

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DE
L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI OUZOU FACULTE DES SCIENCES
BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT D'ECOLOGIE ET ENVIRONNEMENT**



MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Biodiversité et Ecologie Végétale

THEME

**Activité fongique dans un sol sous subéraie incendiée : cas de
la forêt domaniale d'OUMALOU, Ait ouaggacha Larbaa Nath
Irathen**

Présenté par : AIT BENALI Tounsia

MOUSSAOUI Meziane

Le 21 /09 /2023

Devant le jury :

Mme SAADOUN

Présidente

Mr OUDJIANE

Promoteur

Melle MECHIAH F

Co-promotrice

Mr RAHMANI

Examineur

Promotion: 2022 /2023

Remerciement

C'est avec un grand plaisir que nous exprimons notre gratitude et nos sincères remerciements à Mr **Oudjiane A.** d'avoir proposé ce thème de recherche et accepté de le diriger, pour son Orientation judicieuses, ses conseils nous ont été d'un apport capital. Qu'il nous soit permis d'exprimer notre gratitude à Mme **Mechiah F.** pour son aide multiforme et d'avoir accepté de
Co diriger ce travail

Nous remercions Mme **Saadoun N.**, de nous fait l'honneur de présider le jury .

Nous remercions aussi vivement Mr **Rahmani M.**, pour avoir accepté d'examiner et
D'évaluer ce travail.

Précieuses remarques et conseils durant la réalisation de ce projet de fin d'étude.

Nous tenons à remercier encore une autre fois Mme **Saadoun N.**, pour ses explications et
Orientations concernant L'analyse statistique.

Nous remercions tous ceux qui ont participé durant l'échantillonnage des sols
Particulièrement La Circonscription de Larbaa Nath Irathen à sa tête Mme **Sadoudi** pour leurs efforts et leurs soutiens tout au long de nos sorties.

Enfin, un grand merci pour tous ceux qui ont participé de près ou de loin dans la réalisation
de ce modeste travail

Dédicace

Nous dédions ce modeste travail

A nos chers parents

*Qui nous ont toujours soutenue et comblé de leur
amour, leur bonté et leur grande affection*

« Que Dieu vous garde »

A nos chère frères et sœurs

*A nos amis et a tous ceux qui ont cru on nous et qui
nous ont poussé à aller de l'avant en nous
encourageant à ne pas lâcher prise.*

SOMMAIRE

Chapitre 1 : Définition générale

| | | |
|----|---|----|
| 1. | Introduction..... | 3 |
| 2. | Climat de la forêt méditerranéenne et ses caractéristiques | 3 |
| 3. | Végétation de la forêt méditerranéenne..... | 5 |
| | 3.1. En Algérie | 5 |
| | 3.1.1. Répartition Géographique de la forêt Algérienne..... | 6 |
| | 3.1.2. Etat actuel de la forêt algérienne | 7 |
| 4. | Chêne-liège..... | 7 |
| 5. | Incendies | 7 |
| | 5.1 Incendies de forêt méditerranéenne et leurs impacts globaux | 8 |
| | 5.2 Effet du feu sur les sols | 9 |
| 6. | Champignons..... | 9 |
| | 6.1. Mode de vie | 10 |
| | 6.1.1. Saprophytes | 10 |
| | 6.1.2. Parasites | 10 |
| | 6.1.3. Symbiotes | 10 |
| | 6.2. Classification des champignons..... | 10 |
| | 6.3. Principaux groupes de champignons..... | 12 |
| 7. | Rôle écologique fondamental | 14 |
| 8. | Diversité et cycle de vie des champignons du sol..... | 15 |

Chapitre 2 : Matériels et Méthodes

| | | |
|----|---------------------------------------|----|
| 1. | Présentation de la zone d'étude | 16 |
| | 1.1. Situation géographique..... | 16 |
| | 1.2. Situation administrative | 16 |
| | 1.3. Facteurs abiotiques | 17 |
| | 1.3.1. Bioclimat | 17 |
| | 1.3.1.1. Pluviométrie | 17 |
| | 1.3.1.2. Température | 17 |

| | |
|--|----|
| 1.3.1.3. Hygrométrie | 18 |
| 1.3.1.4. Vent et sirocco..... | 18 |
| 1.3.1.5. Synthèse climatique | 18 |
| 1.3.1.6. Relief..... | 19 |
| 1.3.1.7. Sol..... | 20 |
| 1.4. Facteurs biotiques | 20 |
| 1.4.1.Flore | 20 |
| 1.4.2.Faune | 20 |
| 1.5. Patrimoine forestier de la région | 20 |
| 2. Echantillonnage sur le terrain..... | 21 |
| 2.1. Sol..... | 21 |
| 3. Préparation de milieu de culture | 22 |
| 4. Isolement des souches fongiques..... | 23 |
| 4.1. Méthode des suspensions-dilutions | 23 |
| 4.2. Mise en culture | 24 |
| 4.3. Prélèvement..... | 24 |
| 5. Identification..... | 24 |
| 5.1. Identification macroscopique..... | 24 |
| 5.1.1. Texture | 24 |
| 5.1.2. Topographie..... | 24 |
| 5.1.3. Couleur | 25 |
| 5.1.4. Vitesse de croissance | 25 |
| 5.2. Identification microscopique..... | 25 |
| 6. Analyse statistique..... | 25 |

Chapitre 3 : Résultats et discussions

| | |
|--|----|
| 1. Diversité et abondance des genres fongiques sous chêne liège..... | 26 |
| 2. Description de quelques genres identifiés..... | 29 |
| 2.1. Aspergillus..... | 29 |
| 2.2. Absidia | 30 |
| 2.3. Fusarium..... | 31 |
| 2.4. Candida | 32 |
| 2.5. Penicillium..... | 32 |
| 2.6. Phoma | 33 |

| | |
|---|-----------|
| 2.7. Cladosporium | 34 |
| 2.8. Trichoderma | 34 |
| 3. Analyse de variance (ANOVA) | 35 |
| 4. Matrice de corrélation | 37 |
| 5. Analyse en composantes principales des genres fongiques | 38 |

Liste des figures

| | |
|---|-----------|
| Figure 1 : Carte du monde qui montre l'emplacement de la forêt méditerranéenne dans le monde | 3 |
| Figure 2 :Climagramme d'Emberger qui montre les grands types de structure de végétationméditerranéenneenfonctiondesbioclimatsetdesétagesdevégétationQuézeletMédail (2003). | 4 |
| Figure 3 : Représente le Pin du foret méditerranéen | 5 |
| Figure 4 : Répartition des forêts en Algérie (BNEDER, 2009 in Meddour-Sahar, 2014) . | 6 |
| Figure 5 : Triangle du feu..... | 8 |
| Figure 6 : Classification mise à jour du niveau de phylum des champignons (Tedersoo, 2018) | 11 |
| Figure 7 : Situation géographique de la région de Larbâa Nath-Irathen (Photo Google) ... | 16 |
| Figure 8 : Diagramme Ombrothermique de Bangouls et Gausсен pour la région Larbaa Nath Irathen..... | 19 |
| Figure 9 : Photo Forêt domaniale (OUMALOU), commune d'AïtAggouacha, daïra de LarbâaNath-Irathen, wilaya de Tizi Ouzou | 21 |
| Figure 10 :Sols des 5sujets échantillonnés dans la forêt d'Oumalou, AitAggouacha..... | 22 |
| Figure 11 : Préparation du milieu de culture PDA (Pommes de terre-Dextrose-Agar) | 23 |
| Figure 12 : Spectre général des abondances des différents phyla fongiques recensés dans les sols sous chêne liège de la forêt domaniale (Oumalou) | 26 |
| Figure 13 : Aspect microscopique du genre Aspergillus (Gr x 400)..... | 30 |
| Figure 14 : Aspect microscopique du genre Absidia (Gr x 400)..... | 31 |
| Figure 15 : Aspect microscopique du genre Fusarium (Gr x 400)..... | 31 |
| Figure 16 : Aspect microscopique du genre Candida (Gr x 400)..... | 32 |
| Figure 17 : Aspect microscopiquedu genre Penicillium (Gr x 400)..... | 33 |
| Figure18 : Aspect microscopique du genre Phoma (Gr x 400)..... | 33 |
| Figure 19 :Aspectmicroscopique du genre Cladosporium (Gr x 400) | 34 |
| Figure 20 : Aspect microscopique du genre Trichoderma (Gr x 400..... | 35 |
| Figure 21 : Représentation de l'analyse en composantes principales (ACP) des genres fongiques recensés au niveau de la forêt domaniale d'Oumalou Ait Aggouacha (Larbaa Nath Irathen) | 39 |

Liste des tableaux

| | |
|--|-----------|
| Tableau 1 : Précipitations moyennes mensuelles de la région de Larbâa Nath-Irathen durant la période (2012 à 2018) après extrapolation. | 17 |
| Tableau 2 : Températures moyennes mensuelles des 10 dernières années (2012-2018) enregistrées par la station météorologique de Tizi-Ouzou | 18 |
| Tableau 3 : tableau de comparaison avec les résultats des autres études faite sur le sol.... | 27 |
| Tableau 4 : Abondance et richesse spécifique des genres fongiques isolés à partir des sols sous chêne liège de la forêt « Oumalou ». | 28 |
| Tableau 5 : Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) | 36 |
| Tableau 6 : représente les corrélation entre les différents genres | 37 |

INTRODUCTION GENERALE

La forêt méditerranéenne est une formation végétale spécifique présente principalement dans les régions méditerranéennes du monde, caractérisée par des conditions climatiques particulières telles que des étés chauds et secs, des hivers doux et des sols souvent pauvres en nutriments. Cette forêt abrite une biodiversité unique et est composée d'espèces adaptées à ces conditions environnementales spécifiques (Ricardo Vélez) .

Cependant, la forêt méditerranéenne est également particulièrement vulnérable aux incendies. Ces incendies peuvent avoir des causes naturelles, comme la foudre, mais aussi anthropiques, souvent dus à des activités humaines telles que les feux de forêt intentionnels, l'abandon de cigarettes allumées ou d'autres sources d'inflammation. Les incendies de forêt sont un problème récurrent dans cette région en raison des conditions climatiques propices à leur propagation et de la présence d'une végétation hautement inflammable. (Ricardo Vélez)

Au cours de la période de 20 ans (1986-2005), la surface brûlée cumulée atteint quasiment les 9,5 millions d'hectares de forêts et d'espaces naturels dans les 5 pays méditerranéens d'Europe méridionale, ce qui correspond à une moyenne annuelle parcourue par le feu de près de 470 000 ha. Le nombre de feux est de plus de 1,1 million au total, soit une moyenne annuelle de plus de 55 000 feux, ce qui signifie un feu toutes les 10 minutes (Ouahiba MEDDOUR-SAHAR, Arezki DERRIDJ Rachid MEDDOUR)

En Algérie, la moyenne du nombre de feux est de plus de 1300 par an (soit 2.34% de part relative du total méditerranéen), et la moyenne des surfaces incendiées est d'environ 39000 ha par an pour les dernières décennies (soit 6.5% de part relative) (Meddour et Sahar .2008). Incontestablement, dans le contexte du bassin méditerranéen, l'Algérie est l'un des pays où le problème de feux des forêts se pose avec acuité. Ceci a un impact sur les différentes composantes de l'écosystème. minutes (Ouahiba MEDDOUR-SAHAR, Arezki DERRIDJ Rachid MEDDOUR)

Cependant, l'écosystème forestier présente une résilience après le passage du feu. L'activité biologique du sol est un élément essentiel de cette résilience. Les champignons jouent un rôle important dans cette activité avec d'autres composantes microbiologiques comme les bactéries.

En Algérie les études sur l'activité fongique après incendie sont rares. Ce qui nous a amené à explorer cette activité dans un sol sous subéraie incendiée. Pour cela nous avons choisi la forêt domaniale d'Ait Agoucha dans la région de Larbaa Nat Irathen. Selon la circonscription des forêts de Larbaa Nat Irathen, cette dernière a subi des incendies récurrents depuis des

décennies, avec un incendie dévastateur l'été 20121. C'est dans cette optique que nous avons réalisé un inventaire des champignons du sol dans cette forêt au printemps 2023.

Pour cela, le travail est scindé en plusieurs parties, on a en premier le chapitre I qui est une synthèse bibliographique. Le chapitre II et chapitre III respectueusement consacré à l'étude du milieu et du matériel et méthodes utilisés dans le. Les résultats et discussion sont présentés dans le chapitre IV. Une conclusion vient clore le présent travail avec des perspectives futures qu'on propose nous même.

CHAPITRE 1

Bibliographie

1. Introduction

La forêt méditerranéenne, également connue sous le nom de forêt sclérophylle, a une superficie forestière de 3,2 millions de km², soit 2,2 % de la superficie forestière mondiale.

Les forêts méditerranéennes, ont des caractéristiques spécifiques qui en font un patrimoine naturel mondial unique, cependant ces écosystèmes forestiers sont très vulnérables en raison de leur fragilité et instabilité, dues notamment aux conditions climatiques, à la pression humaine de longue date et aux incendies aux rythmes effrénés (FAO, 2010). On l'appelle forêt méditerranéenne car son climat est dit méditerranéen (hivers doux, étés chauds), et son environnement correspond à l'un des vingt-six biomes majeurs. La végétation y a subi une adaptation importante (la végétation est basse, clairsemée, peu verte, à un rythme de vie plus lent et est compromise par le climat de la zone.) Soit il y a une courte saison sèche, des précipitations irrégulières, des vents forts, ou il y a aussi des incendies, notamment des activités humaines qui continuent de perturber le biome. Celui-ci a perdu la moitié de son potentiel (DGF, 2016). Voici une carte (Figure01) qui montre l'emplacement de la forêt méditerranéenne dans le monde :



Figure 01 : Carte du monde qui montre l'emplacement de la forêt méditerranéenne dans le monde (A Madoui 2002).

2. Climat de la forêt méditerranéenne et ses caractéristiques

Le climat, premier facteur d'unité et de diversité des écosystèmes forestiers méditerranéens (Braudel, 1985) l'affirme, « l'unité essentielle de la Méditerranée, c'est le climat, un climat très particulier, semblable d'un bout à l'autre de la mer, unificateur des paysages et des genres de vie ».

Ce climat, ses conséquences sur les milieux naturels et leurs évolutions historiques sont aujourd’hui corrélativement bien connues à l’aide de nombreux travaux menés depuis le milieu du XXème siècle. L’ensemble de ces études indique à la fois une unité liée aux spécificités climatiques (notamment la sécheresse estivale) mais aussi une grande diversité due à la fragmentation du milieu, de l’impact de l’homme et des variantes climatiques. Les climatologues définissent en effet différents bioclimats méditerranéens à l’aide d’indices climatiques tels que la moyenne des minima du mois le plus froid (m), la pluviométrie totale annuelle (P), le quotient pluviothermique (ou indice d’Emberger : Q_2) ou de plus l’indice xérothermique (X). A chacun de ces bioclimats coïncide un type de végétation potentielle, et donc un type de forêt avec ses espèces dominantes et représentatives (Fig. 2). La forêt méditerranéenne se manifeste ainsi telle une forêt multiple, unique et diversifiée (DGF, 2016).

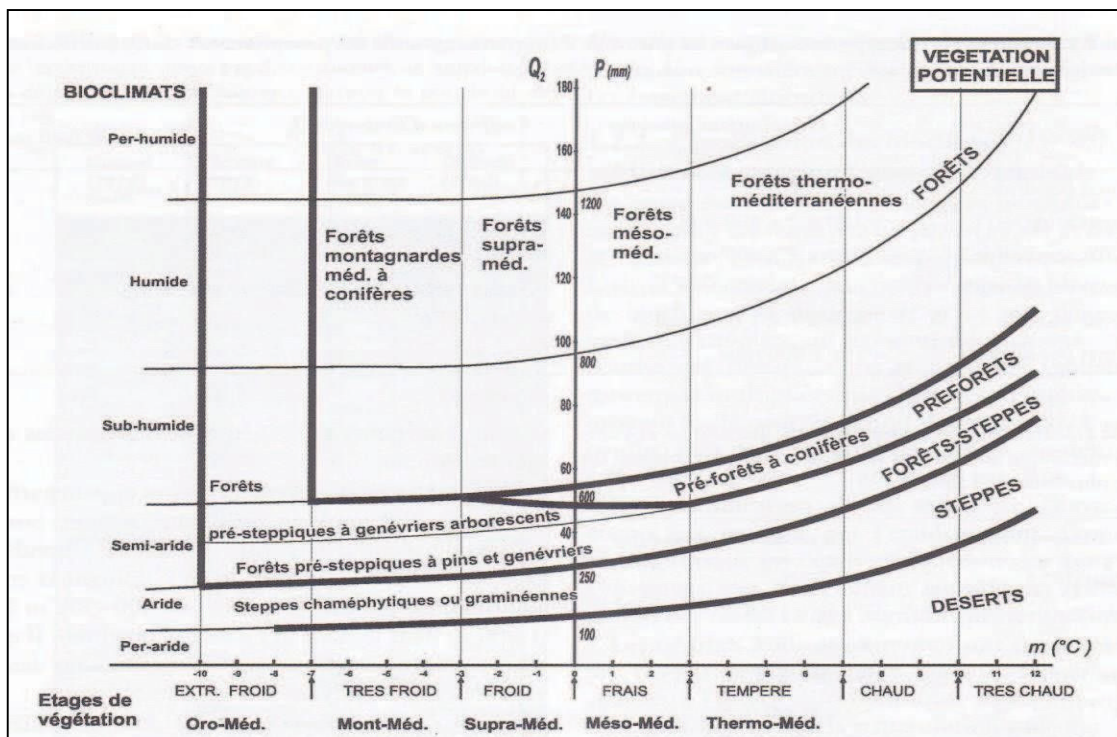


Figure 2 : Climagramme d’Emberger montrant les grands types de structure de végétation méditerranéenne en fonction des bioclimats et des étages de végétation (Quézel et Médail, 2003).

Le climat de cette région est caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers assez doux, parfois humides. Il est rude pour la végétation indigène, avec une pluviométrie annuelle de l’ordre de 300 à 800 mm, selon l’attitude et l’exposition des espaces naturels. L’ensoleillement est très important dans cette zone, avec plus de 2500 heures par an. Mais cela coïncide avec des rares jours de pluies (moins de 100mm/ an) (Quézel et Médail, 2003).

3. Végétation de la forêt méditerranéenne

La végétation dans la forêt méditerranéenne est très diversifiée et adaptée aux conditions chaudes et sèches. On y trouve des arbres comme les chênes verts, les pins et les oliviers, ainsi que des plantes aromatiques comme le romarin et la lavande (Figure 03) (Armen T 1986).



Figure 03 : Représente le Pin du foret méditerranéen (*Forêts de France* 2021)

3.1. En Algérie

L'Algérie se situe parmi les pays méditerranéens qui présentent une diversité écologique importante sur le plan bioclimatique, morphologique et floristique. Cette diversité se traduit par une richesse de paysages et de milieux naturels de grande qualité (Yefsah, 2016).

La forêt algérienne d'environ 4 millions d'hectare a été le théâtre de diverses agressions qui ont réduit considérablement sa superficie et provoqué la régression ou la disparition de nombreuses espèces animales et végétales (DGF, 2016) (Figure04).

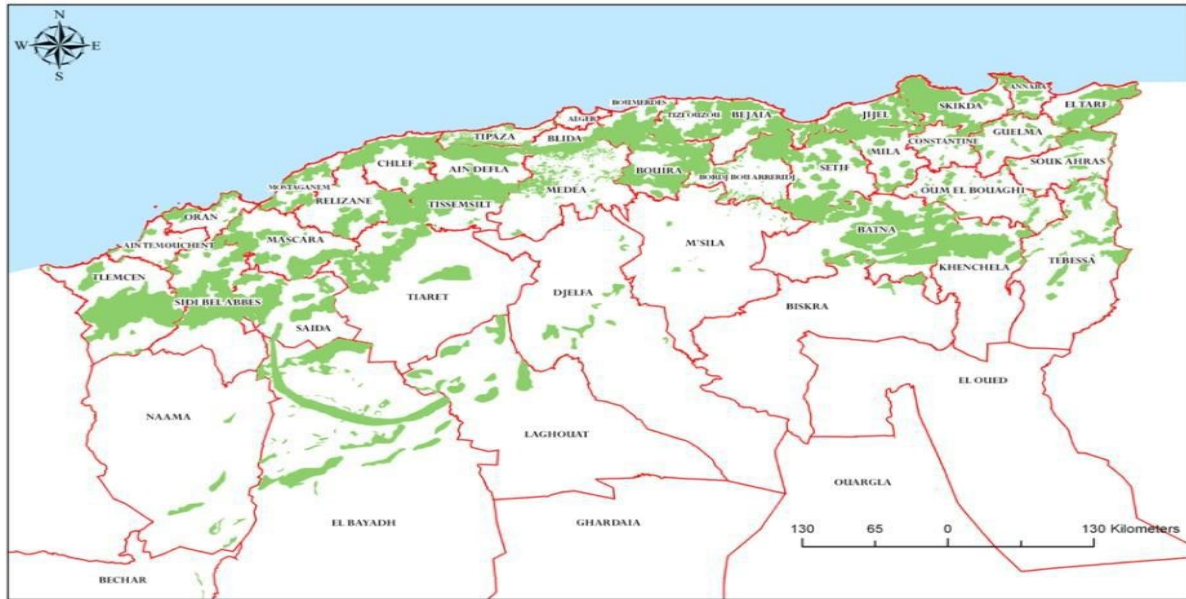


Figure 4. Répartition des forêts en Algérie (BNEDER, 2009 in Meddour-Sahar, 2014)

3.1.1. Répartition Géographique de la forêt Algérienne

La forêt algérienne est localisée entièrement sur la partie septentrionale du pays et limitée au sud de pays par les monts de l'Atlas Saharien. Elle est inégalement répartie suivant les différentes régions écologiques, ce qui leur confère des taux de boisements très variables. En effet, ces taux décroissent d'Est en Ouest et du Nord au Sud plus particulièrement. La forêt algérienne est constituée par une variété d'essences appartenant à la flore méditerranéenne, leur développement est lié essentiellement au climat. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral, le faciès forestier change du Nord au Sud du pays, (K Bouabdallah · 2020) . On peut distinguer deux principale

Les zones bien différentes :

- Le littoral et surtout les chaînes côtières de l'Est du pays comme la Grande Kabylie, Bejaïa, Jijel, El Milia, El Kala. Ces régions sont bien arrosées, et comportent les forêts les plus denses et les plus belles. C'est l'aire de répartition de deux essences principales, à savoir le chêne liège et le chêne zen. (K Bouabdallah · 2020) .
- Les hautes plaines continentales, plus sèches représentées par les régions steppiques situées entre les chaînes côtières et l'Atlas saharien. Ces zones contiennent dans leurs parties accidentées de grands massifs de pin d'Alep et de chêne vert (Aurès, Djelfa et Saïda) (Ouelmouhoub, 2005).

3.1.2. Etat actuel de la forêt algérienne

La forêt algérienne apparaît comme une formation végétale dont les arbres sont en état de lutte continuelle contre les facteurs de dégradation. Compte tenu de tous les éléments historiques qui la marquèrent et des pressions anthropiques exercées sans cesse sur elle, la forêt semble glisser rapidement sur la voie d'une dégradation progressive des essences principales et son remplacement par le maquis et les broussailles. C'est pourquoi elle est clairsemée en formation ouverte, entrecoupée par de nombreux vides et les forêts méritant leur appellation sont plutôt rares (FAO, 2000).

4. Chêne liège

Les forêts de chêne liège sont des composantes caractéristiques des territoires méditerranéens. Elles représentent une surface totale d'environ 2,5 millions d'hectares au niveau mondial répartie sur sept pays: Portugal, Espagne, Algérie, Maroc, Italie, Tunisie, et en France (FAO, 2013).

Le chêne-liège est un arbre de taille moyenne de 10 à 15 mètres, peut atteindre 20 à 25 m. La cime est irrégulière, s'étalant en longueur, C'est une essence qui présente un couvert léger laissant passer la lumière. A l'état isolé, le tronc est couvert de grosses branches étalées, cependant, en peuplement le tronc est plus droit et plus long. (D Kadri · 2017)

C'est un arbre, qui peut vivre 150 à 200 ans, voire 800 ans et atteindre 20 à 25 m de haut. Les feuilles, petites (de 3 à 5 cm), alternes, coriaces, ovales-oblongues, sont bordées de dents épineuses et cotonneuses sur leur face inférieure, et persistent sur l'arbre pendant deux à trois ans. Les fleurs jaunâtres s'épanouissent au printemps courant avril-mai, les fleurs mâles, en chatons, et femelles, minuscules, sont séparées sur le même pied. Les glands oblongs, enveloppés sur la moitié de leur longueur par les cupules, sont réunis par deux sur des pédoncules courts et renflés. (D Kadri · 2017)

Sa caractéristique la plus distinctive est son écorce en liège, qui est douce, épaisse et spongieuse. Elle est souvent de couleur brun clair ou gris. Les feuilles du chêne liège sont persistantes, avec des bords dentelés et une couleur verte brillante.

5. Incendies

L'incendie est une réaction de combustion non maîtrisée dans le temps et dans l'espace (Jappiot *et al.*, 2002). Les feux de forêt ou incendies se déclarent dans une formation végétale, généralement de type forestière (forêts de feuillus ou/et de conifères) ou sub-forestière (garrigues, maquis...). Ce terme désigne globalement les feux de forêt, de maquis ou de garrigues ayant brûlé au moins 1 ha de massif (Cemagref, 1994).

Pour qu'un feu de forêt se déclenche, il faut que trois paramètres fondamentaux soient en présence : le combustible, le comburant et la chaleur... On représente de façon symbolique cette association par le triangle du feu (Figure 05).

Dans le triangle du feu, la végétation forestière constitue le combustible. Par sa composition et sa structure, par sa teneur en eau, elle exigera une température plus ou moins élevée pour s'enflammer, par sa densité et sa répartition sur le terrain (Chautrand, 1972 in Meddour-Sahar, 2014). Un comburant est le corps qui provoque et entretient la combustion du combustible. Le plus souvent, le comburant est constitué par l'oxygène présent dans l'air ambiant. La réaction de combustion est alors une oxydation (Carbognell et *al.*, 2004).



Figure 05. Triangle du feu (Carbognell et *al.*, 2004)

5.1 Incendies de forêt méditerranéenne et leurs impacts globaux.

Les zones au climat méditerranéen ont connu de nombreux incendies depuis la préhistoire, comme en témoignent diverses études archéologiques. La frontière méditerranéenne est fortement anthropique et change l'utilisation des terres, mais les sécheresses estivales peuvent être importantes et durables, lorsque les plantes ont le plus besoin d'eau. Un phénomène moins connu est que l'hiver est aussi une période d'incendie, où les montagnes sont peu irriguées. L'herbe gèle et sèche, surtout en fin de saison, ce qui la rend plus sensible aux incendies. Dans les zones où les montagnes rencontrent la mer, comme dans la région des Alpes-Maritimes, les incendies se produisent souvent plus souvent à la fin de l'hiver qu'en été. Mais les incendies dévastateurs qui brûlent de vastes zones et font des ravages sont un phénomène estival ; La très grande variabilité interannuelle et surtout les rythmes saisonniers prononcés qui caractérisent à la fois le nombre d'incendies et les superficies brûlées, ne dépendent pas uniquement du

phénomène des incendies de forêt agissant sur des échelles de temps très courtes. Autrement dit, un incendie se déclenche à un certain endroit. Même si vous démarrez facilement un jour, vous ne pourrez pas vous arrêter avant le lendemain. Ces courtes échelles de temps sont liées aux humains (la plupart des incendies) ou aux mécanismes physiques qui composent le climat. Cependant, même dans des conditions météorologiques favorables, de nombreux incendies s'éteignent d'eux-mêmes faute de combustible, tandis que d'autres conduisent à de véritables catastrophes (Gillon, 1990 et Cermargref, 1993).

5.2. Effet du feu sur les sols

Le feu provoque une perte de fertilité des sols qui peut être très faible, provenant ainsi d'érosion qui peut survenir sur les sols siliceux à la suite des incendies. Il entraîne le changement de la structure de l'horizon superficiel, une diminution de la porosité du sol et une réduction de sa capacité de rétention en eau, une augmentation du pH et l'accroissement du taux de calcaire, par éclatement de la roche et la réduction de la capacité totale d'échange (Gillon, 1990 et Cermargref, 1993).

6. Champignons

Les champignons constituent un ensemble très diversifié que l'on estime bien que les chiffres soient approximatifs, à un million d'espèces. Cependant, seulement 14% de ces organismes ont été découverts (Hawksworth et Rossman 1997 ; Hawksworth, 2001 ; Neubert et al., 2006). Le monde des champignons forme un règne vaste, diversifié et ubiquiste ; il est reconnu par des caractères propres, comme un monde vivant à part, un règne à part parmi les règnes vivants, ni végétal, ni animal, mais fongique. Un des caractères importants qui le distingue des végétaux est la composition de ses parois cellulaires, faites en majeure partie de chitine, une chitine proche de celle des arthropodes (Kiffer et Morelet, 1997).

Ils sont appelés aussi mycètes. Ce sont des organismes Eucaryotes uni ou pluricellulaires, incluant des aspects macroscopique et microscopique avec un aspect filamenteux ou levuriforme. Ils sont hétérotrophes et plus particulièrement absorbotrophes car ils absorbent les nutriments présents dans leur milieu (Lecellier, 2013).

6.1. Mode de vie

6.1.1. Saprophytes

Ils se nourrissent des restes plus ou moins décomposés d'organismes déjà morts : bois, humus, fruits, cadavres. Ils participent au recyclage de la forêt ! Ils transforment la matière végétale morte en humus. Ils jouent un rôle capital (Legault, 1989).

6.1.2. Parasites

Ils vivent aux dépens d'autres organismes que l'on appelle hôtes. Le parasite va profiter de son hôte, sans rien donner en échange, puisque ce dernier va lui permettre de se nourrir, de s'abriter et de se reproduire ! Prenons l'exemple de l'Armillaire couleur de miel qui pousse sur le tronc des arbres. L'arbre est l'hôte et le champignon le parasite. (Sénéquier-Crozet et Canard, 2016).

6.1.3. Symbiotes

C'est à dire en association à bénéfices réciproques. Ainsi, le mycélium va apporter différents éléments comme de l'eau et des sels minéraux (phosphore). En retour, le champignon va recevoir de la matière organique, sa nourriture, lui permettant de vivre.

Cette relation peut s'établir avec un arbre comme par exemple le Bolet bai (*Xerocomus badius*) qui est comestible. L'un ne pouvant vivre sans l'autre. Cette relation s'établit entre le mycélium et les racines de l'arbre. On parle de mycorhize. (Duhoux et Nicole, 2004 ; Redon, 2009)

6.2. Classification des champignons

Les champignons sont un groupe diversifié d'organismes eucaryotes qui appartiennent au règne des Fungi. Ils forment un clade distinct dans le domaine du vivant. Les champignons sont regroupés dans plusieurs clades ou groupes taxonomiques en fonction de leurs caractéristiques morphologiques, génétiques et évolutives.

Ce règne est rangé en une dizaine de phylums dont les Chytridiomycota, les Zygomycota, les Glomeromycota, les Basidiomycota et les Ascomycota. Ces deux derniers (classés dans le sous règne des Dikarya) rassemblent la grande majorité des espèces décrites à ce jour (Mc Laughlin et *al.*, 2009 ; Blackwell, 2011). La classification est régulièrement revue et mise à jour. Les écologues végétaux, microbiens et fongiques testent généralement l'importance des variables environnementales sur la diversité fongique au niveau des ordres, des classes ou des phylums,

mais pas de leurs sous-banques ou de différents rangs mélangés pour des raisons de simplicité et afin d'éviter la confusion (Tedersoo et al., 2014). En 2018, Tedersoo a proposé un schéma de classification de niveau supérieur actualisé pour les champignons et un arbre de classification prenant en compte les phylogénies publiées, les temps de divergence et le critère de monophylie.

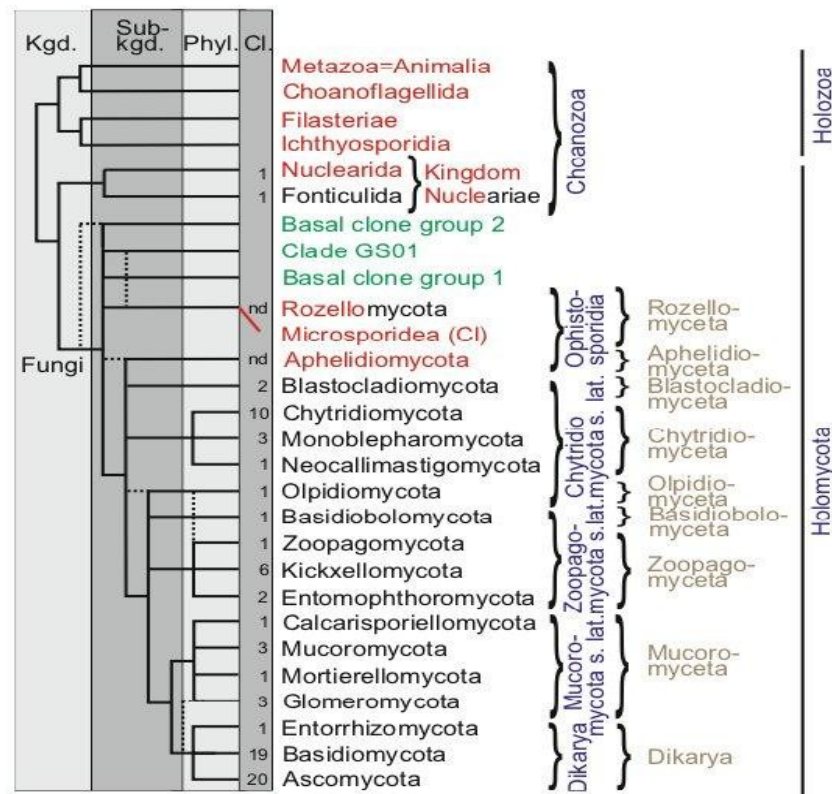


Figure 6 : Classification mise à jour du niveau de phylum des champignons (Tedersoo, 2018).

- Les nombres derrière les branches indiquent le nombre de classe incluses.
- Les noms en rouge indiquent les taxons traditionnellement considérés dans la nomenclature zoologique.
- Les noms en vert indiquent les noms non officiels de grands clades non décrit.
- Les noms en bleu indiquent les anciennes classifications et super et sous-banques taxonomiques.
- Les noms en marron indiquent les noms des taxons correspondant au rang de sous domaine

6.3. Principaux groupes de champignons

Chytridiomycota

Les Chytridiomycota sont un phylum de champignons caractérisés par des spores flagellées et un mode de vie principalement aquatique. Ils sont considérés comme l'un des groupes de champignons les plus anciens et jouent des rôles écologiques importants dans divers écosystèmes. Ce groupe comprend 4 ordres, 13 familles, 99 genres et près de 686 espèces (Kirk et *al.*, 2008 in Lee et *al.*, 2012).

Zygomycota

Les Zygomycota sont un important phylum de champignons qui font partie du règne des Fungi. Ils sont caractérisés par la formation de structures de reproduction appelées zygosporanges lors de leur cycle de reproduction sexuée. Leur principale caractéristique générale est la production d'une spore au repos à paroi épaisse (zygospore) au sein d'un zygosporange communément orné, formé après la fusion de deux hyphes spécialisés appelés gamétanges. Le phylum est très diversifié sur le plan écologique, et très répandu, la plupart des espèces étant saprotrophes dans le sol et les excréments (Araújo et *al.*, 2016). Ce groupe contient plusieurs genres tels que le genre *Absidia*.

Glomeromycota

Glomeromycota est un phylum de champignons faisant partie du règne des Fungi. Ces champignons sont particulièrement connus pour leur association symbiotique avec les plantes, formant des structures appelées mycorhizes arbusculaires. Ils se reproduisent asexuellement par la formation des spores. Lorsque les conditions sont favorables, les spores germent et développent un mycélium court pour tenter de trouver une racine hôte convenable (Roehl, 2017). Tous les Gloméromycota forment des mycorhizes arbusculaires avec diverses plantes terrestres. Ce sont des symbiotes obligatoires, ce qui signifie qu'ils ne peuvent pas survivre sans leur partenaire photosynthétique (Roehl, 2017).

Ils sont subdivisés en 3 classes : Archaeosporomycètes, Glomeromycètes et Paraglomeromycètes et 5 ordres : Archaeosporales, Diversisporales, Gigasporales, Glomerales et Paraglomerales. 15 familles et 38 genres ont été décrits. Les espèces les plus connues appartiennent à la famille des Glomeraceae, dont le genre *Glomus* est le plus utilisé dans les travaux d'expérimentation (Mechiah, 2015).

Dikarya

Dikarya est un sous-règne de champignons qui fait partie du règne des Fungi. Il se caractérise par la présence d'une structure particulière appelée dikaryon au cours de leur cycle de vie. Les Dikarya comprennent deux groupes de champignons bien connus : les Ascomycota (ascomycètes) et les Basidiomycota (basidiomycètes) (Le Calvez, 2009).

Ils sont unis par la possession d'hyphes cloisonnées et une étape de la vie dicaryotique, mais différents dans les structures impliquées dans la méiose et la sporulation (Lutzoni et *al.*, 2004).

Ascomycota

Les Ascomycota constitue le plus grand phylum de Fungi (Le Calvez, 2009) et l'un des phyla les plus divers et omniprésents des Eucaryotes et constituent la quasi-totalité des champignons capables de former des associations lichéniques. Ils sont filamenteux avec septa simples et un thalle multicellulaire (Hibbett et *al.*, 2018). Chez la plupart des espèces de cet embranchement, la reproduction asexuée est généralement assurée par des conidies plurinucléées. Les conidies se forment à partir de cellules conidiogènes qui naissent au sommet d'hyphes modifiées appelées conidiophores (Raven et *al.*, 2018). Ils forment des ascospores après une caryogamie et une méiose (Sénéquier-Crowet et *al.*, 2016).

Ce groupe de champignons est caractérisé par la production de spores dans des structures appelées asques, qui sont contenues dans des organes spécialisés appelés ascomas. Ils sont diversifiés et comprennent des champignons comme les levures, les moisissures et les champignons à cupules.

L'*Aspergillus*, est un exemple de champignons Ascomycètes. C'est un champignon filamenteux, dont le thalle est hyalin, il présente un mycélium cloisonné, portant de nombreux conidiospores dressés, terminés en vésicule. Ils se développent sur la matière organique en décomposition dans le sol, le compost, les denrées alimentaires (Botton et *al.*, 1990). Il est ubiquiste, occupe tous les sols y compris ceux des régions arides. C'est un champignon xérophile, pouvant survivre dans les régions où les précipitations sont très faibles, voir rares. Il a été isolé des sols désertiques du Mexique, Chili, Argentine, Arabie Saoudite et Iraq (Benfoddil, 2015).

Basidiomycota

Basidiomycota est un embranchement dans le règne des champignons (Fungi) et comprend un groupe diversifié de champignons caractérisés par la production de structures reproductrices spécialisées appelées basides. Ces basides sont responsables de la formation et

de la dispersion de spores sexuelles appelées basidiospores (Wellehan et *al*, 2019). Ces spores sont formées par bourgeonnement et sont portées à l'extérieur de la baside par de petites pointes appelées stérigmates (Sénéquier-Crozet et Canard, 2016).

Parmi les autres caractéristiques des Basidiomycètes, on peut citer les excroissances hyphales appelées connexions à pince et la présence d'une phase dikaryone dans le cycle de vie, une condition dans laquelle chaque cellule du thalle contient deux noyaux (Taylor et *al.*, 2009).

Les Basidiomycota jouent un rôle important dans le fonctionnement des écosystèmes à plusieurs niveaux et sont les principaux décomposeurs de différents éléments du bois, y compris la lignine (Taylor et *al*, 2015).

Champignons du sol

Les champignons du sol, également appelés champignons telluriques, sont des champignons qui vivent et se développent dans le sol. Ils jouent un rôle crucial dans l'écosystème en décomposant la matière organique morte, en recyclant les éléments nutritifs et en contribuant à la santé du sol. Ces champignons, souvent méconnus mais essentiels à la santé de nos écosystèmes, occupent une place cruciale dans le cycle de la vie terrestre. Ils sont des décomposeurs majeurs, jouant un rôle vital dans la dégradation de la matière organique morte et la régénération des nutriments du sol. Ces organismes fascinants établissent des interactions complexes avec leur environnement, contribuant ainsi à la fertilité et à la biodiversité des sols. (Smith, 2008).

7. Rôle écologique fondamental

Les champignons du sol sont des décomposeurs clés dans les écosystèmes terrestres. Ils dégradent une variété de matières organiques en décomposition, comme les feuilles, les branches et d'autres débris végétaux. Ce processus de décomposition transforme la matière organique en composés plus simples tels que l'humus, enrichissant ainsi le sol en éléments nutritifs essentiels. De plus, certains champignons établissent des symbioses bénéfiques avec les racines des plantes, formant des mycorhizes. Ces associations symbiotiques permettent aux plantes d'absorber plus efficacement l'eau et les nutriments du sol, tandis que les champignons bénéficient des glucides produits par la photosynthèse des plantes (Brundrett, 2009)

8. Diversité et cycle de vie des champignons du sol

Les champignons du sol appartiennent à divers groupes taxonomiques, parmi lesquels les basidiomycètes et les ascomycètes sont les plus courants. Ils se présentent dans une variété de tailles, de formes et de couleurs, et leur cycle de vie comprend la germination des spores, la formation du mycélium (structure filamentaire du champignon) et la production de spores pour la reproduction.

Les spores sont dispersées dans l'environnement et, lorsqu'elles trouvent des conditions propices, elles germent et donnent naissance à de nouveaux individus. Ce cycle de vie est crucial pour la pérennité et la diversité de ces organismes (Brundrett, 2009).

CHAPITRE 2

Matériels et Méthodes

1. Présentation de la zone d'étude

1.1.Situation géographique

Aït Aggouacha est une région de la grande Kabylie située à 30 km à l'est de Tizi-Ouzou (Latitude: 36° 37' 4" Nord et Longitude: 4° 13' 57" Est). Elle couvre une superficie de 26,21 km². C'est une région de montagne limitée au nord par Aït Oumalou, à l'est par les hauteurs d'Aïn El Hammam, au sud par Oued Djemââ et Beni Yenni, au sud-ouest par Oued Takhoukht et Aït Mahmoud et enfin à l'ouest par Beni Douala et la plaine de Oued Aïssi (D.P.A.T., 2004) (Figure .07).



Figure 07 : Situation géographique de la région de Larbâa Nath-Irathen (Photo Google, Echelle : 1/150 00)

1.2.Situation administrative

Aït Aggouacha est une commune de Larbâa Nath Irathen celle-ci est une circonscription administrative algérienne située dans la wilaya de Tizi- Ouzou et la région de Kabylie. Son chef-lieu est situé dans l'éponyme de LarbâaNath-Irathen. La daïra compte trois communes, à savoir, Irdjen et Larbâa Nath-Irathen et ait aggouacha précédemment citée. En raison du manque d'informations sur la commune de Aït Aggouacha, tous les informations qui seront cité ci-dessous seront basé sur la commune de Laarbâa Nath Irathen.

1.3. Facteurs abiotiques

Le bioclimat de la région, le relief et les caractéristiques du sol sont les éléments développés dans cette partie.

1.3.1. Bioclimat

Les facteurs climatiques les plus importants qui caractérisent la région sont la pluviométrie et la température.

1.3.1.1. Pluviométrie

Larbâa Nath-Irathen bénéficie du même régime pluviométrique que l'ensemble des autres régions de Kabylie où les précipitations s'effectuent en grosses pluies peu nombreuses pouvant durer de quelques heures à plusieurs jours. Il est souvent enregistré entre 600 à 1000 mm de pluie en quelques semaines. Le tableau 01 nous montre que généralement, les précipitations sont faibles dans la région d'étude durant la période des incendies (exceptionnellement le mois de Juillet et Août).

Tableau 01 : Précipitations moyennes mensuelles de la région de LarbâaNath-Irathen durant la période (2012 à 2018) après extrapolation Y Mahouche · 2022

| Mois | Jan. | Fev. | Mar. | Avr. | Mai | Jui. | Juil. | Aou. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| P (mm) | 190,6 | 201,6 | 170,5 | 85,25 | 64,46 | 23,18 | 1,11 | 4,87 | 37,86 | 97,52 | 156,7 | 152,7 |

La pluviométrie moyenne annuelle enregistrée pendant la période (2012-2018) serait de 1186 mm. Le maximum des précipitations est enregistré en février, il est de 201,6 mm et le minimum est constaté en juillet, de l'ordre de 1,11 mm.

1.3.1.2. Température

Le tableau 02 contient les données enregistrées par la station météorologique de Tizi-Ouzou pour la période allant de 2012 à 2021. Les températures les plus élevées sont enregistrées durant le mois « juillet » Nous constatons aussi que les températures des mois de juillet des années 2012 et 2021 sont les températures les plus élevées,

Tableau 02 - Températures moyennes mensuelles des 10 dernières années (2012-2018) enregistrées par la station météorologique de Tizi-Ouzou.

Source : (ONM, Tizi-Ouzou)

| Mois | Jan | Fev | Mar | Avr | Mai | Jui | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
|-------------------------|------|------|-------|-------|-------|--------|--------------|-------|-------|-------|-------|------|
| M(°c) | 9,94 | 9,33 | 12,56 | 12,36 | 20,4 | 25,34 | 29,62 | 28,46 | 25,23 | 21,49 | 13,2 | 10,5 |
| m(°c) | 3,21 | 3,0 | 5,33 | 7,61 | 10,2 | 14 ,14 | 17,58 | 18,46 | 15,63 | 12,3 | 8,83 | 4,21 |
| (M+m)/2 (°C) | 6,57 | 6,16 | 8,94 | 11,98 | 15,34 | 19,74 | 23,6 | 23,46 | 20,43 | 16,89 | 11,01 | 7,35 |

1.3.1.3. Hygrométrie

L'hygrométrie est la branche de la météorologie qui concerne la mesure du taux d'humidité de l'air, c'est-à-dire la proportion d'eau à l'état gazeux présente dans l'air. Elle ne prend pas en compte l'eau présente sous forme liquide ou solide. Par métonymie, l'hygrométrie désigne la teneur en humidité de l'air. L'humidité relative a grandement augmentée depuis l'édification du barrage Taksebt dans la région de LarbâaNath-Irathen, ses effets sont perceptible en été comme en hiver. Y Mahouche · 2022

1.3.1.4. Vent et sirocco SELTZER (1946), estime que le vent est l'un des facteurs climatiques les plus caractéristiques. Il accentue la sécheresse par activation de l'évaporation. Quant au sirocco, il s'agit d'un vent chaud et sec qui remonte du sud pour atteindre toutes les régions du Nord du pays, y compris la région d'étude relativement protégée par un massif montagneux. C'est un vent redoutable et néfaste qui cause le dessèchement et le flétrissement rapide de la végétation par l'effet de l'évapotranspiration qu'il engendre.

1.3.1.5. Synthèse climatique

Le diagramme Ombrothermique de Gaussen et le Climagramme pluviométrique d'Emberger ont permis de classer la région d'étude de LNI dans l'étage bioclimatique sub-

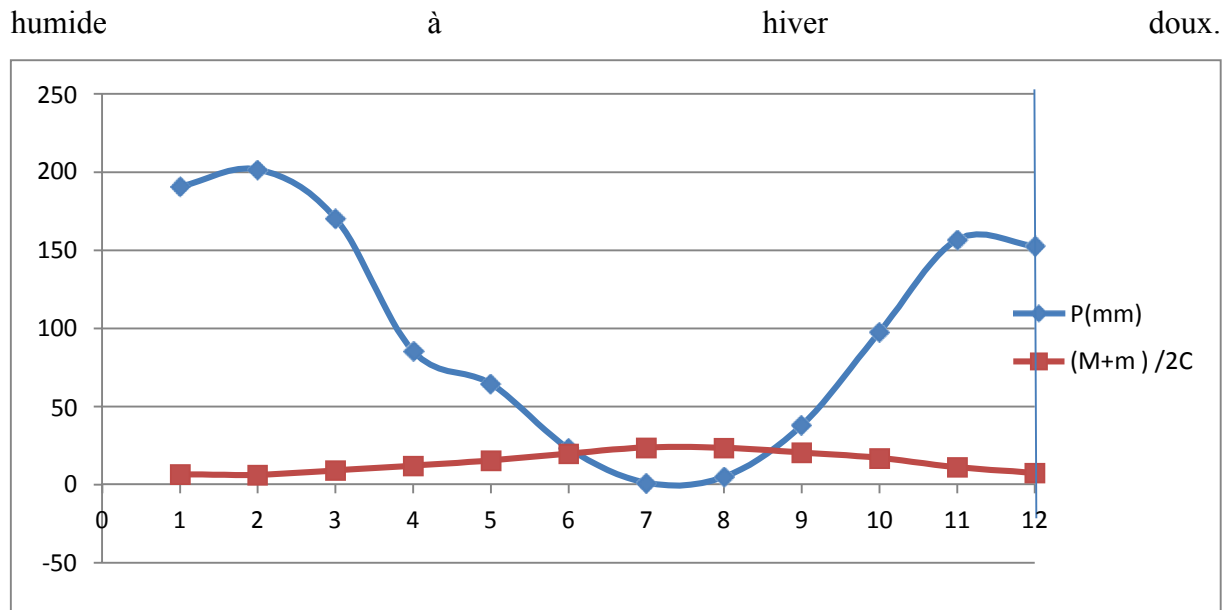


Figure 08 : Diagramme Ombrothermique de Bangouls et Gausse pour la région Larbaa Nath Irathen

1.3.1.6. Relief

Le relief montagneux et escarpé est l'un des traits classiques qui définissent la région de grande Kabylie. Il la morcelle et compartimente du nord vers le sud en 4 zones physiques, soit la chaîne côtière et son prolongement par le massif Yakouren, le Massif central, la chaîne de montagne du Djurdjura et deux dépressions entourant le massif central. Y Mahouche · 2022

LarbâaNath-Irathen fait partie du Massif central qui est une zone très escarpée, caractérisée par une succession de chaînons de 700 m d'altitude moyenne dont le plus haut culmine à 1065 m près du village d'Aboudid. Ces chaînons sont coupés par de profonds ravins qui la rendent difficiles d'accès. Y Mahouche · 2022

Les pentes dépassent parfois 45 %, celles situées sur les sommets des crêtes sont de la catégorie de 15 à 25 %. Les plus répandues sont de 25 à 35 % de pentes et se situent au niveau du versant Ouest et Nord-Est et enfin celles qui dépassent 35 % se retrouvent au niveau du versant Nord-Est (D.P.A.T., 2004).

1.3.1.7. Sol

Ficheur (1890) cité par GANI (1988) note que le sol de la région de Larbâa Nath Irathen fait partie du complexe métamorphique de la Grande Kabylie. Il se subdivise selon cet auteur en gneiss, en micaschistes, en calcaires cristallins et en schistes. Hammad et Yannes (2001) signalent que le gneiss s'intercale par endroits avec du marbre, du para gneiss et des schistes.

1.4. Facteurs biotiques

Il sera question dans cette partie d'énumérer les principales espèces faunistiques et floristiques qui vivent dans la région d'étude. Il est communément connu que la faune et la flore que recèle la région de Larbâa Nath-Irathen est pratiquement la même que celle qu'on rencontre dans la région sud de la méditerranée.

1.4.1. Flore

Dans la région de Larbâa Nath-Irathen, il n'y a pratiquement pas de travaux réalisés à ce sujet. Cependant, certains ouvrages relatifs à Tizi-Ouzou et à la grande Kabylie en général renseignent et donnent un aperçu de la richesse et de la diversité floristique potentielle de cette région. Fernanea (2005) note que la région de Larbâa Nath-Irathen est caractérisée par des espaces globalement broussailleux, forestiers et des maquis essentiellement constitués de chêne vert (*Quercus ilex*), d'oléastre (*Olea europea*), parfois de l'association des deux et la strate arbustive est généralement formée par le genêt (*Genista sp.*), la bruyère (*Erica arborea*) et l'arbousier (*Arbutus unedo*).

1.4.2. Faune

Les résultats des travaux de Khides (1997) en Kabylie du Djurdjura, à laquelle appartient la région d'étude font état de 24 espèces de mammifères dont le chacal doré, le sanglier, le hérisson d'Algérie, le renard roux, la genette et la mangouste. Ould Said (2004) a recensé pour la pédofaune des sols dans une oliveraie à Larbâa Nath-Irathen 489 insectes/m² répartis entre 13 ordres avec une dominance des Coléoptères (25%).

1.5. Patrimoine forestier de la région

Elle ne compte qu'une seule forêt domaniale nommée « Oumalou » située au niveau de la commune d'Aït Aggouacha, d'une superficie de 211,5 ha et composée de deux cantons

(Figure), à savoir Ialem avec 68,5 ha et Imzoughane avec 143 ha séparés par des terrains privés. Nos stations d'études sont localisées dans ce massif. Toutefois, plusieurs périmètres forestiers privés existent dans la région. Il s'agit beaucoup plus de forêts de maquis à chêne liège (*Quercus suber*) et à chêne verts (*Quercus ilex*).



Figure 09: Photo Forêt domaniale d'Oumalou, commune d'Aït Aggouacha, daïra de Larbâa Nath-Irathen, wilaya de Tizi Ouzou.

2. Echantillonnage sur le terrain

Notre étude s'est portée sur les niveaux de sol incendié au pied de 5 sujets de chêne liège dans la forêt d'Oumalou, Ait Aggouacha.

2.1. Sol

- Trente arbres ont été choisis d'une façon aléatoire dans notre station d'étude, ensuite 5 arbres de *Quercus suber* ont été sélectionnés par tirage au sort; suite à cela, nous avons utilisé la technique des quadras proposée par (coin eau (1974).
- Les échantillons des sols sous chêne liège ont été prélevés sur une trajectoire verticale, sur une profondeur de 20 cm. Les sols ont été conservés dans des sacs en plastique portant les informations suivantes; numéro du sujet, niveau échantillonné (20cm). Ils sont ensuite transportés au laboratoire et conservés à une température ambiante. Les

sols ont été séchés à l'air libre pendant 48 heures, puis tamisés (2 mm pour du tamis des mailles). Nous avons obtenu une terre fine pour chaque échantillon de sol.



Figure 10 : Sols des 5 sujets échantillonnés dans la forêt d'Oumalou, Ait Aggouacha

3. Préparation de milieu de culture

Nous avons utilisé un milieu semi-synthétique P.D.A (Potato-dextrose-agar), dont la composition est la suivante :

- 200 g de pomme de terre ;
- 20 g de glucose ;
- 20 g d'agar-agar ;
- eau distillée.

L'infusion de pomme de terre se prépare en faisant bouillir dans l'eau 200 g de pommes de terre tranchées dans 200ml d'eau, pendant 30 minutes à 1h, puis en laissant décanter le bouillon obtenu ou en le filtrant.

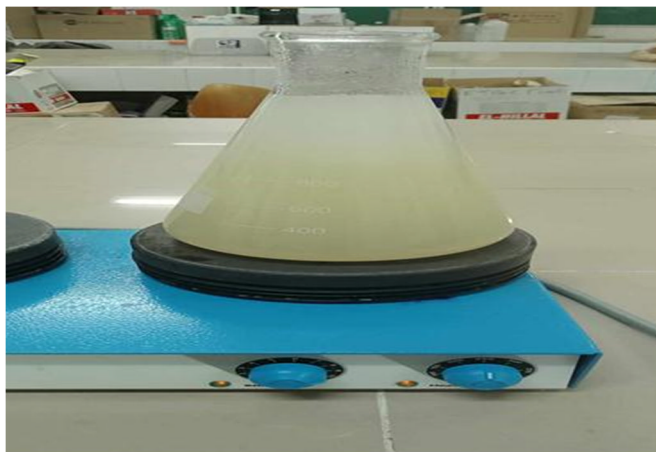


Figure 11 : Préparation du milieu de culture PDA (Pommes de terre-Dextrose-Agar).

On dilue ensuite en ajoutant de l'eau distillée pour un volume final d'un litre. Puis, on ajoute 20 g de glucose et autant d'agar-agar en poudre avant une stérilisation à l'étuve 120°C pendant 30 min.).

Après on laisse un peu refroidir et on ajoute un antibiotique avant de verser la préparation dans les boîtes de Pétri. Après refroidissement, et lorsque l'agar a durci, les boîtes de Pétri sont prêtes pour l'inoculation.

4. Isolement des souches fongiques

4.1. Méthode des suspensions-dilutions

Le principe consiste à mettre une quantité de terre en suspension dans de l'eau distillée stérilisée, puis à incorporer les différentes dilutions de cette suspension dans le milieu de culture. Cette technique comprend plusieurs étapes, allant de la préparation des dilutions jusqu'à l'interprétation des résultats (Rapilly, 1968).

La préparation des dilutions consiste, tout d'abord à ajouter une quantité connue de terre 1 g à 9 ml d'eau distillée stérilisée, puis à agiter pendant 30 secondes, ce qui constitue la dilution 10^{-1} . Des prélèvements successifs de 1 ml dans cette suspension, puis dans les suivantes, ajoutés chaque fois à 9 ml d'eau distillée stérilisée, vont constituer les dilutions 10^{-2} , 10^{-3} .

Rappelons que pour réaliser ces différents prélèvements, il est primordial d'utiliser des embouts stériles qu'il faut changer à chaque dilution. Après homogénéisation, les trois dilutions de chaque répétition (R1, R2 et R3) sont répartis en 3 boîtes de Pétri.

4.2. Mise en culture

Une variante de cette technique concerne le mode d'incorporation. Elle consiste à étaler un volume de 1ml de chaque dilution à la surface du milieu gélosé solidifié dans les boîtes de Pétri. Le succès de cette technique repose sur la bonne dispersion de la suspension sur la surface.

Une foisensemencées, les boîtes doivent être maintenues dans des conditions aussi favorables que possible au développement des champignons et aussi défavorables que possibles à ses principaux concurrents. Ce stade le principal facteur de sélectivité est la température d'incubation (Pierre et Francis, 1997).

Après un certain temps, les dilutions présentant un nombre de colonies suffisantes est repérées.

4.3. Prélèvement

Les prélèvements doivent être faits le plus loin possible de l'origine de la colonie, avec une aiguille lancéolée fine, flambé et refroidie. Le repiquage des isolats sur milieu sélectif est une précaution généralement utile, même en absence de contamination visible (Pierre et Francis, 1997).

5. Identification

5.1. Identification macroscopique

5.1.1. Texture

- laineuse : mycélium aérien abondant ;
- duveteuse : mycélium aérien court ;
- poudreuse : mycélium aérien produisant de nombreuses conidies créant une surface d'apparence poudreuse semblable à du sucre ou de la farine ;
- glabre : mycélium aérien peu abondant avec surface lisse.

5.1.2. Topographie

- plane, surélevée, cérébriforme avec stries radiales

5.1.3. Couleur

- surface, revers, pigment diffusible;
- brun, gris, noir = champignon dématié;
- blanc ou autre couleur (rouge, vert, jaune, mauve, etc.) = champignon hyalin;

5.1.4. Vitesse de croissance : (diamètre de la colonie à 7jours)

- Rapide: ≥ 3 cm.
- modérée: entre 1 et 3cm.
- lente: ≤ 1 cm.

5.2. Identification microscopique

Nous nous sommes référées pour l'identification aux différents articles collectés et aux clés de détermination des Deutéromycètes de Kiffer et Morellet (1997). Pour l'examen des structures microscopiques, il y a lieu de s'intéresser aux :

- hyphes : septés, non septés, larges ($> 4 \mu\text{m}$), étroits ($< 4 \mu\text{m}$) ;
- conidiophores: absents, simples, ramifiés ;
- cellules conidiogènes: annelide, phialide...;
- conidies: uni- ou pluricellulaires, solitaires, en amas ou en chaînes, forme (ronde, ovale, en massue...) ;
- organes de fructification: périthèces, cléistothèces (sexué), pycnides (asexué) (Dufresne et Germain, 2013).

6. Analyse statistique

- Calcul des abondances : nous avons calculé l'abondance (%) comme suit : nombre d'isolats fongiques (du genre) prélevés $\times 100$ / nombre total des genres ;
- Analyse de la variance (ANOVA) : des analyses de variance sont faites grâce au logiciel Stat Box 6.40, pour mettre en évidence la présence de différences significatives entre les différents champignons des sols échantillonnés.
- Une analyse en composante principale (ACP) est réalisée, en vue de mettre en évidence la distribution spatiale des différents genres fongiques en fonction des sujets échantillonnés .

CHAPITRE 3

Résultats et discussions

Après avoir effectué les prélèvements des isolats des champignons du sol sous chêne liège, nous avons procédé à l'identification macroscopique et microscopique des différents genres fongiques prélevés et l'estimation de leurs abondances.

1. Diversité et abondance des genres fongiques sous chêne liège

Dans cette étude, nous avons identifié 23 genres fongiques appartenant à quatre phyla différents, dont 78,26% étaient des Ascomycota. Ce phylum est représenté par 18 genres. Viennent ensuite les Zygomycota (13,04%), qui comprennent trois genres. Des Basidiomycota sont également présents (4,34%), parmi lesquels nous avons identifié un genre fongique. Les 4,34% restants étaient des Chytridiomycota parmi lesquels nous avons également identifié un seul genre fongique (Figure12).

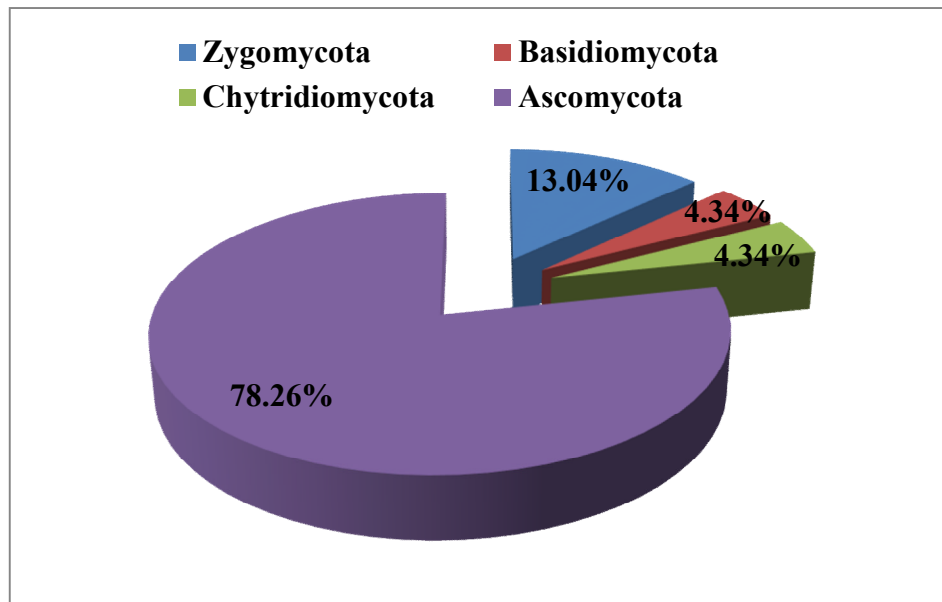


Figure 12 : Spectre général des abondances des différents phyla fongiques recensés dans les sols sous chêne liège de la forêt domaniale (Oumalou).

La majorité de ces genres appartiennent au phylum des Ascomycota, D'après plusieurs études, ce phylum implique une population très diversifiée et joue un rôle essentiel dans la génétique (Wallen et Perlin, 2018), l'écologie (Belnap et Lange, 2005) et la phylogénie (López-Giráldez et *al.*, 2009). Selon Hawksworth (1991), les organismes de ce phylum sont les espèces les plus décrites. Il a été noté que les Ascomycota sont le phylum le plus représenté en termes d'espèce et aussi le plus souvent recensé en utilisant des techniques dépendantes de la culture (Jones et *al.* (2015).

Ce résultat confirme les études menées sur la diversité des champignons dans les sols rhizosphériques de plusieurs plantes de différents écosystèmes qui ont révélés que les

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Ascomycota sont les plus abondants (Mouchacca, 2005 ; Ouali et Yaddaden, 2019 ; Ould Ahmed, 2019 ; Boutiba et Khelifi, 2020 ; Achour Otmane, 2020; Daira et Yacef, 2021; Ainouz et Ait amara, 2023) (Tableau03). D'après Schoch et *al.* (2009), ce phylum représente le plus grand phylum fongique. Ses espèces se trouvent dans de nombreuses niches écologiques et pratiquement dans toutes les espèces végétales et les écosystèmes. Ils peuvent décomposer des substrats organiques ou agir en tant que mutualistes, parasites ou agents pathogènes.

Le nombre de phyla est similaire à celui recensé dans l'étude de Ainouz et Ait amara (2023) et supérieur à ceux recensés dans les études de Ouali et Yaddaden (2019), Ould Ahmed, (2019), Boutiba et Khelifi (2020), Achour Otmane (2020) et Daira et Yacef (2021). Ce phylum est suivi par le Zygomycota avec des abondances plus au moins intéressantes que les Basidiomycota (Tableau 03).

Tableau 3: tableau de comparaison avec les résultats des autres études faite sur le sol

| | Sols | Ascomycota | Basidiomycota | Zygomycota | Chytridiomycota | SNI |
|---------------------|-----------------------------|------------|---------------|------------|-----------------|-----|
| Ouali et Yaddaden | <i>Pistacia atlantica</i> | 84% | 3% | 8% | 0% | 5% |
| Ould Ahmed | <i>Punica granatum</i> | 83% | 0% | 17% | 0% | 0% |
| Boutiba et Khelifi | <i>Pistacia atlantica</i> | 93% | 0% | 0% | 0% | 7% |
| Achour Otmane | <i>Peganum harmala</i> | 72,73% | 0% | 27,27% | 0% | 0% |
| Ainouz et Ait Amara | <i>Artemisia campestris</i> | 81,81% | 4,54% | 9,09% | 4,54% | 0% |
| Daira et Yacef | <i>Pistacia atlantica</i> | 81% | 6% | 6% | 0% | 7% |

Chapitre 3 :Résultats et discussion

L'identification macroscopique et microscopique des souches fongiques des cinq prélèvements de sols sous chêne liège a montré les résultats présentés dans le tableau 04.

Tableau 04: Abondance et richesse spécifique des genres fongiques isolés à partir des sols sous chêne liège de la forêt « Oumalou ».

| Genres | Phyla | Ordre | Famille | Abondances (%) | Nombre d'espèces |
|------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------|------------------|
| <i>Absidia</i> | <i>Zygomycota</i> | <i>Mucorale</i> | <i>Mucoraceae</i> | 7,89 | 3 |
| <i>Aspergillus</i> | <i>Ascomycota</i> | <i>Eurotiales</i> | <i>Trichocomaceae</i> | 10,52 | 4 |
| <i>Aureobasidium</i> | <i>Ascomycota</i> | <i>Dothideales</i> | <i>Dotioraceae</i> | 2,63 | 1 |
| <i>Botrytis</i> | <i>Ascomycota</i> | <i>Helotiales</i> | <i>Sclerotiniaceae</i> | 2,63 | 1 |
| <i>Candida</i> | <i>Ascomycota</i> | <i>Saccharomycetales</i> | <i>Saccharomycetales</i> | 7,89 | 3 |
| <i>Chrysosporium</i> | <i>Ascomycota</i> | <i>Onygenales</i> | <i>Onygenaceae</i> | 5,26 | 2 |
| <i>Cladosporium</i> | <i>Ascomycota</i> | <i>Capnodiales</i> | <i>Davidiellaceae</i> | 5,26 | 2 |
| <i>Cunninghamella</i> | <i>Zygomycota</i> | <i>Mucorales</i> | <i>Cunninghamellaceae</i> | 2,63 | 1 |
| <i>Eupenicillium</i> | <i>Ascomycota</i> | <i>Eurotiales</i> | <i>Trichocomaceae</i> | 2,63 | 1 |
| <i>Fusarium</i> | <i>Ascomycota</i> | <i>Hyporeales</i> | <i>Nectriaceae</i> | 7,89 | 3 |
| <i>Monilia</i> | <i>Ascomycota</i> | <i>Hylotiales</i> | <i>Sclerotiniaceae</i> | 2,63 | 1 |
| <i>Mucor</i> | <i>Zygomycota</i> | <i>Botryosphaerales</i> | <i>Batryosphaeriaceae</i> | 2,63 | 1 |
| <i>Neocytalidium</i> | <i>Ascomycota</i> | <i>Botryosphaeriales</i> | <i>Botryosphaeriaceae</i> | 2,63 | 1 |
| <i>Penicillium</i> | <i>Ascomycota</i> | <i>Pleosporales</i> | <i>Pleosporaceae</i> | 5,26 | 2 |
| <i>Phoma</i> | <i>Ascomycota</i> | <i>Pleosporales</i> | <i>Didymellaceae</i> | 5,26 | 2 |
| <i>Pythium</i> | <i>Chytridiomycota</i> | <i>Straménopiles</i> | <i>Pythiaceae</i> | 2,63 | 1 |
| <i>Rhizoctonia</i> | <i>Basidiomycota</i> | <i>Cantharellales</i> | <i>Ceratobasidiaceae</i> | 5,26 | 2 |
| <i>Scopulariopsis</i> | <i>Ascomycota</i> | <i>Microscales</i> | <i>Mucoraceae</i> | 5,26 | 2 |
| <i>Sporothrix</i> | <i>Ascomycota</i> | <i>Ophiostomataceae</i> | <i>Ophiotomataceae</i> | 2,63 | 1 |
| <i>Torula</i> | <i>Ascomycota</i> | <i>Saccharomycetales</i> | <i>Saccharomycetaceae</i> | 2,63 | 1 |
| <i>Trichoderma</i> | <i>Ascomycota</i> | <i>Hypocreales</i> | <i>Hypocreaceae</i> | 2,63 | 1 |
| <i>Ulocladium</i> | <i>Ascomycota</i> | <i>Pleosporales</i> | <i>Pleosporaceae</i> | 2,63 | 1 |
| <i>Verticillium</i> | <i>Ascomycota</i> | <i>Non défini</i> | <i>Plectosphaerellaceae</i> | 2,63 | 1 |

Sur la base des résultats ci-dessus, nous avons déduit que la diversité des champignons présents dans le sol sous chêne-liège de notre zone d'étude est intéressante. Leur classement du plus abondant au plus concis est le suivant : *Aspergillus* (10,52%) dont on a recensé quatre espèces , suivis de : *Absidia*, *Candida* et *Fusarium* avec 7,89% et trois espèces pour chacun, puis *Chrysosporium*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Phoma*, *Rhizoctonia*, *Scopulariopsis*, représentant 5,26% dont nous avons recensé deux espèces pour *chaqu'un* , et enfin *Monilia*, *Cunningamella* , *Mucor*, *Ulocladium*, *Sporothrix*, *Trichoderma*, *Torula*, *Verticillium*, *Pythium*, *Neocyttidium* , *Eupenicillium*, *Botrytis* et *Aureobasidium* (2,63%) avec une seule espèce pour chacun.

Le nombre de genres est similaire à celui de Achour Otmane (2020) et Ainouz et Ait Amara (2023), inférieur à celui de Ouali et Yaddaden (2019) qui ont noté 35 genres, et supérieur à celui de Ould Ahmed (2019), Boutiba et Khelifi (2020) et Daira et Yacef qui ont noté respectivement 13, 15 et 16 genres. La dominance du genre *Aspergillus* est très remarquable. Ce résultat concorde à ceux des travaux menés au Laboratoire Ressources Naturelles de l'Université Mouloud Mammeri sur les champignons des sols rhizosphériques de différentes plantes et écosystèmes (Ouali et Yaddaden, 2019 ; Ould Ahmed, 2019 ; Boutiba et Khelifi, 2020 ; Achour Otmane, 2020; Daira et Yacef, 2021; Ainouz et Ait amara, 2023). Ces travaux montraient que le genre *Aspergillus* est le plus abondant et le plus diversifiés dans le sol, ce qui explique sa large répartition géographique. Un certain nombre d'espèces trouvées dans les travaux que nous avons déjà mentionnés est relativement important et élevé par rapport au nombre trouvé dans notre station ; cela pourrait être expliqué par l'impact de l'incendie que cette zone a subi sur la biodiversité biologique.

2. Description de quelques genres identifiés

2.1. *Aspergillus*

De ces résultats, nous notons qu'*Aspergillus* est le genre le plus abondant, il appartient au phylum des Ascomycota (Roquebert, 1998). C'est un genre qui se trouve dans le monde entier. Il peut être présent dans l'air, le sol, les plantes et les aliments. Les *Aspergillus* préfèrent les environnements chauds et humides. Ils peuvent ainsi se développer dans les sols humides, les débris végétaux, les composts et les aliments mal conservés (Gugnani, 2003). Ils jouent un rôle essentiel dans le sol en participant activement dans la transformation de la matière organique en éléments nutritifs accessibles ce qui favorise la

fertilité du sol et la croissance des plantes et ils contribuent à maintenir l'équilibre écologique dans les écosystèmes terrestres. Certaines espèces peuvent être directement pathogènes pour l'homme et les animaux en étant capables d'envahir les tissus vivants et provoquer des aspergilloses (Bougharef, 2008). Les *Aspergillus* sont des champignons filamenteux, dont la colonie se présente sous forme duveteuse. Ils forment des colonies souvent poudreuses ou granuleuses et plates (Samson et al, 2004). Le thalle est hyalin, il présente un mycélium cloisonné portant de nombreux conidiophores dressés, terminés en vésicule. Les colonies mycéliennes sont poudreuses et généralement peu développées. Leur teinte diffère selon les espèces, et sont produites en longues chaînes au bout des phialides (Marcel, 1997). Les conidiophores sont érigés et renflés à leur extrémité en tête sphérique ou ovoïde. Les spores sont claires, plus ou moins colorés ou noirâtres. Elles sont globuleuses à ovoïdes (Figure 13).

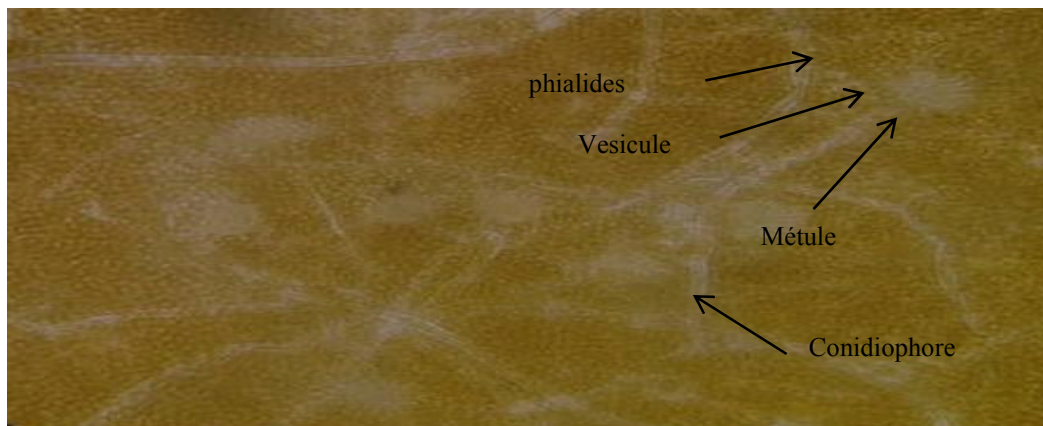


Figure 13 : Aspect microscopique du genre *Aspergillus* (Gr x 400)

2.2. *Absidia*

Absidia est un champignon qui fait partie du phylum des Zygomycota. *Absidia* est un champignon saprophyte, il se trouve généralement dans les sols, la matière végétale en décomposition, le bois mort, les excréments d'animaux et d'autres environnements riches matière organique. Ce champignon préfère les environnements humides, une certaine quantité d'humidité est nécessaire pour sa croissance et sa reproduction (Ribes et al., 2000).

Ce genre présente des filaments larges (5 à 15 μm), peu ou pas septé. Les sporocystophores sont isolés ou groupés, fixés au milieu des stolons et ramifiés en grappe ou en corymbes. Ils se terminent par une large apophyse conique. Les spores sont cylindriques

lisses et jaunâtres. Les rhizoïdes peu nombreux, situés sur les stolons à distance des sporocystophores (Chabasse et *al*, 2002) (Figure 14).

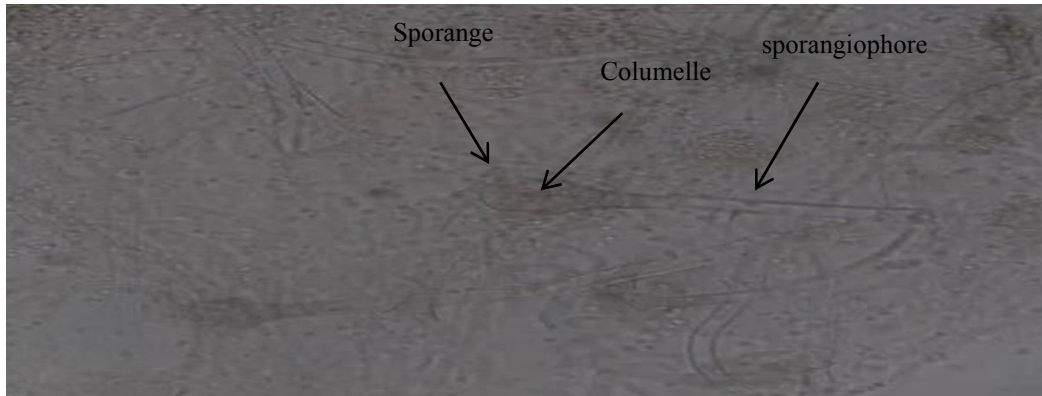


Figure 14 : Aspect microscopique du genre *Absidia* (Gr x 400)

2.3. *Fusarium*

Le *Fusarium* est un champignon cosmopolite qui peut infecter le sol et la matière organique. Il est distribué dans les zones tropicales, les zones tempérées, les déserts, les montagnes et même les zones arctiques (Bani, 2011). Les espèces de ce genre comprennent de nombreuses espèces phytopathogènes capables d'attaquer plus de 100 espèces végétales. (Debourgogne, 2013). Les colonies de ce champignon peuvent être duveteuses ou cotonneuses, elles sont de couleur variable selon l'espèce. Les colonies présentent souvent des nuances roses, jaunes, rouges ou violettes, Les pigments diffusent souvent dans la gélose (Chermette et Bussieras, 1993). Le principal caractère morphologique des *Fusarium* est la présence de macroconidies fusiformes et cloisonnées. Les conidiophores, parfois très ramifiés, forment sur le thalle des coussinets et portent des masses de spores (Tabuc, 2007) (Figure 15).

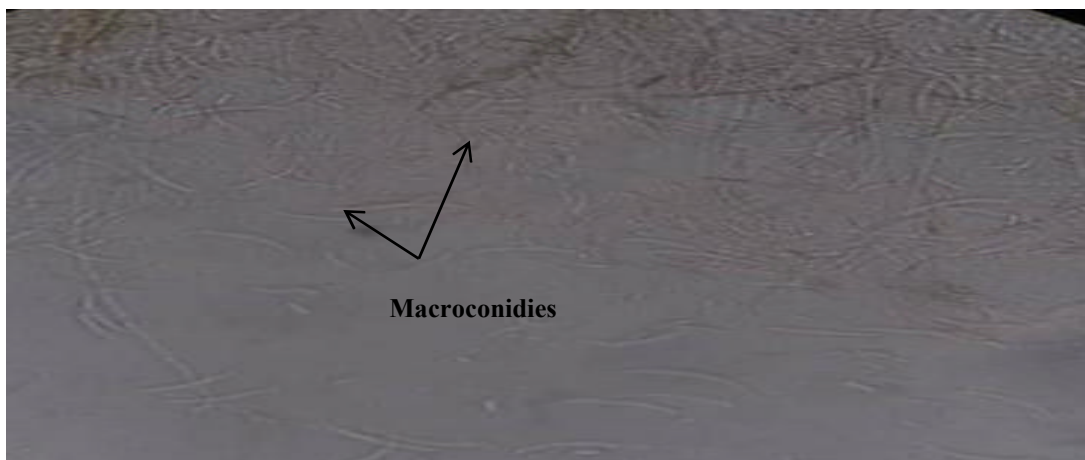


Figure 15: Aspect microscopique du genre *Fusarium* (Gr x 400).

2.4. *Candida*

Candida est un genre de champignons qui appartient au phylum des Ascomycota, il est largement répandu dans le monde entier. Ses espèces pathogènes pour les plantes sont également présentes dans de nombreuses régions du monde, en fonction des espèces végétales qu'elles infectent et des conditions environnementales favorables à leur développement. L'aspect macroscopique de la plupart de ces levures est très semblable : les colonies sont de couleur blanche crème à jaunâtre, de texture variable plus ou moins crémeuses voire granuleuses selon les espèces. La forme de la colonie est ronde et se développe de façon centrifuge à partir d'une cellule initiale, il se présente toujours comme de petites levures rondes ou ovalaires de 2 à 4 μm , bourgeonnantes, souvent accompagnées de filaments mycéliens ou pseudo-mycéliens ; Berkhout (1923) (Figure 16).

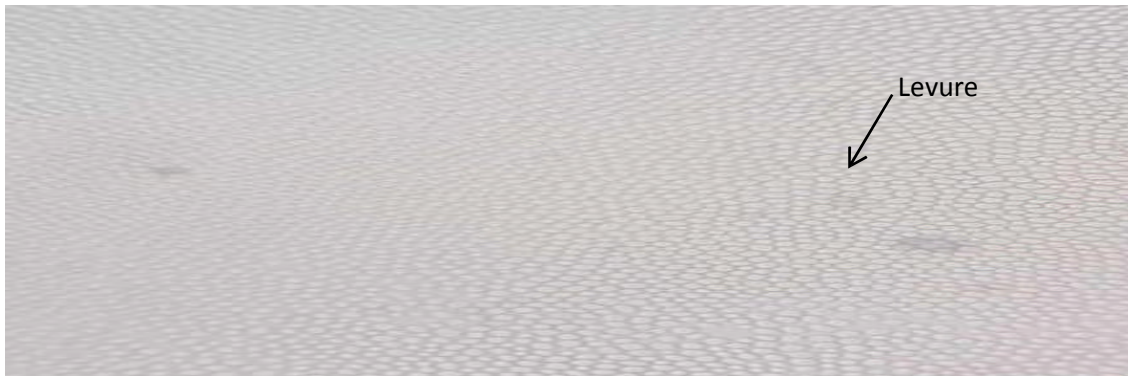


Figure 16 : Aspect microscopique du genre *Candida* (Gr x 400)

2.5. *Penicillium*

Penicillium est un champignon Ascomycota, cosmopolite, très fréquent dans la nature ; il comporte plus de 200 espèces. *Penicillium* est un genre de moisissures appartenant à la famille des Trichocomaceae, qui font partie de l'ordre des Eurotiales. Il est ubiquitaire et se trouve dans divers environnements notamment le sol, les débris organiques en décomposition, les aliments. Ce champignon est caractérisé par son apparence en forme de pinceau, avec des conidiophores se ramifiant en forme de brosse. Les conidiophores peuvent être isolés, groupés en faisceaux lâches ou agrégés en corémies bien individualisés (Tabuc, 2007) (Figure 17).

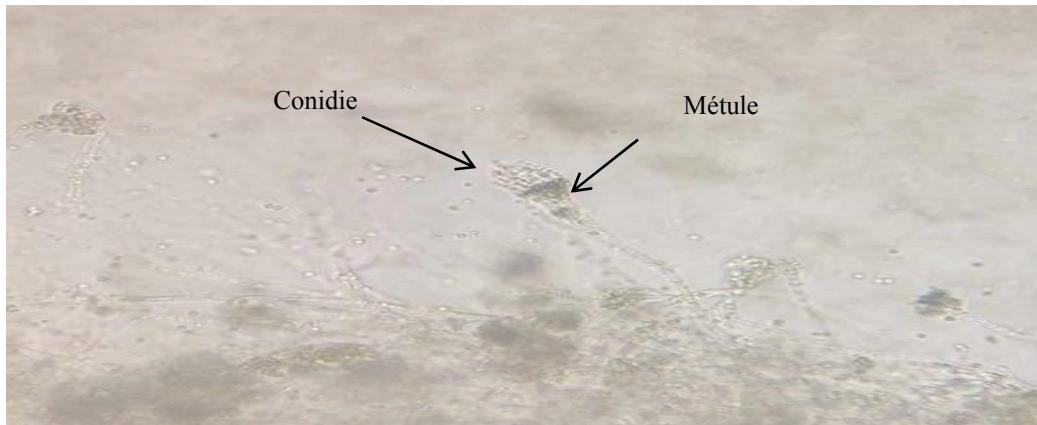


Figure 17 : Aspect microscopique du genre *Penicillium* (Gr x 400)

2.6. *Phoma*

Phoma est un champignon Ascomycota. Il occupe de nombreuses niches écologiques, il est largement distribué géographiquement (Aveskamp et *al*, 2008). Les espèces *Phoma* peuvent être trouvées dans divers habitats, notamment le sol, les plantes, les animaux et les débris végétaux en décomposition. Le genre *Phoma* présente une grande variabilité morphologique en termes de taille, de forme de couleur des spores. Les spores sont généralement produites dans des structures appelés pycnides globuleuses plus ou moins rondes. Elles sont incolores, foncées, brunes ou noires (Samson et *al.*, 2004) (Figure 18).

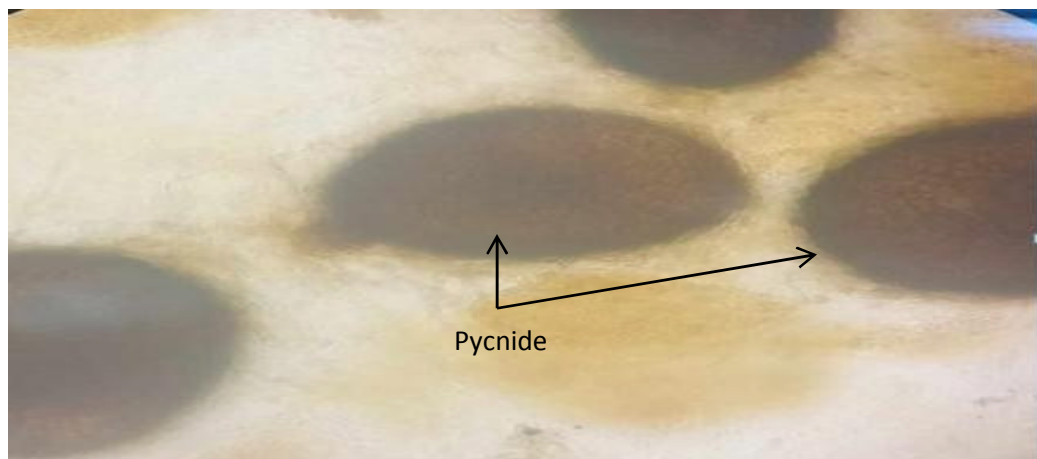


Figure 18 : Aspect microscopique du genre *Phoma* (Gr x 400).

2.7. *Cladosporium*

Ce champignon appartient au phylum des Ascomycota, il peut être trouvé dans divers habitats, il est largement trouvé dans le sol et de nombreux végétaux. Ses colonies ont une texture veloutée ou floconneuse, parfois poudreuse. Les colonies ont une texture veloutée ou floconneuse, parfois poudreuse. La couleur va du vert olive au brun noir très foncé et le revers est brun noir en fonction des espèces et des conditions de croissance (Chabasse et *al.*, 2002).

Cladosporium produit des conidies à partir de structures spécialisées appelées conidiospores qui sont de fine tige qui portent les conidies à leur extrémité, une fois formées, les conidies sont généralement libérées dans l'air ou dans l'environnement. Elles peuvent être transportées par le vent, l'eau, les animaux ; ce qui leur permet de se propager et de coloniser de nouvelles zones (Lyatim, 2008) (Figure 19).

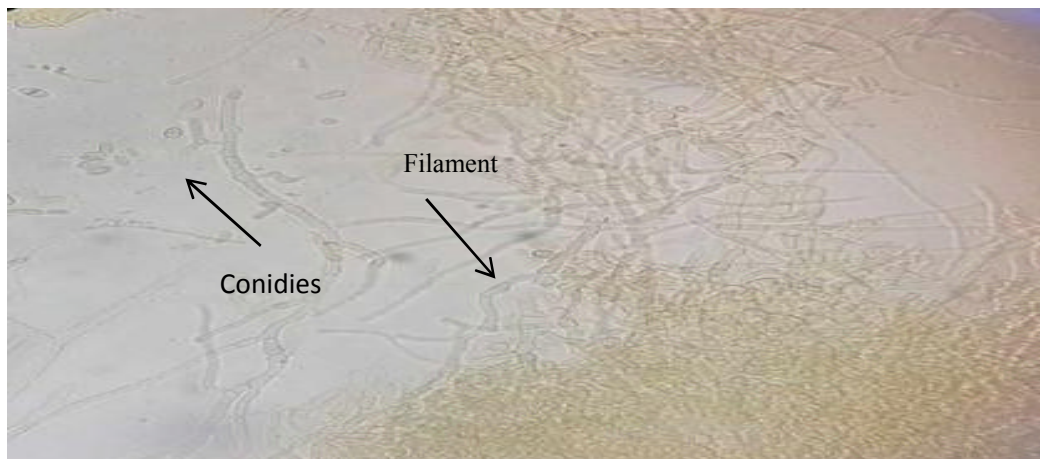


Figure 19 : Aspect microscopique du genre *Cladosporium* (Gr x 400)

2.8. *Trichoderma*

Trichoderma est un champignon Ascomycota de la famille des Hypocreaceae, il interagit avec les racines, les feuilles et le sol. Ce genre est très connu par leurs propriétés antagonistes et il a été utilisé comme agent de lutte biologique contre un large spectre de phytopathogènes (Mouria et *al.*, 2007). Grâce à sa grande capacité d'adaptation aux différentes conditions climatiques, il est très répandu dans tous les sols (forestiers ou cultivés) et sur les végétaux en décomposition. Ils contaminent fréquemment le compost de la culture industrielle des champignons comestibles, mais sont rarement parasites de plantes vivantes (Benkada, 2006). Les souches de *Trichoderma* peuvent être identifiées par des caractéristiques morphologiques communes qui sont un pigment conidien vert vif, ont une

Chapitre 3 :Résultats et discussion

croissance rapide et sont ramifiées de manière répétitive (Zin et Badaluddin, 2020). *Trichoderma* représente un mycélium duveteux, vert foncé et des bordures blanches avec un revers vert clair. Leur vitesse de croissance est rapide car elles envahissent le milieu en 7 jours. L'identification microscopique révèle que les hyphes sont septés et très ramifiés, ils portent des chlamydospores et des conidiophores produisant des spores rondes (Ghorri, 2015) (Figure 20).

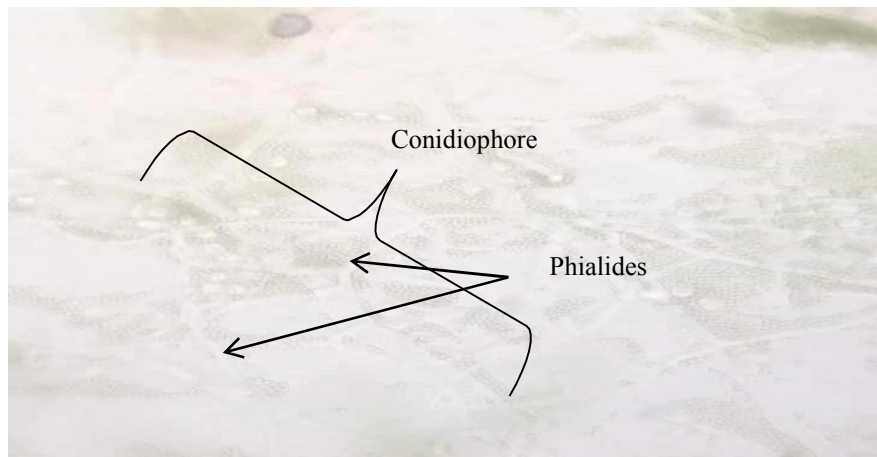


Figure 20 : Aspect microscopique du genre *Trichoderma* (Gr x 400)

3. Analyse de variance (ANOVA)

Pour tester si une différence significative existe entre les différentes composantes du sol prélevé, un test d'analyse de variance (ANOVA) a été appliqué pour chaque genre. Les probabilités sont comparées à un seuil de signification ($\alpha = 0,05$). Si p est inférieur à $\alpha = 0,05$, il y a une différence significative de distribution des genres fongiques recensés. Si p est supérieur à $\alpha = 0,05$, ces différences ne sont pas statistiquement significatives (**Tableau 05**).

Tableau 05: Résultats de l'analyse de variance (ANOVA)

| Genres | Probabilité | Comparaison | Conclusion |
|-----------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|
| <i>Absidia</i> | 0,05 | $0,05 \leq 0,05$ | Significative |
| <i>Aspergillus</i> | 0,004 | $0,004 < 0,05$ | Hautement significative |
| <i>Aureobasidium</i> | 0,45 | $0,45 > 0,05$ | Non significative |
| <i>Botrytis</i> | 0,07 | $0,07 > 0,05$ | Non significative |
| <i>Candida</i> | 0,26 | $0,26 > 0,05$ | Non significative |
| <i>Chrysosporium</i> | 0,1 | $0,1 > 0,05$ | Non significative |
| <i>Cladosporium</i> | 0,04 | $0,04 < 0,05$ | Significative |
| <i>Cunninghamella</i> | 0,45 | $0,45 > 0,05$ | Non significative |
| <i>Eupenicillium</i> | 0,45 | $0,45 > 0,05$ | Non significative |
| <i>Fusarium</i> | 0,001 | $0,001 < 0,05$ | Hautement Significative |
| <i>Monilia</i> | 0,45 | $0,45 > 0,05$ | Non significative |
| <i>Mucor</i> | 0,58 | $0,58 > 0,05$ | Non significative |
| <i>Neocytalidium</i> | 0,45 | $0,34 > 0,05$ | Non significative |
| <i>Penicillium</i> | 0,01 | $0,01 < 0,05$ | Significative |
| <i>Phoma</i> | 0,56 | $0,56 > 0,05$ | Non significative |
| <i>Pytium</i> | 0,34 | $0,34 > 0,05$ | Non significative |
| <i>Rhizoctonia</i> | 0,34 | $0,34 > 0,05$ | Non significative |
| <i>Scopulariopsis</i> | 0,12 | $0,12 > 0,05$ | Non significative |
| <i>Sporothrix</i> | 0,45 | $0,45 > 0,05$ | Non significative |
| <i>Torula</i> | 0,45 | $0,45 > 0,05$ | Non significative |
| <i>Trichoderma</i> | 0,1 | $0,1 > 0,05$ | Non significative |
| <i>Ulocladium</i> | 0,58 | $0,58 > 0,05$ | Non significative |
| <i>Verticillium</i> | 0,06 | $0,06 > 0,05$ | Non significative |

Le tableau ci-dessus montre que 18 genres fongiques ont une différence de distribution non significative, ceci pourrait être expliqué par la répartition homogène de ces champignons au niveau de tous les sols des sujets échantillonnés et qu'il n'y aurait aucun facteur particulier qui influence leur distribution dans notre station d'étude comme il a été expliqué par Attrassi et al.(2005) dans son étude.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Nous avons constaté par contre une différence de distribution significative. Les différences sont significatives concerne trois genres : *Absidia*, *Cladosporium* et *Penicillium*. Cette différence significative pourrait être expliquée par l'effet des facteurs biotiques et abiotiques récurrents au niveau de notre station (Bhatnagar, 2005). Pour le reste des genres annoncés dans le tableau, ils présentent une différence hautement significative, à savoir : *Aspergillus* et *Fusarium* cela pourrait peut-être indiquer que ces deux genres champignons sont des acteurs clé dans la restauration de cette zone étudiée.

La différence de champignons entre les sols étudiés pourrait aussi être expliquée par l'effet favorable du milieu de culture (PDA) sur la sporulation et la croissance mycélienne des espèces fongiques. Selon Attrassi et al. (2005), les milieux de culture naturels et organiques utilisés dans son expérimentation (PDA, MEA, etc.) ont permis une bonne croissance mycélienne et une bonne sporulation pour toutes les espèces fongiques.

4. Matrice de corrélation

Pour essayer de comprendre les différentes interactions qui existent entre différents genre fongiques identifiés nous avons fait une matrice de corrélation. Cette dernière donne un coefficient de corrélation entre paires. Parmi eux, la corrélation des variables significatives sont positives (ce qui signifie que les variables varient dans le même sens), d'autres sont négatives (c'est-à-dire que la variable change dans le sens opposé) (**Tableau 06**).

Tableau 2 : représente les corrélations entre les différents genres

| | <i>Absidia</i> | <i>Aspergillus</i> | <i>Aureobasidium</i> | <i>Botrytis</i> | <i>Cladosporium</i> | <i>Cunninghamella</i> | <i>Fusarium</i> | <i>Monilia</i> | <i>Neocyttalidium</i> | <i>Sporothrix</i> |
|-----------------------|----------------|--------------------|----------------------|-----------------|---------------------|-----------------------|-----------------|----------------|-----------------------|-------------------|
| <i>Botrytis</i> | ns | ns | 1,00 | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| <i>Cunninghamella</i> | ns | -0,90 | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| <i>Eupenicillium</i> | ns | ns | 1,00 | 1,00 | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| <i>Fusarium</i> | -0,90 | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| <i>Monilia</i> | ns | ns | ns | ns | 0,89 | ns | ns | ns | ns | ns |
| <i>Mucor</i> | ns | -0,94 | ns | ns | 0,92 | ns | ns | ns | ns | ns |
| <i>Neocyttalidium</i> | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| <i>Penicillium</i> | ns | ns | ns | ns | ns | ns | -0,93 | ns | -0,94 | ns |
| <i>Scopulariopsis</i> | ns | ns | ns | ns | ns | ns | -0,88 | ns | ns | ns |
| <i>Sporothrix</i> | ns | ns | ns | ns | ns | 1,00 | ns | ns | ns | ns |
| <i>Torula</i> | ns | ns | ns | ns | ns | 1,00 | ns | ns | ns | 1,00 |
| <i>Verticillium</i> | ns | ns | ns | ns | -0,88 | ns | ns | -0,88 | ns | ns |

En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil alpha=0,05 (test bilatéral)

D'après le tableau ci-dessus, les genres corrélés positivement sont *Aureobasidium* et *Botrytis* (**1,00**), *Aureobasidium* et *Eupenicillium* (**1,00**), *Botrytis* et *Eupenicillium* (**1,00**), *Cunninghamella* et *Sporothrix* (**1,00**), *Cunninghamella* et *Torula* (**1,00**), *Sporothrix* et *Torula* (**1,00**), *Cladosporium* et *Monilia* (**0,89**), *Cladosporium* et *Mucor* (**0,92**). Une corrélation positive entre deux genres fongiques pourrait signifier que la présence ou l'abondance d'un genre fongique augmente avec la présence ou l'abondance de l'autre genre. En d'autres termes, lorsque l'un des champignons est présent ou abondant dans un environnement donné, il est plus probable que l'autre champignon soit également présent ou abondant, par la nécessité de ces deux champignons d'exister ensemble pour accomplir leurs rôles convenablement, car la présence de l'un favorise la présence de l'autre, c'est à dire l'absence de l'un limite la présence de l'autre c'est le phénomène de la synergie. Cette relation intime indissociable entre les deux genres de champignons permet de générer des propriétés avantageuses aux deux genres de champignons (Mechiah, 2023).

Cependant, les genres corrélés négativement sont : *Absidia* et *Fusarium* (**-0,90**), *Aspergillus* et *Cunninghamella* (**-0,90**), *Aspergillus* et *Mucor* (**-0,94**), *Cladosporium* et *Verticillium* (**-0,88**), *Fusarium* et *Penicillium* (**-0,93**), *Fusarium* et *Scopulariopsis* (**-0,88**), *Monilia* et *Verticillium* (**0,88**), *Neocytalidium* et *Penicillium* (**-0,94**). Une forte corrélation négative entre deux genres fongiques pourrait signifier que la présence ou l'abondance d'un genre de champignon est fortement associée à une diminution de la présence ou de l'abondance de l'autre genre. En d'autres termes, lorsque l'un des champignons est présent ou abondant dans un environnement donné, il est moins probable que l'autre genre de champignon soit également présent ou abondant. Ces relations sont notées chez certaines espèces dominantes, qui ont un grand pouvoir de contamination et d'envahissement contre d'autres espèces dites fragiles (Medjeber, 2019).

Il est à noter toutefois que d'autres corrélations négatives et positives non significatives sont présentes entre les autres genres fongiques.

5. Analyse en composantes principales des genres fongiques

L'ACP permet d'explorer les corrélations et les associations entre les différents sujets, et entre les genres fongiques. Son objectif est donc de faciliter l'interprétation des interactions synergiques et antagonistes et d'identifier les tendances dominantes de l'ensemble des données (Figure 21).

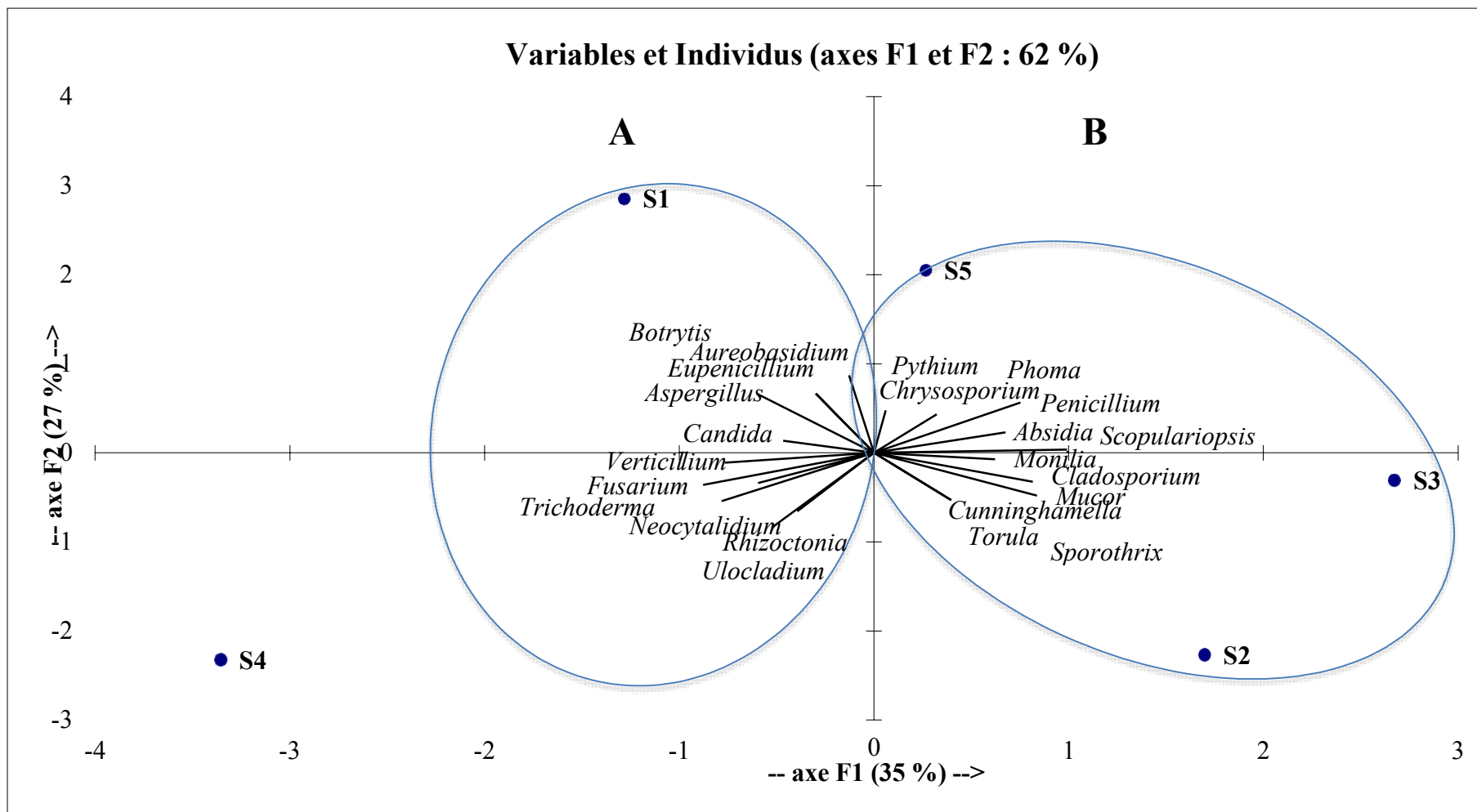


Figure 21 : Représentation de l'analyse en composantes principales (ACP) des genres fongiques recensés au niveau de la forêt domaniale d'Oumalou Ait Aggouacha (Larbaa Nath Irathen).

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Le plan factoriel $\frac{1}{2}$ de l'analyse en composantes principales (ACP) explique 62% du phénomène, avec pour l'axe 1 (35 %) et l'axe 2 (27%) de l'inertie totale. Selon l'axe 1, nous notons une individualisation de deux groupes.

Le groupe A : il renferme deux sujets (S1 et S4) et il contient 11 genres fongiques (*Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Botrytis*, *Candida*, *Eupenicillium*, *Fusarium*, *Neocyttalidium*, *Rizoctoinia*, *Trichoderma*, *Ulocladium* et *Verticillium*), avec une dominance du genre *Aspergillus*. Les sujets de ce groupe comportent aussi trois fortes corrélations positives entre : *Aureobasidium* et *Botrytis* (**1,00**), *Aureobasidium* et *Eupenicillium* (**1,00**), *Botrytis* et *Eupenicillium* (**1,00**).

Le groupe B : il renferme trois sujets (S2, S3 et S5) et il contient 12 genres fongiques à savoir : *Absidia*, *Chrysosporium*, *Cladosporium*, *Cunninghamella*, *Monilia*, *Mucor*, *Penicillium*, *Phoma*, *Pythium*, *Scopulariopsis*, *Sporothrix* et *Torula*, avec une dominance du genre *Absidia*. Les sujets de ce groupe aussi comportent aussi cinq fortes corrélations positives : *Cunninghamella* et *Sporothrix* (**1,00**), *Cunninghamella* et *Torula* (**1,00**), *Sporothrix* et *Torula* (**1,00**), *Cladosporium* et *Monilia* (**0,89**), *Cladosporium* et *Mucor* (**0,92**).

La présence de plusieurs champignons avec le genre *Aspergillus* dans le premier groupe (A) et d'autres avec *Absidia* dans le deuxième groupe (B) peut justifier leurs rôles dans un tel écosystème, *Aspergillus* est un genre connu par sa large répartition géographique et sa résistances (Tabuc, 2007). Il a une grande capacité d'adaptation et diversité ce qui lui permet de jouer plusieurs rôles importants dans les écosystèmes. Certaines de ses espèces peuvent même créer des niches écologiques, à conditions favorables pour les autres champignons par la production de l'eau métabolique au cours de leur croissance (Hubka et al., 2013). Ce genre a aussi une capacité de biosynthèse des auxines (Hasan, 2002). Cette phytohormone favorise plusieurs processus physiologiques chez les plantes, telles que la régulation de la croissance des pousses et des racines, notamment les poils et le développement des plantes (Meena et Siddhardha, 2019). *Absidia* en tant que champignon saprophyte peut aussi créer une niche écologique pour d'autres champignons et microorganismes en contribuant à la régénération des sols incendiée par sa capacité de décomposer la matière organique carbonisée provenant de la végétation brûlée et la transformer en composées organiques plus simple ce qui peut modifier les propriétés du sol et favoriser la croissance d'autres microorganismes et plantes (Grange 2004).

Chapitre 3 :Résultats et discussion

La présence des genres peu abondants dépend des genres dominants. Il semble que chaque genre se caractérise par son propre cortège fongique. En effet, la matrice de corrélation a montré les différentes interactions qui existent entre les différents genres de champignons recensés. Certains genres montrent des interactions synergiques, d'autres sont antagonistes. Les interactions entre ces genres dépendent de l'habitat de la plante (Rubini et *al.*, 2005). Puisque l'échantillonnage a été effectué pendant le printemps (mois de mars), différents paramètres de l'environnement tels que les précipitations, la température et l'humidité pourraient avoir un impact sur la distribution des champignons.

A partir de ces résultats nous remarquons que malgré que notre zone d'étude fût complètement détruite par l'incendie de l'année 2021, les champignons du sol échantillonnés présentaient une diversité intéressante. Cela pourrait-être expliqué par leur capacité de résister aux conditions extrêmes (la chaleur et le stress hydrique) ce qui explique la dominance du genre *Aspergillus*. Après un incendie, le sol peut subir des fluctuations de température importantes, des changements de pH et des niveaux de stress oxydatif en raison de la combustion de la végétation. Cette capacité de tolérance aux conditions extrêmes peut permettre à *Aspergillus* de persister et de se développer dans ces environnements, vu que cette espèce est thermo-tolérante et peu exigeante (Bougharef, 2008) et il s'adapte à tous les milieux même ceux qui sont faiblement oxygénés (Lyatim, 2008). Certaines espèces de champignons ont développé des adaptations spécifiques pour survivre aux perturbations, y compris les incendies en produisant des spores résistant à la chaleur qui se disperse dans l'air ou le sol lorsque l'incendie se déclare, d'autres peuvent produire des structures résistantes dans le sol tel que le mycélium enfouis profondément. Ces structures sont moins vulnérables aux effets de la chaleur et du feu en raison de leur position protectrice dans le sol. Après l'incendie, lorsque le sol refroidit, ces structures peuvent réactiver la croissance fongique (Miguel et *al.*, 2019).

La présence du *Trichoderma* est un bon signe il joue un rôle écologique important en tant que mycoparasites et pour la production d'antibiotiques, la décomposition de la matière organique, l'amélioration de la structure du sol, la favorisation de la régénération végétale. Il est utilisé dans la lutte biologique contre certains agents phytopathogènes (Marco .C et *al.*, 2008).

Nous pouvons dire que la diversité fongique du sol de la zone étudiée qui a subi un grave incendie il y a deux ans, est en amélioration vu la diversité identifiée malgré que

Chapitre 3 :Résultats et discussion

l'échantillonnage a été effectué le début du printemps (mars 2023). Comparativement à l'étude de Mahouche et Nait abdelaziz (2022) qui ont travaillé sur la rhizosphere d'un écosystème à chêne liège dans la même station un an après l'incendie. Cette étude a montrer qu'au vu de l'intensité du feu subi par cet écosystème, ses impacts ont été considérables : Absence de la macrofaune du sol, un pH du sol est élevé pour une subéraie ce qui montre l'impact des incendies, l'absence de la mycorhization. Mahouche et Nait abdelaziz (2022)

CONCLUSION GENERALE

Conclusion

Après un incendie, plusieurs facteurs peuvent influencer les activités fongiques dans le sol, tels que la température, l'humidité, la composition chimique des cendres et les résidus de combustion présents dans le sol. Les champignons sont sensibles à ces conditions environnementales et peuvent être affectés de différentes manières.

Dans un sol brûlé recouvert de subérines, il est possible que la chaleur intense de l'incendie ait détruit une grande partie de la matière organique présente, y compris les organismes fongiques. Cela peut entraîner une diminution de la diversité et de l'abondance des champignons dans le sol immédiatement après l'incendie.

Le travail que nous avons réalisé, repose sur l'étude de l'activité fongique dans un sol sous subéraie incendiée mais aussi de mettre en relief leurs éventuelles abondances. Notre étude a porté sur l'isolement et l'identification du cortège fongique du sol sous chêne liège de la forêt domaniale (OUMALOU) Ait Aggouacha, (LNI) Tizi Ouzou. Notre échantillonnage a été effectué en mars 2023.

Nos résultats ont mis en évidence la présence de plusieurs genre fongique appartenant majoritairement au phylum des *Ascomycota* avec 78.26%, viennent ensuite les *Zygomycota* (13.04%). Cependant les autres phyla « *Basidiomycota* et *Chytridiomycota* » ne sont représenté que (4,34%) chacun. De plus, sur les 23 genres fongiques obtenus pour les différentes répétitions et dilutions, *Aspergillus* est le plus abondant parmi tous les genres recensés avec (10,52%), suivi par le genre *Absidia* et *Candida* et *Fusarium* avec (7,89%.)

La richesse spécifique des genres fongiques identifiés est de 39 espèces et varie entre les genres. En effet, la richesse la plus élevée est enregistrée pour le genre *Aspergillus* avec 4 espèces. Par la suite, le genre *Absidia*, *Candida* et *Fusarium* avec 3 espèces, *Chrysosporium*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Phoma*, *Rhizoctonia* et *Scopulariopsis* avec 2 espèces pour chacun d'entre eux. Enfin, *Monilia*, *Cunningamella*, *Mucor*, *Ulocladium*, *Sporothrix*, *Trichoderma*, *Torula*, *Verticillium*, *Pythium*, *Neocyttalidium*, *Eupenicillium*, *Botrytis* et *Aureobasidium* avec une seule espèce pour chacun.

Ces résultats ont fait l'objet d'une analyse statistique par un test d'analyse de variance (ANOVA) suite auquel 18 genre sur 23 ont une distribution non significative à savoir *Aureobasidium*, *Botrytis*, *Candida*, *Chrysosporium*, *Cunninghamella*, *Eupenicillium*, *Monilia*, *Mucor*, *Neocyttalidium*, *Phoma*, *Pytium*, *Rhizoctonia*, *Scopulariopsis*, *Sporothrix*, *Torula*, *Trichoderma*, *Ulocladium* et *Verticillium*, 3 genres ont montré une différence de distribution

Conclusion

significative qui sont *Absidia*, *Cladosporium*, et *Penicillium*, et 2 genres fongiques à différence hautement significative, à savoir *Aspergillus*, et *Fusarium*.

L'interprétation de ces interactions nous a permis de comprendre les liens entre ces différents sujets. L'ACP a montré l'individualisation de deux groupes : le groupe A et le groupe B. Au niveau de chaque groupe, les genres fongiques ont corrélés positivement, alors que la distinction entre les deux groupes A et B est renforcée par les corrélations négatives.

Nous pouvons mentionner que la diversité biologique du sol de la zone étudiée qui a subi un grave incendie il y a deux ans, est en amélioration vu la diversité identifiée. Pour une meilleure connaissance et identification des champignons au niveau des sols sous chêne liège incendiée, ce travail pourrait être poursuivi par :

- ✓ Faire un suivi temporel (saisonnier et annuel) de cette diversité par rapport aux changements édaphiques et climatiques ;
- ✓ Multiplier les prélèvements sur plusieurs stations incendiées ;
- ✓ Soumettre les prises du sol de plus de dilutions, afin de contribuer à l'identification d'une plus grande biomasse fongique ;
- ✓ Approfondir l'étude par les techniques moléculaires, afin de déterminer les différentes espèces, car les moyens dont nous disposons nous ont juste permis de déterminer les genres ;
- ✓ Exploiter les liens entre la richesse et la diversité fongique avec les propriétés physico-chimiques du sol.

Références Bibliographiques

Référence bibliographique

- Achour Otmane, 2020** Mise en évidence de champignons du sol sous de la *Peganum harmala* L. région de Laghouat (Algérie).
- Ait Amara. T. et Ainouz.L. 2023.** Identification des mycoendophytes du sol
- Araújo J.P.M., Hughes D.P., 2016.** Zygomycètes. Vol 94, in Advances Brian Lovett, Raymond J. St. Leger, edition 1.
- Arturo P. S. Bueno " (2009)** Biotechnological potential of zygomycetes: a historical overview.
- Attrassi B., Marabet A., Douira K., Ounine., et El Haloui 2005.** Etude de la valorisation agronomique des composts des déchets ménagers. Faculté des sciences Université ibn tofai
- Bagnouls, F et Gausson, H. 1953.** Saison sèche et indice xéothermique Bull., Hist., Nat., Toulouse, 88 : 143-239p.
- Bani M., 2011.** Prospection, isolement et caractérisation phénotypique d'isolat de *Fusarium oxysporum* Schlechtendahl f. sp. *albedinis* (Killian et Mairie). Biotechnologies végétales. École nationale supérieure d'Agronomie El Harach- Alger.
- Bekhti (2023).** Inventaire de champignons endophytes des racines d'*Artemisia campestris* L. (Armoise champêtre) de la station de Chabka 2 (Djelfa, Algérie).
- Belnap, J. and O. L. Lange. 2005.** Biological soil crusts and global changes: What does
- Benfoddil O., 2015.** Inventaire des champignons endophytes des feuilles de *Pistacia atlantica* Desf. de Dayate El Guouffa (Laghouat, Algérie). Mémoire de Magister. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. Département des Sciences Biologiques. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, Algérie. 48-58 et 73-102p.
- Benkada, M 2006.** Evaluation du risque fongique en zones conchylicoles : substances toxiques de souches marines du genre *Trichoderma*. Thèse de doctorat, Chimie biologique, Université de Nantes : faculté des sciences pharmaceutiques 152 p.
- Berkhout (1923)** *Candida* .
- Bhatnagar A., Bhatnagar M., 2005.** Microbial diversity in desert ecosystems. Current Science, VOL. 89, NO. 1.
- Blackwell M, 2011.** The fungi: 1, 2, 3...5.1 Million species. American Journal of Botany 98(3):426-438
- Botton B., Breton A., Fevre M., Gauthier S., Guy P.H., Larpent J.P., Raymond P., Sanglier J.J., Vayssier Y., et Veau P., 1990.** Moisissures utiles et nuisibles : importance industrielle. 2ème édition. Masson. Collection Biotechnologies. p : 34428.

Référence bibliographique

- Bouchet Ph., Guingnard J.L., Villard J., 1999.** Les champignons mycologie fondamentale et Appliquée. Editions Masson.
- Bougharef A. 2008.** Les Aspergillomes et Aspergilloses pulmonaires invasives : Données de la littérature et Enquête prospective à l'Hôpital Militaire d'Instruction Mohammed V – Rabat. Disponible sur : <http://ao.um5.ac.ma/xmlui/handle/123456789/14728>.
- Boutiba et Khelifi, 2020.** Inventaire des champignons des sols rhizosphériques du pistachier de l'Atlas de dayate El Gouffa (Laghouat, Algérie) 46p.
- Caroline Grange, 2004** Etude du genre absidia (zygomycotina-mucoraceae): systématique des espèces, importance médicale et industrielle
- Chabasse D., Bouchara J.P., DE Gentile L., Brun S., Cimon B., Penn P. 2002.** Les
- Chabasse D., Vigny J., Larcher G., Tronchin G., Bouchara JP, Aissi M., 2002.** Étude in vitro d'une exo protéase d'aspergillus fumigatus dégradant les protéines constitutives de membranes basales. Sciences & Technologie. A, Sciences Exactes, (18), 85–90.
- Chabasse, D ;Penn P ; Cimon B ; Bouchara J ; De Gentile L ;Brun S.(2002)** Les moisissures d'intérêt médical. Cahier N°25 de formation de biologie médicale 161 p.
- champignons, Dikarya, Ascomycota et Basidiomycota. Champignon IMA. 9 (2): 291–98.
- Chermette R., Bussieras J. 1993.** Parasitologie vétérinaire. Mycologie, Edité par le
- chromatographic approach to the study of ageing of madder (*Rubia tinctorum* L.) dyestuff
- Community: Its Organization and Role in the Ecosystem Vol. 23. Mycology. Taylor &
- D Alem · 2020** Soil fungal communities and succession following wildfire in Ethiopian dry
- Afromontane forests, a highly diverse underexplored ecosystem
- d'observation ; Identification”, in “Moisissures des aliments peu hydratés”, Ed. Tec &
- Daira et Yacef, 2021** Diversité des champignons des sols sous pistachier de l'Atlas de la daya
- de Aiat (Timzerth, Laghouat).
- Debourgogne A., 2013.** Typage moléculaire du complexe d'espèces *Fusarium solani* et
- détermination de son mécanisme de résistance au voriconazole. Thèse de Doctorat, option :
- Science de la Vie et de la Santé. Université de Lorraine France.
- dictionary of the Fungi. CAB International, Wallingford, UK.
- Doc, 39-95.
- Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. Département d'écologie
- DGF, 2016.** « Stratégie forestière à l'horizon 2035 », Edition 2016.
- FAO, 2010, 2000, 2013** Organisation des nations unies pour l'amélioration et l'agriculture
- Francis Group, Boca Raton, Florida, pp. 697-712.
- Gugnani H.C. 2003.** Ecology and taxonomy of pathogenic *Aspergillus*. Institut Saint

Référence bibliographique

- Hasan H. 2002.** Gibberellin and auxin-indole production by plant root-fungi and their biosynthesis under salinity-calcium interaction. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica*. 49 : 105-118p.
- Hawksworth D. L. 2001.** L'ampleur de la diversité fongique : l'estimation de 1,5 million d'espèces revisitée. *105* : 1422-1432p
- Hawksworth D. L., Kirk P. M., Sutton B. C., Pegler D. N. 1995.** Ainsworth & Bisby's **Hibbett D.S., Blakwell M., James T.Y., Spatafora J.W. ,Taylor J.W., Vilgalys R., 2018.** Phylogenetic taxon definitions for fungi, Dicarya, Ascomycota and Basidiomycota
- Hibbett., David S., Blackwell M., Timothy Y., James., Joseph W., Spatafora., John Hubka V, Kolarík M, Kubátová A, Peterson SW. 2013.** Taxonomic revision of *Eurotium* and transfer of species to *Aspergillus*. *Mycologia*. 105(4):912-37p.
- JA Ribes, CL Vanover-Sams 2000** Zygomycetes in human disease
James school of Medicine. Department Microbiology and Epidemiology.
- Jennifer M. Talbot et al. (2017)** "Fungal Community Responses to Past and Future Atmospheric CO₂ Differ by Forest Type".
- Jennings D.H., Lysek G. 1996.** Fungal biology: understanding the fungal lifestyle. (Bios Scientific publishers eds). 176 p.
- Jobim K., Blaszkowski J., Niezgoda P., Kozłowska A., Zubek S., Mleczko P., et al. 2019.** New sporocarpic taxa in the phylum Glomeromycota: *Sclerocarpum amazonicum* gen. et sp. nov. in the family Glomeraceae (Glomerales) and *Diversispora sporocarpia* sp. nov. in the Diversisporaceae (Diversisporales). *Mycological Progress*. 18: 369-384 p.
- Kiffer E., et Morellet M.1997.** Les Deuteromycetes : classification et clés d'identification générique. Edition (INRA). Paris, France.1-7p
- Kiffer E., et Morellet M.1997.** Les Deuteromycetes : classification et clés d'identification générique. Edition (INRA). Paris, France.1-7p
- Le Calvez T., 2009.** Diversité et fonctions écologiques des champignons en écosystème hydrothermal marin profond. Université de Rennes 1/ CNRS. Ecole Doctorale Vie-Agro-Santé. UFR Science de la Vie et de l'Environnement.
- Lecellier A., 2013.** Caractérisation et identification des champignons filamenteux par spectroscopie vibrationnelle. These de Doctorat, Biologie-Biophysique, Université Reims Champagne-Ardenne
- López-Giráldez et al., 2009** The Ascomycota tree of life: a phylum-wide phylogeny clarifies the origin and evolution of fundamental reproductive and ecological traits.

Référence bibliographique

- Lyatim S., 2008.** Moisissures d'intérêt médical. Etude récente prospective au Laboratoire de parasitologie et mycology. Thèse de Pharmacie.3-45p.
- M Hernández-Rodríguez 2013** Post-fire fungal succession in a Mediterranean ecosystem dominated by *Cistus ladanifer* L.
- MA Hanif, Z Guo, et al 2019** Plant taxonomic diversity better explains soil fungal and bacterial diversity than functional diversity in restored forest ecosystems.
- Mahouche et Nait abdelaziz (2022)** Impact des incendies sur quelques aspects de la rhizosphère d'un écosystème à chêne liège (*Quercus suber*. L): cas de la forêt domaniale d'Oumalou (Larbaa Nath ...
- Malloch, D. 1997.** Moulds : their isolation, cultivation and identification. Departement of Botany. University of Toronto 97p
- Marco .C et al., 2008** Candida species bloodstream infection: epidemiology and outcome in a single institution from 1991 to .
- Mathieu, 2012.** Diversité écologique et fonctionnelle des champignons décomposeurs du bois : l'influence du substrat de la communauté à l'enzyme. L'Université de Lorraine 300 p.
- Mechiah F., 2015.** Approche des symbioses racinaires de de *Pistacia atlantica* Desf. de Dayate El Gouffa (Laghouat, Algérie). Option : Ecologie végétale Appliquée et Gestion de l'Environnement. Faculté des Sciences Biologique ; et Sciences Agronomiques. Département de Biologie animale et végétales UMMTO.
- Mechiah. F. 2023.** Diversité des symbiotes fongiques racinaires de *Pistacia atlantica* Desf. Dans la région de Laghouat. Thèse de doctorat. Option : Ecologie végétale Appliquée et Gestion de l'Environnement. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. Département de Biologie animale et végétales UMMTO 220p.
- Meddour SAHAR and Christine BOUISSET, 2013 :** Les grands incendies de forêt en Algérie : problèmes humains et politiques publiques dans la gestion des risques
- Meddour Sahar , 2008 :** Contribution à l'étude des feux de forêt en Algérie .
- Meddour-Sahar et al. 2014:** Motifs des incendies de forêt en Algérie : analyse comparée des dires d'experts de la Protection Civile et des Forestiers par la méthode Delphi
- Medjeber M. 2019.** Diversité et activité antimicrobienne des champignons endophytes associés aux feuilles de *Limoniastrum feei* (de Gir.) Batt. Oued Aghlal (Béchar, Algérie). Thèse de Doctorat. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Département de Biologie et Physiologie Cellulaire. Université Saad Dahlab Blida 1. 233p.

Référence bibliographique

Meena et Siddhardha 2020 *Phomopsis tersa* as Inhibitor of Quorum Sensing System and Biofilm Forming Ability of *Pseudomonas aeruginosa*.

Meena et Siddhardha, 2019 Secondary metabolites from endophytic fungi: chemical diversity and application.

Mémoire de Master en Sciences Biologiques, Option : biodiversité et écologie végétal.

Michel M., 1997. Les deutéromycètes. Classification et clés d'identification générique. 1ère édition. 306p.

Miguel et al., 2019 Climatic controls of decomposition drive the global biogeography of forest-tree symbioses

MM Aveskamp, J De Gruyter, PW Crous - Fungal diversity, 2008 Biology and recent developments in the systematics of *Phoma*, a complex genus of major quarantine significance. moisissures d'intérêt médical. Cahier de formation n°25, Bioforma. 59 p.

Mouchacca J., 2005 - Champignons Thermophiles : Evolution des Concepts Taxonomiques. In Journées du Réseau de Mycologie, Université de Provence et de la Méditerranée, Marseille, 2-4 février 2005. Résumé de conférence, AC 51p

Mouria et al., 2007 Effet de diverses souches du *Trichoderma* sur la croissance d'une culture de tomate en serre et leur aptitude à coloniser les racines et le substrat. on Chromatography A 1112: 209-217.

Ouali M., Yaddaden N., (2019). Diversité des champignons du sol sous *Pistacia atlantica* Desf. dedayate El-Gouffa (Laghouat, Algérie). MEMOIRE DE MASTER en Sciences de la Nature et de la Vie, Spécialité Biodiversité et Ecologie Végétale 75 p.

Ould Ahmed A, 2019. Isolement et identification de champignons microscopiques présents dans le sol d'un agrosystème de *Punicagranatum*L. Variété Messaad sous climat aride. Biotechnologie et Valorisation des plantes. Département de biochimie et Microbiologie. UMMTO.

Patterson T.F., Mc Ginnis MR. 2009. The fungi: description. Site Doctor Fungus. Mycoses Study Group

Quezel P., et Medail F., 2003. Ecologie et biogéographie biologie des forêts du bassin méditerranéen. Elsevier. Pris. 573

Quezel. P., Santa S. 1963 1962 -Nouvelles flores d'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. Ed. CNRS Paris, 1170p

Raper K ET Fennell D.J. 1965. The genus *Aspergillus*”, Williams and Wilkins editors, Baltimore. 686 p.

Raven et al, 2018. Report of a workshop IPGRI, 29-30 june 1995 palermo, Italy

Référence bibliographique

Reproduction in dikaryotic fungi. *Frontiers in Microbiology* 9: 503.

rhizosphérique d'Armoise rouge (*Artemisia campestris*) de la station de chabka2 (Djelfa).

Ricardo Vélez Les incendies de forêt dans la région méditerranéenne: Panorama régional

Roehl T, 2017. Characteristics of Division Glomeromycota .FUNGUS FACT, 015

Roquebert M.F. 1998. Taxonomie des moisissures ; Méthodes de culture et techniques

Rubini et Marciano R. Rubini, Rute T. Silva-Ribeiro Alan W. V. Pomella, Cristina S.

Maki, Wellington L. Araújo, Deise R. dos Santos, and João L. Azevedo '2005 Diversity of endophytic fungal community of cacao (*Theobroma cacao* L.) and biological control of *Crinipellis pernicioso*, causal agent of Witches' Broom Disease

Samson R.A, Hoekstra E.S et Frisvad J.C. 2004. Introduction to food and airborne fungi. 7th, Baarn, Centralalbureau voor Schimmellcultures, Institute of the Royal Nether lands Academy of Arts and Sciences. P389.

Samson R.A., Visagie C.M., Houbroken J., Hong S-B., Hubka V., Klaassen C.H.W., Perrone G., Seifert K.A., Susca A., Tanney J.B., Varga J., Kocsubé S., Szigeti G., Yaguchi T., Frisvad J.C. 2014. Phylogeny, identification and nomenclature of the genus *Aspergillus*. *Studies in Mycology*. Vol (78) :141-173.

Samson RA., Flannigan B., Flannigan ME., Verhoeff AP., Adan OCG., Hoekstra ES. 2004. Eds. Air Quality monographs. Elsevier Science B.V. Amsterdam. 10p.

Schoch et al. (2009), A molecular phylogenetic reappraisal of the Hysteriaceae, Mytiliniaceae and Gloniaceae (Pleosporomycetidae, Dothideomycetes) with keys to world species

Sénéquier-Crowet ., Canard B , 2016. Les champignons endophytes : impact sur les écosystèmes et production de molécules d'intérêt thérapeutique. Science pharmaceutique. Université Grenoble Alpes

Service de Parasitologie de l'École Nationale Vétérinaire de Maisons-Alfort.

Smail-Sadoun N., Zareb A., Lehadi L., Boubrima A. , 2018. Contribution à la recherche de mycoendophytes foliaires chez *Pistacia atlantica* Desf. de Dayete Saadi (Hassi Delaa, Laghouat, Algérie. *Revue Agrobiologia*. Vol 8(2) :1021-1026

Suzanne W. Simard et al. (2016) Fungal community shifts in structure and function across a wildfire-prone rainforest region.

SW Simard · 2009 The foundational role of mycorrhizal networks in self-organization of interior Douglas-fir forests.

T Whitman · 2019 Soil bacterial and fungal response to wildfires in the Canadian boreal forest across a burn severity gradient.

Référence bibliographique

Tabuc C., 2007. Flore fongique de différents substrats et conditions optimales de production des mycotoxines. Thèse de doctorat, Spécialité : Pathologie, Mycologie, Génétique et Nutrition. Institut national polytechnique de Toulouse et de l'Université de Bucarest. P 190

Tedersoo L, Bahram M, Polme S. 2014. Global diversity and geography of soil fungi. *Science* 346:107

The future hold? In: J. Dighton, J. F. White and P. Oudemans (Editors), *The Fungal UMMTO*.

W., Taylor., Rytas V. 2018. Définitions des taxons phylogénétiques pour les

Wallen RM, Perlin MH. 2018. An overview of the function and maintenance of sexual

YEFSAH FATMA.2016 Contribution à l'étude de la biodiversité floristique de la forêt domaniale de Beni- forêt domaniale de Beni-Ghobri

Zin et Badaluddin, 2020 Biological functions of *Trichoderma* spp. for agriculture applications.

Annexe

Tableau 01 : Précipitations moyennes mensuelles de la région de Larbâa Nath-Irathen durant la période (2012 à 2018) après extrapolation Y Mahouche · 2022

| Mois | Jan. | Fev. | Mar. | Avr. | Mai | Jui. | Juil. | Aou. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| P (mm) | 190,6 | 201,6 | 170,5 | 85,25 | 64,46 | 23,18 | 1,11 | 4,87 | 37,86 | 97,52 | 156,7 | 152,7 |

Tableau 02 - Températures moyennes mensuelles des 10 dernières années (2012-2018) enregistrées par la station météorologique de Tizi-Ouzou.

Source : (ONM, Tizi-Ouzou)

| Mois | Jan | Fev | Mar | Avr | Mai | Jui | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
|-------------------------|------|------|-------|-------|-------|--------|--------------|-------|-------|-------|-------|------|
| M(°c) | 9,94 | 9,33 | 12,56 | 12,36 | 20,4 | 25,34 | 29,62 | 28,46 | 25,23 | 21,49 | 13,2 | 10,5 |
| m(°c) | 3,21 | 3,0 | 5,33 | 7,61 | 10,2 | 14 ,14 | 17,58 | 18,46 | 15,63 | 12,3 | 8,83 | 4,21 |
| (M+m)/2 (°C) | 6,57 | 6,16 | 8,94 | 11,98 | 15,34 | 19,74 | 23,6 | 23,46 | 20,43 | 16,89 | 11,01 | 7,35 |

Résumé :

Le présent travail a pour objectif d'étudier l'activité fongique et la régénération de la diversité biologique du sol sous subéraie incendiée. Les échantillons ont été prélevés le 19 mars 2023 dans la forêt domaniale d'OUMALOU au niveau de la commune d'Ait Aggouacha daïra de Larbaa Nath Irathen Wilaya de Tizi Ouzou. Cinq échantillons de sols ont été prélevés sur 20cm de profondeurs aux pieds de cinq arbres de chêne liège choisis aléatoirement. 23 genres fongiques ont été identifiés : *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Botrytis*, *Candida*, *Chrysosporium*, *Cladosporium*, *Cunninghamella*, *Eupenicillium*, *Fusarium*, *Monilia*, *Mucor*, *Neocyttallium*, *Penicillium*, *Phoma*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Scopulariopsis*, *Sporothrix*, *Torula*, *Trichoderma*, *Ulocladium*, *Verticillium*, dont 18 genres appartiennent au phylum des Ascomycota et 3 genres au phylum des Zygomycota et *Phytium* appartient au Chitridiomycota, *Rhizoctonia* appartient au Basidiomycota. De plus 38 espèces ont été recensées avec l'abondance d'*Aspergillus* (4 espèces), qui est suivies par *Fusarium*, *Absidia*, *Candida* avec (3 espèces) pour chacun. L'analyse de variance a révélé que la distribution des genres *Aspergillus* et *Fusarium* est différente entre les sols échantillonnés. Les résultats de la matrice de corrélation montrent la présence de très fortes corrélations positives et des corrélations négatives entre ces champignons. L'analyse en composantes principales (ACP) a révélé une individualisation de deux groupes A avec 11 genres avec une dominance du genre *Aspergillus*, et le groupe B avec 12 genres avec l'abondance du genre *Absidia*. La diversité biologique du sol de la zone étudiée qui a subi un grave incendie il y a deux ans, est en amélioration vu la diversité identifiée et la présence de quelques champignons il joue un rôle écologique important en tant que mycoparasites et pour la production d'antibiotiques, la décomposition de la matière organique, l'amélioration de la structure du sol, la favorisation de la régénération végétale.

Mots clés : *Quercus suber*., champignons du sol, incendie, Ascomycota, *Aspergillus*, Tizi Ouzou