plusieurs auteurs dans plusieurs pays. Oliva et Molinas ont signalé une espèce, *Diplodia*, associée au chêne-liège malade dans le Nord de l'Espagne en 1986. De même, Vajna, en 1986 aussi, a rapporté que *D. mutila* était la cause d'un chancre de la branche et le dépérissement du chêne sessile (*Q. petraea*) en Hongrie. Plus tard, Luque et Gribal (1989) ont rapporté qu'après le retrait du liège, *B. stevensi* envahit les troncs exposés et provoque le flétrissement et la mort de *Q. suber* dans le Nord de l'Espagne. *D. corticola* avait été identifié comme étant la principale cause d'une maladie du chancre provoquant un grave déclin des forêts de chêne-liège (*Quercus suber*) dans les pays méditerranéens.

En 2010 *Diplodia corticola* a été signalée comme la cause principale de la mort des chênes en Amérique (en Californie et en Floride) de même qu'en Amérique latine (Texas et Mexique) sur d'autres espèces. Cette mortalité était le résultat d'un dépérissement aigu qui s'est propagé rapidement dans ces forêts. Quelques auteurs mentionnent que ce pathogène est originaire d'Amérique du nord, là où il a été identifié comme l'agent causal de la mort de *Q. prinus* au Pennsylvanie en 1912.

Comme en Amérique et en Europe la maladie a aussi été signalée dans le Nord de l'Afrique faisant des dommages sur les chênaies algériens et tunisiens contribuant ainsi au déclin de ces essences sur la totalité de cette région. En mai 2013, une deuxième espèce fongique, *Diplodia quercivora*, étroitement liés à *D. corticola*, et provoquant des symptômes similaires, a été identifiée sur trois espèces de chênes en Tunisie (Linaldeddu et al., 2013).

En 2004, l'agent causal était réévalué et reconnu comme une nouvelle espèce, *Botryosphaeria corticola* A.J.L. Phillips, Alves et Luque, sp. nov. Depuis, son nom a été modifié pour *Diplodia corticola*, faisant référence au stade asexuel (anamorphe). De ce fait la réorganisation du genre *Botryosphaeria* était pour exclure les espèces ayant des conidies, pigmentées à maturité, et qui ont été placées dans les genres *Diplodia* et *Neofusicoccum*.

III.2.2. Symptômes et éléments de diagnostic :

Diplodia corticola est un champignon endophyte fréquemment isolé sur des chênes dépérissant en région méditerranéenne. Il se comporte d'ordinaire en parasite secondaire ou opportuniste, contribuant, avec d'autres facteurs adverses à provoquer le déclin végétatif progressif des arbres. Dans le cas du chêne-liège, et en particulier après son déliègeage, les infections du champignon peuvent provoquer un dépérissement irréversible de la plante-hôte.

L'écorce décolorée est le premier symptôme de la maladie et elle apparaît après le retrait du liège. Dans la première période après l'infection, un dessèchement total ou partiel de la frondaison est remarqué, le collapsus et le brunissement des tissus corticaux autour du point d'inoculation le suit quand le pathogène envahit les tissus vasculaires par ses hyphes fongiques. Les tissus internes brunissent alors sur des portions plus ou moins étendues.

Sur le tronc et les branches apparaissent des taches nécrotiques corticales, parfois à peine visibles et fuligineuses

III.2.3.Aspects des dégâts :

Depuis les années 1960, les forêts de chêne-liège en Espagne et au Portugal ont connu un dépérissement qui a conduit à une réduction de la surface de cette essence précieuse. La situation s'est aggravée au cours des années 1980 où le dépérissement a envahi, d'une façon considérable, ces forêts. En 1989, l'agent pathogène suspecté d'être la principale cause a été identifiée comme étant *Botryosphaeria stivenssi* Shoemaker connu de nos jours sous le nom de *Diplodia Corticola*.

En Californie, *Diplodia corticola* a été impliquée dans la mort de dizaines de milliers d'hectares de chênes verts depuis 2002. On l'a retrouvé fréquemment avec d'autres agents pathogènes, moins agressifs, à San Diego County (Lynch *et al.*, 2010) . Ce rapport a suscité une vaste enquête de l'État de Floride sur le dépérissement aigu des chênes, menant à l'identification de *D. corticola* dans plusieurs régions de l'État.

D. corticola est un pathogène très virulent. Il induit de longs chancres et des lésions vasculaires qui conduisent à une diminution de la production et de la qualité du liège. Il résulte aussi la mort de presque toutes les plantes (même le chêne-liège d'un an) dans les deux semaines suivant l'inoculation (Luque *et al.*, 1989).

Ce champignon, non seulement contribue à la mort de l'arbre après l'apparition des symptômes en deux saisons végétatives, mais il cause aussi la réduction de la production de l'arbre et le met dans une situation plus grave. Selon l'étude qui a été faite par Linaldeddu *et al.* en 2009, des essences de chêne-liège et de chêne vert (*Q. ilex*) infectées artificiellement par *D. corticola*, ont présenté une réduction significative du taux net de photosynthèse et de la conductance stomatique. Parce que l'impact de l'infection sur les taux d'échange de gaz était indépendante de la longueur de la lésion de la tige dans les deux espèces, les auteurs suggèrent que la cause était des "toxines diffusibles". En effet, ce pathogène produit plusieurs phytotoxines sous forme de métabolites secondaires et il apparaît que le plus important, la diplopyrone, est toxique pour le chêne -liège à des concentrations de 0,01 à 0,1 mg/ml (Luque *et al.*, 1989).

III.2.4. L'agent causal *Diplodia corticola* :

III.2.4.1. Statut taxonomique :

L'espèce *B. Corticola* n'a pas trouvé naissance au cours de l'année 2004. Ses dégâts et ses manifestations étaient observés depuis longtemps mais la ressemblance entre les

Botryosphaeriaceae faisait que les auteurs attribuaient toujours ces dégâts à *B. stevensii* (*B. mutila*). En effet, comme toutes les espèces de *Botryosphaeriaceae*, *B. stevensii* était identifiée par son anamorphisme.

L'histoire taxonomique de *D. mutila* a débuté avec l'identification par Stevens (1933) et par Sutton (1980), mais une certaine controverse entoure les personnages qui ont défini ce champignon. Parce que les concepts de *B. stevensii* et *D. Mutila* ne sont pas tout à fait clairs, il est possible que certaines collections ont été mal identifiées. Lorsque Luque et Girbal (1989) ont signalé *B. stevensii* sur le *Q. suber*, ils ont remarqué que les conidies des souches qu'ils ont examinées étaient plus grandes que la normale pour cette espèce, mais ils considéraient cela comme une variation naturelle dans le champignon. Zhou et Stanosz (2001a, b), plus récemment, ont suggéré que le nom de *B. stevensii* aurait été appliqué à plus d'une espèce, augmentant ainsi la possibilité que le champignon rapporté sur le chêne, en fait, ne fût pas *B. stevensii*. Il est alors fort probable que *B. corticola* ait été identifié sous d'autres noms.

Pour résoudre cette controverse il a fallu aller vers des tests plus précis qui exigent un autre niveau d'identification comme les tests d'ADN phylogénique. Depuis 1989, dans des recherches menées par Alves *et al* sur ce sujet, plusieurs isolements de *Botryosphaeria* morphologiquement semblables à *B. stevensii* ont été obtenus à partir de chênes en Espagne, au Portugal et en Italie. Le but de l'étude était de déterminer si ces souches étaient distinctes de *B. stevensii* sur la base de caractères morphologiques, de la séquence nucléotidique du gène ribosomal et l'accompagnement de ses régions. Ces données ont été comparées avec des souches précédemment identifiées comme *B. stevensii* et aussi morphologiquement avec les spécimens types de *B. stevensii* et *D. mutila*. Sur la base des caractéristiques morphologiques ainsi que l'ADN phylogénique, cette étude a montré que *B. corticola* et *B. stevensii* sont en fait deux espèces différentes et que la gamme d'hôtes de *B. corticola* semble être limitée au genre *Quercus*, et comprend au moins deux autres espèces (*Q. ilex* et *Q. cerris*).

Comme son stade téléomorphe est rarement distingué dans la nature, *D. corticola* apparaît initialement moelleux blanc sur le dessus, le mycélium devenant vers gris foncé après environ cinq jours, dans un milieu de culture PDA. Le dessous vert olive vire vers le noir (Dreaden *et al*, 2011; Alves *et al.*, 2004).

D. corticola appartient au phylum des Ascomycota (règne des champignons), la Classe des Dothidiomycetes, l'Ordre des Botryosphaerales, La Famille des Botryosphaeriaceae, le Genre de Diplodia et l'espèce *D. corticola*.

III.2.4.2. Cycle biologique :

Les *Botryosphaeriaceae* sont connus pour entrer dans les plantes par les blessures, y compris les cicatrices foliaires mais ils peuvent aussi entrer par les stomates et les lenticelles ouverts pour l'échange de gaz (Bush *et al.*, 2009). Ces champignons sont propagés par l'air,

les éclaboussures d'eau, ou les outils de taille contaminés (Bush et al ,2009). L'enlèvement traditionnel du liège des arbres de chêne cause des blessures, fournissant ainsi une porte d'entrée pour *Diplodia corticola* dans les arbres de *Q. suber* (Franceschini et al ,2005).

Le stade sexuel, ou téléomorphe, est rarement observé dans la nature, (Jacobs et Rehner, 1998). Les chancres sont évidents sur les branches et une coupe transversale à ces endroits révèle des nécroses au niveau du phloème (brun foncé ou décoloration noire). L'infection par *D. corticola* des arbres matures de chêne en Californie et en Floride ne sont pas visibles dans les premières étapes, étant donné qu'il n'a pas été précédé par l'enlèvement du liège. En Floride, des bouquets de branches mortes apparaissent répartis au hasard dans la couronne (Dreaden *et al.*, 2011) bien que les troncs présentent fréquemment des chancres en Californie (Lynch *et al.*, 2013). L'écoulement de la sève et la fissuration de l'écorce sont observés sur les chancres de la branche, avec des pycnides qui éclatent à travers l'écorce ou le chancre. En inoculation artificielle des plants de chêne avec *D. corticola* en Californie, Lynch *et al.* ont signalé l'apparition de pousses adventives et la dessiccation des feuilles. Ils rapportent également que *D. corticola* tue le xylème avant le phloème vivant puis se déplace dans le pivot sur 70% des plants inoculés.

Sur le chêne-liège (*Q. suber*) en Europe, l'écorce décolorée est le premier symptôme de la maladie, apparaissant 2-3 mois après le retrait du liège. Dans la première période après l'infection, il peut y avoir un jaunissement foliaire et une décoloration, ainsi que le développement de pousses adventives (pousses qui se développent à partir des bourgeons sous l'écorce). Après environ six mois, l'arbre développe des nécroses de longueurs variables dans le cambium (les chancres), sur les branches et le tronc. L'écorce se détache alors facilement. Le flétrissement suit, en raison de la perte de la fonction vasculaire, et des pycnides sont observées dans et autour des zones nécrotiques. La mort de l'arbre, si elle se produit, vient habituellement entre un et trois ans après les premiers symptômes (Luque *et al.*, 1989).

III.2.5. Facteurs de risque :

Le pathogène peut se propager par l'air, les éclaboussures d'eau, ou des outils de taille contaminés (Bush, 2009 ; Sinclair et al , 2005; Urbez - Torres , 2011) . Dans le cas du chêne-liège, *Quercus suber*, la pratique traditionnelle d'enlever le liège des troncs d'arbres de chêne provoque des blessures légères, donc probablement fournir une entrée pour *Diplodia corticola*, comme en témoignent les chancres sur le tronc remarqués par Luque et Girbal (1989).

Les Botryosphaeriaceae sont connus pour entrer dans les plantes par les blessures, y compris les cicatrices foliaires, mais peut aussi entrer par les stomates et les lenticelles ouvert pour l'échange de gaz. Ces champignons sont propagés par l'air, les éclaboussures d'eau , ou des outils de taille contaminés. En outre, les Botryosphaeriaceae vivent souvent inoffensive comme endophytes dans les plants, mais il devient pathogène lorsque la plante est soumise à des facteurs environnementaux tels que la sécheresse, la chaleur, le gel. (Franceschini et al. 2005)

En effet, des recherches menées dans ce sens ont montré que les plantes deviennent plus sensibles aux infections par Botryosphaeriaceae pendant la sécheresse - le groupe Luque a

déterminé que la longueur des lésions causées par le *D. corticola* étaient en relation avec le stress hydrique dans la plante.

III.2.6. méthodes de Lutte :

Aucune mesure de contrôle de *D. corticola* n'a encore été élaborée pour être efficace sur les chênes. La chirurgie réparatrice a réussi sur la vigne, et peut se révéler être le meilleur traitement pour les chênes. Lors de la taille, les outils sont immergés dans une solution d'hypochlorite de sodium à 10% non seulement avant de passer d'arbre en arbre, mais avant de passer d'une branche à une autre à l'intérieur du même arbre. La taille ne doit pas être entreprise pendant les périodes de fortes précipitations (quand la plupart des spores sont libérés), et les débris de bois doivent être enlevés après l'intervention pour détruire la persistance des sources d'inoculum.

Le stress rend le chêne sensible au chancre bot, de sorte que la meilleure façon de veiller à ce qu'il reste en bonne santé c'est de lui assurer des conditions de croissance optimales. Parce que ces conditions dépendront du type de sol, de la chimie du sol, et du drainage, consulter un arboriculteur local certifié ou le bureau d'extension pour des conseils détaillés adaptés aux conditions spécifiques du site. Prévoir une salle de racine appropriée lors de la plantation: la restriction des racines (dans les plantations médianes et parking îles, par exemple) semble augmenter la susceptibilité des arbres à la maladie (Luque et al, 1989).

Luque *et al.* (2008) ont évalué quatorze fongicides commerciaux pour contrôler *D. corticola* sur le chêne-liège. Les fongicides sont efficaces quand ils sont pulvérisés sur les zones écorchées après le retrait du liège. Ils devraient donc être tout aussi efficaces pulvérisés sur les plaies de taille. Bien qu'aucun de ces fongicides ne fournit une protection complète, trois traitements (le carbendazime, le bénomyl et le thiophanate-méthyle) ont entraîné une réduction significative de l'incidence du chancre et de la zone de chancre chez *Q. suber* après une seule application. L'ensemble des trois composés les plus efficaces sont des membres de la même famille chimique (benzimidazoles). Le thiophanate-méthyle et le bénomyl sont convertis en carbendazime dans la plante.

La lutte biologique peut être envisagée grâce aux champignons endophytes antagonistes tels que *Trichoderma citrinoviride* Bissett et d'autres espèces de *Trichoderma* ainsi que *Fusarium tricinctum* (Campanile *et al.*, 2007 ; Maddau *et al.*, 2009). Elle est très prometteuse, bien que ces espèces doivent coloniser une plaie de taille avant d'avoir un effet inhibiteur. *T. citrinoviride* et *F. tricinctum* inhibent considérablement la croissance de *D. corticola* aussi bien dans la culture que dans la plante.

III.3. Les maladies à *Phytophthora* (maladie de l'Encre) :

Le *Phytophthora cinnamomi* est un champignon racinaire (récemment reclassé dans le règne des Chromistes) responsable de la maladie de l'Encre. Depuis les années 80, des dépérissements de Chêne-liège dus à ce pathogène sont observés dans plusieurs pays méditerranéens (Brasier et al., 93). En France, plusieurs cas de *Phytophthora cinnamomi* ont été détectés (Robin et al., 1998), au Portugal (Brasier et al., 1993; Moreira et al., 1993), en Espagne (Tuset et al., 2002), en Italie (Desprez-Loustau, 2006), mais aussi dans la plupart des zones tempérées et subtropicales du monde (Amériques, Australie, Nouvelle Zélande , Asie) sur d'autres espèces forestières, fruitières et ornementales (Desprez-Loustau, 2006). A aujourd'hui, elle est considérée par plusieurs auteurs comme la maladie la plus redoutable associée au déclin des espèces de chêne dans le bassin méditerranéen (Brasier et al., 1993; Tuset et al., 1996).

III.3.1. Description de l'habitat

Phytophthora cinnamomi nécessite des conditions de sol humide et de température chaude pour être actif, mais les dommages causés par la maladie surviennent le plus souvent en été lorsque les plantes sont stressées par la sécheresse (Botanic Gardens Trust, non daté) . Menge (1998) affirme que les sols mal drainés et riches en argile, les nappes phréatiques élevées, casseroles durs, casseroles en terre cuite ou lorsque des piscines d'eau apparaissent après irrigation ou de pluie, ont été historiquement associés aux sites où une infection à *P. cinnamomi* était sévère.

Moreira et Martins, (2005) ont mené une étude de quatre ans (1995-1998) concernant le chêne-liège et le chênes vert dans quatre régions différentes du Portugal (Tras- os-Montes , Alentejo , Ribatejo et de l'Algarve) pour la présence de *P. cinnamomi*. La récupération de l'agent pathogène était plus fréquente dans les sols peu profonds et les sols à faible fertilité et à bas niveaux de nutriments minéraux, en particulier le phosphore, semblaient favoriser l'infection et les sites orientés plein sud ont montré une fréquence plus élevée de *P. cinnamomi* ce qui était également plus fréquente dans les pentes et les vallées que sur les collines.

III.3.2.Cycle biologique

La reproduction de *Phytophthora cinnamomi* est sexuée ou asexuée. La reproduction ou multiplication asexuée est réalisée par les zoospores, dont la production dans les sporanges a lieu en période de forte humidité. Les zoospores sont flagellées, ce qui favorise leur dissémination dans la solution du sol (solution formée par l'eau liquide présente entre les particules du sol). En revanche, la reproduction sexuée est hétérothallique, c'est à dire qu'elle nécessite la rencontre de deux myceliums de type sexuel différent. La fécondation d'une oogone (équivalent du gamète femelle) par une anthéridie (équivalent du gamète mâle) produit une oospore (équivalent de l'oeuf) apte à résister à des conditions difficiles et qui germe en émettant un hyphes qui en croissant formera un mycelium (Robin et Decourcelle, 2010).

Les sporanges libèrent des zoospores qui sont attirées par des composés produits par les racines pour germer par la suite à la surface de celles-ci. La pénétration se produit dans les 24 h de germination (Zentmeyer, 1961). Le mycélium (ou hyphe) pousse ensuite à l'intérieur de la racine où il absorbe les glucides et autres nutriments, en détruisant les structures, empêchant ainsi la plante de transporter la sève brute aux tiges et donnant cet aspect de pourriture de la racine (Weste, 1983).

La reproduction asexuée quant à elle est rare, car les oospores sont très rares, et sont lentes à germer. Le champignon *Phytophthora cinnamomi* possède également des formes de repos (Chlamydozoospores) qui lui permettent de survivre pendant au moins 6 ans si l'humidité du sol est supérieure à 3% (Zentmyer et Mircetich, 1966).

Les chlamydozoospores se forment pendant les périodes sèches, germent dans des conditions favorables (humides) et se développent pour former un mycélium et des sporanges. Ceux-ci peuvent, à leur tour, rester en dormance jusqu'à ce que les conditions deviennent favorables. Ce cycle peut se poursuivre pendant au moins 5 ans, à condition qu'il y ait une source de nutriments (matières organiques) et une microflore du sol non compétitive (Robin et Decourcelle, 2010) (Fig III.8).

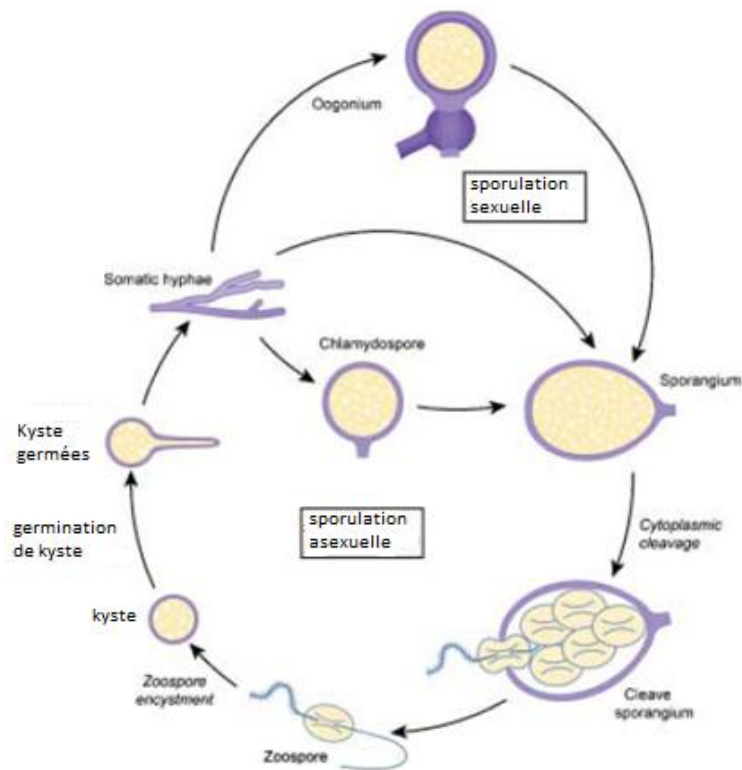


Fig.III.8 cycle biologique de *P. Cinnamomi* (Web)

III.3.3. Les symptômes généraux de la maladie

Plusieurs auteurs (Moreira et Martins, 2005; Brasier et al. 1993; Fernandezescobar et al ,

1999) décrivent les symptômes de base comme suit: une chlorose des feuilles , une réduction de la taille des feuilles et la présence de feuilles nécrosées qui sont les premiers signes , suivie par une augmentation de la défoliation et l'apparition de branches mortes (Fig III.8). Ces suintements se produisent à la base de la racine ou de la région inférieure du tronc et proviennent d'un cambium nécrosé qui prend une forme de langue caractéristique au dessus de l'écorce (Kehr, 2004). Le flétrissement soudain, la tige de cerclage et une mort rapide en quelques semaines ou mois peut prévaloir dans la forme accélérée. Comme *P. cinnamomi* est très polyphage, une vaste pièce de dépérissement des arbustes autour des arbres touchés peut accompagner la maladie du chêne (Brasier et al., 1993).



Fig III.9 : Exsudations encreuses sur le tronc (G.T.V., 2006)

Chapitre IV

Matériels et Méthodes

Chapitre IV : Matériels et Méthodes

Le présent travail porte sur l'étude des champignons pathogènes du chêne liège de la forêt de Hafir. L'objectif principal de ce travail est l'isolement des agents pathogènes à partir des branches des arbres infectés. Il s'agit de *Biscogniauxia mediterranea* agent du charbon de la mère, *Diplodia* sp agent du chancre et *Phytophthora* sp qui provoque la maladie de l'encre.

IV.1. Matériel Végétal

1- Choix de la station

Notre choix a porté sur la partie de la suberaie de Hafir dont les arbres ont été démasclés en été 2015 entre mars et mai .

Pour ces arbres, nous avons mesuré la circonférence et classé selon le tableau IV.1 et noté la présence des symptômes caractéristiques des maladies recherchées.

Tableau IV.1 : Principales classes de circonférences

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)

2- Choix des arbres

Les arbres ont été choisis sans tenir compte de leur état sanitaire apparent ni de la présence ou l'absence du pathogènes fongiques. Cependant, les arbres morts ou non démasclés n'ont pas été pris en considération dans notre choix. Les arbres échantillons, au nombre de 50, ceux démasclés en été 2015.

A partir du premier arbre repéré à l'entrée de la station (soit au niveau de la première ligne), le reste des arbres a été sélectionné par la méthode du plus proche voisin. Une fois arrivée au

bout de la ligne indiquée par le layon, on passe directement à la ligne suivante et ce jusqu'à la dernière ligne de la série. Chaque arbre sélectionné a été matérialisé au ruban plastique orange (de 1 à n).

3- Matériel prélevé

Les organes infectés (branches et brindilles) ont été récoltés sur les sujets présentant les symptômes suivants

- 1- Pour le charbon de la mère, il s'agit de petites branches présentant des chancres charbonneux sous la couche de liège fissurée (**Figure IV.1 a**).
- 2- Pour *Diplodia*, nous avons coupé de petites branches et vérifié la présence du brunissement des tissus corticaux autour du point d'inoculation prouvant l'envahissement des tissus vasculaires par les hyphes fongiques (**Figure IV.2.b**).
- 3- Pour *Phytophthora*, après avoir creusé sur un diamètre de 1 mètre autour de l'arbre sur une profondeur de 50 cm, nous avons prélevé les racines présentant des plaques noirâtres sous l'écorce et dénudées de toute radicelle



Figure IV.2 : Matériel végétal prélevé :

- a) Taches noires au niveau des vaisseaux conducteurs des branches
- b) Stromas charbonneux sur les branches et brindilles.

Les échantillons prélevés, ont été emportés au laboratoire de phytopathologie et amélioration des plantes de l'Université Abu bekr Belkaid pour l'isolement et la culture des champignons. Le matériel a été découpé puis les fragments d'organes désinfectés par une

solution d'hypochlorite de sodium à 1% pendant 5min. Les échantillons ont été par la suite rincés avec de l'eau distillée stérilisée et séchés sur du papier filtre stérilisé :

Pour *B. mediterranea* : nous avons prélevé des fragments de la mère carbonacée que nous avons inoculée sur milieu de culture déjà coulé sur boîte de Petrie ;

Pour *Diplodia* : les fragments de tissus nécrosés de 2 mm² sur lesquels les fructifications du champignon sont visibles ont été prélevés d'une manière aseptique et déposés sur le milieu de culture.

Pour chaque échantillon deux répétitions ont été réalisées.

Les cultures ont été ensuite incubées, à l'obscurité, dans une étuve (25°C ± 2°C)/ 5 à 10jours. Un contrôle quotidien minutieux est effectué afin d'observer le développement des colonies.

Pour Phytophthora, nous nous sommes contentés des symptômes de la maladie au niveau des racines pour confirmer l'existence de la maladie. L'isolement du champignon à partir du sol et des racines demande plus de temps et de techniques.

4- Milieux de culture utilisés

Pour la présente étude, deux milieux de culture ont été utilisés : PDA (potatoes dextrose agar) et MEA (malt extract agar). Ces milieux sont les plus adaptés pour la culture des champignons phytopathogènes.

Ces deux milieux ont été préparés dans le laboratoire de phytopathologie (faculté SNV/STU) selon le protocole fournit par le fournisseur.

L'inoculation a été réalisée sous une hotte à flux laminaire avec un éclairage de lumière UV allumé pendant les périodes de repos qui contribue à détruire les contaminants.

5- Purification et conservation des isolats fongiques

Après quelques jours, les colonies mycéliennes se développent sur les boîtes de pétri et présentent des aspects différents les uns des autres par leur couleur et forme, les colonies fongiques distinguées ont subi plusieurs repiquage, ce dernier consiste à prélever une petite

bouture mycélienne et la repiquer sur une nouvelle boîte de pétri contenant le milieu de culture afin d'obtenir une souche pure.

6- Identification des isolats fongiques

L'identification des champignons fait essentiellement appel aux caractères cultureux (identification macroscopique) et à la morphologie (identification microscopique), rarement à des propriétés biochimiques (Botton *et al.*, 1999).

6.1- Etude morphologique

L'identification des isolats de est basée, dans un premier temps, sur une étude macroscopique des caractères cultureux sur milieu solide (aspect avers et revers des cultures) et, dans une seconde étape, une étude microscopique des caractères morphologiques.

6.2- Caractères macroscopiques

Les champignons sélectionnés sont soumis à une identification macroscopique par un examen de la culture sur les deux milieux gélosés : MEA et PDA, recommandée par Ottaviani *et al.*, (1988) ; Botton *et al.*, (1999) ; Jernejc et Cimerman, (2001). L'examen permet de déterminer les quatre caractères cultureux suivants : la vitesse de croissance, la texture et la couleur du thalle, la couleur du revers de la culture et l'odeur (Harrigan et McCance, 1976 ; Rinaldi *et al.*, 1998 ; Botton *et al.*, 1999).

6.3- Caractères Microscopiques

Tous les champignons isolés sont soumis à une identification morphologique réalisée par une étude microscopique. Cette dernière est effectuée par un prélèvement soigneux d'un petit fragment de la flore fongique (quelques spores et un fragment mycélien à la marge du thalle) à l'aide d'une anse de platine stérile. Ce fragment est ensuite transféré sur une lame, en lui ajoutant comme diluant de l'acide lactique et quelques gouttes d'alcool pour disperser les spores. L'observation microscopique est réalisée au grossissement $\times 25$ et $\times 40$ et $\times 100$. Ce type d'identification est basé essentiellement sur l'étude morphologique du mycélium (absence ou présence de cloisons, couleur, différenciation,...) et des spores (forme, couleur, texture des parois,...) (Harrigan et McCance, 1976 ; Oteng-Gyang, 1984 ; Guiraud, 1998).

La figure **IV.3** résume toutes les étapes d'isolement des champignons au laboratoire.

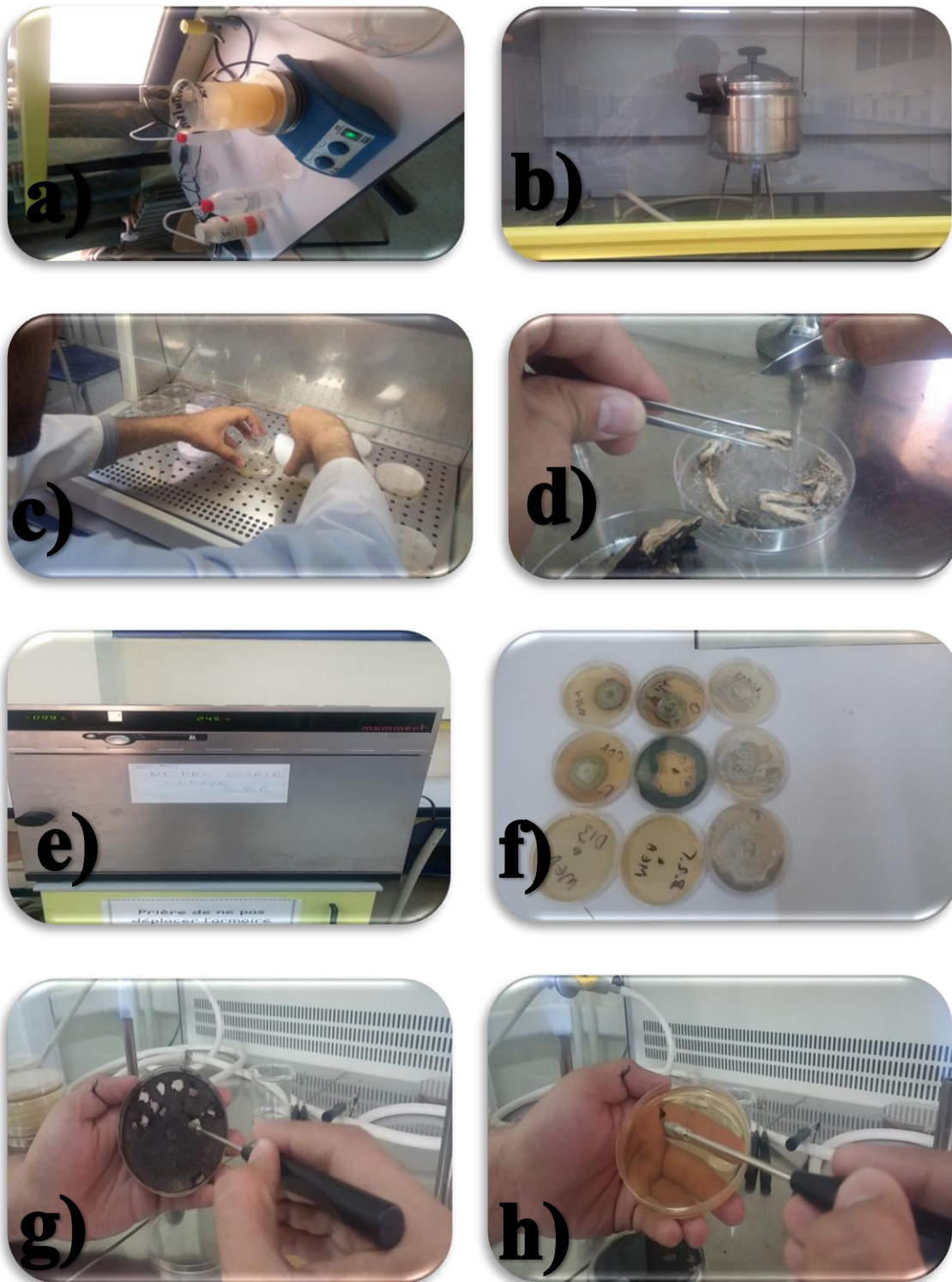


Figure IV.3 : L'isolement des champignons au laboratoire a et b) préparation et stérilisation. c) préparation des boîtes de pétri .d) extraction du tissu infecté pour l'ensemencement. e)incubation. f) l'observation après 5 à 10 g et h) purification

Chapitre V

Résultats et discussion

Chapitre V : Résultats et discussion

V.1. Symptomatologie

V.1.1. La maladie du charbon de la mère

Les principaux symptômes de la maladie du charbon de la mère apparaissant sur les arbres infectés sont la chlorose des feuilles, le dépérissement de la cime, les chancre de l'écorce et la réduction de la croissance de l'anneau aboutissant à la mortalité des arbres. La croûte carbonneuse sous corticale sur les branches s'exteriorise en provoquant l'éclatement du liège.

Chez de nombreux arbres dépérissants par le charbon de la mère, le champignon a différencié d'abondantes fructifications conidiennes sur le stroma en formation dans les tissus corticaux du tronc et des branches (fig. V.1). Ceci a aussi été remarqué par Franceschini *et al*, 2002.

Les stromas de couleur noire sont de 1 à 2 mm d'épaisseur. Ils peuvent atteindre des dimensions allant de quelques centimètres à plusieurs décimètres et ont une surface rugueuse qui ressemble à du charbon. Il développent des bords relevés qui causent la fissuration de l'écorce qui va craquer et tomber (Sinclair *et al.*, 1987 ; Harrachi, 2000).

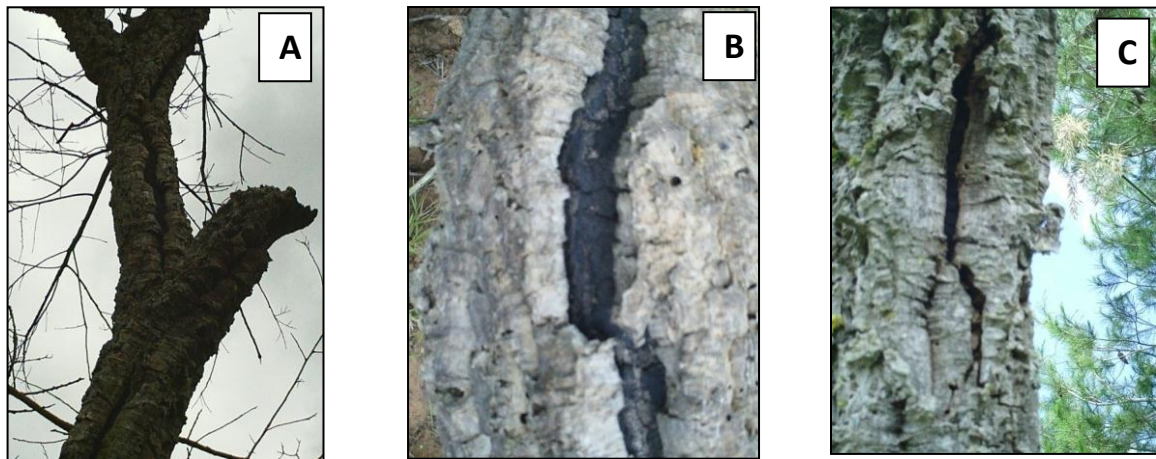


Figure V.1 : Localisation du charbon de la mère sur l'hôte :
A : sur le tronc ; B et C : sur les branches (originales)

V.1.2. Les chancres à *Botryosphaeria*

Les dépérissements à *Botryosphaeria* (synonymes : chancres à *Botryosphaeria*, ou Black dead arm) affectent essentiellement le bois sous la forme de nécroses sectorielles et longitudinales ou de chancres se développant souvent à partir de blessures notamment le démasclage. Ces nécroses sont associées au développement de champignons appartenant à la famille des *Botryosphaeriaceae* (Fig V.2 et V.3).

Etant donné la diversité des symptômes provoqués par les *Botryosphaeriaceae*, il a été récemment proposé l'appellation dépérissement à *Botryosphaeria* (*Botryosphaeria dieback*) pour qualifier les problématiques phytosanitaires dans lesquelles ces champignons sont impliqués.

Le Black dead arm est une maladie qui fut décrite pour la première fois en Hongrie en 1974, se caractérisant par des nécroses noires situées dans le bois externe, et associées à la présence de *Diplodia mutila* (anc. *Botryosphaeria stevensii* Shoem. ou *Sphaeropsis malorum* Berk). Notons que cette appellation fut aussi utilisée en France pour caractériser plusieurs symptômes sur vigne, notamment foliaires, considérés comme différents de ceux de l'esca, mais qui n'en sont en fait que les prémices (Lecomte et al., 2012).

Les espèces de *Botryosphaeriaceae*, appartenant au *Botryosphaeriales*, ont une distribution mondiale causant le dépérissement, les chancres, les brûlures des pousses, des taches foliaires, des fruits et la pourriture des semences ainsi que les balais de sorcières chez une large gamme des plantes hôtes agricoles et forestières d'importance économique et écologique (Alves *et al.*, 2004). Certaines espèces sont saprophytes tandis que d'autres sont endophytes (Barr, 1987).



Figure V.2 : chancres à *Botryosphaeria* :
A ; Allure de l'arbre attaqué ; B : chancres au niveau du tronc



Figure V.3. Coupe transversale d'une petite branche avec tâches noires signe de présence de *Botryosphaeria* sp dans les vaisseaux conducteurs

V.1.3. Dépérissement à *Phytophthora* sp

Phytophthora : agent de la fonte des semis et de pourriture. L'infection débute par les racines (les radicelles). Les plantes atteintes développent une pourriture ou des lésions nécrotiques des systèmes racinaires. Les plantes adultes présentent des racines noircies. Le système aérien jaunit puis flétrit, mais ce symptôme n'est pas caractéristique de ce seul champignon. *Phytophthora* sp. est un champignon vasculaire qui va obstruer les vaisseaux conducteurs de la

sève élaborée. Le végétal meurt alors d'apoplexie. La sécheresse de la terre favorise l'apparition des symptômes, car les racines nécrosées ne permettent plus l'assimilation de l'eau libre du sol : la plante est assoiffée.

Phytophthora sp. peut agir seul ou de concert avec d'autres champignons pour créer ces symptômes en l'occurrence associée au *Biscognauxia mediterranea* et au *Botryosphaeria corticola*.

Les espèces de *Phytophthora* peuvent attaquer différents tissus végétaux et causer différents symptômes sur *Q. suber*. Les principaux symptômes sont:

- Houppier: feuilles jaunissantes, de taille réduite, présence de gourmands, défeuillaison (Moreira & Martins, 2005)
- Tronc: chancre suintant et écoulement d'exsudats goudronneux (Moreira & Martins, 2005)
- Racines: nécroses

La maladie peut se développer rapidement ou lentement. Un lent dépérissement peut durer plusieurs années avec une défeuillaison progressive et la présence de branches partiellement ou totalement défeuillées. Dans le cas de dépérissement rapide ou de mort brutale, les arbres présentent des houppiers avec des feuilles desséchées encore attachées aux branches et meurent d'une saison à l'autre. Le développement de la maladie dépend de la sensibilité des arbres, du sol et du climat. Un sol faiblement fertilisé et mal alimenté en minéraux, notamment en phosphore, semble être favorable aux infections. La fréquence d'attaques dues à *P. cinnamomi* est plus forte dans les placettes exposées au sud, ainsi que dans les terrains en pente et les vallées plutôt qu'au sommet des collines (Moreira & Martins, 2005).

V.2. Culture et identification des champignons

V.2.1. *Biscognauxia mediterranea*

Ce champignon, de l'ordre des xylariales a été isolé à partir des stromas charbonneux des arbres attaqués par le charbon de la mère. Il présente des hyphes septés de couleur virant vers le marron (fig. V.5) les conidiospores apparaissent latéralement de part et d'autre des hyphes végétatifs avec un essieu principal droit, septé, ramifié hyalin à châtain clair légèrement rugueux. Les conidies sont unicellulaires, hyalines ou châtaines, de forme ellipsoïde ou ovoïde, lisse ou rugueuse avec un halo dentelé quand elle se détache.



Figure V.5. : Aspect macroscopique et microscopique de *Biscogniauxia mediterranea*
100x16

V.2.2. *Botryospheria* sp

Ce champignon s'est développé, dans nos conditions de travail, sous forme de mycélium stérile, sans production de spores. Ces dernières ne sont apparues qu'après plus d'un mois d'incubation à 25°C.

En culture pure, dans les conditions du laboratoire, le champignon présente une colonie à croissance rapide, poussant par vagues successives, de couleur claire au début, devenant rapidement olivâtre, sauf à la marge qui reste blanche, et recouverte d'un abondant mycélium aérien grisâtre, dissimulant peu ou prou les pycnides qui apparaissent en grand nombre après un mois de culture . Elle est caractérisée par des ascomes globuleux à déprimés, non ou à peine papilleux, à paroi noire épaisse, érompant, groupés le plus souvent en amas stromatiques. Les asques sont clavés, octospores, bituniqués. Ascospores hyalines, unicellulaires, ellipsoïdes à obovales lisses, à contenu granuleux, parfois pourvues d'un petit apicule mucilagineux à chaque extrémité. Les ascomes sont macroscopiquement indiscernables des conidiomes de l'anamorphe avec lesquels ils se trouvent parfois en mélange (Fig V.6).



Figure V.6 : Aspect macroscopique et microscopique de *Diplodia sp* (*Botryosphaeria sp*)
100x16

Il appartient au groupe des Botryosphaeriaceae. Schoch et al. (2006) affirment que les Botryosphaeriaceae (Botryosphaeriales, ascomycètes), ont d'abord été décrits dans les années 1820 comme des espèces de *Sphaeria* (Fries) et le genre *Botryosphaeria* n'a été créé qu'en 1863.

Certains membres des Botryosphaeriaceae sont, parmi les agents pathogènes les plus agressifs dans les assemblages de champignons endophytes communs, tuant souvent une grande partie de leur hôte, à la suite des dommages physiques ou de stress général sur l'hôte (et sur de grandes surfaces) (Slippers et Wingfield, 2007). Cette espèce fait partie de la mycoflore phytopathogène de nombreux arbres agricoles et forestiers (*Quercus*, *Pinus*, *Eucalyptus*, etc.) causant des dégâts d'ordre économique (Alves *et al.*, 2004).

Dix-huit genres anamorphes ont été liés au genre *Botryosphaeria*, ce qui a entraîné une histoire taxonomique confuse du genre. Le plus connu de ces anamorphes sont *Botryodiplodia*, *Diplodia*, *Dothiorella*, *Fusicoccum*, *Lasiodiplodia*, *Macrophoma* et *Sphaeropsis* (Sivanesan, 1984 ; Denman et al., 2000).

Par le passé, plusieurs espèces ont longtemps été regroupées sous le nom de *Sphaeropsis malorum*, espèce alors considérée comme essentiellement saprophyte ou opportuniste. Mais la véritable incidence sur les plantes de ces champignons a longtemps été méconnue faute d'études spécifiques. Aujourd'hui, ces champignons ont pour certains acquis un statut d'agent

pathogène. Cependant l'étiologie de ces maladies et l'épidémiologie des Botryosphaeriaceae sont encore assez mal connues.

V.2.3. *Phytophthora* sp.

Pour ce champignon, nous n'avons pas fait d'isolement au laboratoire par manque de moyen. Nous nous sommes contentés de la symptomatologie.

Les champignons du genre *Phytophthora* sont des Phycomycètes, champignons caractérisés par un thalle filamenteux dépourvu de cloisons transversales.

Le cycle de ce champignon comprend deux phases qui se déroulent différemment en fonction des conditions environnementales : une phase de reproduction sexuée en conditions défavorables ou en fin de cycle, avec production de l'organe de conservation du pathogène (oospore revêtue) et une phase de dissémination et de croissance liée à la reproduction asexuée (spores conidiennes) et au développement du mycélium. Ces conidies, lorsque l'humidité est faible, germent tout de suite. Quand l'humidité est forte, elles évoluent en sporange pour donner des zoospores, spores primitives qui nécessitent la présence d'eau liquide pour se déplacer.

En se basant sur la reproduction, le champignon est défini comme appartenant à la classe des Oomycètes. *Phytophthora* fait partie de l'ordre des Pérénosporales et de la famille des Pythiacées.

C'est un champignon du sol qui après infection de l'hôte se développera dans les tissus de la plante. Le mycélium circule entre les cellules et émet des suçoirs vers les cellules pour s'y nourrir.

Il existe de très nombreuses espèces, très polyphages et capables d'infester de nombreuses espèces végétales.

Sa température optimale de développement se situe entre 20 et 25°C, mais il peut se développer à partir de 13-15°C, le climat de la forêt de Hafir lui est très favorable.

Phytophthora sp. peut vivre en saprophyte dans le sol car il utilise la matière organique en décomposition. Même en l'absence de végétaux ou de débris végétaux, il est capable de survivre. En conditions défavorables, ils forment des organes de résistance qui assurent leur persistance (chlamydospores).

Les zoospores se déplacent grâce à l'eau liquide pour aller infecter de nouvelles plantes hôte. Par phénomène de chimiotropisme dans l'eau, elles sont attirées par les racines. L'eau des éclaboussures, l'eau de ruissellement sont donc des facteurs importants dans la dissémination du champignon.

Les champignons du genre *Phytophthora* sont des champignons du sol qui se développent dans les tissus après l'infection de la plante.

V.3. Le taux d'infection de la forêt de Hafir par les différents pathogènes

Le tableau V.1 donne le taux d'infection des arbres échantillons par les différents pathogènes

Tableau V.1: Principales classes de circonférence en relation avec les principales maladies

Classes de Circonférences	1 (<70 cm)	2 (70-109 cm)	3 (110-149 cm)	4 (150-189 cm)	Total
Nombre d'arbre infectés par <i>Diplodia</i> sp.	6	6	4	3	19 (38%)
Nombre d'arbre infectés par <i>B. mediterranea</i>	0	1	1	0	2 (4%)
Nombre d'arbre infectés par <i>Phytophthora</i> sp	0	1	0	0	1 (2%)
Arbres sains	5	11	7	5	28 (56%)
Total	11	19	12	8	50 (100%)

V.3.1. Taux d'infection par *Biscogniauxia mediterranea*

Le taux d'infection des arbres de chêne-liège par ce pathogène est très réduit, très peu d'arbres sont touchés par ce pathogène à savoir 4% du total des arbres échantillons.

V.3.2. Taux d'infection par *Diplodia* sp.

Le taux d'infection par ce pathogène de 38% représente une majorité et donne une idée sur le risque que court cette suberaie dans quelque années. Parmi les arbres attaqués, ce champignon préfère les jeunes arbres de moins de 110cm de circonférence. L'effet externe de ce champignon sur le chêne liège apparaissant après démasclage est très rapide.

Le champignon colonise rapidement les troncs d'arbres nouvellement démaslés (Luque and Girbal 1989). Les symptômes se développent d'après la même source, 2 à 6 mois après démasclage et sont caractérisées par la formation de zones nécrotiques, des zones décolorées au niveau du tronc. Les nécroses deviennent par la suite les dépressions chancreuses un an après infection. A ce niveau la fine couche de liège se détache facilement du tronc. Les chancres ainsi produits entraînent une diminution de la production du liège et de sa qualité. La mort de l'arbre peut occasionnellement survenir une année après l'infection selon la résistance de l'arbre et la virulence du pathogène (Luque et Girbal 1989).

V.3.3. Taux d'infection de *Phytophthora* sp

La présence de ce champignon au niveau des arbres échantillons est très réduite et représente 2% uniquement. Ceci s'explique par l'absence de l'accumulation des eaux au niveau de cette forêt de montagne.

Conclusion générale

Le problème de la dégradation sanitaire des écosystèmes forestiers (feuillus et conifères) est connu depuis la fin du 19^{ème} siècle. Il s'est accru dans de nombreux pays au début du siècle dernier (Delatour, 1983). Le dépérissement du chêne-liège est un phénomène général et préoccupant dans la plupart des pays méditerranéens. Il est difficile d'expliquer de manière satisfaisante l'origine exacte et les causes spécifiques du phénomène. En effet, le déclin du chêne-liège est un processus graduel faisant intervenir plusieurs facteurs de façon séquentielle ou simultanée entraînant, directement ou indirectement, une diminution progressive de la vigueur des arbres (Benjamaa, 2011).

Les premiers symptômes du dépérissement du chêne-liège s'observent sur les branches fines qui dessèchent au fur et à mesure avec une défoliation parfaite. Celle-ci descend progressivement vers les grosses branches et finit par atteindre le tronc. A ce stade, et selon les conditions difficiles que rencontre l'arbre (période de sécheresse longue, blessures nombreuses y compris le démasclage, attaques successives d'insectes xylophages, les champignons phytopathogènes etc.), le phénomène peut alors évoluer très rapidement et entraîner assez brutalement sa mort (Rouibah, 2011). *Biscogniauxia mediterranea*, *Botryosphaeria* sp et *Phytophthora* sp font partie de ces agents.

Le travail que nous avons entrepris au niveau de la forêt domaniale de Hafir (wilaya de Tlemcen) consiste à rechercher ces agents pathogènes dans un peuplement de chêne-liège démasclés en été 2015. L'isolement des champignons s'est fait à partir : (a) des stromas charbonneux pour le *Biscogniauxia mediterranea* et (b) des branches nécrosées pour *Botryosphaeria* sp. Pour *Phytophthora* sp, nous nous sommes contentés des symptômes caractéristiques sur les racines des arbres présentant un jaunissement du feuillage.

L'isolement des champignons à partir du matériel végétal infecté a confirmé la présence des deux pathogènes : *Biscogniauxia mediterranea* dans les stromas charbonneux pour les arbres présentant les symptômes du charbon de la mère et *Botryosphaeria* sp au niveau des branches nécrosées des arbres présentant des chancres au niveau du tronc avec parfois le décollement de la fine couche de liège.

L'identification de ces champignons sur la base des caractéristiques morphologiques macroscopiques et microscopiques a montré la présence :

- de hyphes septés de couleur virant vers le marron avec la présence de conidiospores apparaissant latéralement de part et d'autre des hyphes végétatifs avec un essieu principal droit, septé, ramifié hyalin à châtain clair légèrement rugueux, pour *Biscogniauxia mediterranea* ;
- des hyphes de couleur claire au début, devenant rapidement olivâtre, sauf à la marge qui reste blanche, et recouverts d'un abondant mycélium aérien grisâtre, dissimulant peu les pycnides qui apparaissent en grand nombre après un mois de culture, pour *Botryosphaeria* sp.

Le taux d'infection de la suberaie par ces champignons a montré une importante infection par *Botryosphaeria* sp allant jusqu'à 38%. Le champignon semble avoir des préférences aux jeunes arbres. Contrairement à cet endophyte fongique, les deux autres champignons présentent de très faible taux d'infection à savoir 4% pour le charbon de la mère et 2% pour *Phytophthora* sp.

Les maladies chancreuses du chêne-liège semblent être liées à la technique de démasclage car comme nous avons remarqué sur terrain que les chancres naissent à l'endroit de coupe de la hache utilisée pour enlever le liège. C'est pourquoi, nous recommandons aux exploitants l'utilisation de matériel nettoyé pour éviter la contamination et la propagation de la maladie.

Références bibliographiques :

A.E.F.C.O. 1914 : Fascicule de gestion de la forêt domaniale de M'sila de 1861 à 1950. Cantonnement d'Oran, Non paginé.

Aime.1976 : Contribution à l'étude écologique du chêne-liège. Etude de quelques limites. Thèse Doctorat de spécialité, univ. NICE, France : pp 180

Alves, A., A. Correia, J. Luque, and A. Phillips. 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.

Amandier L., 2002. La subéraie, biodiversité et paysage. Colloque 2002 .16 p.

Amandier L. 2002 : La subéraie : biodiversité et paysage, [en ligne]. Vivexpo biennale Du liège et de la forêt méditerranéenne. Colloque biodiversité et paysage, 21 Mai 2002, Vives (Perpignan). pp 5

Andolfi, A., L. Maddau, S. Basso, B.T. Linaldeddu, A. Cimmino, B. Scanu, A. Deidda, A. Tuzi, and A. Evidente. 2014. Diplopimarane, a 20-*nor-ent*-Pimarane produced by the oak pathogen *Diplodia quercivora*. *J. Nat. Prod.* 77(11), 2352-60

Anonyme (G.G.A), 1927. Instruction sur les travaux d'exploitation dans les forêts de chene-liege.Im p. Vve D.Braham, Constantine, 98 p.

Anonyme, 1927: Rapport phytopathologique pour les années 1926-1927. Les Epiphytes, Inst. Rech. Agro., 383-454.

Anonyme, 1946 : Le Liège (quercus suber)en Algérie. Document n° 6 de la série :
Économique - Rubrique liège

Aronson J., Pereira J.S ., & Pausas J.G. 2009 : Cork Oak Woodland out the edge Island press. Washington. Covelo. London: pp 350

Aronson J., Pereira J.S., Pausas J., 2009. « Cork Oak Woodlands on the Edge :
Conservation, Adaptive Management and Restoration », Island Press, New York

Battandier J.A., Trabut L., Flagey,C., Debray F, & Petit P. 1893: Flore de l'Algérie : contenant la description de toutes les plantes signalées. Edi. Ballières et fils. Pp 125 -822.

Battistini E. 1938 : Les forêts de chêne liège de l'Algérie. Imp. Victor Heintz, Alger, 197 p

Belhoucine L. & Bouhraoua T.R. 2012 : Evolution spatio-temporelle des attaques de *Platypus cylindrus* (Coleoptera, Platypodidae) dans un jeune peuplement de chêne-liège après démasclage : cas de la subéraie de M'Sila (Nord-Ouest Algérie). Integrated Protection in Oak Forests IOBC/wprs Bulletin Vol. 76: pp 201-204.

Beltran,R.S. 2002. Suberais ,biodiversité et production de liège .IPROCOR.(En ligne).Vivexpo biennale du liège et de la foret méditerranéenne.Colloque biodiversité et paysage,21 Mai 2002, Vivés (Perpignon).www.vivexpo.org.

Botton B. , Breton A., Fevre M., Gauthier S., Guy P. , Larpent J.P., Reymond P. , Sanglier J.J., Vayssier Y. & Veau P. (1999). Moisissures utiles et nuisibles. Importance industrielle. Masson. Paris. P. 12-426.

Boucharfa, A.,et Fraval, A.,1991 : Présentation du chêne liège et de le subéraie. In Villement C .et Fraval, A :la faune du chêne liège .Actes Editions,RABAT,26p.

Boudy P., 1950.Economie forestière nord-africaine : monographies et traitements des essences forestières.2v. Edition.1950.Paris.525p.

Boudy P., 1955. Economies forestière nord africaine. Tome (IV) : Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie Larose, Paris 483p.

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

Bouhraoua R.T, 2003 : Situation sanitaire de quelques forêts de chêne liège de l'ouest Algérien. Etude particulière des problèmes posés par les insectes. Thèse. Doct. Dept Forest Fac.Sci.,Univ.Tlemcen : pp 267.

Bouhraoua R.T, 2013-L'œuvre du reboisement de chêneliège en Algérie entre les contraintes écologiques et les exigences techniques. Journées techniques du liège 2013 dans le var, 2^{ème} édition

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

Bush, E.A. 2009. *Botryosphaeria* canker and dieback of trees and shrubs in the landscape.. Virginia Cooperative Extension Report 450-726: <http://pubs.ext.vt.edu/450/450-726/450-726.html> (accessed July 25, 2013)

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

C.F.W.M. 1990 : Procès-verbal de reconnaissance et de limitation : Fiche descriptive D'affectation de parcelle domaniale. Circonscription de Tighenif, Mascara : pp 4

C.F.W.T. 1995 : Répartition des forêts domaniales de la circonscription par district et par commune. Circonscription de Tlemcen : pp 24

C.F.W.T., 2012 : Bilan exploitation du liège des forêts de Hafir-Zarieffet. Circonscription de Tlemcen.1p

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

Claire, A ,1973 : Notice explicative de la carte lithologique de la region de Tlemcen au 1/100000 .Direction hydraulique de Tlemcen

C.O.I.T. 1964 : Fascicule de gestion de la forêt domaniale d'Yfri. Circonscription de Tlemcen, non paginé.

Corre J., 1961. Une zone de terrains salés en bordure de l'étang de Mauguio : Etude du milieu et de la végétation. Bull. Serv. Carte phytogéog. Montpellier. 1961. Série B, 6, 2 : pp 105-151

Coutinho A X.P. 1939 : Flora de Portugal. 2^{ed.} bertrand (Irmos.Lisboa) (Portugal). pp 938.

Dehane B. 2012 .Incidence de l'état sanitaire des arbres du chêne liège sur les accroissements annuels et la qualité du liège de deux subéraies Oranaises : M'sila (W Oran) et Zariffet (W Tlemcen). These. Doc., Dep. Forst., Fac, Sci., Univ. Tlemcen : pp 330.

Djebaili S., 1978. Recherches phytosociologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien algérien. Thèse doctorat es-sciences, université Montpellier, 229 p.

Douheret J., Salazar-Sampaio J.,1988 .Le liège. Forêt Méditerranéenne, X(1)54-190

Dreaden, T.J., K. Shin, and J.A. Smith. 2011. First report of *Diplodia corticola* causing branch cankers on live oak (*Q. virginiana*) in Florida. Plant Disease 95(8), 1027 (Aug. 2011).

El Yousfi, M.1991.La foret de Bab-Azhar. In Villemant C. et Fraval A : la faune du chêne-liège actes éditions, Rabat : 11-12.

Emberger L., 1930.La végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. Rev. Gen. Bot, 42, pp 705-721p.

Emberger, L ...,1930.La vegetation forestiere et pre forestiere de la Tunisie :Typologie et éléments pour la végétation.Thèse.Doct.ES Sciences.Univ.Aix Marseille III.120P.

Foucard J.C. 1994. Filière pépinière de la production à la plantation. Edit. Tec.Doc. Paris : pp 417.

Franceschini, A., B.T. Linaldeddu, and F. Marras. 2005. Natural infection periods of *Diplodia corticola* in a declining cork oak forest. Journal of Plant Pathology 87(4) (suppl.), 294.

Gaouar, A., 1980. Hypothèses et réflexions sur la dégradation des écosystèmes forestiers dans la région de Tlemcen (Algérie).For.médit.2(2).pp.131-145.

Ghouil, H., Montpied, P., Epron, D., Ksontini M., Hanchi B. & Dreyer E. 2003.Thermal optima of photosynthetic fonctions and thermostability of photochemistry in cork oak seedlings. Tree Physiol. 23: pp 1031-1039

Guiraud J. P.1998. Microbiologie alimentaire. Dunod. Paris. P. 7-330.

- Hamrouni A. 1994.** Végétation forestière et pré forestière de la Tunisie : Typologie et éléments pour la gestion. Revue Des régions arides, 6/94, Inst. Reg. Arides, Medenine : pp.42
- Harrigan W.F. & McCance M.E. 1976.** Laboratory methods in food and dairy microbiology. Academic press. London. P. 21-277
- Jacamon, M., 1987.** Guide de dendrologie. Tome 2 : Feuillus .E..N.G.R.E.F., Nancy, 256p
- .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 L., 1996.** Esquisse pédologique des zones à vocation forestière (Monts des Traras et monts de Tlemcen). These.Ing.Inst. Forst.Univ.Tlemcen, 68p.
- Lepoutre B. 1965 .**Régénération artificiel de chêne liège et équilibre climacique de la subéraie en forêt de la Mamora. Ann. Rech. Forest, Rabat, 9.1 : pp 86.
- Lynch, S.C., A. Eskalen, P.J. Zambino, J.S. Mayorquin, and D.H. Wang. 2013.** Identification and pathogenicity of *Botryosphaeriaceae* species associated with coast live oak (*Q. agrifolia*) decline in southern California. Mycologia 105(1), 125-40.
- Linaldeddu, B.T., C. Sirca, D. Spano, and A. Franceschini. 2009.** Physiological responses of cork oak and holm oak to infection by fungal pathogens involved in oak decline. Forest Pathology 39, 232-38.
- Luque, J., M. Cohen, R. Save, C. Biel, and I.F. Alvarez. 1999.** Effects of three fungal pathogens on water relations, chlorophyll fluorescence and growth of *Q. suber* L. Annals of Forest Science 56: 19-26.
- Luque, J., and J. Girbal. 1989.** Dieback of cork oak (*Q. suber*) in Catalonia (NE Spain) caused by *Botryosphaeria stevensii*. European Journal of Forest Pathology 19, 7-13.
- Luque, J., J. Parlade, and J. Pera. 2000.** Pathogenicity of fungi isolated from *Q. suber* in Catalonia (NE Spain). Forest Pathology 30, 247-63.
- Lynch, S.C., A. Eskalen, P.J. Zambino, J.S. Mayorquin, and D.H. Wang. 2013.** Identification and pathogenicity of *Botryosphaeriaceae* species associated with coast live oak (*Q. agrifolia*) decline in southern California. Mycologia 105(1), 125-40.

Lynch, S.C., A. Eskalen, P. Zambino, and T. Scott. 2010. First report of Bot Canker caused by *Diplodia corticola* on coast live oak (*Q. agrifolia*) in California. Plant Disease 94(12), 1510.

Macarthur R. 1994. Cork Oaks and Cork : A new zeland Perspective» The grove Picton new Zeland, The Cork Oaks and Cork: a New Zealand. Blenheim Print. Non-paginée.

MAIRE R., 1961. Encyclopédie biologique. Flore de l'Afrique du nord. Vol 16.Ed: Paul le chevalier. Paris, pp8-9

Maddau, L., E. Spanu, B.T. Linaldeddu, A. Franceschini, and A. Evidente. 2008. Phytotoxic metabolites produced by fungi involved in cork oak decline. SardiniaChem 2008. Giornata di Studio Dedicata Alla Chimica Organica Delle Molecole Biologicamente Attive, 30 Maggio 2008, at 70-71.

Manos, P.S., Cannon, C.H. et Oh, S.H.2008. Phylogenetic relationships and taxonomic status of the paleoendemic fagaceae of western north America: recognition of a new genus, notholithocarpus. MADRONO, VOL .55, No.3, pp.183-192.

Marc, H.1916 .Notes sur les forets de l'Algerie, typographie, adolphe jourdan, 331 P.

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

Mathey A. 1908. Traité d'exploitation commerciale des bois, Ed. Lucien laveur, pp.729

McPherson, B.A., N. Erbilgin, P. Bonello, and D.L. Wood. 2013. Fungal species assemblages associated with *Phytophthora ramorum*-infected coast live oaks following bark and ambrosia beetle colonization in northern California. Forest Ecology and Management 291, 30-42.

Molinas, MX. 1991. The stomata of the cork oak, *Quercus suber* - An ultrastructural approach. Non paginée.

Natividade, J.V. 1956. Subériculture. ED. Fran. Del'ouvrage portugais subéricultura, Ecol. Nat. Des eaux et foret, Nancy, 281p.

Oli., 2005. Les fiches des plantes exotiques : *Quercus suber*, chene-liege, Cork oak, 2p.

Oteng-Gyang K. 1984. Introduction à la microbiologie alimentaire dans les pays chaud. Lavoisier. Paris. P. 26-42.

Pearce, R.B. 1984. Suberin in the sapwood of oak (*Quercus robur* L.): its composition from a compartmentalization barrier and its occurrence in tyloses in undecayed wood. *Physiological Plant Pathology* 24, 71-81.

Pearce, R.B. 1996. Tansley Review No. 87: Antimicrobial defences in the wood of living trees. *New Phytologist* 132, 203-33.

Petrov K & Genov K. 2004: 50 years of cork oak (*Quercus suber* L) In *Balgaria Nauka za corata (forest science)* 3: pp93-101

Peyrimhoff, P.1941. Gouvernement général de l'Algérie. Service cartographique. Service des forêts. Carte forestière de l'Algérie et de la Tunisie Impr. De Baconnier Frère, Alger.71pages.

Pintos Varela, C., V. Redondo Fernández, O. Aguin Casal, and J.P. Mansilla Vázquez. 2011. First report of cankers and dieback caused by *Neofusicoccum mediterraneum* and *Diplodia corticola* on grapevine in Spain. *Plant Disease* 95(10), 1315.

Quezel P. 2000. Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb Mediterranean. Ibis press, Paris: pp 117

Quézel P & Santa S. 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 1, CNRS, Paris : pp 565.

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

Rinaldi C., Sutton A. & Fothergill S. R. 1998.The morphology of fungi. *A ppl. Environ. Microbiol.* 67: 123-129.

Saccardy, L., 1937 . Notes sur le chêne liège et le chêne en Algérie. *Bulletin de la station de recherches forestières (du nord de l'Afrique)*, tome2 fascicule n° 3. Ed. Service des forêts, pp. 273-363

Sauvage C.1961.Recherches geobotaniques sur les suberaies marocaines.Trav.Inst.Sci.Cherif.,Bot.122P

Sauvagnac G., 1956 - Les forêts domaniales d'Hafir et de Zarieffet. Bull. Amis Soc vieux Tlemcen,Oran : 47-53.

Santos pereira,J.,Burgalho,M.N.et Caldeira M.C., 2008.From the cork oak to cork. A sustainable systeme . APCOR(Portugal).44p.

Sebei H., Albouchi A., Rapp M. & El Aouni M.E. 2004 .Productivité en biomasse du chêne liège dans une séquence de dégradation de la suberaie à Cytise de Krounirie (Tunisie). Ann. For. Sci. 61. INRA, EDP Sciences : pp 347-361

Seltzer, P. 1946 : Le climat de l'Algérie. Inst. Météor. Et Phys. Du Globe. Univ. Alger. pp 219 + Carte.

Seigue A. 1985.La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes, Techniques agricoles et production méditerranéen, Ed. Maisonneuve et Larose et A.C.C.T., Paris : pp 69-82, 302-305.

Sinclair W.A., 1967. Decline of hardwoods: possible causes. International shade tree conference proceedings42, 173-2.

THINTHOIN K., 1948 . Les aspects physique du Tell oranais : essai de morphologie de pays semi-aride. Edit. L Fouque, Oran, 638 p.

Vicioso C. 1950 : Revision del genero Quercus en Espana. Anal, Inst. Forest. Invest. 1-xp, Madrid. pp 51

Vignes E. 1990 . Le traitement du taillis du chêne dans le Var. O.N.F. Arborescence n°26 pp. 21-23

Yessad S.A. 2001. Le Chêne-liège et le Liège dans les pays de la Méditerranée occidentale, Edit MRW, p123

Zeraia L., 1982 . Le chêne liège : phytosociologie, édaphique, phénologie, régénération et productivité. Extrait du travail de la recherche forestière en Algérie, 152 p

Résumé : Le “déperissement” du chêne liège en Algérie représente de nos jours un sérieux problème qui menace la survie de cette importante ressource forestière.

Dans ce travail, nous avons confirmé la présence de certains endophytes fongiques dans arbres de chêne-liège nouvellement démasclés (2015) de la forêt de Hafir. Nous avons isolé *Biscogniauxia mediterranea* des stomas charbonneux des branches d’arbres malades. *Botryosphaeria* sp a été isolée à partir de petites branches nécrosées d’arbres présentant des chancres au niveau du tronc avec détachement de la fine couche de liège.

Le taux d’infection des champignons au niveau de cette forêt révèle une infection de 38% pour *Botryosphaeria* sp mais négligeable pour les deux autres.

Mots clés : Forêt de Hafir, chêne-liège, *Biscogniauxia mediterranea*, *Botryosphaeria*, *Phytophthora*, Infection.

الملخص

الانهيار الصحي لشجر الفلين في الجزائر يمثل في ايامنا هاته مشكل جدي بات يهدد حياة هذا المورد الغابي المهم .
لقد اكدنا في هذا العمل وجود بعض الفطريات ذات النبوت الداخلي في اشجار الفلين منزوعة الجذع حديثا (2015) في غابة احفير .
و قمنا بعزل بيسكونيوكسيا مديترانيا من الفلق المتفحم لاغصان الاشجار المريضة , تم عزل بوتريوسفيريا من فروع الاغصان المنخورة
للاشجار التي تظهر القرحة على مستوى الجذع اضافة الى الفلين المقلوع
نسبة العدوى لهذه الفطريات على مستوى هذه الغابة 38% لبوتريوسفيريا مقابل نسبتيين مهملتين بالنسبة للاثنتين الاخرين
الكلمات المفتاحية غابة احفير , شجر الفلين , بيسكونيوكسيا مديترانيا , بوتريوسفيريا , فيتوفثورا, العدوى.

Summary: Contribution to the study of plant pathogenic fungi of cork oak (*Quercus suber* L) of the forest of Hafir.

The "decline" of cork oak in Algeria represents a serious problem that threatens the survival of this important forest resource.

In this work, we confirmed the presence of certain fungal endophytes in oak trees newly decorked (2015) in the Forest of Hafir. We isolated *Biscogniauxia mediterranea* from stomas in branches of affected trees. *Botryosphaeria* sp was isolated from necrotic small branches from trees with cankers on the trunk in which the thin layer of cork can easily remove.

The infection rate of these fungi in this forest reveals 38% of *Botryosphaeria* sp infection but negligible but for the two others.

Keywords: Forest of Hafir, cork oak, *Biscogniauxia mediterranea*, *Botryosphaeria*, *Phytophthora*;infection.

