

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de La Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى جيجل

Faculté des Sciences de la Nature et
de la Vie.

Département des Sciences de
l'Environnement et des Sciences
Agronomiques.



كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم علوم المحيط والعلوم الفلاحية

Mémoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme : **Master Académique en Sciences
de la Nature et de la Vie**

Filière : Sciences agronomique
Option : Phytopharmacie Appliquée

Thème :

**Contribution à l'étude des interactions biotiques affectant
l'état de santé du chêne liège (*Quercus suber* L.) dans la
région de Jijel ; cas des insectes ravageurs et des
champignons phytopathogènes.**

Membres de jury :

Président : Kermiche A.E.

Examineur : Roula S. E.

Encadreur : Younsi S. E.

Présenté par :

Melle : Ferkhi Asma

Année Universitaire : 2021/2022

Numéro d'ordre :.....

Session :.....



Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, de m'avoir donné le courage, la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Au terme de ce travail, je tiens à remercier **Mr. Kermiche A.E,** et **Mr. Roula S. E,** d'avoir accepté *de juger ce travail.*

J'adresse mes sincères remerciements et ma profonde gratitude à mon *encadreur* **Mr. Younsi Salah Eddine,** d'avoir accepté de diriger ce travail avec beaucoup d'attention et de soin. Je tiens à le remercier pour ses précieux conseils, sa patience et son aide à la réalisation de ce travail.

Je tiens à remercier aussi de façon particulière et chaleureuse, **Mme. Bouziane Zahira,** pour son aide, ses orientations, ses conseils pertinents et sa gentillesse.

Un remerciement particulier à la conservation des forêts de la wilaya de Jijel pour toutes les informations qu'ils nous ont données.



Dédicaces

Je dédie ce mémoire

A mes chères parents mon père Messaoud et ma mère Rabiha

pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs

encouragements

A mon seul frère Bilel

A ma chère tante Amel et ses enfants

A mes chères amies spécialement Imen, Amina, Fatiha, Safa,

Chaima, Marwa, Rima

A tous mes amies avec lesquels j'ai partagé mes moments de

joie et de bonheur

A tous ceux qui me sont chers

Liste des matières

Sommaire	i
Liste des tableaux	v
Liste des figures	vi
Liste des abréviations	viii
Introduction	1

Chapitre I : Contextes Bibliographiques.

1. Généralités sur le chêne liège	2
1.1. Systématique	2
1.2. Caractéristiques botaniques et forestières	2
1.2.1. Système racinaire	2
1.2.2. Tronc	2
1.2.3. Rameaux	2
1.2.4. L'écorce.....	3
1.2.5. Feuils	3
1.2.6. Fleurs	3
1.2.7. Fruits.....	3
1.3. Répartition géographique et superficies de chêne liège	4
1.3.1. Dans le monde	4
1.3.2. En Algérie	5
1.4. Ecologie du chêne liège.....	6
1.4.1. Les conditions climatiques	6
1.4.2. Les conditions édaphiques	7
1.4.3. L'altitude.....	7
1.4.4. L'exposition	7
1.5. Importance de chêne liège	7
2. Les insectes ravageurs de chêne liège	7
2.1. Principaux insectes ravageurs de chêne liège.....	8
2.1.1. Les insectes Xylophages	8
2.1.1.1. Le <i>Platypus cylindrus</i> F	8
2.1.1.2. Le Grand Capricorne du chêne (<i>Cerambyx cerdo</i> L.)	10
2.1.2. Les insectes défoliateurs	11
2.1.2.1. Le Bombyx disparate (<i>Lymantria dispar</i> L.).....	11

2.1.2.2. La tordeuse verte du Chêne (<i>Tortrix viridana L</i>)	13
2.1.3. Les insectes Corticaux.....	14
2.1.3.1. La fourmi de chêne (<i>Crematogaster scutellaris</i>)	14
2.1.4. Les insectes carpophages (<i>Cydia fagiglandana Z</i>).....	14
2.2. Les méthodes de lutte	15
3. Les champignons phytopathogènes de chêne liège	15
3.1. Pathogènes du branches et du tronc	15
3.1.1. L' <i>Hypoxylon mediterraneum</i>	15
3.2. Pathogène des racines.....	16
3.2.1. Le <i>Phytophthora cinnamomi</i>	16
3.3. Pathogènes de glands	17
3.3.1. <i>Ciboria batschiana</i>	17
3.4. Pathogène des feuilles	18
3.4.1. <i>Discula quercina</i>	18
3.5. Autres champignons	19
3.5.1. <i>Diplodia mutila (Botryosphaeria stevensii)</i>	19
3.5.2. <i>Diplodia corticola (Botryosphaeria corticola)</i>	19
3.6. Les méthodes de lutte	20

Chapitre II : Présentation de la région d'étude

1. Localisation de la région de Jijel.....	21
2. Caractéristiques climatiques.....	21
2.1. Températures	21
2.2. Pluviométrie	22
2.3. Humidité.....	22
2.4. Vent	23
2.5. Synthèse climatique.....	24
2.5.1. Climagramme d'Emberger.....	24
2.5.2. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen	25
3. Importance forestière de la région de Jijel	25
3.1. Couverture Forestière de la région de Jijel.....	25
3.2. Exploitation de chêne liège	26

Chapitre III : Matériels et méthodes

1. Description des sites d'échantillonnage.....	27
1.1. Description du premier site	27
1.2. Description du deuxième site	28
1.3. Description du troisième site.....	29
2. Etude de l'impact des insectes ravageurs et des maladies fongiques	30
2.1. Plan d'échantillonnage.....	30
2.2. Types de relevés et examens réalisées	30
2.2.1. Relevés dendrométriques et d'exploitation	30
2.2.2. Examen phytosanitaire de la cime et du tronc.....	31
2.2.3. Examen des feuilles	32
2.2.3.1. La biométrie des feuilles	32
2.2.3.2. Etude des catégories phytosanitaires des feuilles.....	33
2.2.4. Collecte des insectes.....	33
2.3. Echantillonnage Au niveau de terrain pour les champignons phytopathogènes	34
2.4. Etude des champignons au laboratoire.....	35
2.4.1. Matériel biologique	35
2.4.2. Le matériel utilisé.....	35
2.4.3. Produits et réactifs	35
2.4.4. Le Milieu de culture	35
2.4.5. Etude mycologique.....	36
2.4.5.1. Isolement des mycètes.....	36
2.4.5.2. Purification	36
2.4.5.3. Identification	37
3. Analyse des données	38

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Impact des insectes défoliateurs	39
1.1.État phytosanitaire des feuilles de chêne liège.....	39
1.1.1. Comparaison de moyennes de l'étude biométriques des feuilles en fonction des sites ...	39
1.1.2. Comparaison de moyennes des différentes catégories de dégâts sur les feuilles en fonction des sites	40
1.1.3. Interaction des paramètres biométriques avec les différentes modalités d'infestation	42

1.2. Invasion de <i>Lymantria dispar</i>	42
1.3. Dégâts des autres défoliateurs	44
2. Impact des insectes xylophages.....	45
2.1. Etat phytosanitaire des arbres infestés.....	47
2.2. Inventaire des xylophages collectés	48
3. Impact des champignons phytopathogènes	48
3.1. Les maladies fongiques observées dans la région	49
3.2. Inventaire des champignons phytopathogènes identifiés	51
3.2.1. <i>Acremonium sp</i>	51
3.2.2. <i>Diplodia sp</i>	51
3.2.2.1. <i>Diplodia sp1</i>	52
3.2.2.2. <i>Diplodia sp 2</i>	53
3.2.3. <i>Fusarium</i>	53
3.2.4. <i>Géosmithia</i>	53
3.2.4.1. <i>Géosmithia sp 1</i>	54
3.2.4.2. <i>Géosmithia sp 2</i>	54
3.2.5. <i>Penicillium</i>	55
3.2.6. <i>Stachybotrys</i>	56
3.2.7. Autres champignons	56
4. Discussion	57
Conclusion.....	61
Références bibliographiques	63

Liste des tableaux

N°	Titres	Page
01	La répartition subéricole en Algérie	6
02	quelques agents pathogènes du chêne liège, avec des mesures de contrôle recommandées	20
03	Superficie de la couverture forestière dans la région de Jijel	26
04	Description du premier site d'échantillonnage	27
05	Description du deuxième site d'échantillonnage	28
06	Description du troisième site d'échantillonnage	29
07	Description des variables dendrométriques et d'exploitation retenues	31
08	Liste des variables retenues dans l'évaluation de l'état de santé des arbres du chêne liège	31
09	Liste des variables retenues dans l'examen de l'état de santé des feuilles	33
10	Analyse de la variance pour les paramètres biométriques des feuilles en fonction des sites	39
11	Analyse de la variance pour les différentes catégories de dégâts en fonction des sites	41
12	Isolats fongiques obtenus des organes différents	50

Liste des figures

N°	Titres	Page
01	Répartition du chêne liège dans le bassin méditerranéen	4
02	Distribution naturelle de l'aire géographique de chêne	5
03	Les œufs et les larves de <i>Platypus cylindrus</i>	9
04	Adulte de <i>Platypus cylindrus</i>	9
05	Chenille de la <i>Lymontria dispar</i> (Photo d'origine, 2022)	12
06	Les écophases du Bombyx disparate	12
07	Adultes de la tordeuse verte, <i>Tortrix viridana</i>	13
08	Photo illustrant le charbon de mère	16
09	Symptômes causés par <i>Phytophthora cinnamomi</i>	17
10	Nécroses de feuilles induites par l'agent d'antracnose <i>Discula quercina</i> , avec des taches noires qui sont proéminents sur la surface supérieure des lésions	18
11	Symptômes causés par <i>Diplodia corticola</i> sur le chêne-liège	20
12	Situation géographique de la Wilaya de Jijel	21
13	Variation des températures moyennes mensuelles de la région de Jijel (2011-2021)	22
14	Pluviométrie moyennes mensuelles de la région de Jijel (2011-2021)	22
15	Humidité moyennes mensuelles de la région de Jijel (2011-2021)	23
16	Vent moyennes mensuelles de la région de Jijel (2011-2021)	23
17	Climagramme d'EMBERGER (2011/2021)	24
18	Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson	25
19	Répartition des formations forestières au niveau de Jijel	26
20	Canton Oued Chetta (photo originale,2022)	28
21	Canton Sendouh (photo originale,2022)	29
22	Canton KBOUL (photo originale,2022)	30
23	Pied à coulisse (photo original, 2022)	32
24	Piège d'émergence aux insectes	34
25	Piège d'interception aux insectes	34
26	Des tubes portent des insectes dans le formol dilué (photo original, 2022)	36
27	Ensemencement des fragments (tronc et feuilles), poudre et insecte (Photo originale)	37
28	Purification des isolats (Photographie originale).	39
29	Longueur moyenne des feuilles en fonction des sites	39
30	Largeur moyenne des feuilles en fonction des sites	40
31	Surface moyenne des feuilles en fonction des sites	40
32	Proportion moyenne de décapitation des feuilles en fonction des sites	41
33	Nombre moyen de décapitation des feuilles en fonction des sites	41
34	Proportion moyenne de nécrose des feuilles en fonction des sites	41
35	Nombre moyen des galles par feuille en fonction des sites	41
36	Graphique de l'ACP représentant les variables phytosanitaires des feuilles	42
37	Chenille de <i>Lymontria</i> en plus de ses chrysalides sur une branche de chêne liège	43
38	Chenille de <i>Lymontria</i> dévorant totalement le feuillage de chêne liège	43
39	Retombé de déliassés des feuilles dévorées et d'excréments noirs plus ou moins	44

	arrondis recouvrant le sol dans la subéraie d'Oued Chta	
40	La tordeuse verte (<i>Tortrix viridana</i>), (photo original 2022)	44
41	<i>Orgyia antiqua</i> , (photo original 2022)	45
42	Graphique des variables de l'ACP	46
43	Graphique des observations de l'ACP	46
44	Photos des différents xylophages observés dans les sites d'études, (photo original 2022)	47
45	Charbon de la mère observé au niveau d'un jeune arbre de chêne liège causé par <i>Biscogniauxia mediterranea</i> ,(photo original 2022)	48
46	Exsudation encreuse sur le tronc, faisant partie des symptômes causés par <i>Phytophthora cinnamomi</i> . ,(photo original 2022)	48
47	Un autre symptôme de maladie fongique affectant le tronc de chêne liège,(photo original 2022)	49
48	Les isolats fongiques avant la purification, (photo original 2022)	49
49	Proportion des champignons selon la source	50
50	Proportion des espèces observées selon les isolats réalisés au laboratoire	51
51	Caractères macroscopiques (à gauche) et microscopique x40 (à droite) de <i>Acremonium</i> sp	51
52	Caractères macroscopiques (à gauche) et microscopique x40 (à droite) de <i>Diplodia sp1</i>	52
53	Caractères macroscopiques (à gauche) et microscopique x40 (à droite) de <i>Diplodia sp2</i>	52
54	Caractères macroscopiques (à gauche) et microscopique x40 (à droite) de <i>Fusarium solani</i>	53
55	Caractères macroscopiques (à gauche) et microscopique x40 (à droite) de <i>Géosmithia sp1</i>	54
56	Caractères macroscopiques (à gauche) et microscopique x40 (à droite) de <i>Géosmithia sp2</i>	54
57	Caractères macroscopiques (à gauche) et microscopique x40 (à droite) de <i>Penicillium</i> sp	55
58	Caractères macroscopiques (à gauche) et microscopique x40 (à droite) de <i>Stachybotrys</i> s	55
59	Photos de champignons associés à l'insecte xylomycétophage (<i>Platypus cylindrus</i>)	56

Liste des abréviations

- ACP** : Analyse en Composant Principale.
- ADép** : Arbre Dépérissement.
- Circo** : Circonférence.
- Décap** : Décapitation.
- Décol** : Décoloration.
- Défol** : Défoliation.
- Déma** : Démasclage.
- Ecol** : Ecoulement divers.
- FD** : Forêt Domaniale.
- Fig** : Figure.
- Gall**: Galles.
- Haut** : Hauteur totale.
- HDém** : Hauteur de Démasclage.
- IML** : Institut Méditerranéen de Liège
- Krboul** : Krina Boulbellout.
- Larg** : Largeur.
- Long** : Longueur .
- NDém** : Nombre de Démasclage.
- Nécr**: Nécrose.
- OCh** : Oued Chetta.
- PCrev** : Présence de crevasses.
- Perf** : Perforation.
- PNT** : Parc Nationale de Taza
- ReSou** : Nombre de Rejets souche.
- Send** : Sendouh.
- Surf** : Surface.
- Tab** : Tableau.
- TIXM** : Nombre de trous actifs des xylomycétophage.
- TIXyl** : Nombre de trous d'insectes xylophages.
- TrInc** : Traces d'incendie.

Introduction

Introduction

Les forêts constituent un élément essentiel de l'équilibre physique, climatique et surtout socio-économique des populations des zones rurales et du pays en général. Cette ressource naturelle est nettement en régression du fait de l'extension du phénomène de dépérissement dont les causes sont multiples (Adjami et al, 2013).

La forêt méditerranéenne est l'une des plus importantes du monde, elle occupe environ 65 millions d'hectare des forêts arborées et 19 millions d'hectare des sub-forestières (Seigue, 1985). En outre, les forêts de chêne liège (subéraies) représentent une composante caractéristique de l'écosystème méditerranéen qui est particulièrement riche en espèces animales et végétales, constituant un hotspot de biodiversité (Pereira *et al.*, 2008).

Le chêne liège est une espèce climacique partageant son aire naturelle de distribution avec d'autres espèces de *Quercus* méditerranéens (Sánchez-González., 2006). Près de la moitié de la superficie occupée par la forêt méditerranéenne est dominée par la forêt à conifères et chênaies (Ramade, 1997). En Algérie, comparé aux autres essences forestières, le chêne liège représente 11% de la superficie forestière nationale, et se classe en 2ème position après le Pin d'Alep (DGF, 2007).

Les changements climatiques (augmentation de la température et réduction des précipitations), la dégradation des sols, les incendies, le surpâturage, les maladies fongiques et les attaques d'insectes ravageurs font disparaître des surfaces considérables de forêts méditerranéennes (Schvester, 1990). Actuellement, la majorité des subéraies se trouvent dans un état déplorable et une grande partie est vouée encore à disparaître (Messaoudene, 2000).

Ainsi, selon Costa et al, (2010), les ravageurs et les maladies sont impliqués dans le déclin du chêne-liège.

A l'égard des autres milieux forestiers, la subéraie renferme d'importante entomofaune associée, dont plusieurs spécimens sont qualifiés des ravageurs qui s'attaquent aux différents compartiments de l'arbre. Il s'agit plus particulièrement de défoliateurs pour les feuilles, de xylophages pour le bois et de carpophages pour les glands.

Les champignons aussi diversifiés pour le chêne liège sont qualifiés également comme premier responsable de ses maladies. Parfois, ils interagissent même avec certains insectes de chêne liège est accentuent les dégâts. La raison pour laquelle nous avons opté dans ce présent travail pour l'évaluation de ces interactions biotiques et leur impact sur l'état de santé de chêne liège.

Chapitre I :

Contextes Bibliographiques.

1. Généralités sur le chêne liège

1.1. Systématique :

Le Chêne liège (*Quercus suber* L.) est un arbre circonscrit en Méditerranée occidentale depuis l'ère tertiaire (Quezel et Medail, 2003). Ce genre comporte 200 à 500 espèces (Natividade, 1956). Il peut vivre entre 150 et 200 ans, voire 500 ans (Bellahirech, 2016). Cet arbre est décrit pour la première fois par Linné en 1753 (Natividade, 1956). La taxonomie retenue pour le chêne-liège est la suivante :

- Embranchement : Spermaphytes
- Sous embranchement : Angiospermes
- Classe : Dicotylédones
- Ordre : fagales
- Famille : Fagacées
- Genre : *Quercus*
- Espèce : *Quercus suber* L.

1.2. Caractéristiques botaniques et forestières :

1.2.1. Système racinaire

Le chêne liège est muni d'un système racinaire pivotant avec des ramifications latérales puissantes. Permettant un enracinement profond qui fixe l'arbre sur des sols légers peu profonds et même rocheux (Khalla, 2006). 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 (Younsi, 2006).

1.2.2. Tronc :

Le chêne liège présente un tronc robuste atteignant 4 à 5 m de circonférence (Oubrahim, 2015). Généralement court et se ramifie à une faible hauteur. Il est recouvert d'un liège épais fortement crevassé longitudinalement (Natividade, 1956). Son bois est dur, lourd, clair et légèrement rosé. Il sèche difficilement et se fend facilement. Une fois déliage, il fournit un excellent bois de Chauffage (Chaabna, 2012).

1.2.3. Rameaux :

Les rameaux sont sinueux pubescents les premières années, puis bruns clairs et enfin entièrement subéreux. Le houppier est constitué d'un couvert léger en raison de son feuillage

grêle et de sa ramification peu serrée L'arbre développe un port large et étalé en situation isolée, une forme arrondie, étroite et haute (Belkacemi et Mansouri, 2017).

1.2.4. L'écorce :

Le chêne-liège doit sa noblesse à son écorce de nature subéreuse. Il est appelé communément le liège ; c'est un tissu mort, constitué de cellules à paroi minces, pleines de gaz, régulièrement disposées et soudées entre elles. Ce tissu comprend des substances peu dégradables dont les principaux composants sont : la subérine (45 à 50 %), la lignine (20 à 25 %) et la cellulose (10 à 12 %) (Marques, 1994). L'écorce prend l'aspect liégeux vers l'âge de 5 à 6 ans, puis la couche qui se développe (liège mâle ou liège naturel) devient irrégulière et crevassé. Lorsqu' on enlève ce liège, le tronc apparait rouge orangé, avant que ne repousse une couche beaucoup plus régulière qui est le liège de reproduction ou liège femelle (Ghefar, 2013).

1.2.5. Feuils :

Les feuilles sont de forme ovale, au limbe quelque peu denté. Leur face supérieure est glabre et de couleur vert foncé. Leur face inférieure est plus claire et légèrement pubescente (Piazzetta, 2005). La durée de vie des feuilles varie de 11-18 mois, soit approximativement 14 mois en moyenne (Pereira, 2007).

1.2.6. Fleurs :

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 en printemps (Ghefar, 2013).

1.2.7. Fruits :

Le fruit sec est un akène appelé gland, comestible, ovoïde et glabre surmonté d'une pointe. Il fait 2 à 3 cm de long sur 1 à 1,5 centimètres de diamètre. Le gland est enchâssé dans une cupule couvrant le tiers ou la moitié de sa taille. Cette cupule est grisâtre et tomenteuse extérieurement avec présence d'écailles très rapprochées à l'intérieur (Elmahi, 2016).

Le vecteur pour la pollinisation est le vent, et les ovaires des fleurs fécondées deviennent des glands, les chênes lièges produisent des glands annuels et bisannuels. Les glands annuels mûrissent la même année que les fleurs qui les produisent, alors que les glands biennaux poussent et mûrissent à l'automne de l'année suivante. La proportion des glands annuels et biennaux varie spatialement et temporellement en fonction des facteurs environnementaux et des conditions météorologiques (Aronson et al, 2012).

Le chêne liège commence à fructifier à peu près de 15 à 20 ans, la fructification est alterne (Natividade, 1956).

1.3. Répartition géographique et superficies de chêne liège :

1.3.1. Dans le monde :

Le chêne-liège est une espèce endémique, elle occupe une aire naturelle restreinte qui prospère exclusivement autour du bassin de la méditerranée occidentale, tout en débordant sur les côtes atlantiques, sous l'influence de l'océan et de la mer Méditerranée, se trouvent réunies les conditions climatiques favorables à sa croissance (Boudy, 1950). Sa répartition se limite au bassin de la méditerranée occidentale, tout en débordant sur les côtes atlantiques (Cantat et Piazzetta, 2005). Les statistiques disponibles concernant la superficie de la subéraie dans le monde sont loin d'être rigoureuses. En effet, il existe des différences parfois assez importantes entre les diverses sources indiquant les superficies recensées par pays (Roula, 2010).

Sa superficie change chaque année du fait du risque élevé des incendies. En 2013, sa superficie a été évaluée à 2,5 millions ha (FAO, 2013).

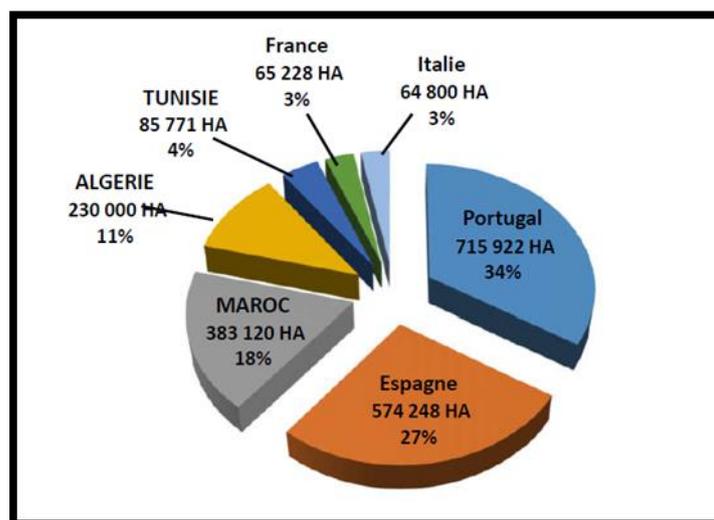


Figure 1 : Répartition du chêne liège dans le bassin méditerranéen (FAO, 2013)

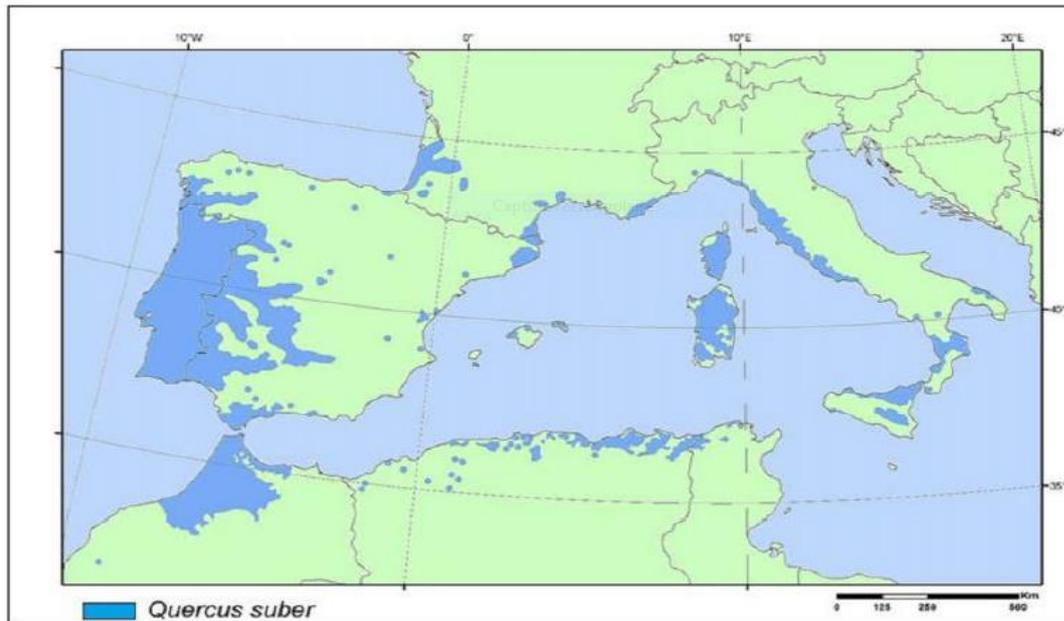


Figure 2 : Distribution naturelle de l'aire géographique de chêne liège (Quezel et Medail, 2003).

1.3.2. En Algérie :

Le chêne-liège s'étend le long d'une bande côtière sur des terrains siliceux faisant partie du littoral oriental (dite région à chêne-liège) à climat subhumide et humide. Les plus vastes massifs sont localisés à l'est du pays, région qui détient à elle seule plus de 4/5 de la subéraie algérienne. Dans le littoral oriental, il forme un massif en un seul tenant de plus de 130 000 ha allant du Bejaia jusqu'aux frontières tunisiennes. Dans cette bande littorale, il est bien planté dans les wilayas de Bejaia, Jijel, Skikda, Annaba et El Taref.

D'autres peuplements moins compacts sont localisés dans le centre (Chlef, Tipaza, Boumerdes) et quelques îlots bien isolés dans le littoral occidental (Oran). L'essence fait aussi des incursions dans le Tell sur une distance ne dépassant pas 100 km de largeur. Dans son facies oriental, il se localise à Souk-Ahras, Guelma, El Milia et Constantine. Dans l'Algérois, nous le rencontrons sur des terrains gréseux à Blida, Bouira, Tizi Ouzou, Tipaza, Médèa et Tissemsilt (Roula,2021). Et Dans le montagnard occidental, il se cantonne surtout à Tlemcen mais aussi à Mascara, Tiaret et Relizane (Yessad, 2000). Il occupe une superficie de 440 000 hectares, mais seulement 52% de la subéraie est considérée productive (Lalaoui, 2000).

Les principales subéraies algériennes sont situées essentiellement en zone subhumide et humide au nord et entre l'algérois et la frontière Tunisienne où elles s'étendent de la mer jusqu'à 1200m d'altitude (Zeraia, 1981).

Tableau 01 : La répartition subéricole en Algérie :

Conservation	Superficies (ha)	Conservation	Superficies (ha)
SKIKDA	85 200	CHLEF	6 500
EL TARF	59 500	MEDEA	4 600
JIJEL	43 700	TLEMCEN	4 000
BEJAIA	41 700	TIPAZA	2 800
TIZI OUZOU	29 458	TISSEMSSILT	2 500
GUELMA	21 800	ORAN	2 000
ANNABA	14 900	SETIF	1 800
AIN DEFLA	13 700	BOUIRA	1 800
SOUK AHRAS	12 000	BOUMERDAS	1 300
MILA	11 400	BLIDA	690
MASCARA	7 040	CONSTANTINE	650

Source : D.G. F (2009)

1.4. Ecologie du chêne liège :

Les principales exigences écologiques de chêne liège se présentent selon les conditions suivantes :

1.4.1. Les conditions climatiques

- Pluviométrie moyenne minimale de 500 mm est considérée comme nécessaire au développement équilibré de l'arbre (Pereira, 2007).
- Température moyenne annuelle d'environ 14°C. En général, les températures de -5°C et 40°C peuvent être considérées comme les limites à la croissance du chêne-liège (Cantat et Piazzetta, 2005 ; Pereira, 2007).
- Humidité atmosphérique d'eau moins de 60% même en saison sèche, et une précipitation annuelle comprise entre 400 mm et 700 mm.
- C'est une essence qualifiée héliophile qui supporte mal l'ombre (Saccardy, 1937). Des observations quantifiées, confirment que la survie des semis et leur croissance augmente sensiblement avec l'éclairement relatif (Chollet, 1997).
- Bioclimat principalement semi-arides tempérés et semi arides doux à humide tempéré et humide doux. La répartition du chêne-liège dans son aire naturelle est principalement limitée à ces étages bioclimatiques (Quezel, 1976).

1.4.2. Les conditions édaphiques

Le chêne-liège est une espèce nettement calcifuge préfère les sols siliceux légers et bien drainés (Veillon, 1998). Il réclame les terrains meubles, profond, pas trop chargés en cailloux, au pH acide ou proche de la neutralité (Seigue, 1987).

1.4.3. L'altitude

La limite est de 1200 m rarement 1300 m à 1400m et exceptionnellement à 1600 m (Saccardy, 1938).

1.4.4. L'exposition

A partir de 600 m, le chêne-liège préfère les stations exposées au Sud. Sur les versants Nord, il est concurrencé par le chêne Zeen. Sur les versants Sud dès 1 000 à 1 200 m, il est concurrencé par le chêne Zeen et le chêne Afares (Oubrahim, 2015).

1.5. Importance de chêne liège :

Le chêne liège doit sa noblesse à son écorce appelée communément liège qui offre un potentiel économique non négligeable dans diverses utilisations (agglomérés d'isolation, revêtement, décoration, bouchons et articles divers). Il est utilisé aussi pour son bois (charbon de bois, bois de chauffage..), pour son écorce à tan (tannin) et pour ses fruits (glands) et feuilles qui servent au bétail (younsi, 2006).

Le bois d'œuvre du chêne liège fût autrefois largement utilisé pour les constructions navales, mais aujourd'hui son application est plus restreinte se limitant à la fabrication des meubles, linteaux, marteaux de cheminées, outils agricoles rudimentaires et en papeterie (Belarbi, 2001).

Tombé aujourd'hui dans l'oubli, le chêne liège a figuré au siècle passé dans la table de nombreuses matières médicales. Bien qu'il soit à peu près faible en tannin, on lui reconnaît un pouvoir astringent (Elmahi, 2006). Autrefois c'était un remède estimé contre les hémorroïdes, contre la dysenterie et contre le flux immodéré des hémorroïdes (Natividade, 1956).

2. Les insectes ravageurs de chêne liège

La forêt est considérée, ou doit être considérée, comme un écosystème ayant des rôles multiples qu'il convient de conserver ou de restaurer. C'est un conservatoire de biodiversité excellent parce qu'il existe plus d'espèces animales et végétales dans ce biotope que dans les milieux ouverts (Dajoz, 2007).

Les principaux insectes qui attaquent le chêne liège appartiennent à l'ordre des coléoptères comme le grand capricorne (*Cerambyx cerdo* L), qui attaque le bois du tronc et des branches. Les lépidoptères comme bombyx disparate (*Lymantria dispar* L) et la tordeuse verte (*Tortrix viridana*), qui a attaquent les feuilles et les bourgeons. En plus on cite le carpocapse des glands (*Cydia fagiglandana*), la fourmi du liège (*Crematogaster scutellaris*) (Haffaf, 2011).

2.1. Principaux insectes ravageurs de chêne liège :

2.1.1. Les insectes Xylophages :

Plusieurs dommages phytosanitaires des forêts méditerranéennes ont été liée directement ou indirectement aux insectes xylophages qui peuvent s'évaluer parfois par des symptômes aigus sur les arbres de différentes essences forestières (Schvester, 1990 ; Mirault et Regad, 1992).

Parmi ces derniers, *Platypus cylindrus* Fab. Est le xylophage le plus redoutable, causant des dégâts économiques appréciables conduisant à une mortalité des arbres évaluée à 1% par an (Bouhraoua et Villemant, 2005).

2.1.1.1. Le *Platypus cylindrus* F.

Le platype est un insecte xyломycétophage qui est capable d'établir des relations symbiotiques avec des champignons dit 'ambrosia' qu'il les transporte et qui sont nécessaires pour la nourriture des adultes et des larves (Batra, 1967).

Les attaques de l'insecte se manifestent par la construction de galeries à l'intérieur du bois et la dissémination des champignons (Balachowsky, 1949).

- **Taxonomie :** C'est un insecte de l'ordre des Coléoptères, la superfamille curculionoidae, la famille des Platipotidae et la sous-famille des Platypodinae (Choo et al, 1981). Son nom en anglais est «oak pinoleborer » (Hickin, 1963), en français c'est Platype (Villemant&Fraval, 1993).
- **Description de l'insecte :** Est un insecte plus longiligne que les scolytes mesurant 5 à 7 mm de longueur et environ 1,5 mm de largeur (Balachowsky, 1949). Selon Villemant et Faval(1991), l'insecte est de couleur brun foncé, et de forme allongée avec une tête verticale aussi large que corselet, les yeux sont arrondis, les antennes courtes et sont terminées par une massue aplatie d'un seul segment, les pattes sont de couleur brun foncé (comme la couleur de corps), les élytres sont parallèles et arrondis à l'apex et portent des soies de couleur jaune à son extrémité postérieure.

P. cylindrus présente un dimorphisme sexuel accusé, caractérisé par la présence de deux dents inégales développées sur l'extrémité postérieure des élytres des mâles (Husson, 1955).

- **Biologie de l'insecte :** Après la dernière mue, les larves ont des mandibules peu sclérifiées, adaptées pour se nourrir de champignons (Korolyov, 1989). Le quatrième stade larvaire a un corps plus épais que le diamètre de la galerie et est de forme cylindrique. Les mandibules de la larve du cinquième stade ont une arête en forme de ciseau, qui peut être une adaptation pour couper à travers le bois dur (Bellahirech, 2016).

L'émergence des adultes se fait en général, en été de juin à septembre. En France elle commence la fin juin (Husson, 1955), en Allemagne en juillet (Strohmeyer, 1907) au Portugal en juin et juillet (Ferreira & Ferreira, 1989), Au Maroc en fin Mai début Juin (Chadignan, 1991), en Algérie Bouhraoua (2003) a remarqué l'émergence des deux sexes au printemps, rarement en Hiver exceptionnellement dans les années à hiver chaud.



Figure 3 : Les œufs et les larves de *Platypus cylindrus*. [a) les œufs dans la galerie ; b) les œufs de *P. cylindrus* et une larve nouvellement éclos; c) premier stade larvaire avec tubercules pleurales; d) quatrième stade larvaire]. (Inácio, 2011)



Figure 4 : Adulte de *Platypus cylindrus* Source : (Belhoucine et al, 2010).

- **Importance des attaques de *Platypus cylindrus* :** Les attaques de l'insecte sont, en effet, plus fréquentes sur les arbres sévèrement blessés que sur les arbres sains (Ben Jamâa et al. 2010). Selon Amandier et Vidal, (2007) ce petit coléoptère creuse des galeries dans le bois des chênes. La relation avec la mortalité des chênes-lièges semble davantage liée à l'action des champignons qu'à l'effet mécanique très limité du creusement de galeries dans le bois qui est un tissu mort, mais ce n'est qu'une hypothèse. Le mécanisme de cette pathologie

reste donc à découvrir. La présence du *Platypus* dans le tronc d'un chêne est trahie par des trous circulaires d'environ 2 mm de diamètre à la surface du liège ou de la croûte, s'accompagnant de traînées de sciure blanche évacuées des galeries par les adultes.

Le feuillage des arbres attaqués par le Platype prend une coloration marron-rougeâtre (Ferreira et Ferreira, 1989).

Les trous et galeries observés à l'intérieur du tronc ne déprécient pas la qualité du bois mais affectent plutôt la qualité et le poids du liège (Sousa et Inácio, 2005).

2.1.1.2. Le Grand Capricorne du chêne (*Cerambyx cerdo* L.) :

Le grand capricorne est un coléoptère xylophage qui s'attaque notamment aux vieux arbres. C'est un ravageur secondaire dont la présence est facilement repérable en raison de sa grande taille. Les attaques sont localisées dans le bas de l'arbre, tronc et les branches maîtresses. Il est considéré comme un ravageur de faiblesse, car on le rencontre généralement lorsque les arbres ont déjà fortement dépéri voire morts (Roula, 2010).

- **Taxonomie** : Ordre des Coléoptères, famille des Cérambycides.
- **Description de l'insecte** : Le Grand Capricorne (*Cerambyx cerdo*), ou Capricorne du chêne, est l'un des plus grands Coléoptères d'Europe. Avec une taille comprise entre 24 mm et 55 mm (hors antennes), il présente une couleur noire brillante, avec l'extrémité des élytres brun-rouge. Le dimorphisme sexuel permet de reconnaître facilement un mâle d'une femelle : les antennes du mâle dépassent largement l'apex de l'abdomen, alors qu'elles atteignent seulement l'extrémité des élytres chez la femelle (Bergot et al, 2011).
- **Biologie de l'insecte** : Selon (Juillerat et Vögeli 2004), Les adultes de Grand capricorne sexuellement matures apparaissent entre la fin du printemps et le début de l'été. Ce sont essentiellement des insectes nocturnes s'activant au crépuscule au cours des soirées chaudes sans vent. Au Sud des Alpes, ils sont fréquemment observés de jour en vol ou sur les troncs. Ils se nourrissent de fruits mûrs ou en fermentation, ainsi que de la sève s'écoulant des blessures fraîches. Leur durée de vie n'est que de quelques semaines. Après l'accouplement, la femelle pond ses œufs isolément dans des anfractuosités de l'écorce ou des blessures de vieux chênes. Ces arbres sont généralement sénescents, isolés et exposés à la lumière. La femelle insère 20-80 œufs profondément dans le terreau des cavités, à proximité des parois. Après l'éclosion, la larve traverse l'écorce pour se loger juste sous cette dernière, là où la valeur nutritive du bois est la

plus importante. La seconde année, la larve s'enfonce dans le bois où elle creuse des galeries sinueuses. Le cycle complet dure 3-4 ans. A la fin du dernier été, la larve construit une galerie ouverte vers l'extérieur, puis une loge qu'elle obture avec une calotte calcaire avant de se métamorphoser. L'adulte attendra l'été suivant pour quitter sa loge.

2.1.2. Importance des attaques de *Cerambyx cerdo* L :

En Europe méridionale et en Afrique du Nord, le Grand Capricorne est parfois très nuisible au Chêne-liège. Signalons que ses larves sont activement recherchées (au prix de la cassure des branches) par les riverains des subéraies au sud de Rabat qui les consomment en brochettes. L'espèce, devenue rare en Europe, y est protégée (Villemant et Fraval,1993)

2.1.3. Les insectes défoliateurs :

Parmi les principales espèces potentiellement dangereuses pour le chêne-liège, la tordeuse verte du chêne *Tortrix viridana* et *Lymantria dispar* (Khouss, 1993).

2.1.2.1. Le Bombyx disparate (*Lymantria dispar* L.) :

- **Taxonomie :** Le Bombyx disparate est un Lépidoptère faisant partie du sous-ordre des Heteroneura, de la superfamille des Noctuoidea et de la famille des Lymantriidae. Il doit son appellation spécifique au grand dimorphisme sexuel existant entre les papillons mâle et femelle (Belabbas, 2010).
- **Description de l'insecte :** Les jeunes chenilles sont de couleur foncée et sont de l'ordre de quelques millimètres. Elles restent 2 à 3 jours réunies en colonies sur le lieu de ponte avant de se rendre dans le houppier pour s'alimenter (Nierhaus et Wermelinger, 2001).

Les chenilles âgées sont d'une coloration foncée, verrues bleues sur les 5 premiers segments, verrues rouges sur les autres. Au troisième stade les chenilles acquièrent une intense pilosité urticante (Mecellem, 2009).



Figure 5 : chenille de *Lymantria dispar* (Photo d'origine, 2022)

Selon (Balachowsky et Mensil, 1935) le mâle adulte de taille plus petite que la femelle adulte, à une envergure comprise entre 35mm à 40 mm, le corps est relativement fin et les antennes fortement pectinées, la femelle est très différente du mâle, le fond de sa coloration est blanc, parfois légèrement jaunâtre et sa taille atteint une envergure de 60 mm à 65mm.

La femelle ne vole pas et la dispersion de l'espèce est assurée principalement par les jeunes chenilles, portées par le vent, et par les chenilles âgées affamées (Fravalet et Yousfi, 1988).

- **Biologie de l'insecte :** La chrysalidation se fait sur les arbres, en mai juin ; la nymphose dure 2 semaines. La ponte suit immédiatement l'émergence des papillons, elle a lieu également sur les arbres (jamais au sol). Le développement embryonnaire dure 2 semaines environ ; il est suivi d'une diapause, jusqu'au printemps suivant (Fraval et al, 1987)

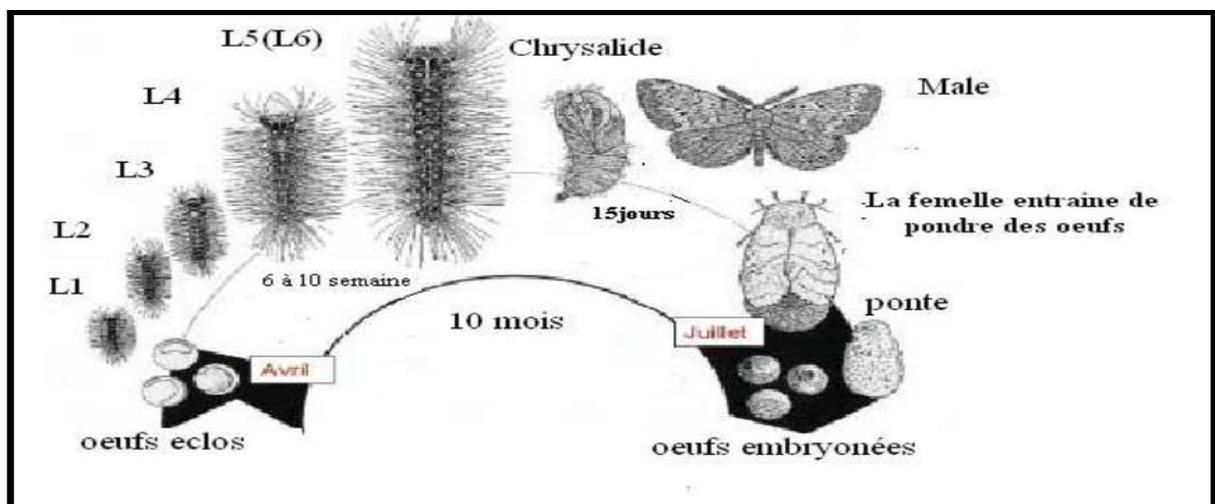


Figure 6 : Les écophases du Bombyx disparate (Villemant, 2003).

- **Importance des attaques de *Lymantria dispar*:** La *Lymantria dispar* qui provoque une grave défloraison entraînant la mort de l'arbre (Djinnit, 1977).L'insecte se caractérise par sa

polyphagie qui lui permet de couvrir une aire de répartition très importante touchant ainsi l'hémisphère nord et le bassin méditerranéen (Herard et fraval, 1980).

L'action trophique des chenilles se traduit par la réduction, puis souvent par l'anéantissement des fonctions exercées par les feuilles, notamment la photosynthèse. Les organes de reproduction sont consommés (Mecellem, 2009).

Les défeuillaisons peuvent être totales ce qui provoque une décrépitude des arbres, une moindre résistance à des parasites secondaires et même leur mort si elles sont répétées (Schvester, 1990).

2.1.2.2. La Tordeuse verte du Chêne (*Tortrix viridana* L.) :

La tordeuse verte du chêne, *Tortrix viridana* est l'un des principaux défoliateurs des espèces du genre *Quercus* dans la région paléarctique (Du Merle, 1999).

- **Taxonomie** : Ordre des Lépidoptères, famille des Tortricidés



Figure 7 : Adultes de la tordeuse verte, *Tortrix viridana* (Mecellem, 2009)

- **Biologie de l'insecte** : C'est une espèce univoltine. Les adultes volent en mai-juin, juin-juillet ou juillet-août selon les régions. Les œufs sont déposés par groupes de deux sur l'écorce des rameaux et closent au cours du printemps de l'année suivante. L'insecte passe par 5 stades larvaires (L1 à L5). Les chenilles nouveau-nées partent à la recherche de bourgeons en cours de débourrement et pénètrent à l'intérieur de ces derniers. Les jeunes stades larvaires (L1, L2, parfois les jeunes L3) s'alimentent dans les bourgeons, les chenilles âgées se développent aux dépens des jeunes feuilles épanouies puis se nymphosent dans le feuillage (Du Merle et al, 1990).

Les papillons de la tordeuse verte opèrent des déplacements de grandes amplitudes (Du Merle, 1980).

- **Importance des attaques de *Tortrix viridana* L.:** L'activité importante des chenilles se traduit par une réduction de la surface foliaire (déséquilibre physiologique) mais également par la destruction des bourgeons floraux, ce qui entraîne une carence à la régénération par suite de cette attaque (Roula, 2010).

1.1.3. Les insectes Corticaux :

Les corticoles, regroupent les insectes consommant le liège et dégradant sa qualité marchande. Ils sont représentés par la fourmi du liège (*Crematogaster scutellaris*) et (*Agrilus hastulifer*)(Bouchaour-Djabeur,2013).

1.1.3.1. La Fourmi de chêne (*Crematogaster scutellaris*):

- **Taxonomie :** Ordre des Hyménoptères, Famille des Myrmicines
- **Description de l'insecte :** La tête est rouge, contrastant avec le reste de corps plus foncé, tête généralement assez lisse (Cagniant , 2005).

Importance des attaques de *Crematogaster scutellaris* : Cette fourmi est nuisible à l'économie du liège. D'une part, très agressive, elle mord les ouvriers qui récoltent le liège, d'autre part, les planches de liège « fourmillié» (creusées de ses galeries) perdent beaucoup de leur valeur (Villemant et Fraval,1993).

La fourmi du liège *C. scutellaris* y creuse son nid, amenant une dépréciation considérable du liège «fourmillié» (Villemant et Fraval,1993).

Au Maroc, on estime qu'elle provoque la perte de 50 % du rendement qualitatif du liège destiné à la bouchonnerie (Villemant et Fraval, 2002).

1.1.4. Les insectes carpophages (*Cydia fagiglandana* Z):

Parmi les tordeuses des glands, l'espèce polyphage *Cydia fagiglandana* est l'une des plus fréquentes dans les glands en Algérie (Chakaliet al, 2002).

- **Taxonomie :** Ordre des Lepidoptera, famille des Tortricidae.
- **Description de l'insecte :** Les chenilles de *Cydia fagiglandana* sont par contre d'une couleur rouge avec une tête brune, les plaques prothoraciques sont de couleur jaune rougeâtre (Adjami et al, 2013).

Importance des attaques de *Cydia fagiglandana* : En Algérie, les insectes ravageurs des glands les plus fréquents sont le balanin des glands *Curculio elephas* et la tordeuse des glands *Cydia fagiglandana*(Bouhraoua, 2003).Les glands attaqués ont la chair creusée de galeries superficielles (2 à 3 millimètres de diamètre), remplies de soie mêlée de granules excrémentiels ils sont souvent déformés ou fendus (Villemant et Fraval,1993).

2.2. Les méthodes de lutte :

La seule méthode efficace, praticable pour limiter la dispersion de l'insecte, est le repérage précoce des branches attaquées en avril (avant émergence des adultes), leur section et leur destruction par le feu (Abgrall et Soutrenon, 1979).

Selon (Ghefar, 2013), les tailles et l'élagage de rénovation sont conseillés, mais il semble préférable d'adapter une sylviculture avec un renouvellement du peuplement plus jeune, plutôt que de chercher à prolonger de manière coûteuse la longévité des arbres, sans aboutir à des résultats probants.

Contre le *Lymantria dispar* utiliser le *Bacillus thuringiensis* dans la mesure du possible (Belkaid et Bouchenak, 1993). Des extraits de feuilles et de fruits de *Melia azedarah* (Méliacée), pulvérisés sur des chênes liège infestés ont montré un effet anti-appétant sur les chenilles du *Bombyx disparate* (Atay et al, 2002).

Selon (Villemant, 2003), la lutte contre insectes xylophages elle se réalise par les bonnes pratiques de gestion, les bonnes pratiques de débouchage, le contrôle du surpâturage et de la coupe illicite de bois, il est également nécessaire d'approfondir les connaissances sur l'interaction insectes xylophages / champignons pathogènes.

3. Les champignons phytopathogènes de chêne liège

Pour les champignons qui s'attaquent aux chêne liège, nous citons : *Hypoxylon mediterraneum*, *Botryosphaeria stevensii* (*Diplodia mutila*), *Phytophthora cinnamomi*, *Ciboria batschiana* et *Discula quercina*.

3.1. Pathogènes des branches et du tronc :

3.1.1. L'*Hypoxylon mediterraneum* :

Selon Dreyer (1994), de nombreux dépérissements dans le bassin méditerranéen ont été associés à la présence d'un champignon sous cortical, dont l'*Hypoxylon mediterraneum*. Ce dernier est l'un des champignons les plus communément associé au dépérissement des chênes méditerranéens (Laadel, 2021).

Ce champignon est connu sous le nom de « charbon de la mer », pour lequel les premiers symptômes se traduisent par le dessèchement de la cime et l'apparition des plaques carbonatées dures (Bouchaour-Djabeur, 2013)



Figure 8 : Photo illustrant le charbon de mère (IML, 2017).

- **Les dégâts causés par *L'Hypoxylon mediterraneum* :**

Les dégâts du charbon de chêne, *Biscogniauxia mediterranea* (*Hypoxylon mediterraneum*) sont connus depuis longtemps en Algérie et au Maroc (Malençon et Marion, 1951). Les arbres souffrant d'asphyxie ou de dessèchement des racines sont très sensibles au champignon *Hypoxylon mediterraneum* et aux insectes xylophages (Villemant et Fraval, 1993).

La couche charbonneuse produite peut recouvrir l'arbre, se traduisant ainsi, par un dessèchement des rameaux, des branches puis du tronc, et enfin par la mort de l'arbre (Gachi et al, 2000).

La maladie provoque un affaiblissement de l'arbre qui se traduit par une diminution de la croissance et de la fructification, aboutissant enfin à la mort totale (Machori, 2009).

3.2. Pathogène des racines :

3.2.1. Le *Phytophthora cinnamomi* :

C'est un Oomycète, appartenant à la famille des Pythiacées (Marcais, 1992). Selon Zentmeyer (1980), *Phytophthora cinnamomi* est un champignon phytopathogène transmis par le sol qui affecte presque 1000 espèces végétales différentes.

C'est un champignon racinaire répandu dans le sud-ouest de la France (Nageleisen, 2008).

- **Les dégâts causés par *Le Phytophthora cinnamomi* :**

Selon Benoit Marcais (1992), les symptômes visibles de ces dégâts racinaires sont, dans la plupart des cas, des dépérissements : Croissance réduite, feuillage jaunissant ou dessèche, mortalité de branches. Les lésions provoquées par ce parasite peuvent remonter jusqu'aux parties aériennes de la plante, provoquant alors des chancres sur le collet ou sur le tronc.

La maladie se manifeste par la présence, à la partie inférieure du tronc, de plaies chancreuses boursouflées d'où s'écoule un liquide noirâtre généralement bien visible en période de végétation. Sur la section transversale du tronc, on observe des bourrelets de cicatrisation qui incluent les nécroses corticales, anciennes ou en cours, et qui provoquent ainsi d'importantes irrégularités de structure et de coloration du bois (Bergot et al, 2011).



Figure 9 : Symptômes causés par *Phytophthora cinnamomi* (Moricca et al, 2016). [A: Mort soudaine d'un groupe de chêne-liège mûrs; B: Exsudats noirâtres typiques à la base d'un chêne-liège infecté].

3.3. Pathogènes de glands :

3.3. 1. *Ciboria batschiana* :

La pourriture des glands est due à un parasite fortement dommageable, qui est le *Ciboria batschiana* (Djabeur et al, 2011).

- **Les dégâts causés par *Ciboria batschiana* :**

Selon Stiti (1999), le gland peut être colonisé par un ensemble de champignons pathogènes spécifiques, mais le parasite le plus dommageable est « *Ciboria batschiana* » qui provoque l'apparition d'une pourriture noire.

Ce champignon persiste plusieurs années (pendant près de 10 ans) dans les glands attaqués au sol, sur lesquels il peut fructifier chaque automne (Delatour, 1979).

3.4. Pathogène des feuilles :

3.4.1. *Discula quercina* :

D. quercina est responsable d'une maladie connue sous le nom d'antracnose du chêne. L'antracnose est l'épithète couramment donné à un groupe de maladies, causées par plusieurs champignons qui attaquent de nombreux hôtes ligneux (Moricca et al, 2008).

Discula quercina a montré qu'il produisait in vitro plusieurs métabolites bioactifs secondaires, dont certains sont phytotoxiques (Maddau et al., 2011)

- Les dégâts causés par *Ciboria batschiana* :

Selon (Moricca et al 2008) *D. quercina* est fréquemment présent sur les feuilles et les rameaux des chênes dépérissants. A son stade symptomatique, il provoque des bruns irréguliers des plaques et taches sur les feuilles, en particulier le long de la nervure médiane. Sur les rameaux, il induit de petits chancres allongés qui se développent dans séquence, et qui sont caractérisés par une partie de la division de l'écorce le long de la bordure en raison de la formation de callosités par l'hôte.

Les symptômes de la maladie (nécroses foliaires et chancres des rameaux) ne se développent qu'après que les organes hôtes aient subi un certain degré de sénescence naturelle (Ragazzi et al, 1999)



Figure 10 : Nécroses de feuilles induites par l'agent d'antracnose *Discula quercina*, avec des taches noires qui sont proéminents sur la surface supérieure des lésions (Moricca et al., 2016).

3.5. Autres champignons

3.5.1. *Diplodia mutila* (*Botryosphaeria stevensii*):

Diplodia mutila appartient à la classe des Coelomycètes (El-badri et Abadie, 2000). Selon Alves (2004), *Botryosphaeria stevensii* est associée au dépérissement et aux chancres de chêne, principalement dans la région méditerranéenne occidentale mais plus rarement dans les autres régions.

- Les dégâts causés par *Botryosphaeria stevensii* :

Les espèces de Botryosphaeriaceae sont associées à divers symptômes tels que brûlures des tiges, chancres et la pourriture des fruits (Ciesla et al, 1996)

Selon El-badri et Abadie (2000), Les mortalités sont souvent localisées dans les zones humides et sur les arbres physiologiquement affaiblis.

En règle générale, les arbres infestés sont voués à la mort après deux saisons de végétation (IML, 2017).

3.5.2. *Diplodia corticola* (*Botryosphaeria corticola*) :

D.corticola est un opportuniste qui entre dans les plantes par des blessures, les cicatrices foliaires ou les stomates ouvertes pour les échanges de gaz. Le champignon peut coloniser les tissus morts, puis passer dans les tissus sains dans la branche (Chouih, 2016).

- Les dégâts causés par *Botryosphaeria corticola* :

Ce champignon représente un des agents pathogènes primaires provoquant la mortalité des arbres au Portugal (Bragança et al, 2013) et en Espagne (Oliva et Molinas, 1986).

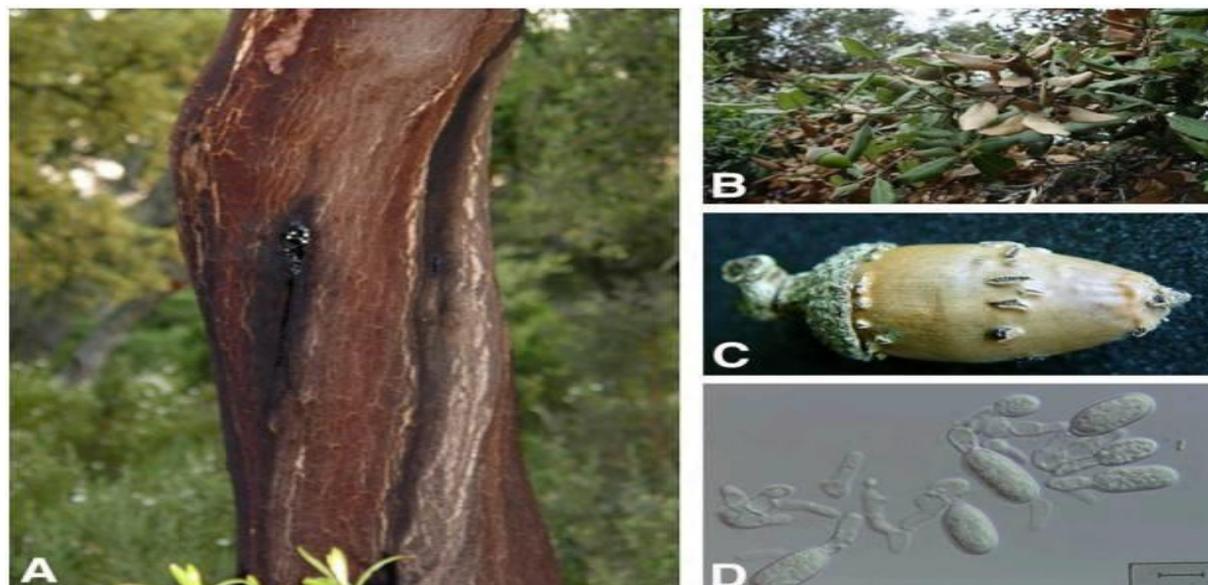


Figure 11 : Symptômes causés par *diplodia corticola* sur le chêne liège (Moricca et al.,2016).
 [A:tronc avec nécrose et exsudat mucilagineux noir ; B:flétrissement et mort des pousses ;
 C:gland avec pycnides éruptives ; D:des cellules conidiogènes et des conidies].

3.6. Les méthodes de lutte :

Selon Elmahi (2016), à l'heure actuelle, aucun moyen de lutte curatif direct n'est envisageable, il s'agira essentiellement d'une lutte préventive indirecte par des techniques sylvicoles.

Tableau 02 : quelques agents pathogènes du chêne liège, avec des mesures de contrôle recommandées

Espèces	Mesures de contrôle
<i>Biscogniauxia mediterranea</i>	Couper les branches ou les arbres symptomatiques ; enlever le matériel.
<i>Phytophthora cinnamomi</i>	Injections de phosphanate de potassium dans le tronc ; amendements calciques et biofumigation du sol.
<i>Diplodia corticola</i>	Minimiser les dommages à l'écorce lors de l'extraction du liège ; couper les branches symptomatiques ; brûlage/enlèvement des résidus végétaux infectés ; traitements fongicides.
<i>Amillaria mellea</i>	Enlever les arbres infectés, les souches, les grosses racines et les résidus de bois.

Source (Moricca et al.,2016)

Chapitre II :

**Présentation de la région
d'étude**

1. Localisation de la région de Jijel

Les sites d'étude sont localisés dans deux communes (Taxanna et Elaouana) renfermant une importante couverture forestière de chêne liège. Elles font partie à la wilaya de Jijel, qu'est située au Nord - Est de l'Algérie entre les latitudes $36^{\circ} 10'$ et $36^{\circ} 50'$ nord et les longitudes $5^{\circ} 25'$ et $6^{\circ} 30'$ (fig.12). Cette wilaya est limitée au Nord par la mer Méditerranée, au Sud par la wilaya de Mila, au Sud - Est par la wilaya de Constantine et au Sud - Ouest par la wilaya de Sétif. La wilaya de Skikda délimite la partie Est, tandis que celle de Bejaia borde la partie Ouest. Elle s'étend sur une superficie de 2398 km² avec 11 daïras et 28 communes.

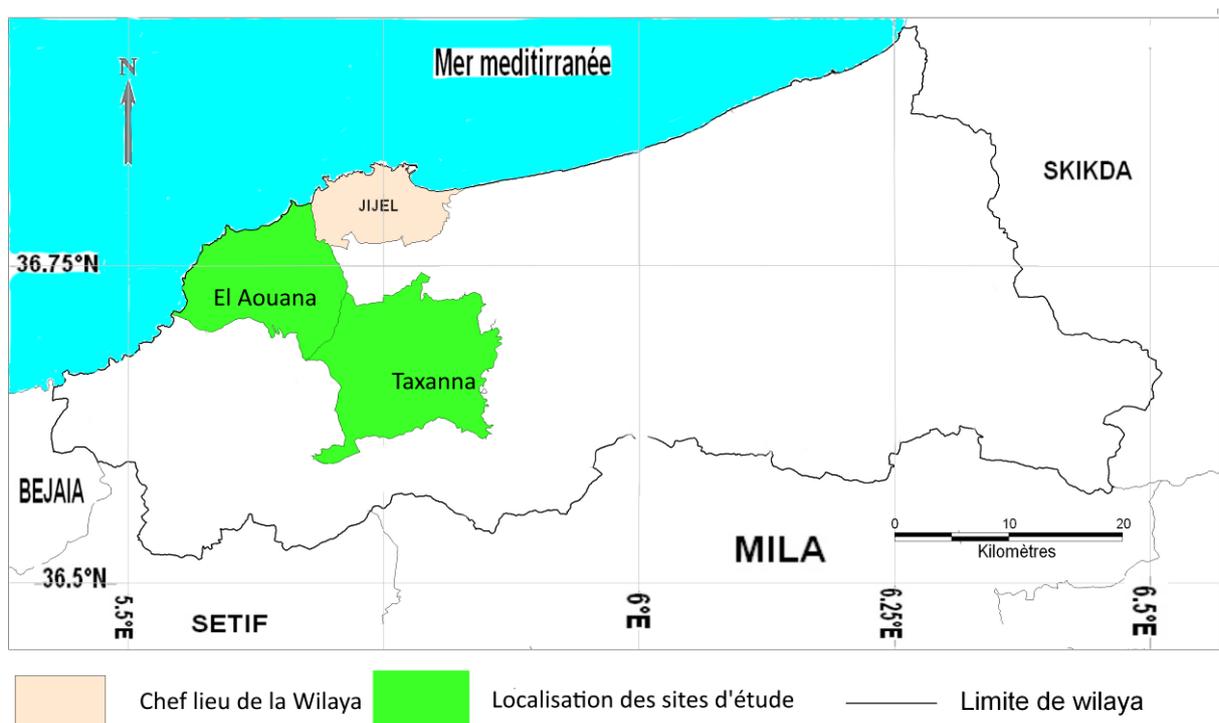


Figure 12 : Situation géographique de la Wilaya de Jijel et sites d'étude

2. Caractéristiques climatiques

Les caractéristiques climatiques peuvent être observées à partir des enregistrements des dix dernières années de la station météorologique la plus proche (Prevot, 1999). Notre région d'étude, qui fait partie du littoral Algérien, bénéficie d'un climat tempéré avec un hiver doux caractéristique des zones méditerranéennes, d'une pluviométrie de l'ordre de 1200 mm/ans et un été chaud où la température peut atteindre 30°C .

2.1. Températures

La température est l'un des facteurs majeurs de la répartition des êtres vivants (Angelier, 2005). La moyenne des maximas correspond au mois de juillet avec (28.9°C) et la moyenne des minimas au mois de janvier avec (7.26°C).

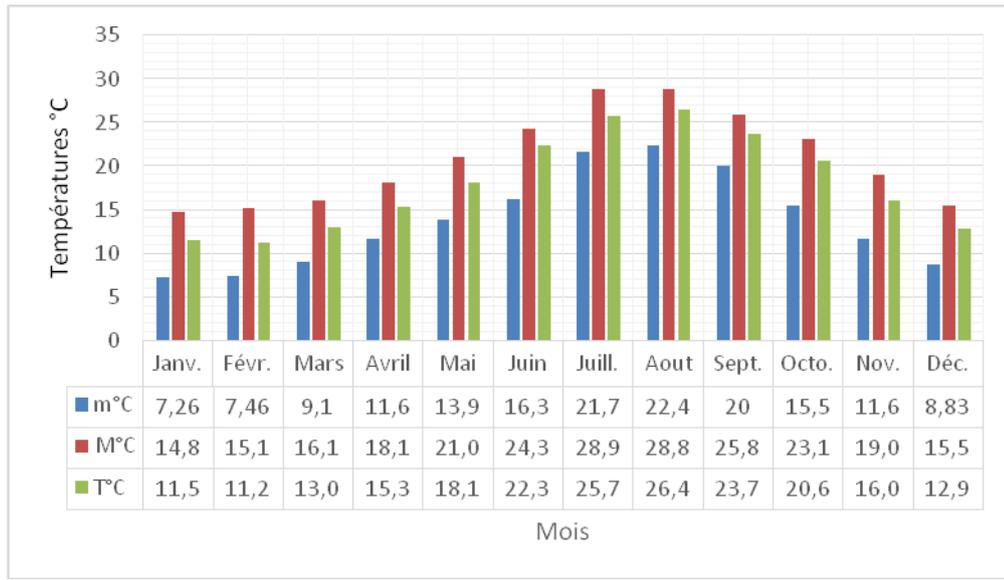


Figure 13 : Variation des températures moyennes mensuelles de la région de Jijel (2011-2021). (Station Achouat, ONM, 2022)

2.2. Pluviométrie

Les précipitations sont abondantes aux mois de novembre, décembre et janvier et sont quasiment faibles aux mois de mai, juin, juillet et aout (fig.14). Elles atteignent une valeur totale annuelle de 918.87 mm

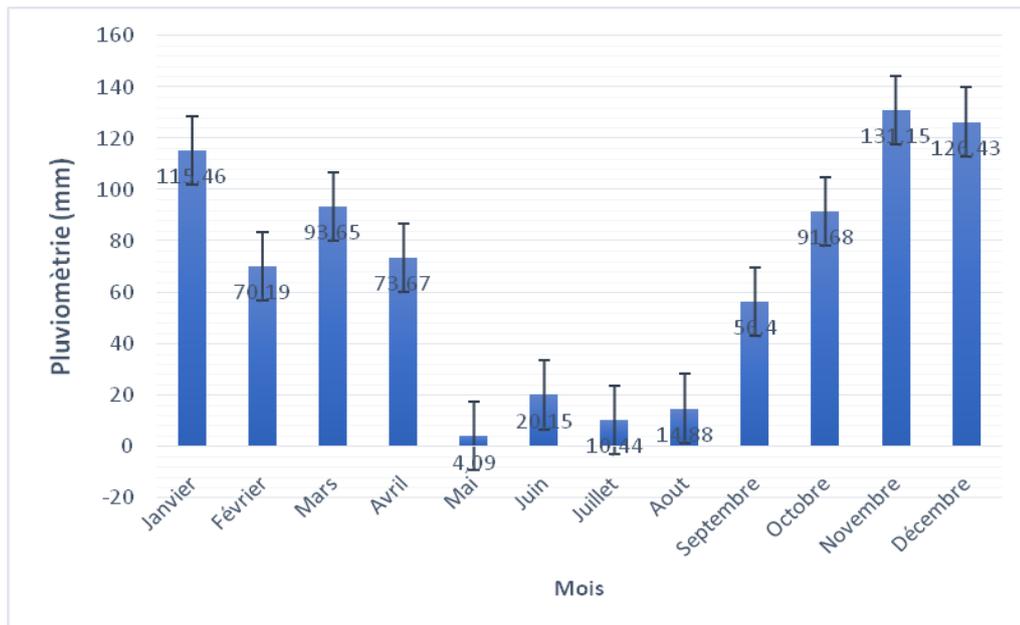


Figure 14 : Pluviométrie moyennes mensuelles de la région de Jijel (2011-2021). (Station Achouat, ONM ,2022)

2.3. Humidité

Le mois d'Avril représente la valeur maximale (74 ,4%), alors que le mois de Juin représente la valeur minimale (67,69%).

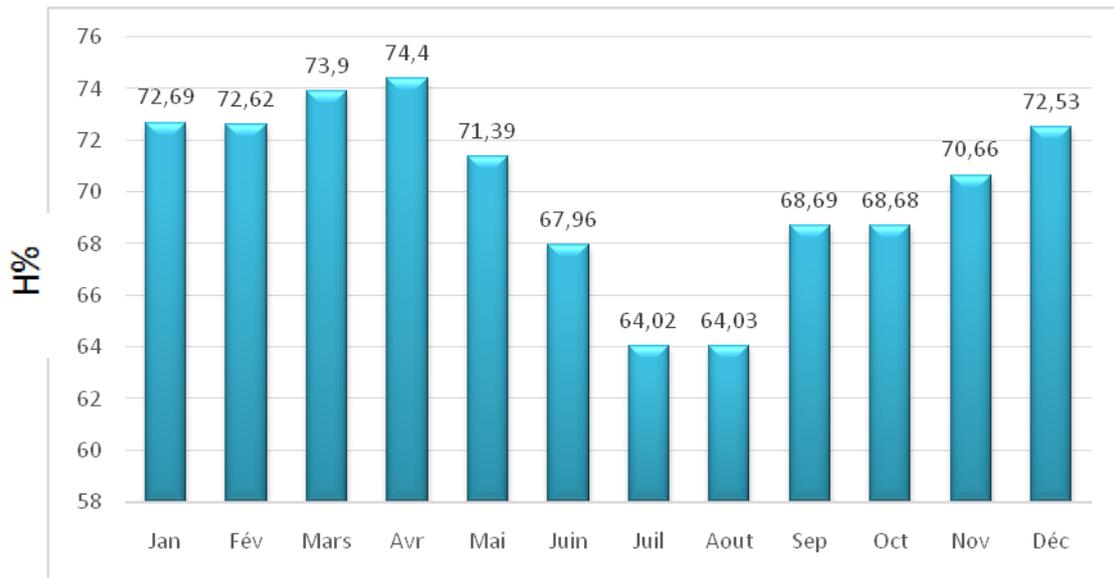


Figure 15 : Humidité moyennes mensuelles de la région de Jijel (2011-2021).

(Station Achouat, ONM ,2022)

2.4. Vent

Selon Debiech, (2002) le vent est un facteur écologique limitant par sa fréquence, sa température et son degré hygrométrique. Il à une action indirecte, il agit en abaissant ou en augmentant la température suivant les cas (Dajoz, 1985).

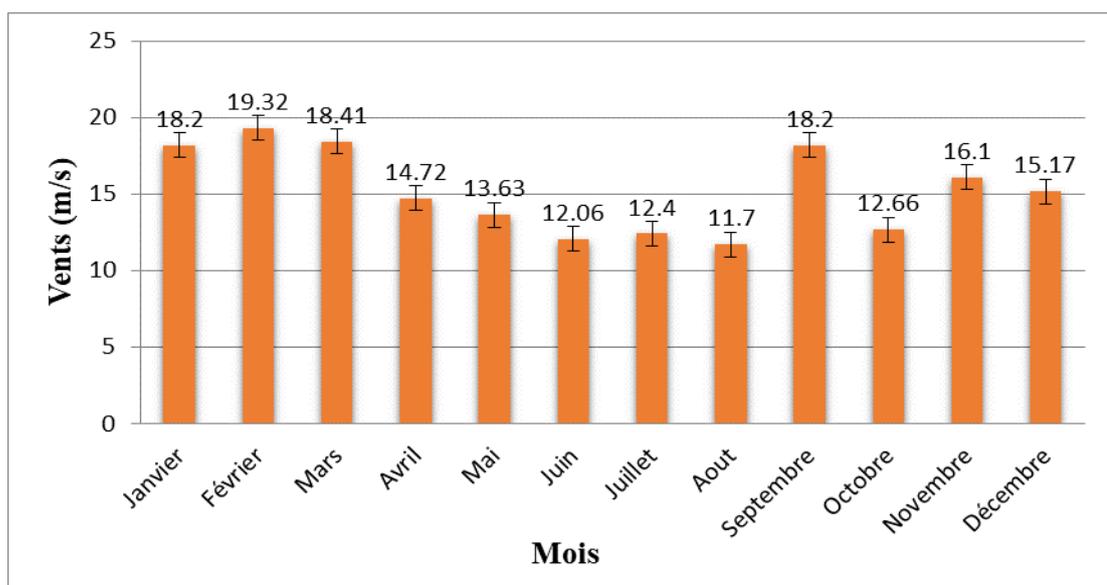


Figure 16 : Vitesses du vent moyennes mensuelles de la région de Jijel (2011-2021).

Station Achouat (ONM, 2022)

2.5. Synthèse climatique

2.5.1.Climagramme d'Emberger

Pour déterminer le type de climat nous avons utilisé la formule du quotient pluviométrique d'EMBERGER qu'a été modifiée par STEWART (1969):

$$Q_2 = 3,43 (P / M - m) \text{ Avec :}$$

Q : quotient pluviométrique ; **P** : pluviométrie annuelle en mm ; **M** : moyenne des maxima du mois le plus chaud en °C ; **m** : moyenne des minima du mois le plus froid ; M-m = amplitude thermique.

$$Q_2 = 3,43 \times 918,87 / (28,9 - 7,6)$$

$$Q_2 = 145,65$$

La région de Jijel se situe alors dans l'étage bioclimatique humide à hivers chauds (fig. 17)

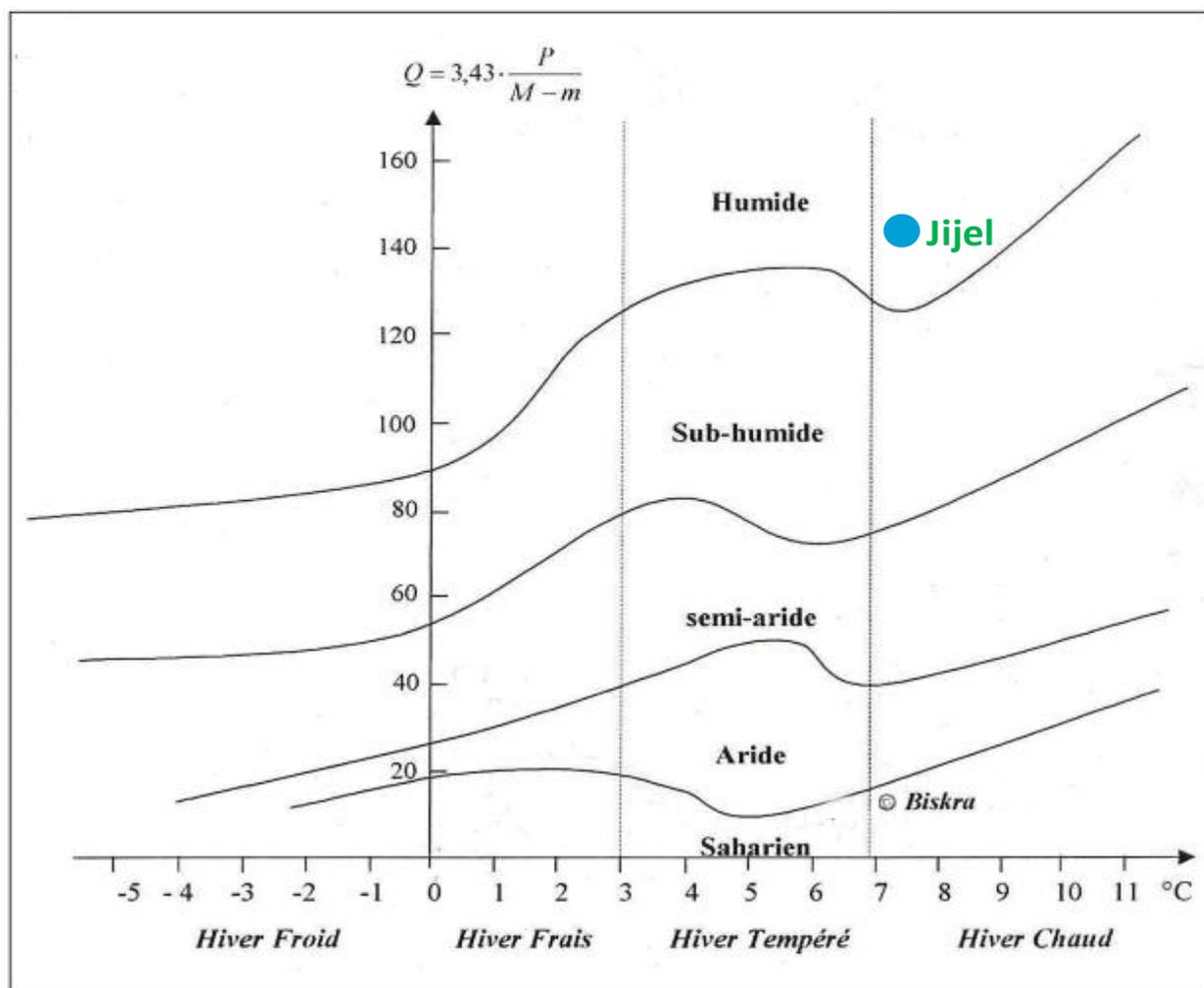


Figure 17 : Climagramme d'EMBERGER (2011/2021)

2.5.2. Diagramme Ombrothermique de Bangouls et Gaussen

Le diagramme Ombrothermique représente les variations mensuelles des températures (T) et des précipitations (P) selon une échelle dont P correspond à deux gradations de T ($P = 2T$).

On considère que la sécheresse s'établit lorsque la pluviosité mensuelle (P) exprimée en mm est inférieure au double de la température moyenne mensuelle (T) en degrés Celsius (DAJOZ, 1985).

L'examen du diagramme ombrothermiques de la figure 18 montre que pendant la période (2011-2021), la région de Jijel témoigne 4 mois de sécheresse (juin, juillet, août et septembre).

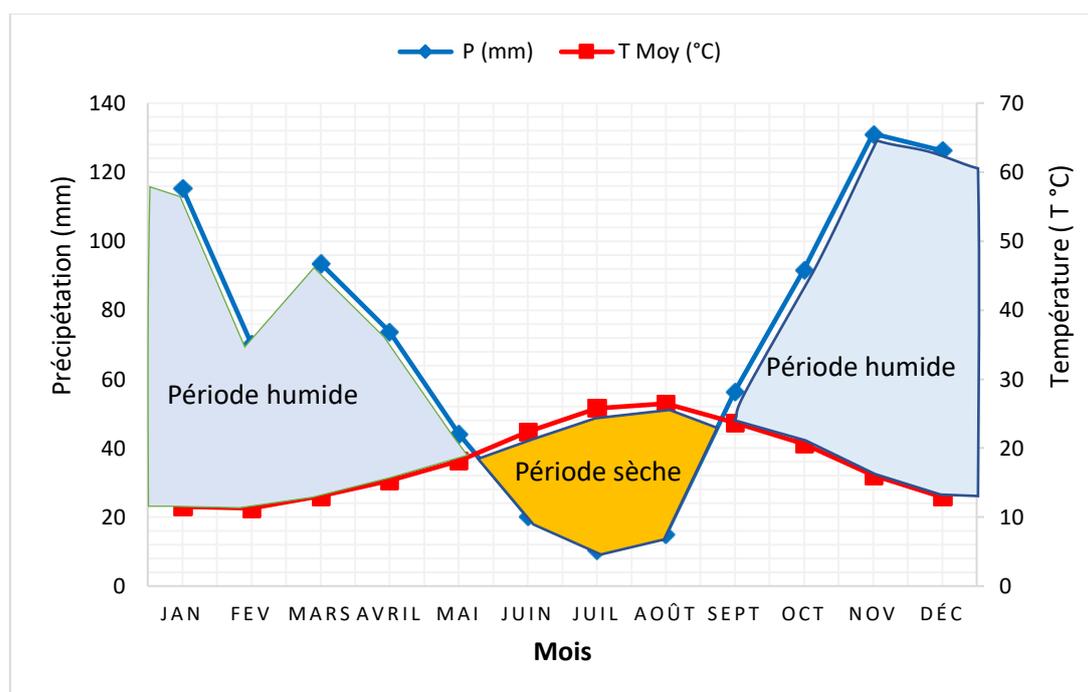


Figure 18 : Diagramme Ombrothermique de Bangouls et Gausse de la wilaya de Jijel (période : 2011 - 2021).

3. Importance forestière de la région de Jijel

3.1. Couverture Forestière de la région de Jijel :

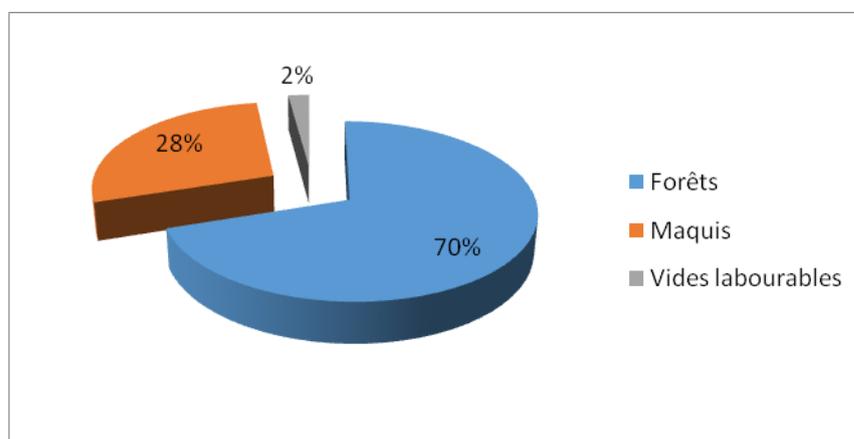
La wilaya de Jijel se caractérise par des forêts denses et diverses, qui occupent une surface importante. La répartition des superficies forestières par essence fait ressortir une certaine diversité dans la composition des peuplements forestiers qui ont été cartographiés sur le terrain.

Selon les données de la conservation des forêts de Jijel, La superficie forestière est estimée à 137.457 ha. Les essences qui occupent les forêts de Jijel sont le chêne liège (78.324 ha), le Chêne Zeen (24.272ha), le chêne afarés (163 ha), le chêne vert (2.765 ha) et le pin maritime (687ha).

Tableau 03 : Superficie de la couverture forestière dans la région de Jijel

Formations forestières	Forêts	Maquis	Vides labourables
Superficie (Ha)	96 211	38 334	2 912

Source (conservation des forets ,2020)

**Figure 19** : Répartition des formations forestières au niveau de Jijel (Conservation des forets, 2020)

3.2. Exploitation de chêne liège :

La conservation des forts récolte le liège annuellement, le taux de production de liège est de 15 000 quintaux par saison. Au cours de la saison 2017, 14 104 quintaux de liège ont été récoltés, ainsi Jijel occupe la deuxième place nationale consécutive.

Ce processus permet d'attirer annuellement environ 335 travailleurs directs, en plus d'assurer l'approvisionnement des unités de transformation du liège, qui emploient plus de 235 travailleurs permanents et 50 travailleurs saisonniers.

La Direction du Commerce et la Chambre de l'Industrie et du Commerce ont enregistré en 2017, l'exportation de plus de 29 500 quintaux de bouchons de liège, 2 320 m³ de plaques isolantes et 86 900 quintaux de granulés de liège, avec un revenu total de plus de 5,3 millions de dollars.

Chapitre III :
Matériel et méthodes

En considérant notre problématique de travail qui consiste à évaluer l'impact des facteurs biotiques affectant l'état de santé de chêne-liège, nous avons opté pour deux agents biotiques. Il s'agit des insectes ravageurs et des champignons pathogènes qui s'interagissent entre eux même et avec l'arbre de chêne liège, dont la méthodologie de l'étude est conçue différemment en respectant la particularité de chacun de ces facteurs.

1. Description des sites d'échantillonnage

Le choix des sites d'échantillonnage tient compte de la présence des dégâts d'insectes ravageurs et des maladies fongiques affectant l'état de santé de chêne liège. En s'articulant à une prospection préalable des terrains, en plus à des informations recueillies auprès des services forestiers de la région (conservation de Jijel), nous avons pu identifier trois sites d'échantillonnage remplissant nos exigences d'investigation.

1.1. Description du premier site

Le premier site marque une infestation invasive par un insecte défoliateur qu'est la *Lymantria dispar* (Photo 20). Le tableau suivant décrit quelques paramètres qui lui correspondent :

Tableau 04 : Description du premier site d'échantillonnage

Paramètres	Description
Appartenance administrative	Wilaya de Jijel, Daira de Texenna, Commune de Texenna
Appartenance forestière	FD Beni Khettab, Canton Oued Chetta
Coordonnées géographiques	X1= 36 665 Y1= 5, 810 X2= 36, 665 Y2= 5,845
Altitude extrême	Maxima : 1040 m Minima : 160 m
Superficie forestière du canton	316 Ha 55 Are
Superficie estimée de l'infestation	20 Ha
Agent biotique observé	Insectes défoliateurs

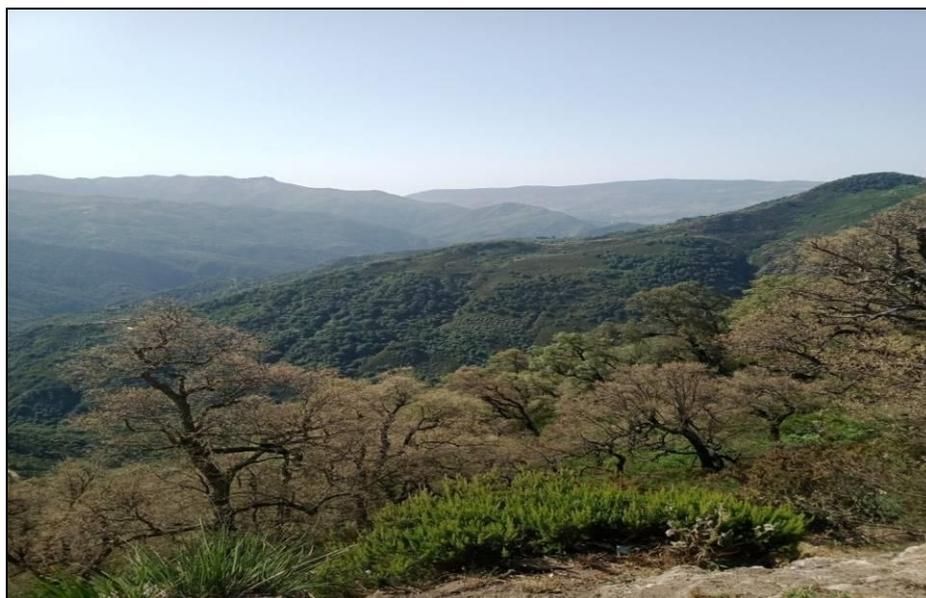


Figure 20 : Canton Oued Chetta (photo originale, 2022).

1.2. Description du deuxième site

Le deuxième site, ayant déjà subi un incendie durant l'été 2021, est marqué cette année en cours par une importante infestation des insectes xylomycétophage (photo 21). La description détaillée est dans le tableau suivant :

Tableau 05 : Description du deuxième site d'échantillonnage

Paramètres	Description
Appartenance administrative	Wilaya de Jijel, daïra de Texenna, commune de Texenna
Appartenance forestière	FD Rekkadametlatine, canton de Sendouh
Coordonnées géographiques	X1= 5 77225 Y1= 36 66773 X2= 5 77826 Y2= 36 67496
Altitude extrême	Maxima : 1020 m Minima : 700 m
Superficie forestière du canton	2440 Ha 65 Are 01 Ca
Superficie estimée de l'infestation	/
Agent biotique observé	Insectes xylomycétophage



Figure 21 : canton Sendouh (photo originale, 2022).

1.3. Description du troisième site

Le troisième site a fait l'objet de dégâts conjugués résultant de l'infestation par des insectes xylophages et défoliateurs, qui s'associe à des maladies fongiques en provoquant une mortalité importante des arbres. C'est le site qu'on a considéré ainsi pour effectuer le prélèvement des échantillons de champignons pour l'étude au laboratoire (Fig.22).

Tableau 06: Description du troisième site d'échantillonnage

Paramètres	Description
Appartenance administrative	Wilaya de Jijel, Daira d'El- Aouana, Commune d'El- Aouana
Appartenance forestière	FD El- Aouana, Canton Krina Boulbellout
Coordonnées géographiques	X1= 36, 730 Y1= 5,620 X2= 36, 755 Y2= 5,640
Altitude extrême	Maxima : 560 m Minima : 250 m
Superficie forestière du canton	256 Ha
Superficie estimée de l'infestation	/
Agent biotique observé	Insectes xylomycétophage + Champignon pathgène



Figure 22 : Canton Krina Boulbellout photo (originale, 2022).

2. Etude de l'impact des insectes ravageurs et des maladies fongiques

2.1. Plan d'échantillonnage

Pour l'insecte défoliateur ; la *Lymantria dispar* signalé dans le premier site, nous avons considéré la totalité de la superficie infestée en réalisant une observation globale des arbres. Dans ce cas-là nous avons juste noté la présence ou l'absence de l'infestation par endroit parce que cette catégorie d'insecte dévore la totalité du feuillage ce qui ne donne pas intérêt pour l'estimation des dégâts par arbre.

Dans les deux autres sites (2 et 3), marquant la présence de l'infestation par les xylophages, nous avons échantillonné 40 arbres pour chacun allant du premier au plus proche voisin, à partir d'un point de départ au milieu.

2.2. Types de relevés et examens réalisées :

Notre travail sur terrain comporte plusieurs relevés et observations de différentes natures, associés avec une collecte des insectes s'attaquant à la subéraie. D'autres examens, des mesures et l'identification des insectes sont aussi complétés au laboratoire.

2.2.1. Relevés dendrométriques et d'exploitation

Les relevés dendrométriques consistent à mesurer la circonférence des troncs à une hauteur de poitrine (environ 1,30 m du sol) à l'aide d'un mètre ruban, complété d'une mesure de la hauteur totale estimée visuellement.

Quant aux relevés d'exploitation, ça comporte des mesures de la hauteur d'écorçage de la dernière levée et le nombre d'écorçages (en comptant le nombre de couches de liège apparentes).

Tableau 07 : Description des variables dendrométriques et d'exploitation retenues

N°	Variabes	Code	Unités de mesure / Echelles de notation
1	Hauteur	Haut	Mètre (m)
2	Circonférence	Circo	Mètre (m)
3	Démasclage	Déma	0 (non démasclé), 1 (démasclé)
4	Hauteur de Démasclage	HDém	Mètre (m)
5	Nombre de Démasclage	NDém	Valeur

2.2.2. Examen phytosanitaire de la cime et du tronc :

L'examen de la cime permet de mettre en évidence deux principaux symptômes : La défoliation (la perte foliaire) et la décoloration (coloration anormale) (Bonneau et Landmann, 1988). La défoliation traduit la perte éventuelle de feuilles dans la partie fonctionnelle de la cime, alors que la décoloration traduit un changement par rapport à la coloration habituellement observée sur le feuillage du chêne-liège (vert foncé lustré) (Tableau 08).

Tableau 08 : Liste des variables retenues dans l'évaluation de l'état de santé des arbres du chêne liège.

N°	Variabes	Code	Unités de mesure / Echelles de notation
06	Défoliation	Défol	0 [Aucune (0 – 10%)], 1 [faible (11 – 25%)], 2 [moyenne (26 – 60%)], 3 [forte (61 – 95%)], 4 [totale (100%)].
07	Décoloration	Décol	0 [Aucune (0 – 10%)], 1 [faible (15 – 25%)], 2 [moyenne (30 – 60%)], 3 [forte (65 – 95%)], 4 [totale (100%)].
08	Etat de santé	ESan	0 (arbre sain), 1 (déperissement léger), 2 (modéré), 3 (grave) et 4 (arbre mort sur pied)
09	Nombre de trous actifs des xylomycétophage	TIXM	0 [Aucun (0)], 1 [faible (1 – 10)], 2 [moyenne (11 – 30)], 3 [élevé (31 – 50)], 4 [très élevé (>50)].
10	Nombre de trous d'insectes xylophages	TIXyl	0 [Aucun (0)], 1 [faible (1 – 10)], 2 [moyenne (11 – 30)], 3 [élevé (31 – 50)], 4 [très élevé (>50)].
11	Ecoulement divers	Ecol	0 (absence), 1 (présence)
12	Maladies fongiques	Champ	0 (absence), 1 (présence)
13	Présence de crevasses	PCrev	0 [Aucune (0)], 1 [faible (1- 10%)], 2 [moyenne (11- 20%)], 3 [forte (20 – 30%)], 4 [très forte (>30)].
14	Degré d'incendie	DInc	0 (non incendié), 1 (incendié)

Source (Younsi et al, 2021)

En ce qui concerne l'examen du tronc, il s'agit des observations visuelles sur une hauteur allant généralement jusqu'au la première branche de la cime. L'examen du tronc porte sur deux principaux critères ; dont l'un concerne la présence des signes d'infestations et maladies,

notamment les trous d'insectes xylophages, les divers écoulements et la présence des crevasses, tandis que l'autre critère porte sur les dégâts occasionnés par l'action de l'homme (déliégeage, des blessures diverses et les incendies). En effet, chaque tronc d'arbre échantillonné est observé et décrit à l'aide d'un certain nombre de paramètres résumés dans le (Tableau 08).

2.2.3. Examen des feuilles :

Suivant l'accessibilité des arbres, nous avons prélevés des rameaux feuillés selon les 4 points cardinaux, à raison d'un rameau par orientation. Ces rameaux ont fait l'objet d'un examen au laboratoire dont l'objectif est de quantifier les dégâts causés par les agents biotiques.

Les feuilles des différents rameaux sont séparées au laboratoire pour constituer trois lots distincts correspondant à chaque site. Ces feuilles peuvent renfermer différentes catégories phytosanitaire (feuilles saines, attaquées, nécrosées, galles, attaquées et nécrosées, attaquées et présentant des galles, nécrosées et présentant des galles ; attaquées, nécrosées et présentant des galles).

L'examen des feuilles est porté sur un échantillonnage de 300 unités tirées au hasard pour chaque site, ce qui donne un total de 1800 feuilles. Les feuilles échantillonnées ont fait l'objet d'un calcul de la proportion des différentes catégories phytosanitaire, en plus à des mesures biométriques accompagnées d'un examen sanitaire détaillé pour chaque feuille.

2.2.3.1. La biométrie des feuilles : L'étude de la biométrie des feuilles a concerné les mesures de la longueur, de la largeur et de la surface, qui ont porté sur l'ensemble des 1800 feuilles échantillonnées. La longueur et la largeur sont mesurées à l'aide d'un pied à coulisse numérique, tandis que pour la surface foliaire, nous avons appliqué la formule de Moneville(1944).

$$\text{Surface foliaire} = \text{Longueur du limbe} \times \text{Largeur du limbe} \times 0,94$$



Figure 23 : Pied à coulisse (photo original, 2022)

2.2.3.2. Etude des catégories phytosanitaires des feuilles : Il s'agit de la quantification des différents dégâts occasionnés notamment par les insectes phyllophages. Les feuilles de chêne liège ont fait l'objet de diverses attaques, dont nous avons pu ressortir différentes catégories phytosanitaires.

Le tableau suivant résume les variables que nous avons tenues en compte dans cet examen des feuilles, ainsi que les méthodes d'évaluation utilisées.

Tableau 09 : Liste des variables retenues dans l'examen de l'état de santé des feuilles

N°	Variabes	Code	Unités de mesure / Echelles de notation
1	Longueur	Long	Mm
2	Largeur	Larg	
3	Surface	Surf	Cm ²
4	Perforation	Perf	Nombre
5	Galles	Gall	
6	Nécrose	Nécr	0 [Feuilles saines (0 – 5%)], 1 [faible dommage (6 – 15%)], 2
7	Décapitation	Décap	[dommage moyenne (16 – 30%)], 3 [forte dommage (31 – 50%)], 4 [feuille détériorée (>50%)].

2.2.4. Collecte des insectes

Une collection d'insectes vivants ou morts a été établie dans chaque site d'échantillonnage. Nous avons employé des techniques de récolte couramment utilisées dans le domaine de l'entomologie :

- **La récolte a vue :** Elle implique des observations minutieuses de l'arbre. La recherche des insectes présents dans la zone corticale de chênes lièges a été effectuée aussi.
- **Les pièges pour les insectes volants :** Ces pièges sont constitués de bouteilles en plastique (5 L) qui renferment une ouverture pour l'entrée des insectes volants. Une solution à base d'un mélange de vinaigre, du sel et de l'eau est versée dans les pièges pour des raisons de conservation et d'attraction. Il y en a deux types ; d'émergence et d'interception 10 pièges ont été utilisés (fig 24 et 25).



Figure 24 : Piège d'émergence aux insectes



Figure 25 : Piège d'interception aux insectes

- **Conservation et identification** : Les insectes récoltés au cours du temps sont conservés séparément au laboratoire dans des flacons et des tubes munis d'étiquettes en utilisant le formol (fig.26). Ils ont été identifiés selon des clés d'identification à l'aide des guides appropriés (Michael, 1988; Villemant, et Fraval, 1993).



Figure 26 : Des tubes portent des insectes dans le formol dilué (photo original, 2022).

2.3. Echantillonnage Au niveau de terrain pour les champignons phytopathogènes :

Les échantillons ont été prélevés sur 20 arbres malades présentant des symptômes de dépérissement (noircissement du xylème et des taches avec des formes variables, jaunissement et dessèchement des feuilles ainsi que la présence de chancres sur les branches et le tronc.).

Les échantillons sont recueillis dans des sacs en papier stérile (Botton et *al.* 1990), puis ramenés au laboratoire et conservés à 4°C dans un réfrigérateur jusqu'à leur analyse.

2.4. Etude des champignons au laboratoire

- Isolement et identification des champignons

Le travail porte sur l'isolement et l'identification des isolats fongiques phytopathogènes affectant les arbres de chêne liège.

2.4.1. Matériel biologique :

Le matériel végétal utilisé dans la partie expérimentale est composé de différents échantillons des arbres de chêne liège (*Quercus suber* L.) Les échantillons sont des feuilles infectées, des morceaux de tronc symptomatiques et une quantité de la sciure existent dans les trous d'entrée/sortie de l'insecte xyломycétophage et des insectes *Platypus cylindrus* sont prélevés du foret d'El- Aouana, Canton Krina Boulbellout.

2.4.2. Le matériel utilisé :

- Bec Bunsen, anse de platine, pince, boîtes de pétri en plastique, bistouri, scotch pour fermer les boîtes de pétri, bain mari, papier Wattman stérile.
- Pour l'observation microscopiques et l'identification des champignons : un microscope optique, une loupe binoculaire, Lames et lamelles, une étuve pour l'incubation des boîtes.
- Appareil photo numérique.

2.4.3. Produits et réactifs :

- Eau de javel pour la stérilisation.
- Eau distillée stérile.
- Solution de Lactophénol pour la coloration des champignons.

2.4.4. Le Milieu de culture :

Le Sabouraud est une gélose permet la croissance et l'isolement d'une grande variété de levures et moisissures. C'est une gélose glucosée présentant un PH légèrement acide pour favoriser la culture des champignons.

2.4.5. Etude mycologique

2.4.5.1. Isolement des mycètes :

Les fragments des feuilles et de tronc malade sont découpés séparément en petits fragments à l'aide d'un bistouri stérile de 1 cm de diamètre « 3 fragments par boîte ». Par la suite, ils sont désinfectés par trempage dans 5% d'eau javel stérile pendant 5 minutes, puis rincés dans l'eau distillé stérile trois fois successives, puis séché à l'aide d'un papier Wattman stérile. La désinfection est effectuée pour éliminer les microflores exogènes. Ces fragments sont déposés dans des boîte de pétri, contenant le milieu Sabouraud. L'incubation est réalisée à 25°C pendant six jours (Botton et al. 1990).

Concernant la sciure et le *Platypus* ils sont aussiensemencées après rinçage dans l'eau de javel pendant 5minute , suite par lavage dans l'eau distillée trois fois successives, puis séchage à l'aide d'un papier Wattman stérile puis sont déposés dans des boîte de pétri, contenant le milieu Sabouraud. L'incubation est aussi réalisée à 25°C pendant six jours (Botton et al. 1990).

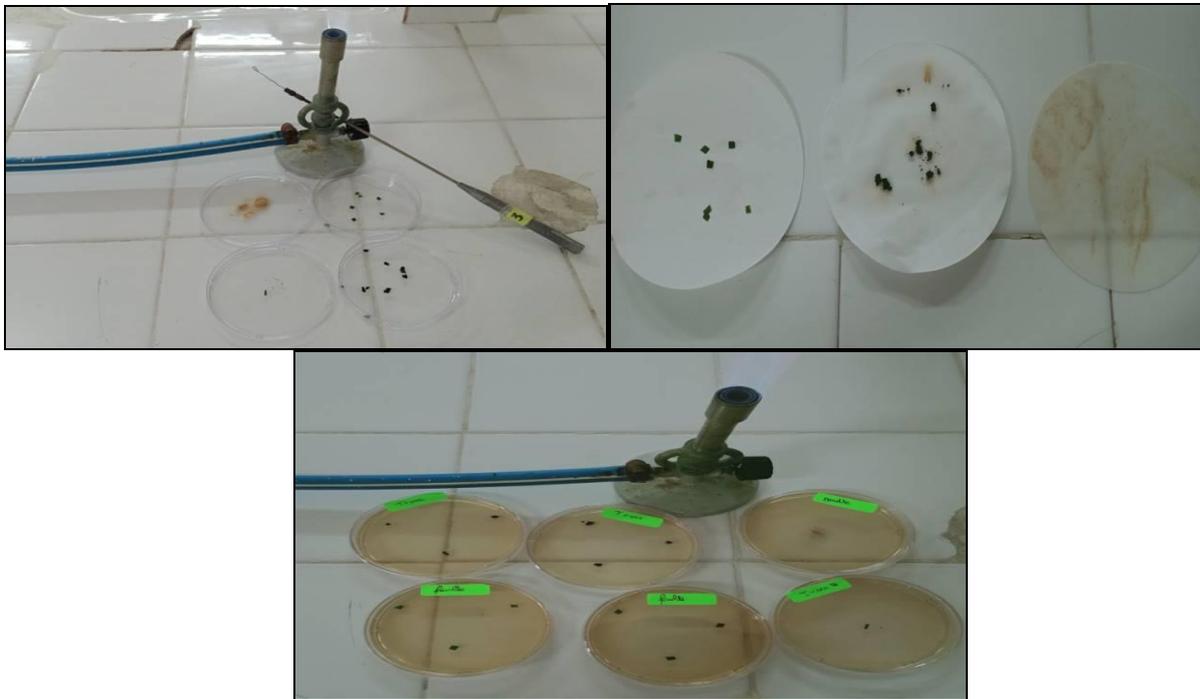


Figure 27 : ensemencement des fragments (tronc et feuilles), sciure et *platypus cylindrus*.

2.4.5.2. Purification :

Les colonies développées autour des fragments n'étant pas toujours pures, elles sont contaminées par d'autres moisissures, levures et bactéries. La purification à donc, pour l'obtention des isolats fongiques purs.

La purification est réalisée par transfert des colonies développées sur des boîtes contenant le milieu de culture Sabouraud (chaque colonie récupérée dans une boîte).

En cas de contamination par une autre souche fongique, la purification des isolats a été effectuée par le repiquage d'un hyphes terminal au centre de boîte contenant le même milieu et dans les mêmes conditions d'incubation jusqu'à l'obtention de souches pures (Guiraud, 2003).

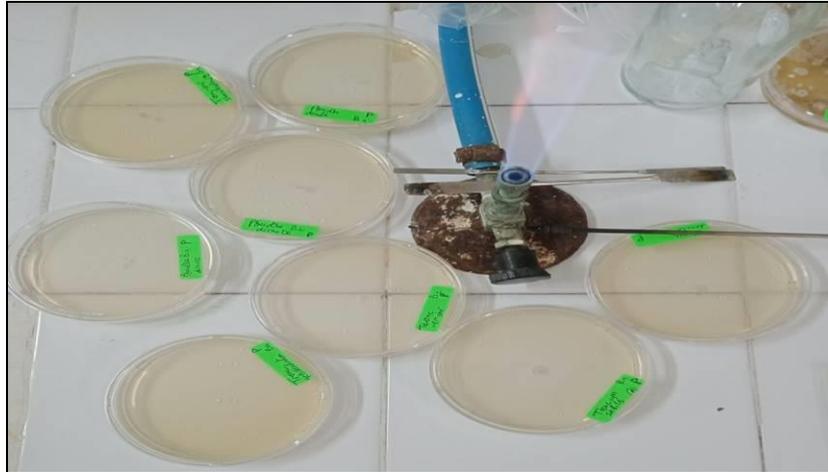


Figure 28: Purification des isolats.

2.4.5.3. Identification :

L'identification des champignons est basée sur les caractéristiques culturales et morphologiques des conidies et conidiospores conformément à Barnett et Hunter (1975), Botton et al. (1990), Luque et al. (2000), Phillips et al. (2007), Mullerin et Smith (2015).et (Pitt, 1979).

- **Etude Macroscopique**, se basant sur :
 - la vitesse de croissance.
 - la couleur des colonies et sa variation en fonction du temps.
 - la couleur du revers de la culture et présence d'un pigment.
 - la texture de thalle (velouté, laineux ...).
 - l'odeur de la colonie.
- **Etude microscopique** : La préparation d'une lame d'examen microscopique est réalisée selon la méthode de (Botton et al . ,1990) qui consiste à :
 - Déposer une goutte de Lactophénol sur une lame propre.
 - Prélever légèrement le mycélium de la colonie fongique et le déposer sur la goutte de lactophénol.
 - Chauffer légèrement en passant la lame sur une flamme faible.

- Recouvrir la préparation par une lamelle sans provoquer de bulles d'air.

Les lames préparées sont observées au microscope optique pour déterminer la morphologie de la moisissure, qui consiste à observer les caractères suivants :

- Étude microscopique du mycélium.
- Nature des organes différenciés : zygospores.
- Présence ou l'absence de septum (Botton et al, 1990)

Généralement, un examen à l'objectif 40 est suffisant pour mettre en évidence des éléments importants (Chabasse, 2002). L'observation microscopique permet de détecter la présence du thalle, la présence ou l'absence de septum, la nature et la reproduction et les caractéristiques des fructifications et des spores.

3. Analyse des données

En plus de analyses descriptives, les données recueillies sont analysées statistiquement en utilisant le logiciel XlStat 2016 selon deux principes :

- Le premier consiste à une Analyse de la Variance à un critère de classification (ANOVA) pour la comparaison des moyennes entre les différents sites.
- Le deuxième consiste à une analyse exploratoire des données par l'emploi de l'Analyse en Composantes Principales (ACP).

Chapitre IV :

Résultats et discussion

1. Impact des insectes défoliateurs

1.1. État phytosanitaire des feuilles de chêne liège

1.1.1. Comparaison de moyennes de l'étude biométriques des feuilles en fonction des sites

L'analyse de la variance (ANOVA) à un critère de classification démontre qu'il existe des différences très hautement significatives pour la longueur des feuilles, tandis que, ça ne soulève pas de différences significatives pour la largeur et la surface des feuilles (tableau 10).

Tableau 10 : Analyse de la variance pour les paramètres biométriques des feuilles en fonction des sites

Paramètres	Moyennes	Classement des Sites	Groupe homogène	Significativité
Longueur (mm)	47.63	Krboul	A	Pr< 0.0001 DTHS
	46.355	Send	A	
	42.244	Ocht	B	
Largeur (mm)	31.036	Ocht	A	Pr= 0.444 DNS
	23.577	Send	A	
	21.399	Kboul	A	
Surface (mm²)	12.802	Ocht	A	Pr= 0.678 DNS
	10.860	Send	A	
	9.895	Kboul	A	

La longueur des feuilles est plus grande dans le site de Krina Boubellout et de Sendouh par rapport à celle dans le contant Oued Chat (**fig.29**).

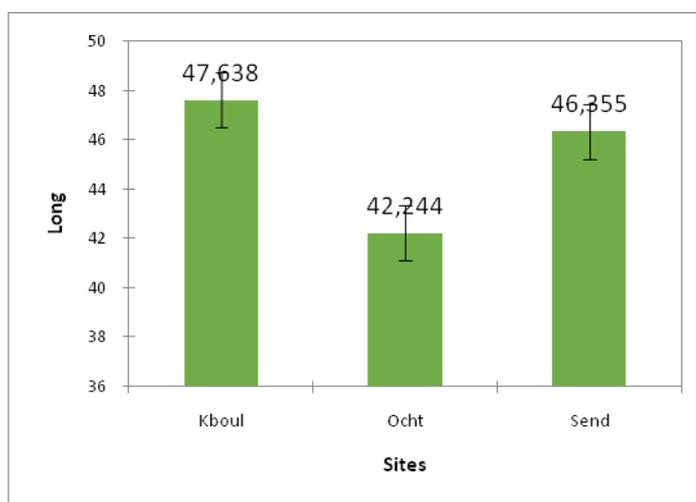


Figure 29 : Longueur moyenne des feuilles en fonction des sites

Cependant, concernant la largeur et la surface, les moyennes sont considérées égales (fig. 30 et 31).

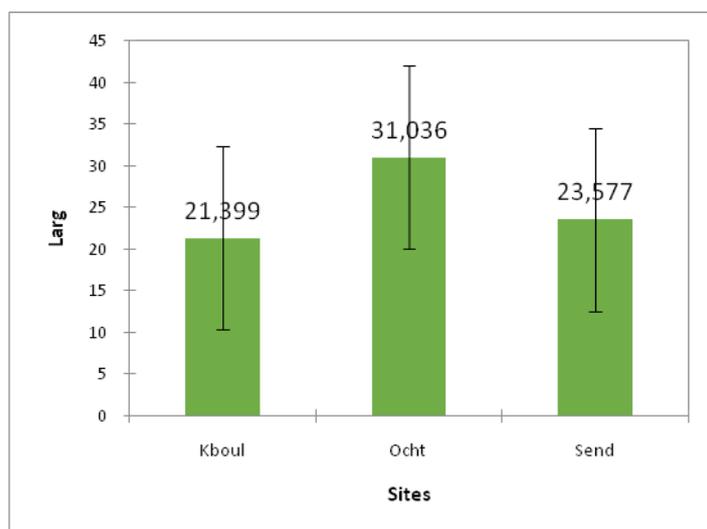


Figure 30 : Largeur moyenne des feuilles en fonction des sites

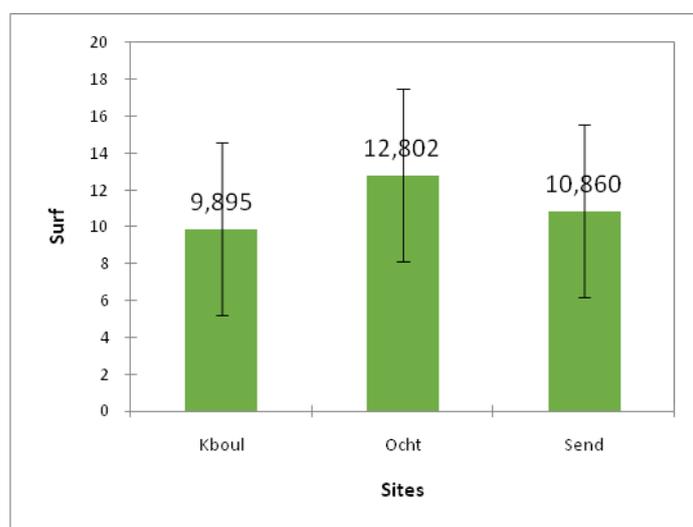


Figure 31 : Surface moyenne des feuilles en fonction des sites

1.1.2. Comparaison de moyennes des différentes catégories de dégâts sur les feuilles en fonction des sites

La comparaison de moyenne (ANOVA) montre qu'il existe toujours des différences significatives pour les différentes catégories de dégâts enregistrées en fonction des sites (Tab.11).

Tableau 11 : Analyse de la variance pour les différentes catégories de dégâts en fonction des sites

Paramètres	Moyennes	Classement des Sites	Groupe homogène	Significativité
Décapitation (%)	11.089 9.965 5.006	Send Ocht Krboul	A AB B	Pr = 0.031 DS
Perforation (Nombre)	0.600 0.353 0.307	Send Ocht Krboul	A B B	Pr= 0.000 DTHS
Nécrose (mm²)	7.169 6.998 1.185	Send Ocht Krboul	A A B	Pr= 0.000 DTHS
Galles (Nombre)	2.497 0.000 0.000	Krboul Send Ocht	A B B	Pr= 0.000 DTHS

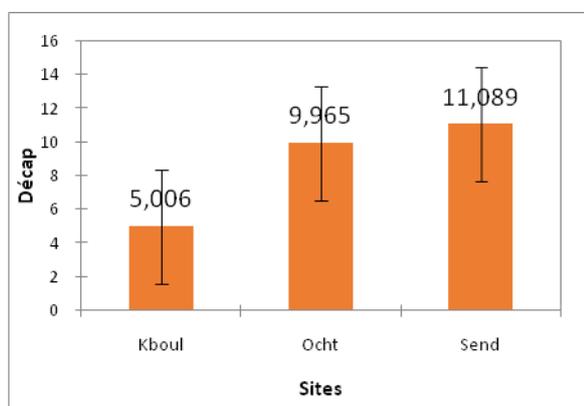


Figure 32: proportion moyenne de décapitation des feuilles en fonction des sites

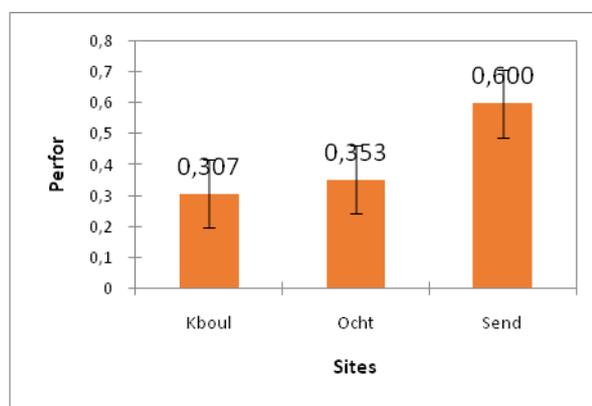


Figure 33: Nombre moyen de décapitation des feuilles en fonction des sites

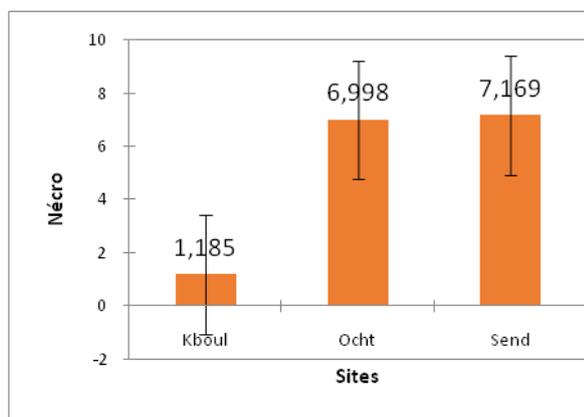


Figure 34: proportion moyenne de nécrose des feuilles en fonction des sites

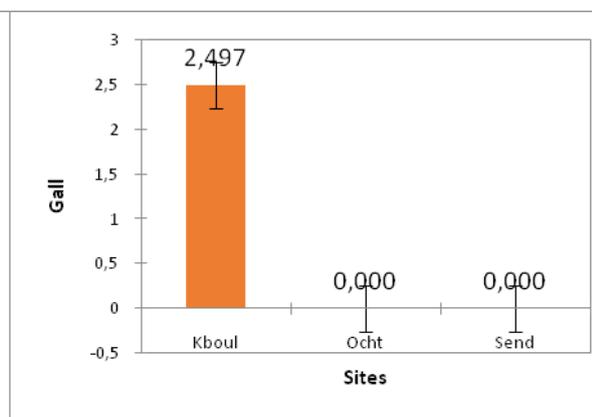


Figure 35: Nombre moyen des galles par feuille en fonction des sites

1.1.3. Interaction des paramètres biométriques avec les différentes modalités d'infestation

Le cercle de corrélation (Fig .33) fait ressortir une remarquable représentation significative pour les variables éloignées du centre graphique (7 variables).

Les variables (Larg et surface) sont corrélées positivement avec eux Sur l'axe F2.

Les variables (perfor, long, gal) sont corrélées positivement avec eux Sur l'axe F1.

Les variables (Décap, Nécro) sont corrélées négativement avec eux Sur l'axe F1.

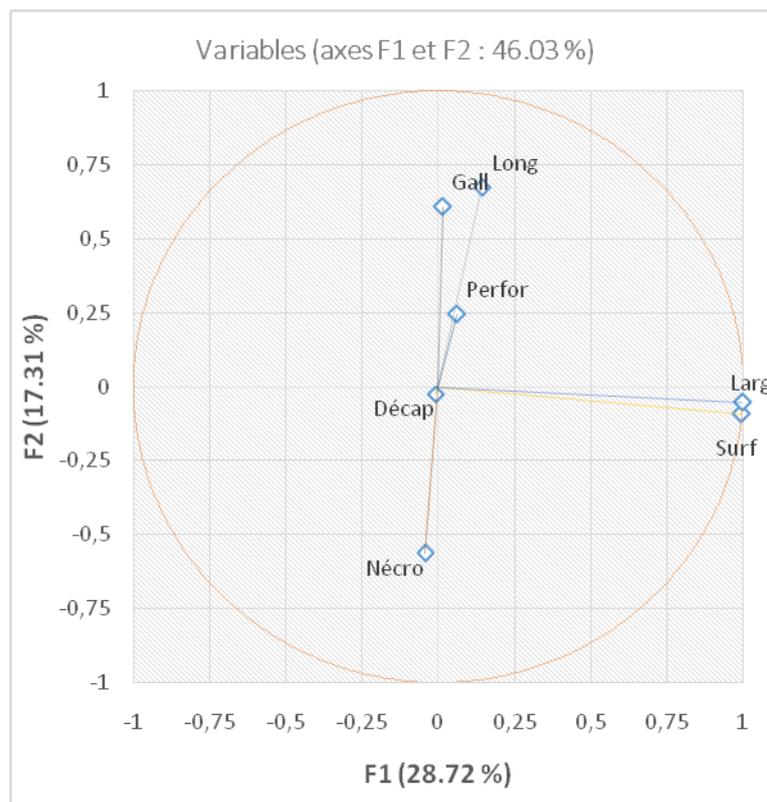


Figure 36 : graphique de l'ACP représentant les variables phytosanitaires des feuilles

1.2. Invasion de la *lymantria dispar*

En prospectant le site d'Oued Chetta, on a pu observer une défoliation importante causé par l'infestation des chenilles de *lymantria dispar*. A cause de la voracité de cette dernière a pu ravager une grande superficie d'arbre de chêne liège qui s'évalue à 20 ha durant un peu de temps. La figure 37 montre deux stades de cet insecte (chenille et chrysalide) dont la forme chenille qui dévore les feuilles.



Figure 37: Chenille de *Lymantria* en plus de ses chrysalides sur une branche de chêne liège (les chrysalides, brun et glabre, demeure accrochée au tronc dans un filet de soie lâche).



Figure 38 : Chenille de *Lymantria* dévorant totalement le feuillage de chêne liège



Figure 39 : retombé de débris des feuilles dévorées et d'excréments noirs plus ou moins arrondis recouvrant le sol dans la subéraie d'Oued Chetta

1.3. Dégâts des autres défoliateurs

On a pu observer aussi d'autres défoliateurs qui ont causés des dégâts similaires à ceux causés par la *Lymantria dispar*, mais à un degré moins sévère. La figure 40 et 41 montre deux espèces des insectes défoliateurs (le stade chenille).



Figure 40 : La tordeuse verte (*Tortrix viridana*) ,(photo original 2022)

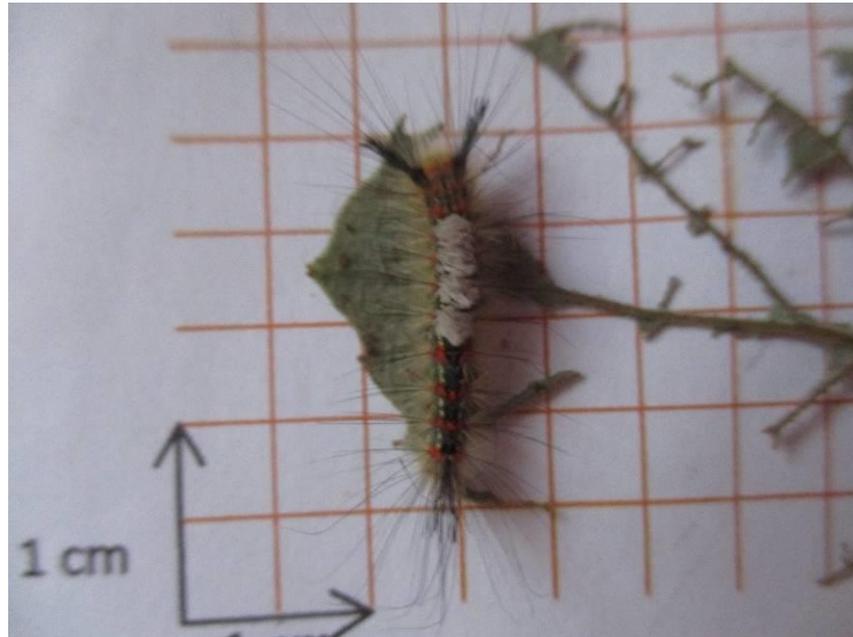


Figure 41 : *Orgyia antiqua*.

2. Impact des insectes xylophages

2.1. Etat phytosanitaire des arbres infestés

L'ACP correspondant à l'interaction des différentes variables concernant l'état phytosanitaire des arbres témoigne une valeur de plus de 50 % de la variabilité expliquée par les deux premiers facteurs ou axes (fig. 42).

L'axe F1 regroupe les variables caractérisant l'état de santé de chêne liège (ESan, Décol et Défol) associées avec les variables de hauteur de démasclage (HDém) et le degré de l'incendie (DIns) dont les corrélations sont positivement significatives.

Quant à l'axe F2, il regroupe plutôt les variables concernant les problèmes phytosanitaires suivant (Champ, PCrev et TIXM) qui sont corrélées positivement avec le démasclage (Dém) et le nombre de démasclage (Ndém).

Pour le graphique des observations de l'ACP, la (fig. 40) démontre que les arbres de 1 à 40 appartenant au site de Sendouh se regroupent beaucoup plus sur l'axe F1, dont l'état de santé est plus dégradé, alors que l'axe F2 regroupe les arbres allant de 41 à 80 qui sont plus sensibles au problème de la maladie fongique (Champ) et de l'infestation par les insectes xylomycétophage (TIXM).

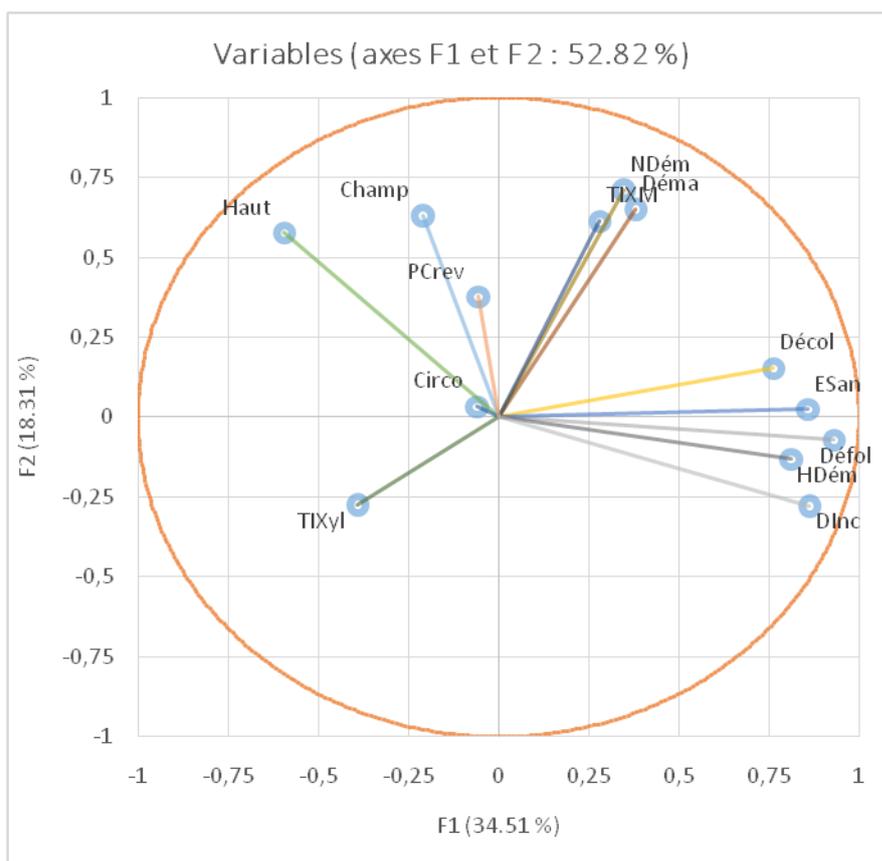


Figure 42 : Graphique des variables de l'ACP

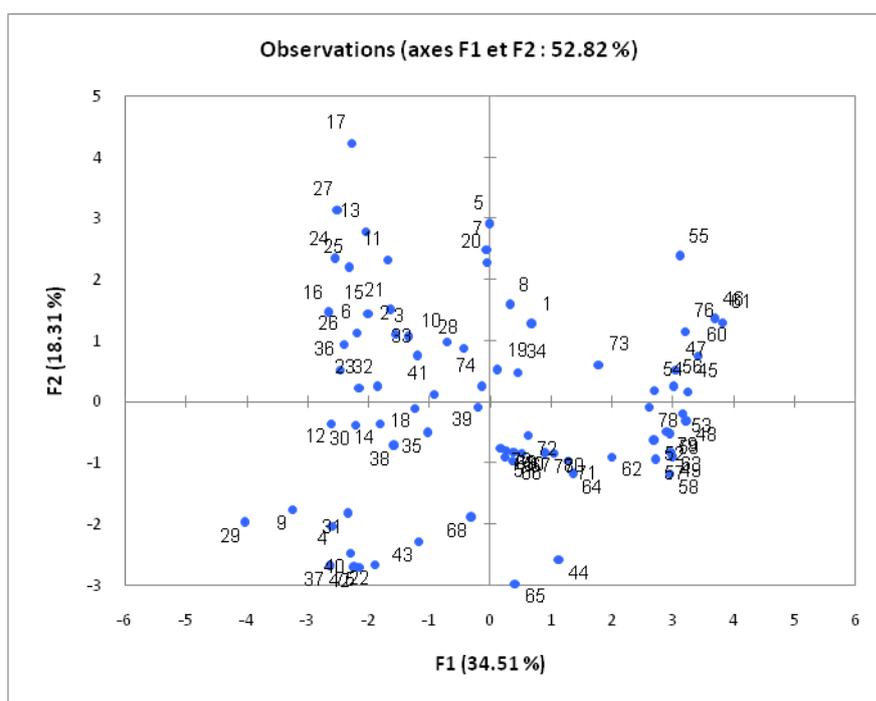


Figure 43 : Graphique des observations de l'ACP

2.2. Inventaire des xylophages collectés

En prospectant le site krina boulbout, on a pu observer des infestations importantes par différentes insectes xylophages. Des trous de pénétration ou de sortie de xylophages de taille variable sur les troncs des arbres indiquent la présence de ces insectes.

Les figures ci-dessous montrent quelques insectes xylophages collectés.

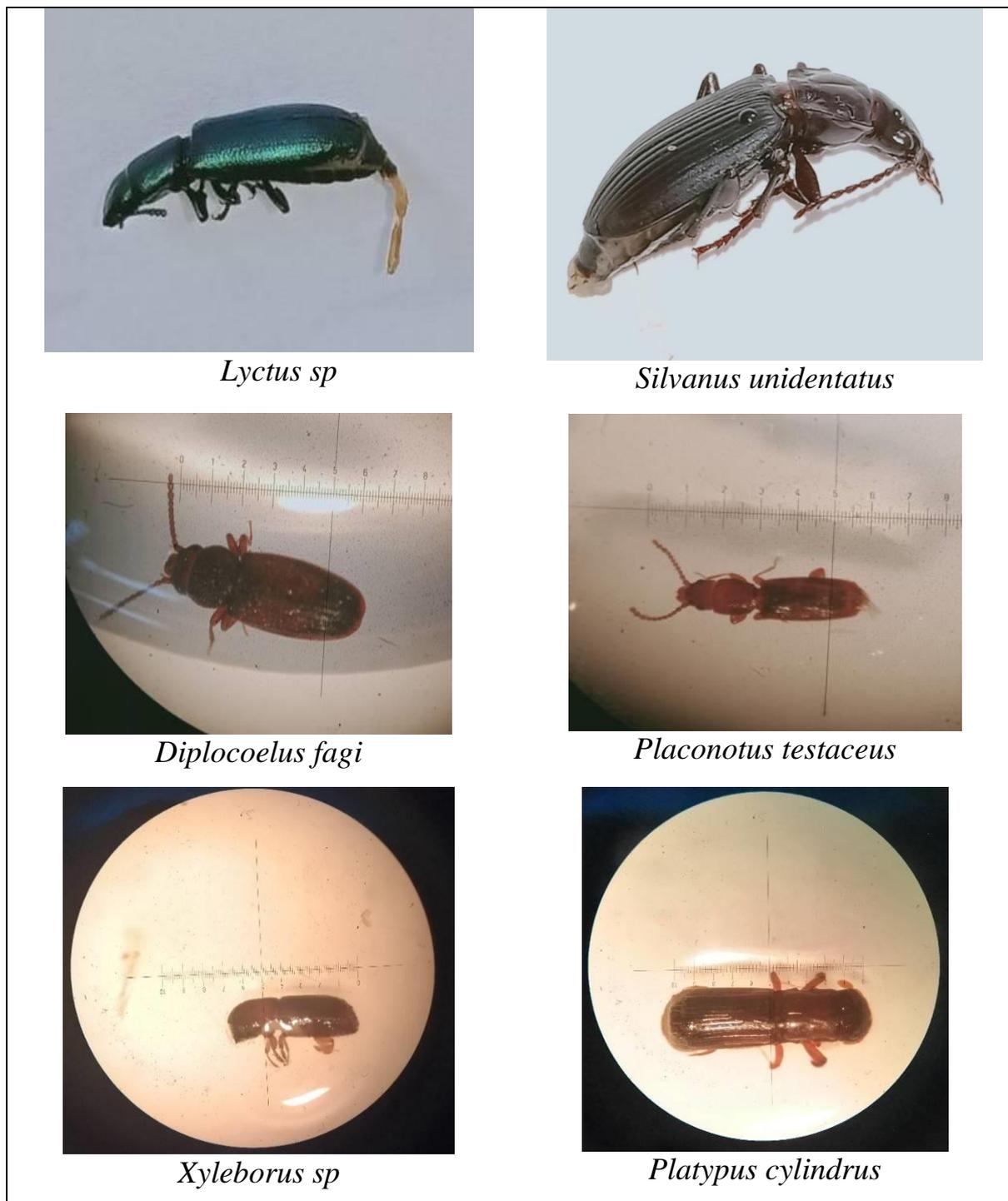


Figure 44 : Photos des différents xylophages observés dans les sites d'études

3. Impact des champignons phytopathogènes

3.1. Les maladies fongiques observées dans la région

En examinant les arbres de chêne liège du site de krina boulbalout, nous avons remarqué des arbres infectés par des champignons phytopathogènes, présentant divers symptômes de dépérissement. Les figures ci-dessous montrent quelques symptômes d'infestation sur les arbres.



Figure 45: Charbon de la mère observé au niveau d'un jeune arbre de chêne liège causé par *Biscogniauxia mediterranea*



Figure 46: Exsudation en creuse sur le tronc, faisant partie des symptômes causés par *Phytophthora cinnamomi*.



Figure 47 : Un autre symptôme de maladie fongique affectant le tronc de chêne liège.

3.2. Inventaire des champignons phytopathogènes identifiés

Au terme de l'analyse mycologique, plusieurs moisissures ont pu être isolées à partir des arbres de chêne liège (fig.48)



Figure 48 : Les isolats fongiques avant la purification.

En effet, neuf (9) isolats fongiques ont été isolés à des fréquences variables, et appartenant à six (6) genres : *Acremoniu sp*, *Diplodia sp1*, *Diplodia sp2*, *Fusarium solani*, *Géosmithia sp1*, *Géosmithia sp2*, *Penicillium sp*, *Stachybotrys sp* et un champignon non identifié.

La recherche de champignon à concerner différentes partie ou compartiments des arbres, ainsi qu'à des insectes associés au chêne liège. Après l'identification , les champignons dont on a pu observer sont décrits dans le tableau et les figures ci-dessous :

Tableau 12 : Isolats fongiques obtenus des organes différents

Numéro d'isolats	Isolats fongiques	La source	Nombre d'isolats selon sa source	Nombre des isolats obtenu en laboratoirer selon l'espece
1	<i>Acremonium sp</i>	Tronc	5	2
2	<i>Diplodia sp1</i>			4
3	<i>Fusarium solani</i>			3
4	<i>Géosmithia sp2</i>			3
5	<i>Penicillium sp</i>			2
6	<i>Stachybotrys sp</i>	Feuilles	1	2
7	<i>Diplodia sp2</i>	La sciure	1	5
8	<i>Géosmithia sp1</i>	Insecte	1	1
9	Non identifié	Insecte	1	1

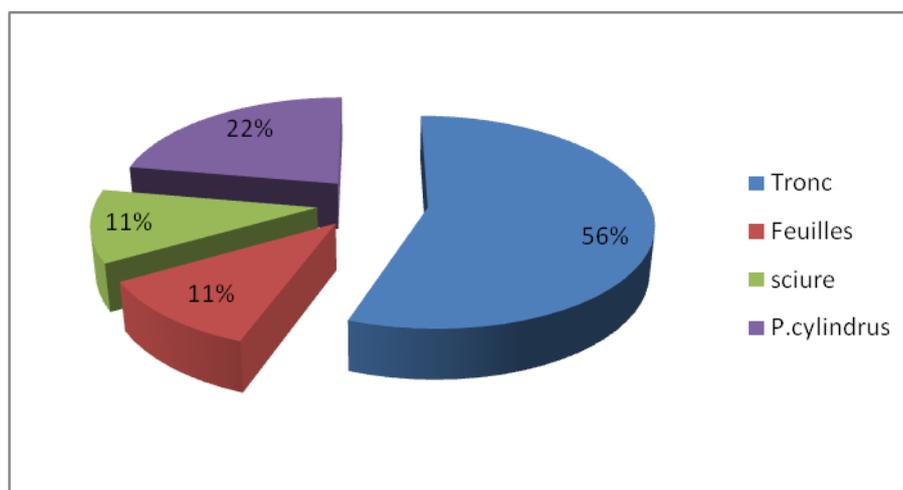


Figure 49 : Proportion des champignons selon la source

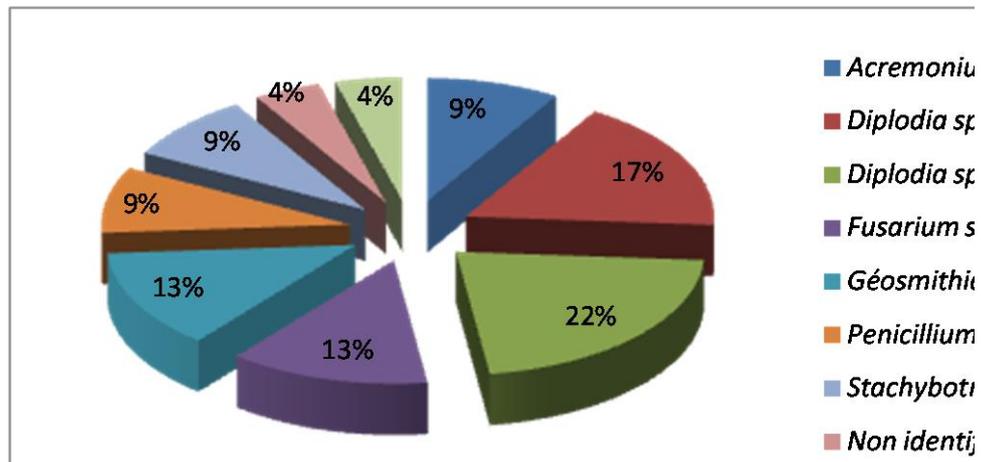


Figure 50 : Proportion des espèces observées selon les isolats réalisés au laboratoire

3.2.1. L'*Acremonium* :

- Caractères macroscopiques : Croissance moyenne, colonie poudreuse, de couleur violet foncé avec un centre de couleur noir (fig.51 à gauche).
- Caractères microscopiques : Mycélium cloisonné, présentant des conidies ovales, allongés, avec des cloisonnements transversaux, regroupés en amas (fig.51 à droite).

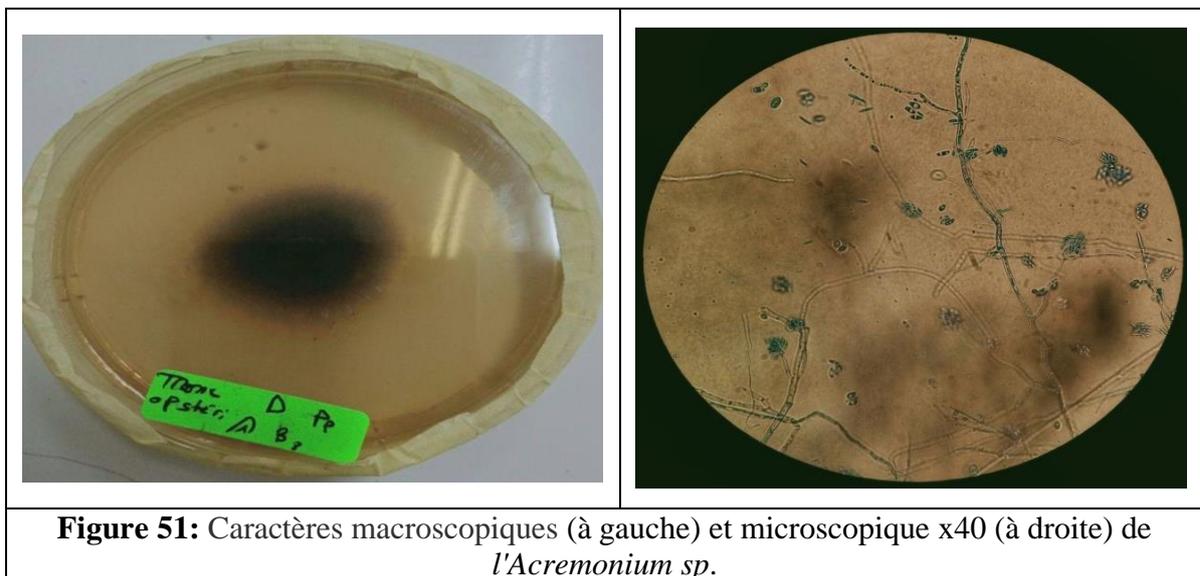
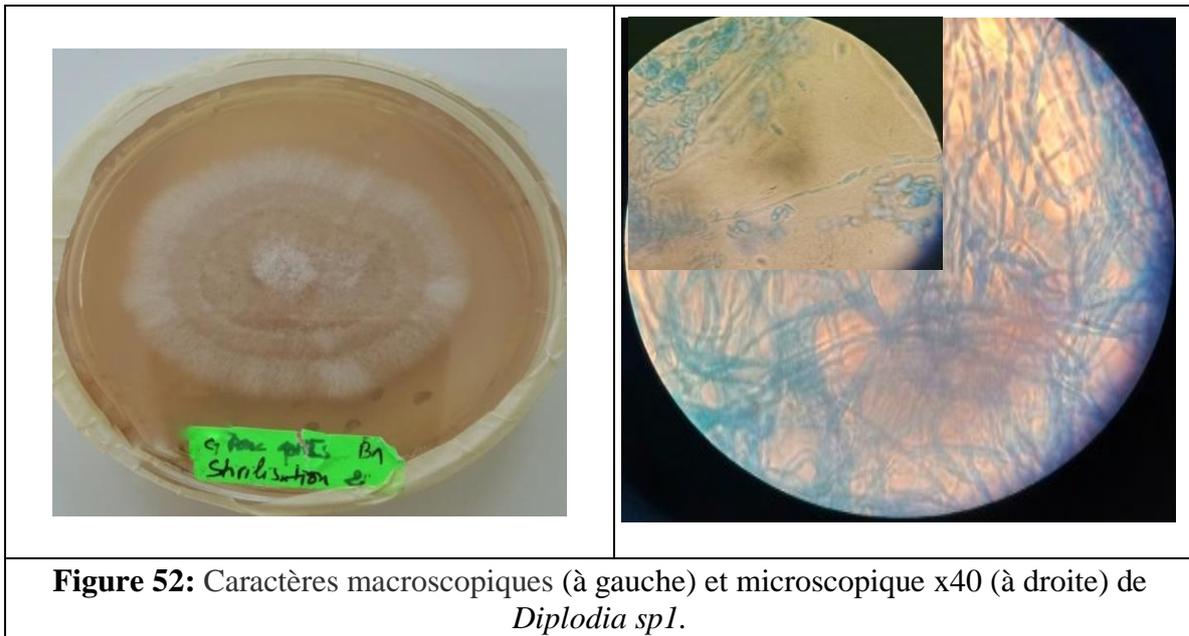


Figure 51: Caractères macroscopiques (à gauche) et microscopique x40 (à droite) de l'*Acremonium sp.*

3.2.2. *Diplodia sp (Botryosphaeria)* : On a pu identifier deux espèces :

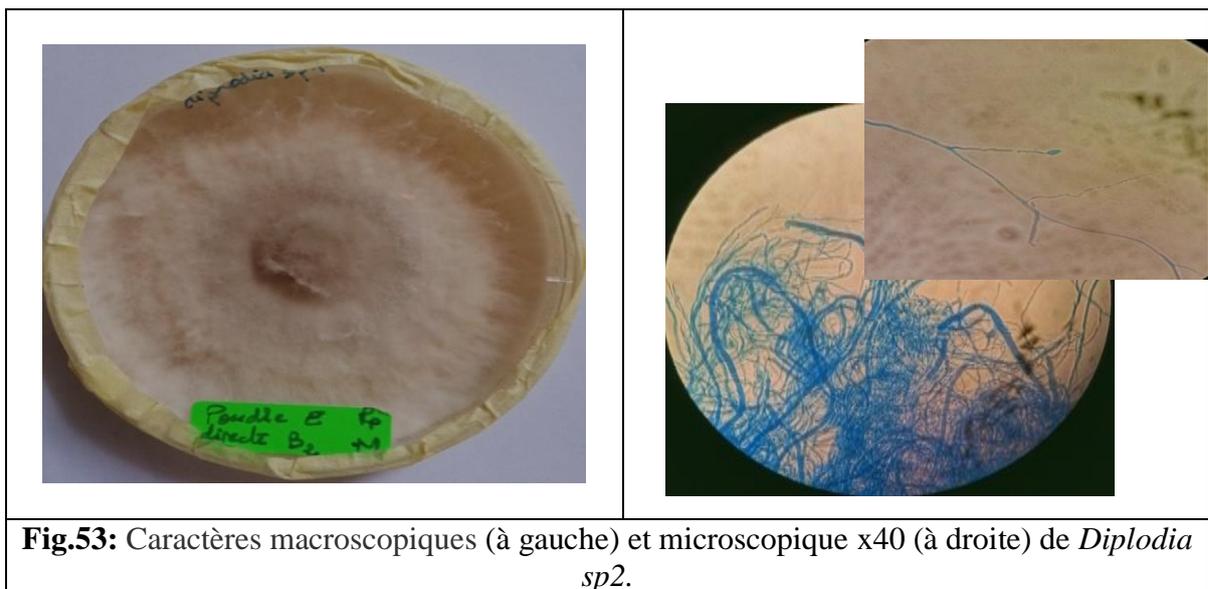
3.2.2.1. *Diplodia sp1*

- Caractères macroscopiques : Croissance rapide, colonie laineuse, de couleur blanchâtre (fig.52 à gauche).
- Caractères microscopiques : mycélium cloisonné, avec des conidies ovoïdes, cloisonnées en deux (fig.52 à droite).



3.2.2.2. *Diplodia sp2*

- Caractères macroscopiques : Croissance rapide, colonie laineuse, de couleur blanche avec un centre de couleur gris clair (fig.53 à gauche).
- Caractères microscopiques : mycélium cloisonné, avec des conidies hyalines ovoïdes positionné sur l'extrémité de mycélium, (fig. (53 à droite).



3.2.3. Le *Fusarium*

Pour ce genre, l'espèce observée est le *Fusarium solani*, dont les caractéristiques sont comme suivantes :

- Caractères macroscopiques : Croissance rapide, colonie cotonneuse, de couleur blanche avec un centre de couleur gris clair (fig.54 à gauche).
- -Caractères microscopiques : mycélium cloisonné, dont les microconidies sont sphériques, unicellulaires et solitaires. Les macroconidies sont de forme falciforme possédant des cloisons (fig.54 à droite).

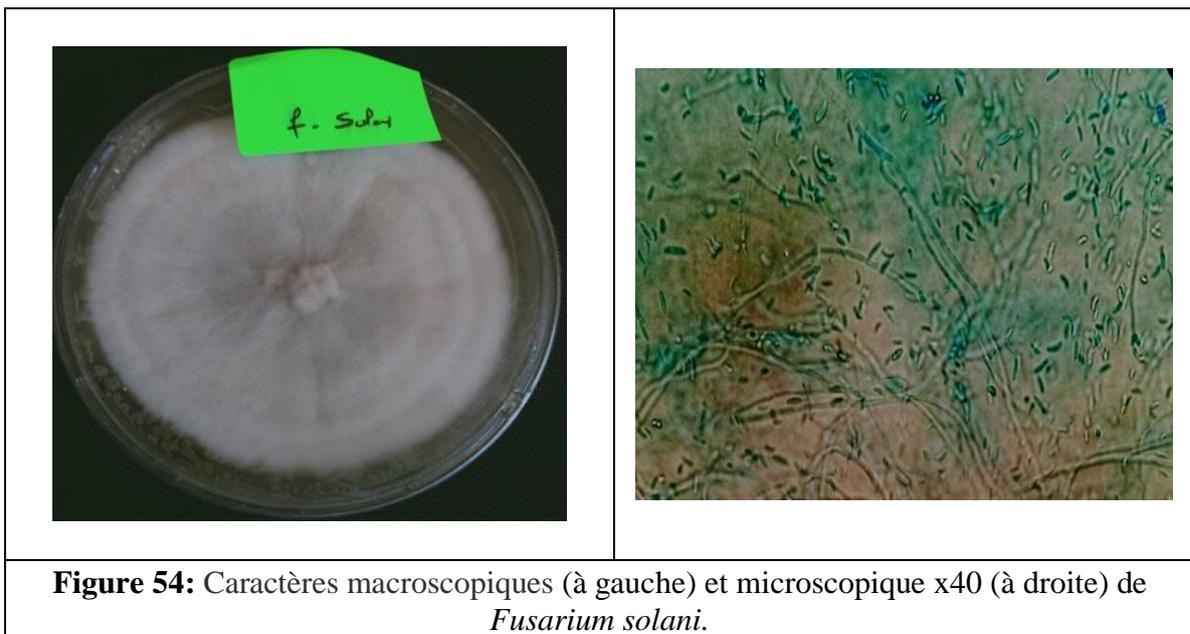


Figure 54: Caractères macroscopiques (à gauche) et microscopique x40 (à droite) de *Fusarium solani*.

3.2.4. *Géosmithia* : On a pu identifier deux espèces :

3.2.4.1. *Géosmithia sp1*

- Caractères macroscopiques : Croissance lente, colonie veloutée, de couleur jaune orangé et vert (fig.55 à gauche).
- Caractères microscopiques : le mycélium cloisonné, conidiophore hyalin, septatés et ramifiés. Le conidiophore porte des pénicilles asymétriques biverticillés ou triverticillés et avait des phialides à extrémité effilée parallèles à l'axe (fig.55 à droite).

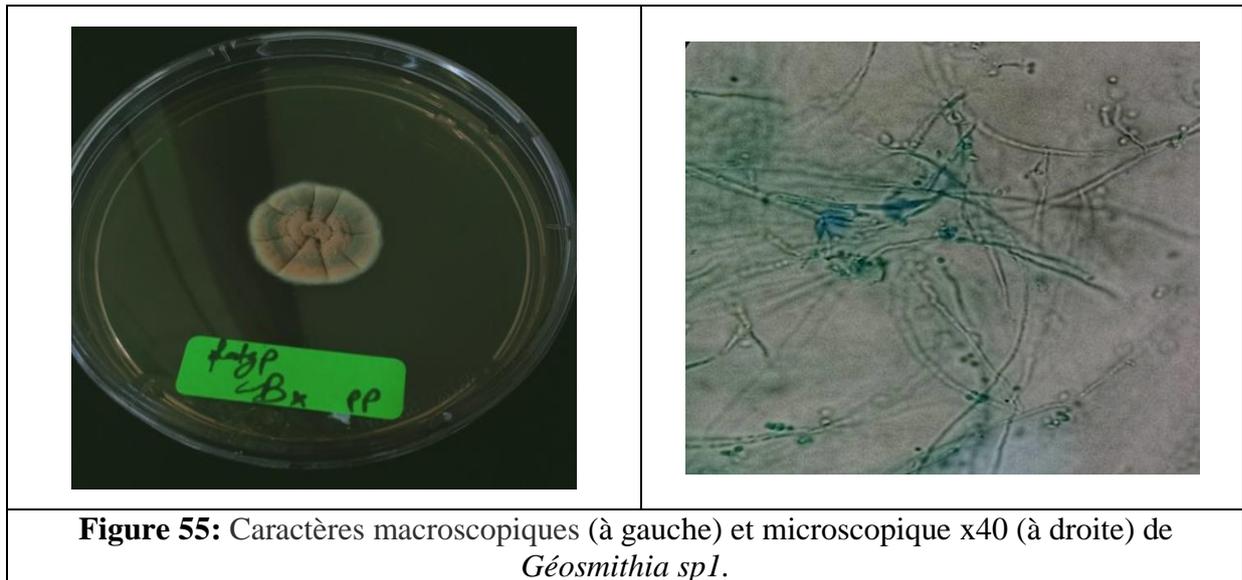


Figure 55: Caractères macroscopiques (à gauche) et microscopique x40 (à droite) de *Géosmithia sp1*.

3.2.4.2. *Géosmithia sp2*

- Caractères macroscopiques : Croissance moyenne, colonie veloutée, de couleur blanchâtre dans le centre entouré de couleur blanc (fig.56 à gauche).
- Caractères microscopiques : le mycélium cloisonné, conidiophore hyalin, septatés et ramifiés. Le conidiophore porte des pénicilles asymétriques biverticillés ou triverticillés et avait des phialides à extrémité effilée parallèles à l'axe (fig.56 à droite).

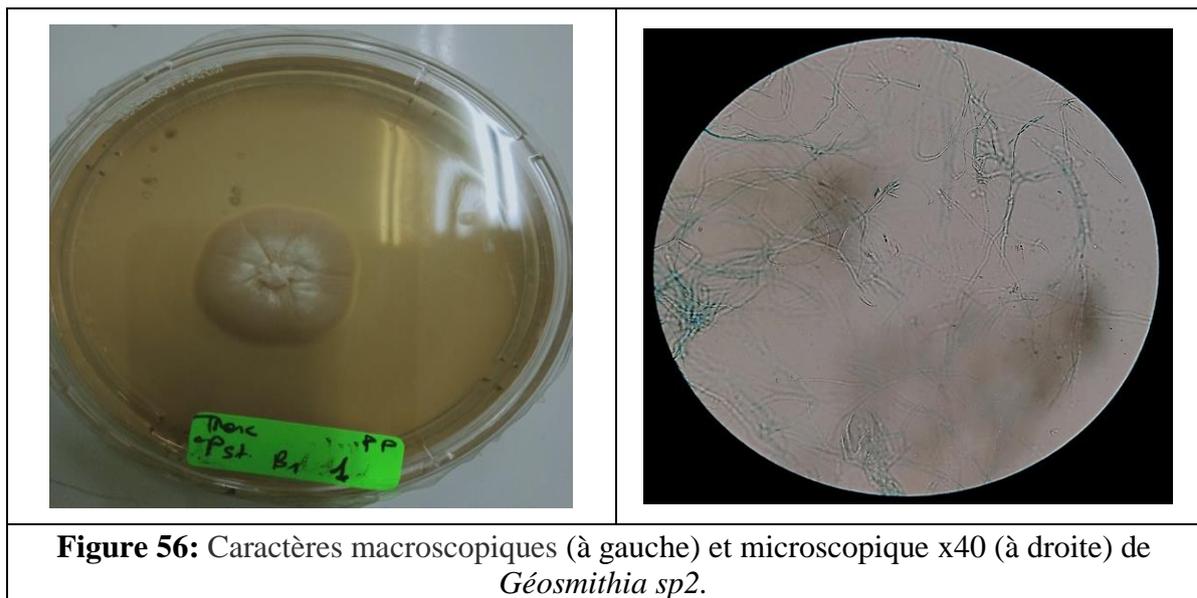


Figure 56: Caractères macroscopiques (à gauche) et microscopique x40 (à droite) de *Géosmithia sp2*.

3.2.5. *Le Penicillium* :

La description de l'espèce observée est comme suivante :

- Caractères macroscopiques : croissance rapide, colonie ouatée, de couleur vert pâle entouré de couleur blanc (fig.57 à gauche).

- Caractères microscopiques : Mycélium cloisonné, petites spores rondes, avec des conidiophore en forme de pinceau (fig.57 à droite).

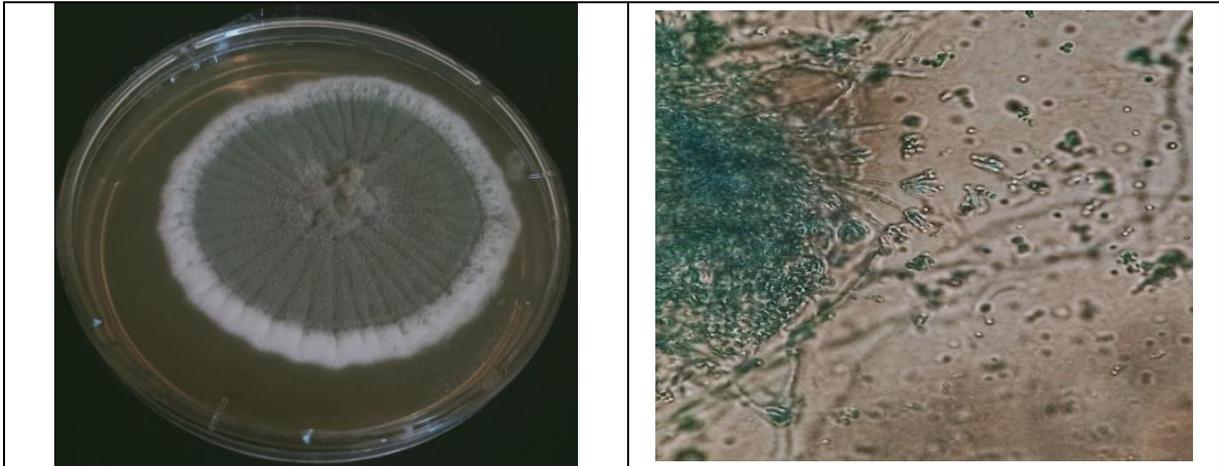


Figure 57: Caractères macroscopiques (à gauche) et microscopique x40 (à droite) de *Penicillium sp.*

3.2.6. *Le Stachybotrys*

La description de l'espèce observée est comme suivante :

- Caractères macroscopiques : croissance rapide, colonie poudreuse, de couleur brun entouré de couleur beige (fig.58 à gauche).
- Caractères microscopiques : Mycélium cloisonné. Conidiophores dressé, irrégulièrement ramifié Les conidies arrondies et petites (fig.58 à droite).

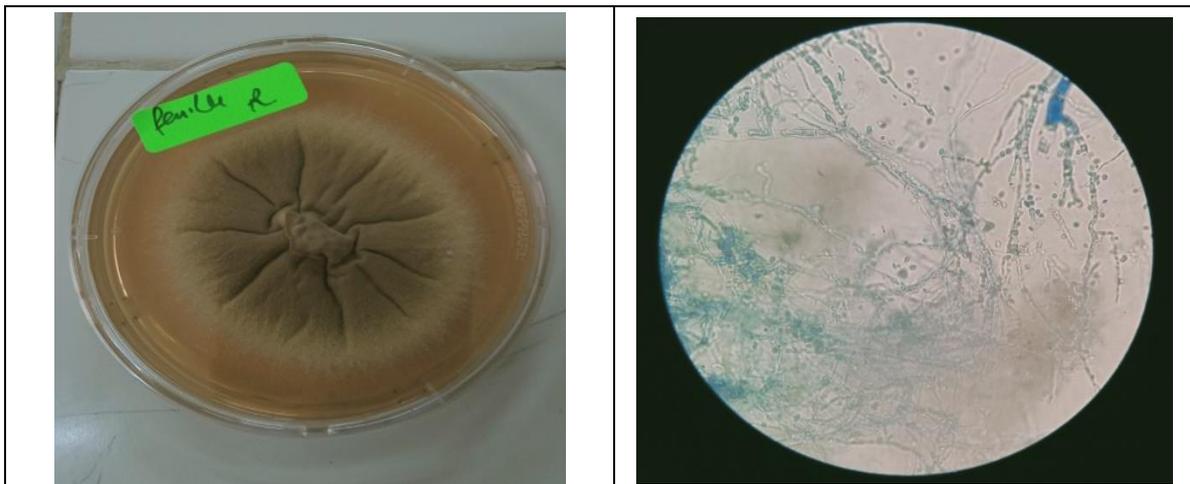


Figure 58: Caractères macroscopiques (à gauche) et microscopique x40 (à droite) de *Stachybotrys sp.*

3.2.7. Autres champignons

L'observation sous la loupe binoculaire des champignons associés à un insecte xylomycétophage (*Platypus cylindrus*) après la culture sont illustrés dans les photos suivantes (fig.59) :

- A travers les résultats de l'ensemencement de l'insecte, nous avons observé deux types des champignons sur le milieu de culture.
- L'un c'est *Géosmithia sp1* où les colonies apparaissent en couleur jaune orangé, dont cette colonie se développe sous l'insecte sur le milieu de culture.
- Et l'autre apparait sous la forme de fils cotonneux blanc, et se développe sur le corps de l'insecte dont il n'est pas défini.

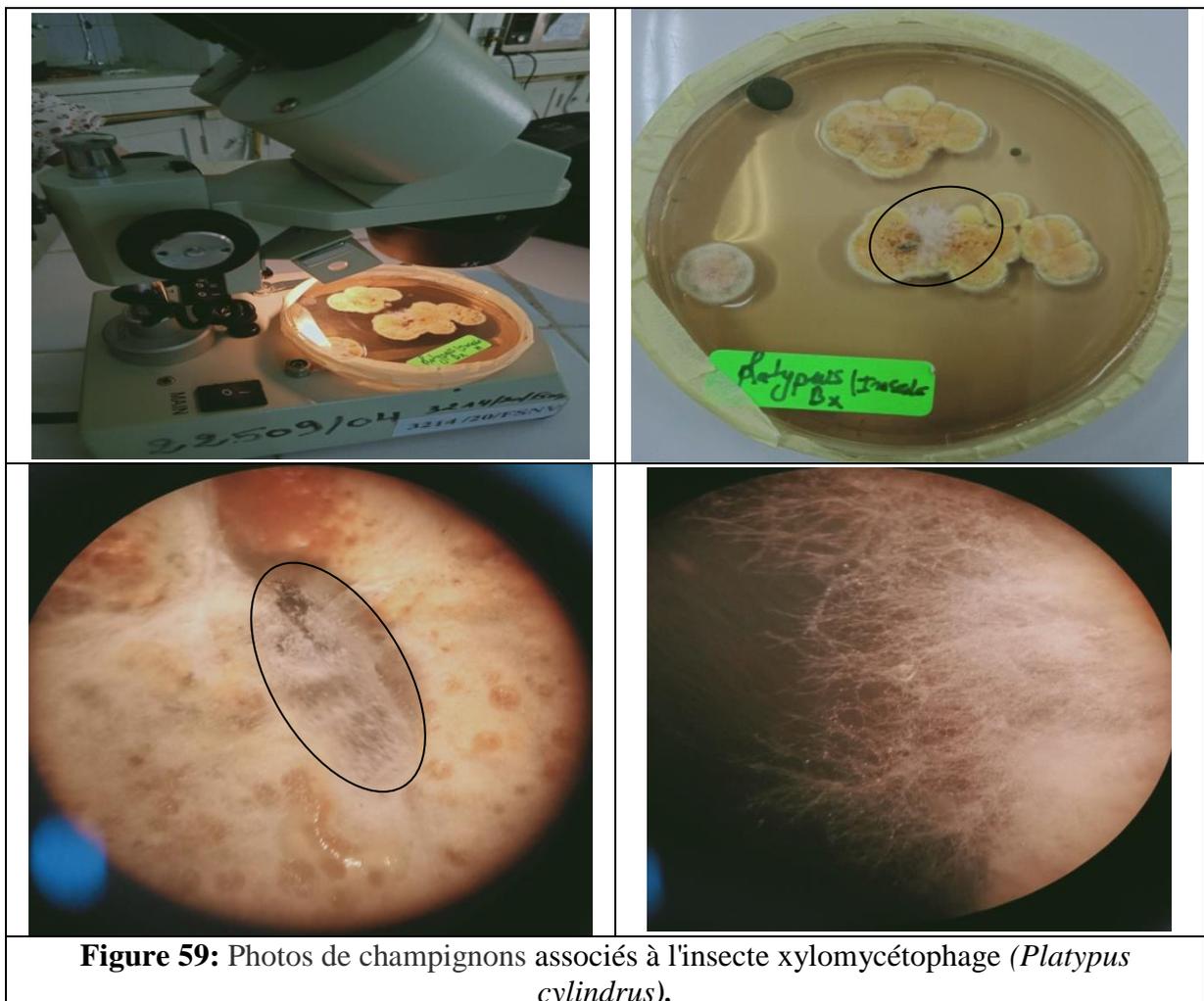


Figure 59: Photos de champignons associés à l'insecte xylomycétophage (*Platypus cylindrus*).

4. Discussion

La forêt est un écosystème complexe et riche, offrant de nombreux habitats à de nombreuses espèces et populations animales, végétales, fongiques et microbiennes entretenant entre elles, pour la plupart, des relations d'interdépendance (Boumendjel F et Dorbani A, 2010).

Ces interactions biotiques d'interdépendance peuvent aboutir dans certaines circonstances à des problèmes de santé dégradant les arbres forestiers et perturbent le bon fonctionnement de cet écosystème aussi important.

Dans notre cas d'étude, spécifiant la forêt de chêne liège dans la région de Jijel, nous avons pu soulever différentes interactions biotiques affectant l'état de santé des arbres. Il s'agit des insectes ravageurs et des champignons phytopathogènes.

Pour les insectes associés au chêne liège, nous avons pu constater qu'il existe différentes catégories de ravageurs, dont l'impact est parfois catastrophique. Les défoliateurs font des dégâts sur de grande superficies forestières à l'égard de la *lymontria dispar* dans le contant d'Oued Chetta. C'est une espèce vorace qui cause une défoliation complète des arbres. La mortalité des arbres défeuillés varie beaucoup selon leurs états physiologiques. Les arbres qui sont en mauvais état ont un taux de mortalité élevée (Morsi, 2008).

En Algérie la première observation des infestations du Bombyx disparate a été signalée au cours de la période allant de 1923 à 1927 dans la forêt d'Edough, à proximité de la ville d'Annaba (Delassus, 1925 in Ouakid, 2001). Les défoliations totales et successives peuvent constituer des facteurs déclenchant de dépérissement, en particulier pour les peuplements déjà déficients, ou être associées à des mortalités dans des configurations exceptionnelles (Negeleisen, 2005).

Pour les autres défoliteurs (*Orgyia antiqua*, *Tortrix viridana*, etc.), l'impact est bien limité, mais qui provoquent différentes catégories de dégâts sur le feuillage (perforation, décapitation, nécroses et galles). Selon les statistiques le degré des dégâts sur les feuilles comme le cas pour la biométrie sont variables en fonction des sites.

La deuxième catégorie de ravageurs correspond à des xylomycétophages, qui en accord aussi avec le travail de Titous et al (2022), se représentent notamment par *Platypus cylindrus* et *Xyleborus* sp. Ces insectes infestent même le bois vivant des troncs, en causant par suite

d'attaques massives, des cas de mortalité, surtout pour les sujets profondément stressés (Sousa et Debouzie, 1993).

Les dégâts de cette catégorie d'insecte sont assez graves pour provoquer un dépérissement aux arbres. Ce problème de dépérissement est ainsi effectivement constaté pour le chêne liège par Titous et al (2022) dans la région de Jijel, qui ont pu soulever la présence de différents types de dégâts et de mortalités, provenant plus particulièrement de l'impact du feu et des insectes ravageurs. Selon Younsi et al (2021), un arbre dépérissant perd son feuillage progressivement suivant un processus de défoliation et de décoloration qui évolue en fonction des années et devient de plus en plus défeuillé.

En ce qui concerne les champignons phytopathogènes de chêne liège, ils font partie des facteurs biotiques souvent impliqués dans plusieurs maladies affectant l'état de santé de chêne liège (Luque et al., 2000 ; Moricca et al., 2016). Depuis le début des années 1980, certains de ces champignons ont reçu une attention particulière car ils ont toujours été associés à l'étiologie de la mortalité du chêne liège dans de nombreux pays (Luque et Girbal, 1989 ; Franceschini et al, 1999)

Dans notre cas, parmi les champignons phytopathogènes identifiés nous avons les spécimens suivants :

- L'*Acremonium*, appartient à l'ordre des Hypocreales, cette espèce est un pathogènes potentiels identifiés pour plusieurs espèces d'arbres y compris le chêne liège (Kiffer et Morelet, 1997). Des représentants du genre *Acremonium* ont été souvent considérés comme phytopathogènes causant des graves lésions aux plantes (Vicente et al., 1990). Certains ont déjà fait leur apparition dans des relations avec *P. cylindrus* et beaucoup d'autres insectes ambrosia (Henrique, 2007). Selon (Belhoucine et al ,2012) l'*Acremonium* est parmi les pathogènes qui causent de graves lésions aux plantes.
- *Diplodia sp (Botryosphaeria)*, qui est la forme imparfaite est un champignon opportuniste de faiblesse connu pour sa pathogénicité pour nombreuse essences forestières en causant leur dépérissement est l'agent du charbonneux du tronc et des branches de *Quercus sp* (Mazzaglia et al., 2001). Les espèces dans les Botryosphaeriaceae ont une distribution cosmopolite et sont souvent mentionnées comme associées à de nombreux hôtes ligneux (Slippers et Wingfield, 2007). Elles ont d'abord été décrites comme des saprophytes sur des tissus morts de plantes ligneuses (Deidda, 2014).en outre des études ultérieures sur *Botryosphaeria* et ses anamorphes apparentés ont démontré que ces microorganismes sont des agents pathogènes

importants associés à différents symptômes de la maladie tels que les taches foliaires, les chancres, les pourritures des fruits, le dépérissement et la mort de plantes entières sur les cultures vivaces ligneuses, les arbres forestiers et les plantes ornementales (Phillips et al., 2013).

- Les *Fusarium* sont des champignons cosmopolites téléomorphes de quelques espèces d'Ascomycota (ordre des Hyphocreales, famille des Nectriaceae). Le *Fusarium solani* est une espèce avec une diversité biologique et souches génétiquement différentes. Ce champignon est saprophyte. Cependant, seul un petit pourcentage de souches est des agents pathogènes des plantes. (Samac et Leong, 1989). Les membres du complexe d'espèces de ce espèce sont des champignons filamenteux cosmopolites, naturellement présents dans le sol, l'air et l'eau (Anaissie et al, 2011). Bien connus comme phytopathogènes (Debourgogne, 2021). Selon samac et leong (1989), toutes les lésions occasionnées par l'activité pathogénique d'un *Fusarium* sont qualifiées de manière non spécifique de fusariose. D'autre part, Amira (2018) ajoute, En contact avec une plante hôte, le mycélium envahit les racines en pénétrant par des blessures ou des sites qui sont différents selon les espèces de *Fusarium*.
- Le *Penecilium* Décrit pour la première fois en 1809, ce genre comprend environ 225 espèces, il est responsables de la pourriture des fruits et des aliments en général, les espèces de ce genre sont fréquemment isolées à partir de substrats organiques en décomposition (Hocquette et al, 2005).
- *Géosmithia*, Selon Belhoucine et al, (2012) L'isolement de *Geosmithia langdonii* de *P. cylindrus* sur *Q. suber* constitue une nouvelle association avec ce type de ravageur. En effet, les *Geosmithia* n'ont jusqu'à nos jours jamais été reliés aux Platypodinae, alors qu'ils font habituellement partie de la mycoflore des galeries des insectes ambrosia Curculioninae et Scolytinae (Kolarik et al., 2007). Certaines études suggèrent que les *Geosmithia* ont un potentiel phytopathogène non négligeable (Cizkova et al., 2005).

En ce qui concerne les interactions entre insectes et champignons, Selon Balachowsky (1949), les attaques de *platypus cylidrus* se manifestent par la construction de galeries à l'intérieur du bois et la dissémination des champignons. C'est grâce à des organes spécialisés, appelés, 'mycangia' que *P. cylindrus* transporte et conserve les champignons ambrosia (Batra, 1963).

Selon Beaver (1989), la coévolution entre l'insecte et les champignons peut induire le changement de comportement d'un ravageur secondaire vis à vis de la santé des peuplements forestiers, ainsi qu'entre l'insecte et les champignons qu'il transporte.

L'importance et le rôle de ces champignons sont très variables, selon Inácio *et al*, (2011) Certains peuvent jouer le rôle d'alimentation, d'autres peuvent être pathogènes pour le chêne-liège alors que d'autres sont antagonistes à d'autres champignons ou simplement des saprotrophes qui sont présents en commensalisme avec l'arbre hôte.

Plusieurs organismes (champignons, plantes, insectes ...) interagissent directement ou indirectement avec les arbres vivants et constituent des éléments naturels et intégraux des écosystèmes en santé (Boukreris, 2008).

Conclusion

Conclusion

La forêt de chêne liège constitue un important patrimoine naturel pour la région de Jijel en raison de son rôle environnemental et socioéconomique qu'elle renferme. Cependant, malgré qu'elle se situe dans sa propre aire géographique, elle se trouve actuellement menacer de dégradation sous l'impact de différents facteurs biotiques et abiotiques qui se modifiés continuellement grâce à des changements globaux. Ainsi, dans certaines situations, l'interaction de ses différents facteurs conduit au développement des maladies et à l'augmentation de l'infestation par les insectes, en affectant l'état de santé de chêne liège.

Ce présent travail, traitant en partie l'impact des facteurs biotiques que représentent les insectes ravageurs et les champignons phytopathogènes de la subéraie, illustre quelques interactions vis-à-vis l'état de santé de chêne liège.

Un grand nombre d'insectes ravageurs et de champignons pathogènes s'associés au chêne liège en causant des dégâts considérables. La propagation de ces maladies fongiques ainsi que la pullulation des insectes ravageurs sont dépendantes des conditions de l'environnement et de l'état phytosanitaire des arbres. Le chêne liège devient de plus en plus vulnérable à chaque fois qu'il est soumis à des conditions de stress comme la sécheresse estivale, le passage des incendies ou la mauvaise exploitation de liège.

Pour les insectes, il y en a notamment des défoliateurs s'attaquant au feuillage et des xylophages au bois. L'espèce le plus redoutable parmi les défoliateurs dans la région est la *Lymontria dispar* qu'est une espèce vorace, dont l'impact est majeur en causant la défoliation totale des arbres. Les autres défoliateurs provoquent aussi différents dégâts sur les feuilles (décapitation, perforation nécroses ou galle), cependant leurs impacts restent encore minimales par rapport à l'état global des arbres. Pour les xylophages, il y en a deux catégories d'espèces qualifiées dangereuses ; le *Platypus cylindrus* et les *Xyleborus* sp. Ce sont qualifiés de xylomycétophages qui s'attaquent même au bois vivant.

D'autre part, les champignons infectants les arbres de chêne-liège sont responsables d'un grand nombre de mortalité au sein de la subéraie. Les maladies les plus fréquentes dans la région sont le charbon de la mère causé par *Biscogniauxia mediterranea*, la maladie du chancre causée par *Botryosphaeria* sp, en plus de la maladie de l'encre causée par *Phytophthora cinnamomi*.

L'isolement de champignons des arbres malades, présentant des chancres, des exsudats noirs ou des dessèchements des feuilles, a pu démontrer la présence de deux espèces du genre *Diplodia* (*Botryosphaeria*) et deux autres du genre *Géosmithia*. Ces champignons sont associés avec d'autres espèces endophytes tel *Acremonium*, *Stachybotrys*, *Fusarium* et *Penicillium*, en plus à des espèces non reconnues.

Notant ainsi qu'il existe des interactions de symbioses entre les insectes xyломycétophages et certains champignons, qui les cultives et utilises par la suite comme une source trophique à l'intérieur des troncs infestés. Ces insectes sont susceptibles de transmettre certains champignons pathogènes en causant des maladies au chêne liège et donc contribuent directement et indirectement au dépérissement de la subéraie.

Enfin, en espérant que ce travail sera confirmé et élongé à d'autres régions et pour d'autres paramètres, On recommande de mener des travaux sur la conservation forestière de l'espèce et que les gestionnaires doivent intervenir le plus vite possible pour protéger les forêts de chêne liège des attaques de ravageurs et de champignons phytopathogènes.

Référence

Les références bibliographiques

- Abdendi Z. E., 2007** - Le dépérissement des forêts au Maroc : analyse des causes et stratégie de lutte: Science et changement planétaire/ Sécheresse. Volume 14. Numéro 4. 209- 18, synthèse.
- Abgrall J.F., Soutrenon A., 1979** - La forêt et ses ennemis. Cemagref, Troisième édition. Grenoble, 270p.
- Adjami Y., Daas, H., Ghanem, R., Ouakid, M. L., & Pujade-Villar, J., 2013** - Effets des attaques d'insectes sur les glands de chêne-liège: Impact sur le pouvoir germinatif. *Geo-Eco-Trop*, 37(2), 201-210.
- Amandier L., & Vidal, R., 2007**- Etude des causes du dépérissement des subéraies varoises de 2003 à 2005. *Forêt méditerranéenne*, 28(1), 3-14.
- Amira M. B., 2018**- Etude de la relation mycoparasitaire *Trichoderma harzianum* avec *Fusarium solani* chez l'Olivier ; caractérisations moléculaires et fonctionnelles des aquaporines chez *Trichoderma harzianum* (Doctoral dissertation, Université Clermont Auvergne; Université de Carthage (Tunisie)).
- Anaïssie EJ, Kuchar RT, Rex JH, Francesconi A, Kasai M, Müller FMC et al., 2001**- Fusariosis associated with pathogenic *Fusarium* species colonization of a hospital water system: a new paradigm for the epidemiology of opportunistic mold infections. *Clin Infect Dis*;33(11):1871
- Angelier E., 2005** - Introduction à l'écologie des écosystèmes naturels à l'écosystème humain .Ed.Tec et Doc, Paris, P 230
- Anonyme ., 2013** - Food and Agriculture Organization (FAO), Etat des forêts méditerranéennes 2013, www.fao.org/publications.
- Aronson J., Pereira, J. S., & Pausas, J. G. (Eds.), 2012**- *Cork oak woodlands on the edge: ecology, adaptive management, and restoration*. Island Press.
- Artur Alves, António Correia, Jordi Luque & Alan 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, ;p598
- Atay Kadiri Z., Semlali A., Benhsain N., Villemant C., 2002**- Action de *Melia azedarach* (Meliaceae) sur la reproduction et le développement de *Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera: Lymantriidae) Integrated Protection in oak forests. *OILB/WPRS Bull.* 25 (5):139-146.
- Baker J.M., 1963**- Ambrosia beetles and their fungi, with particular reference to *Platypus cylindrus* Fab. In symbiotic associations. Symp. Soc. General. Microbiol. 13: 323-354
- Bakry M., & Abourouh, M., 1996**- Nouvelles données sur le dépérissement du chêne-liège (*Quercus suber* L.) au Maroc. *Ann. Rech. For. Maroc*, 29, 24-39.
- Balachowsky A., Mesnil L., 1935**- Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Tome 1. Busson, Paris, 627p.
- Balachowsky A.S., 1949**- Faune de France: coléoptères scolytides. Lechevalier, Paris.

- Balajee S.A., Borman, A.M, Brandt, M.E., Cano, J., Cuenca-Estrella, M., et al., 2009**-Sequence-base identification of *Aspergillus*, *Fusarium*, and *Mucorales* species in the clinical mycology laboratory: where are we and where should we go from here *J Clin Microbiol*, 47:877-884.
- Barnett H. L., & Hunter, B. B.,1975**- *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* 3rd ed. Minneapolis, Minn.
- Batra L.R., 1963** - Ecology of ambrosia fungi and their dissemination by beetles. *Trans. Kansas Acad. Sci.* 66: 213-236.
- Batra L.R., 1967**- Ambrosia fungi: A taxonomic revision and nutritional studies of some species. *Mycol.* 59: 976-1017.
- Beaver, R.A., 1989**- Insect-fungus relationships in the bark and ambrosia beetles. Pages 121-143. In: *Insect-Fungus Interactions*, Wilding, N., Collins, N.M., Hammond, P.M., Webber, J.F., Ed. Academic Press, London .
- Belabbas Z., 1996** - le chêne liège, la forêt algérienne, thèse, Inge .Agro, INF(El Harrach).pp26-30.
- Belabbas Z., 2010** - Caractéristiques biologiques et écologiques des pontes du Bombyx disparate, *Lymantria dispar* L (Lepidoptera : Lymantriidae) dans les yeuseraies des Parcs Nationaux de Chréa et de Djurdjura , Magister; Entomologie appliquée ; Ecole Nationale Supérieure Agronomique ;P12.
- Belarbi M., Taleb Bendiab S.A., Mashev N., 2001**- Biochemical composition and antioxidant properties of oak acorns from an Algerian ecological region. *Ecological Problems of Agriculture*. Fifth National Scientific and Practical conference with international participation. Agricultural university Plovdiv.
- Belhoucine L., Bouhraoua, R. T., Harrak, M. J., & Samson, R. A., 2012**-Les champignons associés à *Platypus cylindrus* (Coleoptera, Platypodidae) dans une subéraie nord ouest d'Algérie: cas des champignons nuisibles. *IOBC/wprs Bulletin*, 76, 109-116.
- Belkacemi, C., & Mansouri, A., 2017**-Evaluation de l'état sanitaire du peuplement du chêne-liège (*Quercus suber* L.) dans la région d'Annaba (Séraïdi).
- Belkaid D., Bouchenak Khelladi L., 1993** - Contribution à l'étude de la composition chimique des glands de chêne : vert (*Quercus ilex*), liège (*Quercus suber*) et Kermès (*Quercus coccifera*) de la région de Tlemcen. Mémoire d'ingénieur en Biologie. Université de Tlemcen, 106p.
- Bellahirech Amani ., 2016** - Etude des relations chêne-liège / *Platypus cylindrus* (Fabricius,1792) (Coleoptera, Curculionidae: Platypodinae) / champignons associés dans les subéraies tunisiennes, Doctorat, Phytologie, Institut National Agronomique de Tunisie, p6- 36.
- Ben Jamâa, M.L., Sousa, E., et Mnara, S., 2010** - Observations sur le déterminisme des attaques et la bio-écologie de *Platypus cylindrus* F. (Coléoptères: Platypodidae) dans les subéraies tunisiennes. *Bull. IOBC/WPRS.* 57: 107-114.
- Benhamou N.,Chet I.,1997** - Cellular and molecular mechanisms involved in the interaction between *Trichoderma harzianum* and *Pythium ultimum*. *Applied and Environmental Microbiology.*,63:2095-2099.
- Benia F ., 2010** - Étude de la faune entomologique associée au chêne vert (*Quercus ilex* L.) dans la forêt de Tafat(Sétif, Nord-est d'Algérie) et bio_écologie des espèces les plus représentatives. Biologie Animale. Université ferhat abbas sétif. P37 doctorat

- Benoit Marcais ., 1992** - Influence de facteurs de l'environnement sur le développement de l'ancre de chêne rouge (*Quercus Rubral L.*) , maladie provoquée par *Phytophthora cinnamomi* ; doctorat ,sciene de bois et biologie forestiere ; Université de Nancy 1 France. ; p8.
- Bergot M., Marçais, B., Pérarnaud, V., Desprez-Loustau, M. L., & Lévy, A., 2011-** Géographie de l'impact du gel sur la maladie de l'encre du chêne. *La météorologie*, 8(34), 45-52.
- Berriah A., 2015** - Les reboisements de chêne liège dans l'Ouest Algérien : bilan et perspectives d'amélioration. Université Abou Bakr Belkaïd – TLEMCCEN. Diplôme magister. P 158.
- Botton B. Breton A.,Fevre ,M.,Gauthir S.,Guy P.H. Larpent J.P. Reymond P.Sanglier J.J.,Vayssier Y , Veau P .,1990** - Moisissures utiles et nuisible impportance industrielle.2ème édition . maosson collection biotecnologies . p.34-42.
- Bouchaour-djabeur S., 2013-** Les insectes ravageurs du chêne liège au Nord-Ouest Algérien. *Geo Eco Trop*, 36, 175-184.
- Bouchaour-djabeur S., benabdeli, K., Bejamaa, M. L., & Stiti, b., 2011-** Déprédation des glands de chêne liège par les insectes et possibilités de germination et de croissance des semis. *Geo-Eco-Trop*, 35, 69-80.
- Boudjoujou L., 2010** - Etude de la flore adventice des cultures de la région de Jijel, Thèse Mag., Univ Ferhat Abass, Sétif., 155p.
- 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. & Villemant, C., 2005** - Mécanismes généraux de l'altération sanitaire des peuplements de chêne-liège de l'Algérie nord-occidentale. *IOBC/wprs Bull.* 28(8): 1-8.
- Boukreris F., 2008-** Contribution à l'étude des insectes gallicoles des chênes (Hymenoptera: Cynipidae) dans le massif forestier Zarifet-Hafir (Wilaya de Tlemcen). Mém.- Mag. , Dép. Fac.Sci., Univ., Tlemcen. ppl2-24.
- Boulila ., 2011** - maladies de l'olivier en tunisie : connaissance actuelle. *olivea* 85 : 22-25
- Boumendjel F et Dorbani A., 2010** - Etude de l'état sanitaire des feuilles du Chêne liège récoltées dans les subéraies du Parc National d'El Kala (PNEK Inventaire de l'entomofaune Mémoire de Master en Ecophysiologie. Université Badji Mokhtar. Annaba. p 1.
- Cabral M .T . & Lopez., 1992-** Determinaçãodas causa da morte nos concelhos de santiago do cacém, Grandola e Sines, Relatôriosintese.- Estação Florestal Naciona, 76
- Cagniant H., 2005** - Les Crematogaster du Maroc (Hym., Formicidae). Clé de détermination et commentaires. *Orsis: organismes i sistemas*, 7-12.
- Cantat R. et Piazzetta R., (I.M.L.), 2005** - La levée du liège ce qu'il faut savoir sur l'exploitation du chêne-liège. Guide technique et de la vulgarisation.
- Chabasse D., 2002** - Les moisissures d'intérêt médical. Cahier N°25 de formation de biologie médicale, pp. 25-27.

- Chadigan ., 1990** - Etudes des facteurs du dépérissement du chêne liège (*Quercus suber* L.) associés à l'installation des xylophages en forêt de la Mamorra. Thèse 3ème cycle en Biologie, Fac. Sci., Univ. Mohammed V, Rabat : pp 146.
- Chakali G., Attal-Bedreddine A., Ouzani H., 2002-** Les insectes ravageurs des chênes, *Quercus suber* et *Quercu ilex*, en Algérie. *IOBC Wprs. Bull.*25 (5) :101-108.
- Chollet F., 1997** - La régénération naturelle du Hêtre. ONF -Bulletin techniques n°32.
- Choo H.Y., Woo K.S. & Kim B.H., 1981** - Classification of the scolytidae and platypodidac intercepted from imported timbers. *KoreanJ. Pl. Proiect.*, 20: pp 196-206.
- Chouih sofiane., 2016** - caractérisation morphologique et moléculaire des botryosphaeriaceae associées au dépassement de chêne(*Qurqus sp.*) dans déférentes régions de l'Algérie ; Mjister;biodiversité et bioprotection ; L'université Saad Dahlab Blida ;p 39.
- Ciesla W. M., Diekmann, M., & Putter, C. A. J., 1996** - FAO/IPGRI Technical guidelines for the safe movement of germplasm, No. 17, Eucalyptus spp. *FAO-IPGRI: Rome.*
- Cizkova D., Srutka, P., Kolarik, M. & Pazoutova, S., 2005** - Assessing the pathogenic effect of *Fusarium*, *Geosmithia* and *Ophiostoma* fungi from broad-leaved trees. *Folia Microbiol.* 50: 59-62.
- Costa A., Pereira, H., et Madeira, M., 2010** - Analysis of spatial patterns of oak decline in cork oak woodlands in Mediterranean conditions. *Ann. For. Sci.* 67 (2): 204-2015.
- Dajoz R., 2007** - *Précis d'écologie.* Ed. Dunod, Paris, 640 p.
- Debieche T.H., 2002** - Evolution de la qualité des eaux (salinité. azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle : application à la basse plaine de la se y bouseNord -est Algérien, thèse de doctorat en hydrogéologie et l'environnement, Univ de franche - Comté, France, P 235
- Debourgogne A., 2021** - *Fusarium solani, typage moléculaire et mécanisme d'adaptation à son environnement* (Doctoral dissertation, Université de Lorraine).
- Deidda A., 2014** - Botryosphaeriaceae species associated with cankers and dieback of grapevine and other woody hosts in agricultural and forestry ecosystems. PhD thesis in "Monitoraggio e Controllo degli Ecosistemi Forestali in Ambiente Mediterraneo" – XXVII ciclo – Università degli Studi di Sassari, 158p
- Delatour C., 1979** - Recherche d'une méthode de lutte curative contre *Ciboria batschiana*(Zopf) Buchwald chez le gland. *European Journal of Forest Pathology*, n° 8, pp. 193-200.
- Djinnit S., 1977-** Etude des facteurs limitant, la régénération naturelle par semis de *Quercus suber* L. dans la forêt domaniale de Guerrouch. Mémoire d'ingénieur en agronomie. Alger, 89p.
- Dreyer E., 1994** - Le dépérissement des chênes: analyse écologique et physiologique. *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*, 23(23), 79-80.
- Du Merle P., 1980** - Utilisation de pièges sexuels dans une étude de la tordeuse verte du chêne, *Tortirx viridana* L., en montagne Méditerranéenne. Colloques de l'INRA sur les phéromones sexuelles et les médiateurs chimiques chez les insectes : utilisation en lutte intégrée, Colmar : 125-129.
- Du Merle P., 1999** - Développement parthénogénétique chez la tordeuse verte du chêne, *Tortrix viridana* L. (Lepidoptera, Tortricidae). *Bull. soc. entomol. Fr.*, 104 (1) : 85-90

- Du Merle P., & Mazet, R., 1990** - Dynamique intracyclique d'une population méditerranéenne de tordeuse verte du chêne, *Tortrix viridana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Ecologia mediterranea*, 16(1), 73-91.
- El-Badri N., & Abadie, M., 2000** - Observations sur la dynamique du développement du *Diplodia mutila* Fr. apud Mont. sur le chêne-liège, *Quercus suber* L., au Maroc. *Cryptogamie Mycologie*, 21(4), 235-248.
- Elmahi F., 2016** - Contribution à l'étude des métabolites nutritionnels et fonctionnels des glands de différentes espèces de chênes de la région de Tessala (Algérie). Mise au point de techniques de détoxification hydrothermique [en ligne], Doctorat, Biotoxicologie, Université Djilali Liabes, disponible sur <http://rdoc.univ-sba.dz/bitstream/123456789/1773/3/DS_Sbio_EL-MAHI-Fatima-zohra.pdf>, 15/05/2022, p14.
- FAO., 2013** - Etat des forêts méditerranéennes. E-ISBN 978-92-5-207538-7 (PDF). 213p.
- Ferreira M.C. & Ferreira, G.W.S., 1991** - Pragas das folhosas. Publicações D.G.P.A., série Divulgação, 5, MAP A, Lisboa : pp 191.
- Ferreira M.C. et Ferreira, G.W.S., 1989** - *Platypus cylindrus* F. (Coleoptera, Platypodidae), Plaga de *Quercus suber* L. Bol. de Sanid. Veg. Plag. 4: 301-305.
- Fincher RM, Fisher JF, Lovell RD, Newman CL, Espinell-Ingroff A, Shadomy HJ. Infection due to the fungus *Acremonium* (*Cephalosporium*)**, 1991 - *Medicine* (Baltimore);70: 398-409.
- Franceschini A., Corda, P., Maddau, L., and Marras, F., 1999** - Observations sur *Diplodia mutila*, pathogène du chêne-liège en Sardaigne. IOBC WPRS Bull. 22:5-12
- Francke-Grosmann H., 1967** - Ectosymbiosis in wood-inhabiting insects. In: Symbiosis, its physical and biochemical significance. S. M. Henry (ed.), Academic Press, New York: 141-203.
- Fralval A., 1991** - Contribution à la connaissance des rythmes de floraison du chêne-liège en forêt de la Mamora. Ann. Rech. For. Maroc. (25) : 102-118.
- Fralval A., El Yousfi M., 1988** - Les déplacements de *Lymantria dispar* en subéraie marocaine atlantique. Ann. Rech. for. Maroc (sous presse).
- Fralval A., Villemant, C., Chorfi, B., & Ramzi, H. M., 1988** - Etude d'une infestation locale de la subéraie de la Mamora par le Bombyx disparate, *Lymantria dispar* (L.) (Lep. Lymantriidae), en 1987. *Ecologia mediterranea*, 14(3), 101-119.
- Gachi M., Kerris T., et Saï K., 2000** - Les insectes ravageurs et les champignons pathogènes des forêts de chêne liège. Institut National de la Recherche Forestière Alger. P13
- Geiser DM, Aoki, T. Bacon, CW, et al., 2013** - One fungus, one name: Defining the genus *Fusarium* in a scientifically robust way that preserves longstanding use. *Phytopathology* 103:400-408
- Ghefar M., 2013** - Etat d'infestation des forêts de chêne liège (*Quercus suber*) de l'Oranie par *Platypus cylindrus* (Coleoptera, Curculionidae, Platypodinae) et étude biologique de l'insecte dans le bois., magister, Santé des forêts, université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, p18. magister
- Gillman., 2011** «*Botryosphaeria Canker*», <<https://ag.umass.edu/landscape/factsheets/botryosphaeria-canker>>

- Gonzalez-Adrados, J. R., & Pereira, H., 1996** - Classification of defects in cork planks using image analysis. *wood Science and Technology*, 30(3), 207-215.
- Guiraud J.P., 2003** - Microbiologie alimentaire. (edn) Dunod. Paris.p : 651.
- Haffaf S., 2011** - Contribution à l'étude de l'entomofaune du chêne liège (*Quercus suber* L) dans la forêt - de Zariffet (wilaya de Tlemcen). Mémoire de Master en Foresterie, Université de Tlemcen, 47 p.
- Hartman G., Nienhaus F., Butin H., 1991-** Les symptômes de dépérissement des arbres forestiers : 9- 10 p.
- Henriques J., 2007** - Fungos associados a *Platypus cylindrus* Fab. (Coleoptera: Platypodidae) e sua relação com o declínio do Sobreiro em Portugal. Mestado em Biologia de Pragas de Doenças de Plantas. Universidade de Evora- Portugal, 122 pp.
- Herard F., Fraval A.,1980** - La répartition et les ennemis naturels de *Lymantria dispar* (L.)(Lép.Lymantriidae) au Maroc. *Acta. Ecologica*, 1(1) :35-48.
- Hickin N. E., 1963** - The Insect factor in wood decay. Rentokil Library, Hutckinson & Co, Londres: pp 344.
- Hocquette A., Grondin, M., Bertout, S., & Mallié, M., 2005** - Les champignons des genres acremonium, beauveria, chrysosporium, fusarium, onychocola, paecilomyces, penicillium, scedosporium et scopulariopsis responsables de hyalohyphomycoses. *Journal de mycologie médicale*, 15(3), 136--149.
- Houston D.R., 1992** - Host-stress-saprogen model for forest dieback-decline diseases. In: Manion P, Lachance D, éd. Forest decline concepts. Minnesita : PDS Press, pp.325.
- Husson R., 1955** - Sur la biologie du coléoptère xylophage *Platypus cylindrus*. Annales universitaire Saraviensis scientia. 4: 348-356.
- IML., 2017** - Institut méditerranéen du liège. Le guide de vulgarisation "*pathologie de la subéraie en France - ravageurs et maladies du chêne-liège*" a été réalisé avec la participation financière de la Région Languedoc-Roussillon, P 23.
- Inácio M.L., 2011** - Fungi associated with *Platypus cylindrus* (coleoptera: platypodidae) and their relation to cork oak decline. Doctorate de Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 169 p.
- Inácio M.L., Henriques, J. et Sousa, E., 2011** - Contribution of symbiotic fungi to cork oak colonization by *Platypus cylindrus*(Coleoptera: Platypodidae). *Silva Lusitana*. Numéro spécial: 89-99.
- Juillerat, L., & Vögeli, M., 2004** - *Gestion des vieux arbres et maintien des Coléoptères saproxyliques en zone urbaine et périurbaine*. CSCF.
- Khallaa ., 2006** - Etude de facteurs de dépérissement dans la subéraie d'El-Kala (Nordest algérien) cas de la subéraie sanobari, Mém. Ing. Université d'Annaba. 37 p.
- Khous M.G., 1993** - Contribution à l'étude de l'éco-biologie et du contrôle naturel du *Lymantria dispar*. (L) (Lepidoptera; Lymantriidae) en chênaie verte du Djurdjura (Tikjda). Master en Biologie, Université des Sciences et de la Technologie HouariBoumédiène, Algérie, 133 p.

- Kiffer E., & Morelet, M., 1997** - *Les deutéromycètes: Classification et clés d'identification générique*. Editions Quae.
- Kimato T, Dultie –holt M, Dumouchel L., 2006** - Guide des insectes forestiers exotique ,Agence canadienne d'inspection des aliments. Canada, P128 .
- Kolarik M., Kostovcik, M. & Pazoutova, S., 2007** - Host range and diversity of the genus *Geosmithia* (Ascomycota: Hypocreales) living in association with bark beetles in the Mediterranean area. *Mycol. Res.* 111: 1298-1310.
- Laadel Noureddine ., 2021** – Etude de la faune entomologique des différents reboisements des essences forestières de la région de Sétif et relation plantes- faune , doctorat; Université Ferhat Abbas Sétif 1 ; p32.
- Lalaoui M., 2000** - La production de liège brut. Actes ducolloque, vivexpo, 15-16 Juin 2000. Vivés : pp 55-58
- Lanier L., Joly, P., Bondoux, P., & Bellemere, A., 1978** - Forest mycology and pathology. Volume I. Forest mycology. Forest mycology and pathology. *Volume I. Forest mycology*.
- Luque J., and Girbal, J., 1989** - Dieback of cork oak (*Quercus suber*) in Catalonia (NE Spain) caused by *Botryosphaeria stevensii*. *Eur. J. Forest Pathol.* 19:7-13.
- Luque J., Parladé, J., & Pera, J., 2000** - Pathogenicity of fungi isolated from *Quercus suber* in Catalonia (NE Spain). *Forest Pathology*, 30(5), 247-263.
- Ma, L.J., Geiser, D.M., Proctor, R.H., Rooney, A.P., O'Donnell, K., Trail, F., Gardiner, D.M., Mnners, J.M ., Kazan, A., 2013** - Fusarium pathogenomics. *Annu. Rev. Microbiol.* 67:399-416.
- Machouri N., 2009** - Les subéraies marocaines face aux changements climatiques et actions anthropiques. Université Mohammed V, Rabat, Maroc. Chaire UNESCO «Gestion de l'Environnement et Développement Durable» P 33.
- Maddau L., Perrone, C., Andolfi, A., Spanu, E., Linaldeddu, B. T., and Evidente, A., 2011** - Phytotoxins produced by the oak pathogen *Discula quercina*. *For. Pathol.* 41:85-89.
- Malençon G., & Marion, J., 1951** - Un parasite des suberaies Nord-Africaines, *Hypoxylon mediterraeum* (D. Ntrs); et *Ntrs-Rev. For. Fr*, 11, 682-686
- Mecellem Dalila ., 2009** - Bioécologie et faune associée au Bombyx, *Lymantria dispar* L. en phase de gradation dans le massif forestier de l'Atlas blidéen ;Entomologie Appliquée ;Ecole Nationale Supérieure Agronomique El Harrach – Alger - ;p15.
- Michael Chinery ., 1988** - Insectes de France et d'Europe occidentale. *Arthaud, Paris, France*.
- Mirault J., Regad J., 1992** - Le point sur la situation phytosanitaire du pin d'Alep, Forêt méditerranéenne 13 (3) : 220-223.
- Moricca S., & Ragazzi, A., 2008** - Fungal endophytes in Mediterranean oak forests: a lesson from *Discula quercina*. *Phytopathology*, 98(4), 380-386.
- Moricca S.; Ginetti, B.T.B.; Scanu, B.; Franceschini, A.; Ragazzi, A., 2016** - Endemic and emerging pathogens threatening cork oak trees: Management options for conserving a unique forest ecosystem. *Plant Dis.*, 100, 2184–2193.

- Morsisamira ., 2008** - écologie et biologie du Bombyx disparate, *Lymontriadispar*L. (Lep. :Lymontriidae) dans le Parc National de Chréa ;Zoophytiatrie ; institut national agronomique El Harrach –Algerie ;14.
- Mullerin S. et J.A. Smith., 2015** - Bot Canker of Oak in Florida Caused by *Diplodia corticola* & *D. quercivora*. The School of Forest Resources and Conservation, UF/IFAS Extension. FOR318.
- Nageleisen L.M., 2005** - Dépérissement du Hêtrez: présentation d'une méthode symptomatologique de suivi . Rev. For. Fr. LVII – (2).
- Nageleisen L.M., 2008** - Actualités sur les dépérissements du “chêne”. *Département de la Santé des Forêts. France.*7p.
- Natividade J.V., 1956** - Subericulture ED Française de l'ouvrage Portugais subériculture E.N.E.F. (Nancy), 303p.
- Negeleisen M., 2005** - Le Bombyx disparate *Lymontriadispar*L.(Lepidoptera, Lymontriidae) ,Information santé des forets (DSF),6p.
- Nierhaus-Wunderwald D., Wermlinger B., 2001** - Le Bombyx disparate (Lymantria dispar L.). Inst. Fede. Rech. WSL. Birmensdorf. Vol.34, 8p.
- Nsibi R., 2005** - Sénescence et rajeunissement des subéraies de Tabarka – Ain Draham avec approches écologiques et biotechnologiques. Doctorat en Sciences Biologiques, Faculté des Sciences de Tunis, Tunisie, 170 p.
- O'Donnell K., Ward, T.J., Robert, V.A.R.G., Crous, P.W., Geiser, D.M., Kang, S., 2015** - DNA sequence-based identification of Fusarium: Current status and future directions. *Phytoparasitica*, 43:583-595.
- Oliva M. et Molinas, M.L., 1986** - Participación de *Diplodia* sp. en el escaldado del alconoque. *Scientia Gerundensis*. 12 : 123-130.
- Ouakid M.L., Farine J.P., Soltani N., 2001** - Evaluation de l'activité entomopathogène d'une souche locale du champignon *Metarhyziumanisopliae* sur les larves de *Lymantriadispar* . IOBC Wprs Bull., 28 (8) :185-191.
- Oubrahim Hayat., 2015** - Estimation et cartographie du stock de carbone dans l'écosystème de quercus suber de la Mamora occidentale (canton A et B) et estimation de son stock d'éléments nutritifs, Chimie, Université Mohammed-V faculté des sciences Rabat,38p.
- Ouyahia M., 1982** - Etude de la multiplication et des rythmes de croissance de *Quercus ilex* L.Thèse d'ingénieur en agronomie. I.N.A. Alger, 3-9.
- Pereira H., 2007** - Cork: Biology, Production and Uses. Edit. Elsevier Science &Technology.346p.
- Pereira J.S., Bugalho, M.N., et Caldeira, M.C., 2008** - From the Cork Oak to cork - A sustainable system. APCOR, Portuguese Cork Association, Litografia Coimbra, S.A., 40 p.
- Phillips AJL, Alves A, Abdollahzadeh J, Slippers B, Wingfield MJ, Groenewald JZ, Crous PW., 2013** - The Botryosphaeriaceae: genera and species known from culture. *Stud Mycol* 76:51–167.
- Phillips A. J., Crous, P. W., & Alves, A., 2007** - *Diplodia seriata*, the anamorph of “*Botryosphaeria*” obtusa. *Fungal diversity*, 25(1892), 141-55

- Pitt J. I., 1979** - Geosmithia gen. nov. for Penicillium lavendulum and related species. *Canadian Journal of Botany*, 57(19), 2021-2030.
- PNT., 2011** - Parc National de Taza.
- Prevost P., 1999** - les base de l'agriculture. 2ème édition, technique et documentation, 254p.
- Quezel P., 1976** - Les forêts du pourtour méditerranéen. Forêts et maquis méditerranéens. Écologie, conservation et aménagement. Note technique de MAB, UNESCO, 2p.
- Quezel P., et Medail., 2003** - Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. ELSEVIER, Paris. P 592. (M-P.G.A.08-17)
- Ragazzi A., Moricca, S., Capretti, P., and Dellavalle, I., 1999** - Endophytic presence of *Discula quercina* on declining *Quercus cerris*. *J. Phytopathol.* 147:437-440.
- Roula B., 2010** - Etude de la qualité du liège de reproduction des suberaies de la région de jijel, doctorat, Gestion des Ecosystèmes Forestiers, Ecole Nationale Supérieure Agronomique-El-Harrach-Alger, p4.
- Roula SE., 2021** - étude de la régénération poste incendie du chêne liège (*Quercus suber* L.) par rejets de souche dans la région de Jijel, doctorat, foresterie, université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, p6.
- Saccardy L., 1937** - Notes sur le chêne-liège en Algérie. Bulletin de station de recherches forestières du Nord de Ed. Service des forêts, 273-363.
- Saccardy L., 1938** - Le Chêne Liège et le Liège en Algérie [article], pp 488-593.
- Samac D. A., & Leong, S. A., 1989** - Disease development in *Cucurbita maxima* (squash) infected with *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae*. *Canadian Journal of Botany*, 67(12), 3486-3489.
- Sánchez-González M., 2006** - Modelo de crecimiento y production para monte alcornocal. Thèse. Departamento de silvopascicultura. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. SAS Institute Inc., 1988. SAS/ETS user's guide, Version.
- Schvester D., 1990** - Protection phytosanitaire de la forêt méditerranéenne : les insectes : 248-256.
- Sechi C., Angelo Ruiu P., Franceschini A., Corda P., 2002** - Nouvelles recherches sur l'extension des phénomènes de dépérissement dans les subéraies de Sardaigne Integrated Protection in Oak Forests IOBC/wprs Bull. 25(5), pp. 5-12.
- Seigue A., 1985** - La forêt circum méditerranéenne et ses problèmes. Ed. Maison neuve et La rose. Paris. France : 502p.
- Slippers B, Wingfield MJ., 2007** - Botryosphaeriaceae as endophytes and latent pathogens of woody plants: diversity, ecology and impact. *Fungal Biol Rev* 21:90–106
- Sousa E. ; Debouzie, D., 1993** - Contribution à la connaissance de quelques variables sylvicoles es écologiques au coléoptère *Platypus cylindrus* F., ravageur du chêne liège au Portugal. *Silva Lusitana* 1 : 183-197.
- Sousa E. et Inácio, M.L., 2005** - New Aspects of *Platypus cylindrus* Fab. (Coleoptera: Platypodidae) Life History on Cork Oak Stands in Portugal. Pages 158-169. In: Entomological Research in Mediterranean Forest Ecosystems, Lieutier, F., Ghaioule, D. Ed. INRA, Paris, France.

- Stiti B., 1999** - Contribution à la maîtrise des méthodes de conservation des glands de chêne liège. DEA(Master). Univ. El Manar, Fac. Sc., Tunis, 64-70.
- Strohmeyer V.F., 1907** - Beitrage zur Kenntnis der Biologie von *Platypus* var.*cylindriformis* Reitter. *Entomologie Blätter*, 5: pp 67-69.
- Vajna L., 1986** - Branch canker and dieback of sessile oak (*Q. petraea*) in Hungary caused by *Diplodiamutula*.I. Identification of pathogen. *Eur. J. For. Path.* 16, 223–29.
- Valencia, S. A., 2004** - Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en Mexico. *Bol. Soc. Bot. Mex.* 75: 33-54.
- Veillon S., 1998** - Guide technique de subericulture dans les pyrénées-orientales. Typologie de peuplement et étude préliminaire. Stage de fin d'étude. FIF-ENGREF. France. 68p+annexes.
- Villemant C., Fraval A., 2002** - Les insectes ennemis du liège. *Insectes*, n ° 125- 2002 (2).p.25-29.
- Villemant C., 2003** - Le Bombyx disparate en Corse. *Insectes n ° 130 - (3)*.10p
- Villemant C., 2003** - Pests Life cycles, damages and control. Study group" Integrated protection in oak forests". *IOBC WPRS BULLETIN*, 26(9), 95-98.
- Villemant C., & Fraval, A., 1993** - La faune entomologique du chêne-liège en forêt de la Mamora (Maroc). *Ecologia mediterranea*, 19(3), 89-98.
- Villemant C. et Fraval, A., 1991** - La faune de Chêne liège. Institute Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc, 360 p.
- Yessad S.A., 2000** - Le chêne-liège et le chêne dans les pays du méditerrané occidental. Edition ASBL foret Wallonne. P 190.
- Younsi SE., 2006** - Diagnostic des essais de reboisement et de régénération du chêne liège (*Quercus suber* L.) dans la région de Jijel ,magister, Ecologie Végétale, Université Mentouri de Constantine.
- Younsi, S. E., Adjami, Y., Ghanem, R., Bouchaib, B., & Ouakid, M. L. (2021)** - Impact of different factors degrading cork oak stands in the Mediterranean region: A case study from Algeria. *Journal of Forest Science*, 67(12), 570-581.
- Zentmeyer G.A., 1980** - *Phytophthora cinnamomi* and the diseases it causes. Monograph 10. Am. Phytopathol. Soc., St Paul, Minnesota. 96 p.
- Zeraia L., 1981** - essai d'interprétation comparative des données écologie phénologique et de production subero-ligneuse dans les forêts de chêne-liège de Provence Cristalline (France méridionale et d'Algérie Thèse Doct Univ. AixMarseille, 367 p.

Présenté par : Ferkhi Asma .

Encadreur : Younsi S.E.

Date de soutenance :

«Contribution à l'étude des interactions biotiques affectant l'état de santé de chêne liège dans la région de Jijel ; cas des insectes ravageurs et des champignons phytopathogènes »

Résumé :

Le chêne liège constitue une principale essence forestière dans la région de Jijel, qui se trouve actuellement menacé de dégradation sous l'impact de divers facteurs. Parmi ces facteurs nous avons évoqués dans cette présente étude l'action des facteurs biotiques, dont les insectes ravageurs et les champignons phytopathogènes qui sont responsables de plusieurs maladies et dégâts affectant l'état de santé des arbres.

Trois sites d'échantillonnage répondant à notre problématique ont été choisis, dans lesquels nous avons effectués plusieurs relevés et mesures. Il s'agit des relevés dendrométriques et d'exploitations associés à des relevés phytosanitaires des arbres échantillonnés, portant sur le tronc, la cime et le feuillage, dont des mesures biométriques des feuilles. Ainsi cette étude est complétée par un inventaire des insectes ravageurs et des champignons pathogènes qu'on a pu isoler au laboratoire

Les résultats obtenus illustrent une dégradation plus ou moins sévère de l'état de santé de notre subéraie, ayant beaucoup de symptômes qui sont du à l'impact des facteurs biotiques et de ses interactions. On a pu observer d'importants dégâts sur le feuillage occasionnés notamment par *lymantria dispar*, des infestations du bois qui sont causées surtout par les insectes xymycétolophages, dont *Platypus cylindrus* et *Xyleborus sp* et des maladies diverses de champignons dont on a pu identifier quelques spécimens phytopathogènes au laboratoire.

Mots clés : Chêne liège, infestation d'insectes, champignons phytopathogènes, interactions biotiques.

Abstract:

The cork oak constitutes a main forest species in the region of Jijel, which is currently threatened of degradation under the impact of various factors. Among these factors, we have evoked in this study the action of biotic factors, including insect pests and phytopathogenic fungi which are responsible for several diseases and damages affecting the health of trees.

Three sampling sites were chosen to correspond with our problem, in which we carried out several surveys and measurements. These were dendrometric and exploitation surveys associated with phytosanitary surveys of the sampled trees, covering the trunk, the crown and the foliage, including biometric measurements of the leaves. This study is completed by an inventory of insect pests and pathogenic fungi that were isolated in the laboratory.

The results obtained illustrate a severe degradation of the state of health of our suberaie, with many symptoms that are due to the impact of biotic factors and their interactions. We could observe important damages on the foliage caused in particular by *lymontria dispar*, infestations of the wood which are caused especially by the xymycetolophagous insects, of which *Platypus cylindrus* and *Xyleborus sp* and various diseases of fungi of which we were able to identify some phytopathogenic specimens in the laboratory.

Keywords: Cork oak, insect infestation, phytopathogenic fungi, biotic interactions.

المخلص:

يعتبر بلوط الفلين من الأنواع الغابية الرئيسية في منطقة جيجل ، والمهددة حاليًا بالتدهور تحت تأثير عوامل مختلفة. من بين هذه العوامل التي ذكرناها في هذه الدراسة تأثير العوامل الحيوية ، بما في ذلك الآفات الحشرية والفطريات الممرضة للنبات والتي هي المسؤولة عن العديد من الأمراض والأضرار التي تؤثر على الحالة الصحية للأشجار.

تم اختيار ثلاثة مواقع لأخذ العينات حيث أنها تجيب على إشكالية موضوعنا ، وأجرينا فيها عدة قراءات وقياسات. وهي عبارة عن مسوحات بيومترية مرتبطة بمسوحات الصحة النباتية للأشجار التي تم أخذ عينات منها ، والمتعلقة بالجذع والتاج وأوراق الشجر ، بما في ذلك القياسات البيومترية للأوراق. وهكذا يتم استكمال هذه الدراسة بجرد الآفات الحشرية والفطريات الممرضة التي تم عزلها في المختبر.

توضح النتائج التي تم الحصول عليها تدهورًا شديدًا إلى حد ما في الحالة الصحية لغابة بلوط الفلين، مع العديد من الأعراض التي ترجع إلى تأثير العوامل الحيوية وتفاعلاتها. تمكنا من ملاحظة الأضرار الجسيمة التي لحقت بأوراق الشجر والتي تسببها بشكل خاص *Lymantria dispar*، غزو الأخشاب التي تسببها بشكل رئيسي الحشرات *xylomycétophagess*، بما في ذلك *Platypus Cylindrus* و *Xyleborus sp* والعديد من الأمراض الفطرية التي تمكنا من تحديد بعض العينات منها في المختبر.

الكلمات المفتاحية: بلوط الفلين ، الإصابة بالحشرات ، الفطريات الممرضة للنبات ، التفاعلات الحيوية.

