REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Département de Biochimie Microbiologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master II

Filière : Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie Végétale et Valorisation des Plantes.

Thème :

Inventaire des champignons épiphytes de la feuille de *Calicotome spinosa* Desf de la région de Ouaguenoun (Tizi-Ouzou, Algérie).

Réalisé par : M^me^ AILAM Ferroudja

Devant le Jury composé de :

M HOUALI K.	Professeur à l'UMMTO	**Président**
M^me^ ZAREB A.	MCB à l'UMMTO	**Promotrice**
M^me^ CHENAH M.	MCB à l'UMMTO	**Co-promotrice**
M BOUACEM K.	MCA à l'UMMTO	**Examinateur**

Année universitaire : 2022/2023

Remerciements

Je tiens d'abord à remercier M^{me} ZAREB Amina, pour m'avoir encadré tout en me laissant une liberté quasi-totale. Son optimisme, sa grande confiance et nos nombreuses discussions m'ont permis de murir mes réflexions et de sans cesse améliorer mon travail.

Mes remerciements vont ensuite à notre responsable de spécialité Mr LIMANE, pour son soutien sans faille tout au long de ces deux dernières années et pour la réalisation des analyses statistiques.

J'exprime ma profonde reconnaissance à tout le personnel du laboratoire pédagogique de Physiologie Végétale et le Laboratoire de recherche de Biochimie Analytique et Biotechnologies de l'UMMTO, qui nous ont beaucoup aidé pour réaliser ce travail.

Je remercie également les membres du jury pour avoir accepté de juger notre travail.

Et pour finir j'aimerai remercier toute personne ayant participée de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail : à « ma mère » et à « mon mari » qui ont été derrière moi à m'encourager et à me donner la force et la volonté pour affronter le chemin de la vie.

Listes des figures

Figure 1 : différents organites constitutifs de la cellule fongique (Malagnac et Silar, 2013) 3

Figure 2 : mycélium de champignon (Raven et *al*., 2020)..... 4

Figure 3 : principaux groupes des *Eumycota* (Selosse, 2013) 5

Figure 4 : cycle de développement de *Rhizopus nigricans* (Bouchet et *al*., 2005)..... 6

Figure 5 : cycle de développement d'un *Ascomycota* (Raven et *al*, 2017) 7

Figure 6 : cycle de développement d'un *Basidiomycota* (Raven et *al*., 2017)..... 8

Figure 7 : arbuste de *Calicotome spinosa* (Macqueron, 2016) 13

Figure 8 : racine de *Calicotome spinosa* (Hamlat et Hadji, 2017)..... 14

Figure 9 : feuille trifoliée du *Calicotome spinosa* (Macqueron, 2016)..... 14

Figure 10 : fleurs de *Calicotome spinosa* (Macqueron, 2016)..... 15

Figure 11 : fruit de *Calicotome spinosa* (Macqueron, 2016) 15

Figure 12 : monographie de la wilaya de Tizi-Ouzou (Anonyme, 2023) 17

Figure 13 : diagramme ombrothérmique de la station de Ouaguenoun de la wilaya de Tizi-Ouzou 21

Figure 14 : sujets « 1, 2, 3, 4, 5 » de *Calicotome spinosa* échantillonnés à la station Ouaguenoun, wilaya de Tizi-Ouzou..... 22

Figure 15 : genres fongiques épiphytes de la feuille de *Calicotome spinosa* observés sous microscope optique au grossissement (GX400)..... 22

Figure 16 : genres fongiques épiphytes de la feuille de *Calicotome spinosa* observés sous microscope optique au grossissement (GX400)..... 26

Figure 17 : genres fongiques épiphytes de la feuille de *Calicotome spinosa* observés sous microscope optique au grossissement (GX400)..... 27

Figure 18 : genres fongiques épiphytes de la feuille de *Calicotome spinosa* observés sous microscope optique au grossissement (GX400)..... .27

Figure 19 : composition des genres épiphytes des feuilles de *Calicotome spinosa* selon le phylum..... .28

Figure 20 : ACP représentant les genres de champignons épiphytes de la feuille de *Calicotome spinosa* de la région de Ouaguenoun ..... .31

Liste des tableaux

Tableau 1 : variation mensuelle de précipitation de la station de Tizi-Ouzou, période 2010-2021 (O.N.M Tizi-Ouzou) 18

Tableau 2 : températures mensuelles (°C) de la station météorologique de Tizi-Ouzou de 2010-2021(O.N.M Tizi-Ouzou) 18

Tableau 3 : précipitations mensuelles estimées pour la station de Ouaguenoun 19

Tableau 4 : températures maximales, minimales et moyennes mensuelles estimées pour la station de Ouaguenoun 20

Tableau 5 : genres fongiques épiphytes identifiés à partir des feuilles de *Calicotome spinosa* de la station Ouaguenoun dans la wilaya de Tizi-Ouzou 25

Tableau 6 : comparaison de l'abondance des genres fongiques épiphytes de la feuille de *Calicotome spinosa* de la région de Ouaguenoun ainsi que de la région de Tizi Ghniff, wilaya de Tizi-Ouzou…….…….....33

Table des matières

Introduction **2**

Chapitre I : Champignons épiphytes

1. Mycologie générale 5

2. Classification des champignons 7

2. 1. *Chytridiomycota* 8

2. 2. *Zygomycota* 8

2. 3. *Glomeromycota* 9

2. 4. *Ascomycota* 9

2. 5. *Basidiomycota* 10

3. Champignons épiphytes 11

4. Rôles des champignons de la phyllosphère 12

Chapitre II : Description de l'espèce

1. Introduction 15

2. Classification scientifique 15

3. Distribution géographique 16

4. Description botanique 16

4. 1. Racines 16

4. 2. Feuilles 17

4. 3. Fleurs 17

4. 4. Fruits 18

5. Utilisation traditionnelle de la plante 19

Chapitre III : Matériels et méthodes

1. Description de la zone d'étude 21

2. Etude climatique 21

2.1. Précipitations 22

2. 2. Températures 22

3. Méthodes d'extrapolation des données climatiques 23

3. 1. Précipitations 23

3. 2. Températures 23

3. 3. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen 24

4. Echantillonnage sur terrain 25

4. 1. Mise en culture 26

4. 1. 1. Composition du milieu PDA (Potato-Dextrose- Agar) 26

4. 2. Préparation du milieu de culture 27

4. 3. Isolement et mise en culture 27

4. 4. Ensemencement 27

4. 5. Identification des souches fongiques 27

5. Analyse statistique 28

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Diversité et abondance en champignons épiphytes de la feuille de *Calicotome spinosa* 30

1. 1. Résultats 30

1. 2. Discussion 33

1.3. Comparaison des abondances des genres fongiques entre les épiphytes de la feuille de *Calicotome spinosa* des deux sites : Ouaguenoun et Tizi Ghniff 37

Conclusion générale et perspectives 39

Références bibliographiques 40

Résumé

Abstract

Introduction générale

Calicotome spinosa localement appelée « GUENDOUL » est une plante médicinale appartenant à la famille des Fabacées, elle est très importante en médecine traditionnelle notamment en Algérie (Cherfia et *al*., 2020). C'est une plante qui est largement distribuée dans la région méditerranéenne, elle est employée dans les cosmétiques (Djeddi et *al*., 2015). Elle pourrait être l'une des meilleures espèces illustrant l'association symbiotique entre les champignons et les espèces végétales, en raison de son développement dans des conditions défavorables et de son extrême besoin de ses microorganismes symbiotiques pour lutter contre les conditions du milieu. Ces microorganismes peuvent être soit épiphytes, en vivant sur la surface (Cordier, 2012), soit endophytes en vivant dans les espaces inter et intracellulaires (Arnold et *al*., 2003 ; Rodriguez et *al.*, 2009).

Les champignons épiphytes vivent en interaction avec les plantes, colonisant les parties foliaires de ces dernières. Ils sont impliqués dans une multitude de processus biologiques de l'environnement et jouent un rôle essentiel dans l'amélioration de leurs performances écologiques et physiologiques, l'amélioration du statut nutritif, la résistance aux maladies et aux ravageurs. Ils peuvent aussi jouer un rôle essentiel, par exemple dans l'interaction avec les champignons pathogènes ou dans la décomposition de la litière. Ils présentent aussi un intérêt économique, en raison de leurs activités, telles que la production des mycotoxines et ils synthétisent un grand nombre de substances très importantes, tels que les acides organiques (Osono, 2002 ; Muller et *al*., 2016).

Ce travail a pour but l'étude de la diversité des champignons épiphytes de *Calicotome spinosa* de la région de Ouaguenoun (Tizi-Ouzou, Algérie), dont très peu de travaux ont été réalisés sur cette thématiques avant ceux de (Chabane, 2022) ; (Cherfi et Meddane, 2022) qui ont travaillé sur les épiphytes du *Calicotome spinosa* de la région de Tizi Ghniff wilaya de Tizi Ouzou, et les épiphytes de la feuille de l'oléastre de la région de Tizi Rached wilaya de Tizi Ouzou respectivement, contrairement aux endophytes dont plusieurs travaux ont été réalisé tel que les travaux de : (Kacel, 2021) ; (Fahem, 2022) ; (Meftah et Hammad, 2023) (en cour), qui ont travaillé sur les champignons endophytes de la feuille de *Calicotome spinosa* de la région de Thala n Tazart, Tizi Ghnif et Ouaguenoun wilaya de Tizi Ouzou, respectivement.

Ce travail rentre dans le cadre des activités de recherche du Laboratoire Ressources Naturelles de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

Il est subdivisé en quatre chapitres :

- **Le chapitre I** concerne une étude bibliographique sur les champignons en général ;
- **Le chapitre II** donne la description du *Calicotome spinosa* ***;***
- **Le chapitre III** présente le matériel et les méthodes utilisés dans cette étude ;
- **Le chapitre IV** concerne les résultats et la discussion de ces derniers.

Ce travail se termine par une conclusion générale et des perspectives.

Chapitre I

Champignons épiphytes

1. Mycologie générale

Les champignons constituent un très vaste groupe d'organismes, le règne des *Fungi* (du latin fungus, champignon) ou Mycètes, ils représentent l'un des plus importants groupes d'organismes sur terre et jouent un rôle clé dans un grand nombre d'écosystèmes (Mueller et Schmit, 2007). Ils présentent des caractères communs aux plantes et aux animaux qui ne permettent pas de les classer dans l'un ou l'autre des règnes, ils forment donc un règne à part (Bouchet et *al*., 1999).

- Les champignons sont des Eucaryotes (Chabasse et Bouchara, 2002), possédant un noyau, divers organites tels qu'un appareil de golgi, un réticulum endoplasmique, des mitochondries, des vacuoles et une enveloppe extérieure qui est la membrane plasmique (Chollet, 2014) (Figure 01).

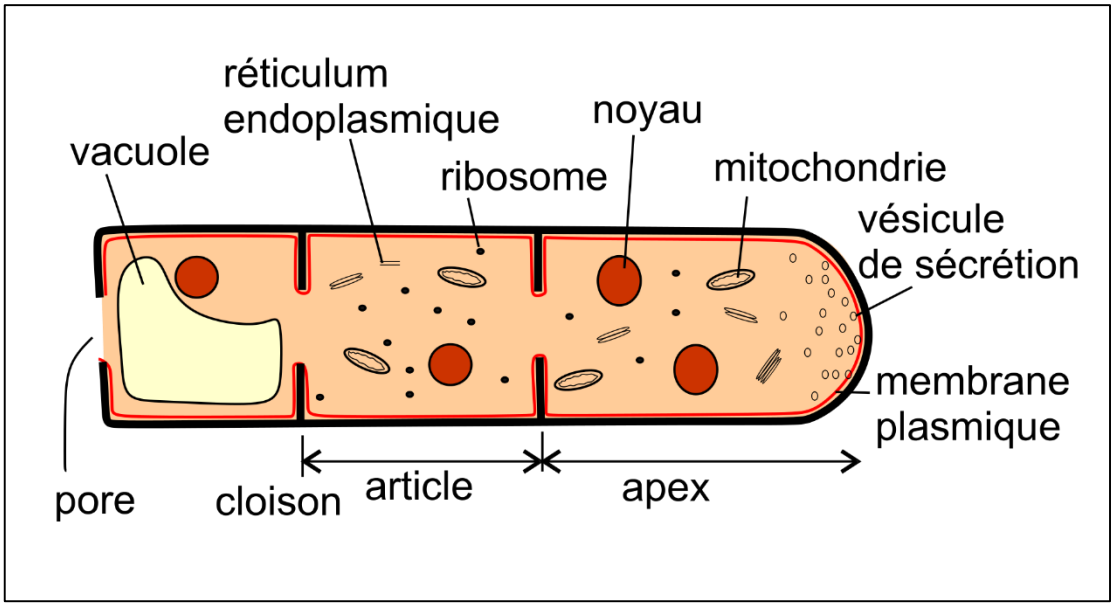

Figure 01 : différents organites constitutifs de la cellule fongique (Malagnac et Silar, 2013)

- Ils sont hétérotrophes, dépourvus du pigment chlorophyllien (Chabasse et *al.*, 1999). Ils utilisent du carbone organique comme source d'énergie (Carlile et Watkinson, 1994 ; Redecker, 2002).

- D'un point de vue structural, on trouve une grande variété de champignons. Ils sont classés en deux grandes catégories : la forme levure unicellulaire et la forme mycélienne pluricellulaire constituée d'hyphes (Redecker, 2002 ; Després, 2012)

(Figure 02). Certaines espèces ont la capacité d'adopter les deux formes, levure et mycélienne, tandis que d'autres sont restreintes à l'une ou l'autre (Jennings et Lysek, 1996). La forme levure apporte un avantage pour la croissance dans les milieux où la pression osmotique est forte, car cela diminue la surface de l'organisme. La forme mycélienne permet au champignon d'avoir une croissance radiale importante et de coloniser rapidement un milieu, elle assure donc une surface maximale de contact et permet une exploration et une recherche de nutriments dans les trois dimensions (Carlile et Watkinson, 1994 ; Jennings et Lysek, 1996).

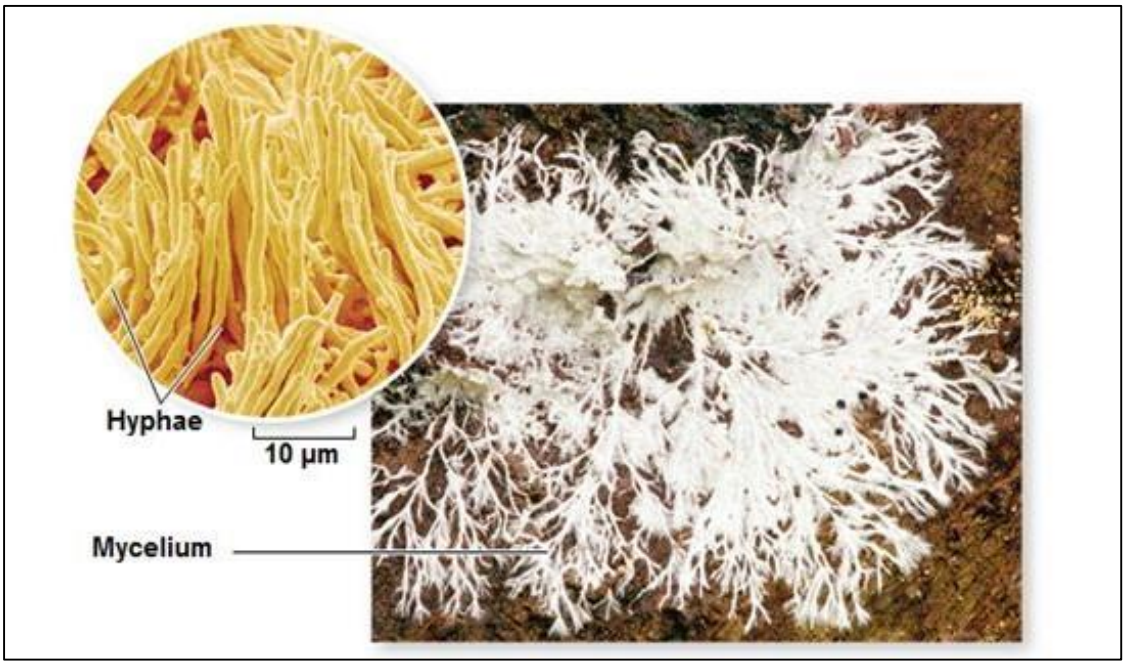

Figure 02 : mycélium de champignon (Raven et *al*., 2020)

- Les champignons peuvent se reproduire de plusieurs façons : sexuée ou asexuée (Dufresne, 2018).

Les spores formées soit par voie sexuée, soit asexuellement peuvent avoir un rôle dans la dispersion des champignons, mais peuvent également jouer un rôle dans la survie de l'organisme, lorsque les conditions environnementales deviennent défavorables (Madelin, 1994).

a) Reproduction asexuée

La reproduction asexuée c'est le stade anamorphe des champignons. Elle est basée sur la production des spores, qui sont produites soit dans des sporanges, soit à partir de cellules

d'hyphes appelées cellules conidiogénes. Les cellules produites par ces dernières sont soit isolées ; soit en chaine : c'est ce qu'on appelle des conidies (Raven et *al*., 2017).

b) Reproduction sexuée

La reproduction sexuée implique la fécondation, aboutissant à l'union des deux noyaux (Raven et *al*., 2020). Le cycle sexué des champignons est constitué de trois étapes: plasmogamie, caryogamie et méiose (Jennings et Lysek, 1996). La plasmogamie correspond à la fusion cellulaire entre deux cellules haploïdes. La cellule résultante est appelée dicaryon, car elle possède deux types de noyaux haploïdes. Les deux noyaux vont fusionner lors de la caryogamie, puis la méiose va convertir une cellule diploïde en quatre cellules haploïdes ce qui permet le brassage des gènes ainsi que l'obtention des spores spécialisées (Carlile et Watkinson, 1994).

2. Classification des champignons

La classification générale des champignons est fondée sur les caractéristiques du thalle ainsi que sur les modalités de leur reproduction sexuée (Semal et *al*., 1993). Les *Eumycota* (les vrais champignons) forment un groupe très vaste, incluant les *Chytridiomycota*, les *Zygomycota*, les *Glomeromycota*, les *Ascomycota* et les *Basidiomycota* (Bourgeois, 1989) (Figure 03).

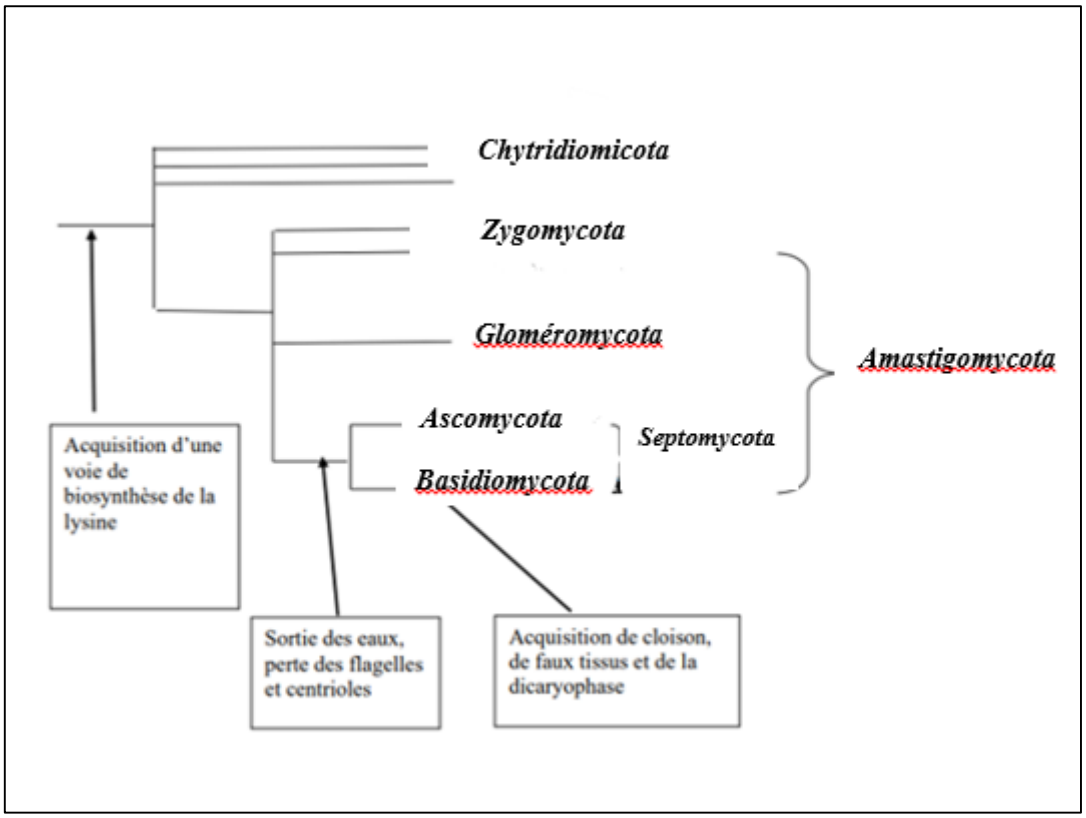

Figure 03 : principaux groupes des *Eumycota* (Selosse, 2013).

2. 1. *Chytridiomycota*

Ce sont des champignons principalement unicellulaires. Ils regroupent des espèces fongiques produisant des spores uni-flagellées (zoospores), constituant la lignée évolutive la plus ancienne des champignons et ils témoignent d'une vie majoritairement aquatique, possédant un thalle non cloisonné (Branger et Richer, 2007).

2. 2. *Zygomycota*

Les Zygomycota sont des champignons terrestres morphologiquement simples (Raven et *al*., 2017). Ils s'auto-associent sous la pression d'un mycélium synocytaire, sur lequel des spores mitotiques non mobiles sont produites de manière asexuée. Ils possèdent un mycélium non cloisonné et des organes de reproduction sexuée (Guiraud, 1998). La reproduction asexuée est plus fréquente que la reproduction sexuée (Bouchet et *al*., 2005). Les *Zygomycota* regroupent de nombreux saprotrophes et parasites et de champignons pathogènes facultatifs

pour la plante, l'animal, l'homme et même pour d'autres champignons (Cordier et *al*., 2012), (Figure 04).

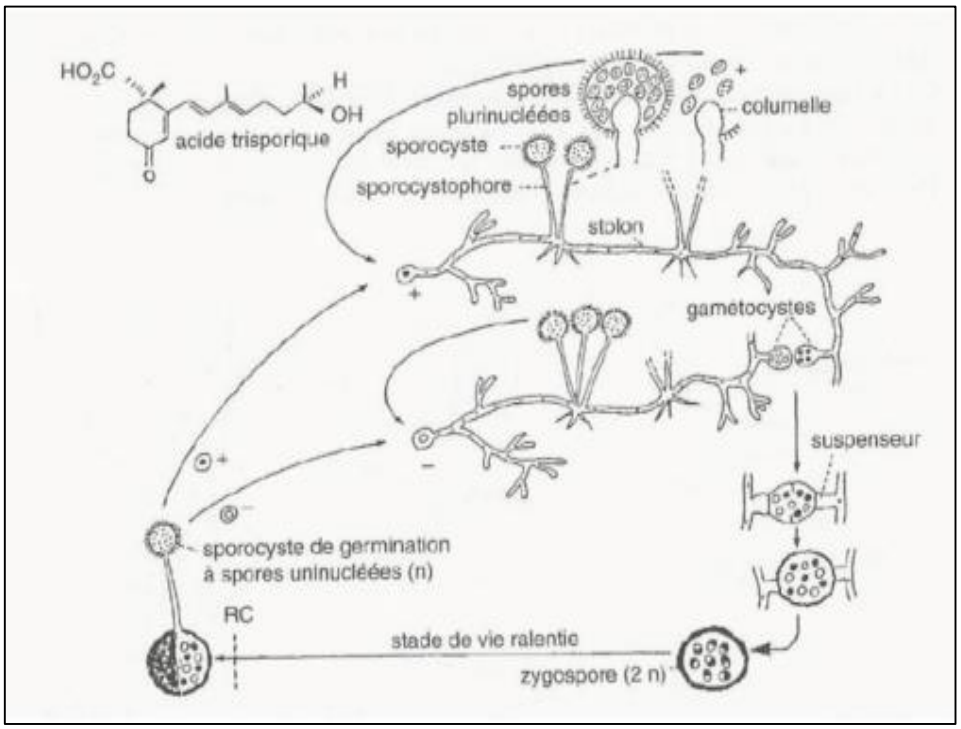

Figure 04 : cycle de développement de *Rhizopus nigricans* (Bouchet et *al*., 2005).

2. 3. *Glomeromycota*

Les *Glomeromycota* constituent le groupe de champignons symbiotiques et biotrophes stricts de plantes, qui forment des mycorhizes à arbuscules avec les racines des deux tiers de toutes les espèces végétales (Fitter et *al*., 2011). Ils sont relativement le groupe le plus petit (Kirk et *al*., 2008 in Lee et *al*., 2012), mais qui joue un rôle écologique très important (Helgason et *al*., 1998).

2.4. *Ascomycota*

Les *Ascomycota* constituent le plus grand groupe de champignons microscopiques. Ils incluent les saprophytes, les parasites et les symbiotes. Ils sont cosmopolites (Kirk et *al*., 2008). Ils sont caractérisés par un mycélium cloisonné ou unicellulaire (levure) (Strullu, 1991; Davet, 1996). Ils sont plus particulièrement nombreux dans l'ordre des Eurotiales, des Microscales et des Sphaeriales (Bourgeois, 1989).

Les *Ascomycota* sont capables de se reproduire de façon asexuée et sexuée mais la reproduction de façon asexuée est plus courante (Bouchet et *al.*, 2005 ; Raven et *al.*, 2020). Les spores asexuées *d'Ascomycota*, appelées conidies, ne se forment pas dans les sporanges, elles se forment à l'extérieur d'hyphes modifiées, les conidiophores. Souvent, les conidies contiennent plus d'un noyau, (Figure 05) (Raven et *al*., 2017).

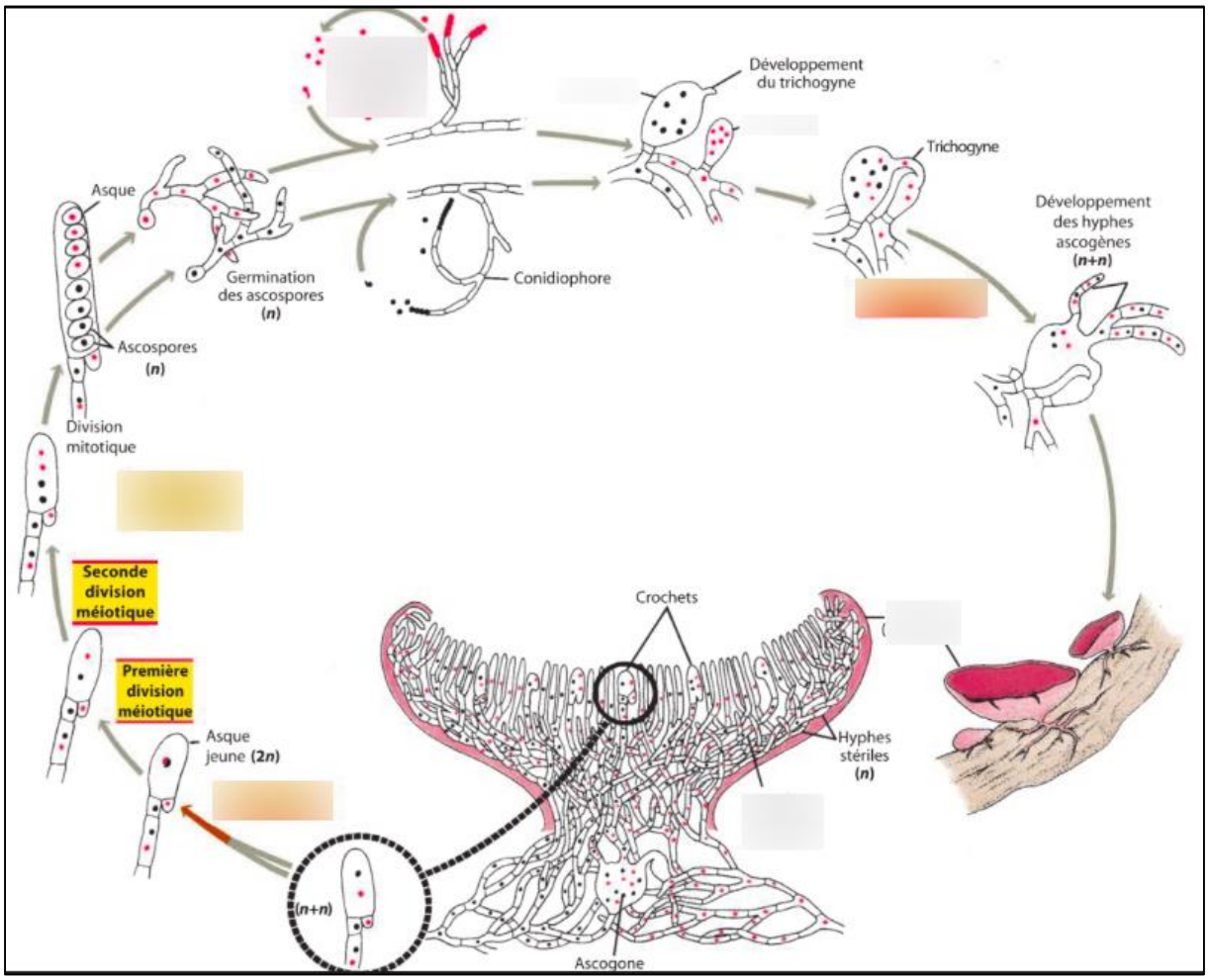

Figure 05 : cycle de développement d'un *Ascomycota* (Raven et *al*, 2017).

Les *Ascomycota* sont des agents prometteurs dans la lutte biologique contre les phytopathogènes, dans la promotion de la croissance des plantes et dans la production d'enzymes à application technologique (Kirk et *al.*, 2008).

2. 5. *Basidiomycota*

Les *Basidiomycota* sont caractérisés par des basidiospores issues de la reproduction sexuée et qui sont au nombre de quatre présentées sur une baside **(**Kirk et *al*., 2008).

Le cycle de développement des *Basidiomycota* se produit par production des hyphes monocaryotique après la germination des spores. Les hyphes différentes peuvent fusionner en un mycélium dicaryotique (mycélium secondaire). Les basidiocarpes sont composés uniquement des mycéliums secondaires et on trouve des basides dans les lamelles du chapeau du basidiocarpe. Une caryogamie se déroule à l'intérieur des basides et donne la seule cellule diploïde, suivie d'une méiose. Chez les *Basidiomycota*, les quatre noyaux issus de la méiose sont incorporés dans des basidiospores, qui naissent à l'extrémité de la baside (Figure 06) (Raven et *al*., 2017). Les *Basidiomycota* rassemblent la majorité des champignons mycorhiziens à carpophores, mais aussi des parasites des plantes et de certaines levures (Cordier, 2012).

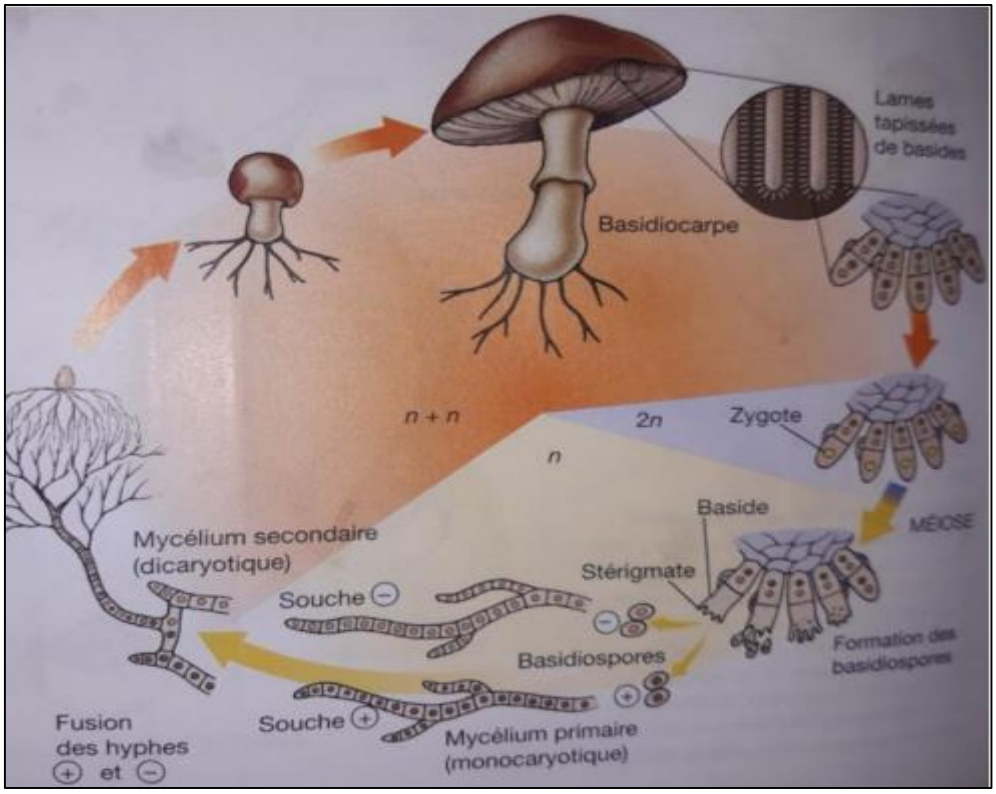

Figure 06 : cycle de développement d'un *Basidiomycota* (Raven et *al*., 2017).

3. Champignons épiphytes

La phyllosphère représente la partie aérienne des plantes, composée principalement de tiges et de feuilles, qui est habitée par des communautés microbiennes hyperdiversifiées (Lindow et Brandl, 2003 ; Whipps et *al*., 2008). Les micro-organismes de la phyllosphère comprennent les endophytes qui vivent dans les tissus végétaux et les épiphytes qui vivent à la surface des tissus végétaux (Lindow et Brandl, 2003). Ils sont une partie intégrante du microbiome de la plante, ils

infectent les plantes sans déclencher de symptômes visibles de la maladie, la relation est mutualiste et procure à l'hôte beaucoup d'avantages (Brodersen et *al*., 2015).

Le terme «épiphyte» du grec épi qui veut dire « sur » et python qui veut dire «la plante», a été introduit pour la première fois par Mirbel dans son livre de « physiologie végétale et de botanique», faisant référence à un organisme qui pousse sur une plante vivante pour se soutenir et se maintenir (Del claro et *al*., 2009). Les champignons épiphytes de la phyllosphère occupent un microenvironnement distinct: ils sont en contact avec l'environnement extérieur et dépondent des nutriments déposés sur les feuilles par l'atmosphère où exsudés par les feuilles (Inácio et *al*., 2002).

Ils peuvent coloniser la surface foliaire *via* l'atmosphère (Talley et *al*., 2002 ; Levetin et *al.*, 2006), les insectes (Coluccio et *al*., 2008, Feldman et *al*. 2008), les projections par la pluie (Wilson et Carroll, 1994) ou encore par les oiseaux. Cependant, tous les microorganismes qui atteignent la phyllosphère ne sont pas capables de s'établir et de coloniser (Whipps et *al*., 2008). Ces épiphytes sont exposés à de nombreux facteurs de stress environnementaux externes, par exemple, la température, l'humidité, l'âge de la feuille, la présence d'inhibiteurs et les pressions sélectives exercées par les plantes hôtes *via* les éléments nutritifs des feuilles, les traits morphologiques et physiologiques de la plante, et tous ces facteurs de stress peuvent avoir des effets importants sur la composition de leur communauté (Grbić et *al*., 2015 ; Vacher et *al.*, 2016).

La croissance des champignons épiphytes est plus active pendant la période de forte humidité, à 70% elle est limitée à de petites colonies adjacentes aux nervures des feuilles. Cependant, à 90% d'humidité relative, la croissance des épiphytes est importante, les réseaux extensifs d'hyphes sont développés (Urquhart et Punja, 1997 ; Grbić et *al*., 2015).

4. Rôles des champignons de la phyllosphère

De plus en plus d'études mettent en évidence l'influence des champignons de la phyllosphère sur la fitness des plantes hôtes (Gilbert, 2002 ; Newton et *al*., 2010).

- De nombreux épiphytes sont capable de produire des hormones végétales telle que auxine, abscines, éthylène, gibbérellines, et acide indole acétique (AIA), qui sont importants pour la plante et la régulation de la croissance (Goodman et *al*., 1986;

Malinowski et Belesky,1999; Loiret et *al*., 2004 ; Sandhiya et *al*., 2005; Firáková et *al*., 2007).

- Certains champignons sont cultivés en fermenteur pour obtenir des métabolites primaires tels que l'acide aspartique où l'acide citrique, et d'autres tels que le *Penicillium notatum,* est utilisé pour produire des antibiotiques, comme la pénicilline (Bouchet et *al*., 2005).

- Les champignons sont souvent utilisés pour produire des enzymes industrielles telles que les cellulases, les amylases et les protéases,…etc, qui sont utilisées dans de nombreux processus industriels (Hassani, 2002).

- Les champignons sont d'infatigables recycleurs capables de dégrader un large panel de molécules. Leurs propriétés épuratrices sont utilisées dans le compostage, le traitement d'effluents, ou la dépollution de sols contaminés (Deacon, 2005).

- Les champignons épiphytes ont été considérés comme des facteurs déterminants pour la santé et la productivité des plantes (Berg et *al*., 2014). Ils peuvent réduire les symptômes de maladies chez la plante causés par des agents pathogènes (Widmer et Dodge, 2013). Ils agissent comme moteur de biodiversité (Bradley et *al*.,2008). Ils limitent les attaques d'insectes herbivores par la production d'alcaloïdes toxiques (Wilkinson et *al*., 2000), en limitant les infections par d'autres champignons pathogènes (Arnold et *al*., 2003), ou en augmentant la résistance aux stress biotiques et abiotiques (Rodriguez et Redman, 2007).

- Certaines associations complexes, impliquant un virus infectant un champignon mutualiste d'une plante, peuvent permettre à cette plante de survivre à des conditions extrêmes de température (65°C) durant plusieurs jours, alors que ni le champignon ni la plante ne le pourraient seuls (Márquez et *al*., 2007 ; Redman et *al*., 2008). De telles associations auraient un impact majeur dans le contexte du réchauffement climatique, en modifiant les tolérances physiologiques d'une plante au climat, et donc sa capacité à coloniser de nouveaux milieux ou à s'adapter à des nouvelles conditions environnementales (Cordier, 2012).

- De plus, ils sont considérés comme dégradateurs précoces de la litière forestière, participant au recyclage de la matière organique (Osono, 2006). Ces organismes sont

donc des acteurs majeurs structurant les communautés végétales (Clay et Holah, 1999; Bradley et *al*., 2008).

Chapitre II

Description de l’espèce

1. Introduction

Calicotome spinosa localement appelée "Guendoul", est une plante médicinale appartenant à la famille des Fabacées de « Faba », (fève, en latin) qui vient du grec "Phago" signifiant "manger". La famille des Fabacées constitue une des plus grandes familles de plantes à fleurs, avec plus de 730 genres et 19 400 espèces (Mokhtari, 2012).

Le *Calicotome* est une plante cultivée comme une plante ornementale (Damerdji et Djeddid 2012). Son nom vient du grec calyx: calice, temnô: je coupe: le calice se rompt circulairement et paraît, comme coupé après la floraison (Mokhtari, 2012).

Cette espèce possède plusieurs noms, citant (Damerdji, 2011).

Nom scientifique : *Cytisus spinosus.*

Nom latin : *Calicotome spinosa* Link.

Nom commun (français) : *Calicotome* épineux.

Nom vernaculaire : Genêt épineux ou *Calicotome* épineux

Nom arabe: Guendoul.

Nom Amazighe: Azezzu (AÏT Youcef, 2006).

2. Classification scientifique

La classification botanique de *Calicotome spinosa* selon (Damerdji, 2011) et (Damerdji, 2014) :

Règne : Plantae

Sous règne : Trachiobionta

Embranchement : Spermaphytes

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédone

Sous-classe : Dialypétales

Ordre : Fabales

Famille : Fabaceae

Sous-famille : *Papilionoideae*

Genre : *Calicotome*

Espèce : *Calicotome spinosa*

3. Distribution géographique

Elle est répandue dans les régions chaudes et tempérées, poussant sur des sols rocailleux, secs et légèrement acides dans des zones où les précipitations sont modérées. Les formes arborescentes prédominent dans les pays chauds et les formes herbacées dans les régions tempérées (Dupont, 2007). Elle se trouve surtout dans les lieux siliceux de la région méditerranéenne, elle est très commune en Algérie (Parsons et Cuthbertson, 2001 ; Mokhtari, 2012 ; Damerdji, 2014),

4. Description botanique

Les *Calicotome*s sont des arbrisseaux très épineux au port buissonnant à nombreuses branches compliquées qui peuvent atteindre 3 mètres de haut selon la zone et les soins prodigués (Parsons et Cuthbertson, 2001 ; Mokhtari, 2012) (Figure 07).

Figure 07 : arbuste de *Calicotome spinosa* (Macqueron, 2016).

4.1. Racine : Elle est fibreuse, ramifiée et peut atteindre jusqu'à 1 mètre de profondeur dans le sol. Elle est caractérisée par une texture ligneuse et rugueuse (Parsons et Cuthbertson,

2001). La racine porte habituellement des nodosités renfermant des bactéries permettant la fixation de l'azote atmosphérique dans le sol (Figure 08) (Hamlat et Hadji, 2017).

Figure 08 : racine de *Calicotome spinosa* (Hamlat et Hadji, 2017).

4.2. Feuilles : Les plantes de ce genre ont des feuilles et des folioles, subsessiles, obovales, obtuses, glabres en dessus, à poils appliqués en dessous ; stipules très petites (Mokhtari, 2012 ; Chikhi, 2014 ; Cherfia et *al*., 2017) (Figure 09).

Figure 09 : feuille trifoliée du *Calicotome spinosa* (Macqueron, 2016)

4.3. Fleurs : Les fleurs sont jaunes, apparaissent dès la fin de l'hiver. Elles sont soit solitaires, soit réunies par 2 à 4, naissant latéralement sur les rameaux surtout vers le sommet, dont le calice ovoïde, couronné par 5 petites dents, complètement clos dans le bourgeon et se

rompant circulairement par le milieu au moment de la floraison ; étendard dressé, carène recourbée et style arqué (Damerdji, 2011 ; Mokhtari et Djeddid, 2012) (Figure 10).

Figure 10 : fleurs de *Calicotome spinosa* (Macqueron, 2016).

4.4. Fruit : Les fruits sont des gousses aplaties, longues de trois à quatre centimètres, de couleur grises, noires ou brun rougeâtre à la maturité avec deux crêtes sur un bord, contiennent trois à quinze graines qui sont lisses, brillantes et brun jaunâtre, d'environ 3,5 mm de long et 2 mm de large, les gousses éclatent lors des fortes chaleurs ou quand un insecte les visite ce qui entraîne la projection des graines sur plusieurs mètres (Cherfia et *al*., 2017; Salmi et *al*., 2018) (Figure 11).

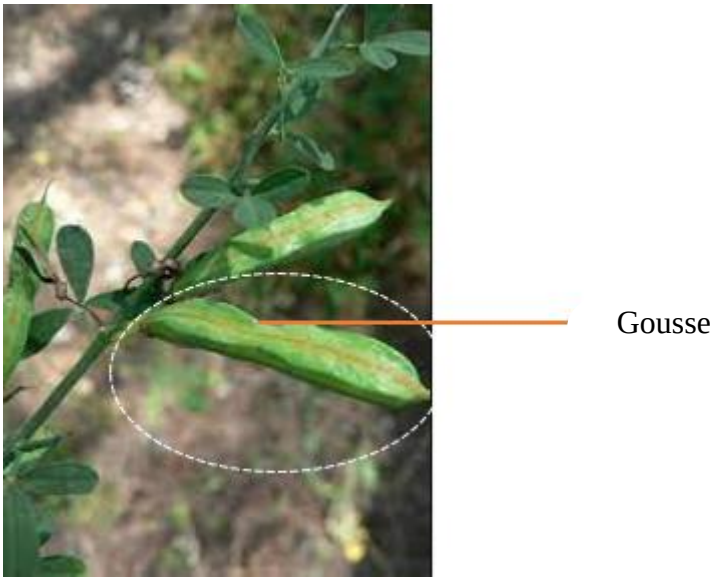

Figure 11 : fruit de *Calicotome spinosa* (Macqueron, 2016).

5. Utilisation traditionnelle de la plante

- Le genêt épineux est utilisé pour les soins des pathologies musculaires et squelettiques (rhumatismes, douleurs dorsales, insuffisance de moelle osseuse, fatigue, etc.) (Meddour et *al*., 2010)

- Les feuilles et les fleurs sont riches en flavonoïdes, qui sont utilisées dans le traitement des maladies cardiovasculaires, des cas de cancer et des ulcères gastroduodénaux (Larit et *al*., 2012). L'infusion ou décoction des fleurs et des feuilles des *Calicotome* peuvent être utilisées comme une poudre pour traiter les nouvelles blessures et aussi pour guérir les troubles du système nerveux (Cherfia et *al*., 2020).

- De plus, leurs feuilles sont très riches en protéines brutes (33,7% MS), ce qui fait de cette légumineuse un excellent complément en protéines pour le fourrage de faible qualité et les produits fibreux de sous-bois (Cherfia et *al*., 2017).

- Les gousses de *Calicotome spinosa* ont été utilisées pour produire de la farine qui peut être utilisées pour faire du pain, des gâteaux et d'autres produits alimentaires (Mokhtari, 2012).

Chapitre III

Matériels et méthodes

1. Description de la zone d'étude

L'échantillonnage des feuilles de *Calicotome* a été réalisé à Ouaguenoun, qui est une daïra de la wilaya de Tizi-Ouzou. Elle est distante du chef-lieu de la wilaya d'environ 16 km, elle est délimitée : au nord par les communes de Boudjima, Iflissene et Tigzirt, au sud par la commune de Tizi-Ouzou, à l'est par les communes d'Aghribs et Azazga, et à l'ouest par les communes de Sidi-Naamane et Makouda (Figure 12).

La superficie totale de cette daïra est de 39.78 km^2, pour une population d'environ 72780 habitants.

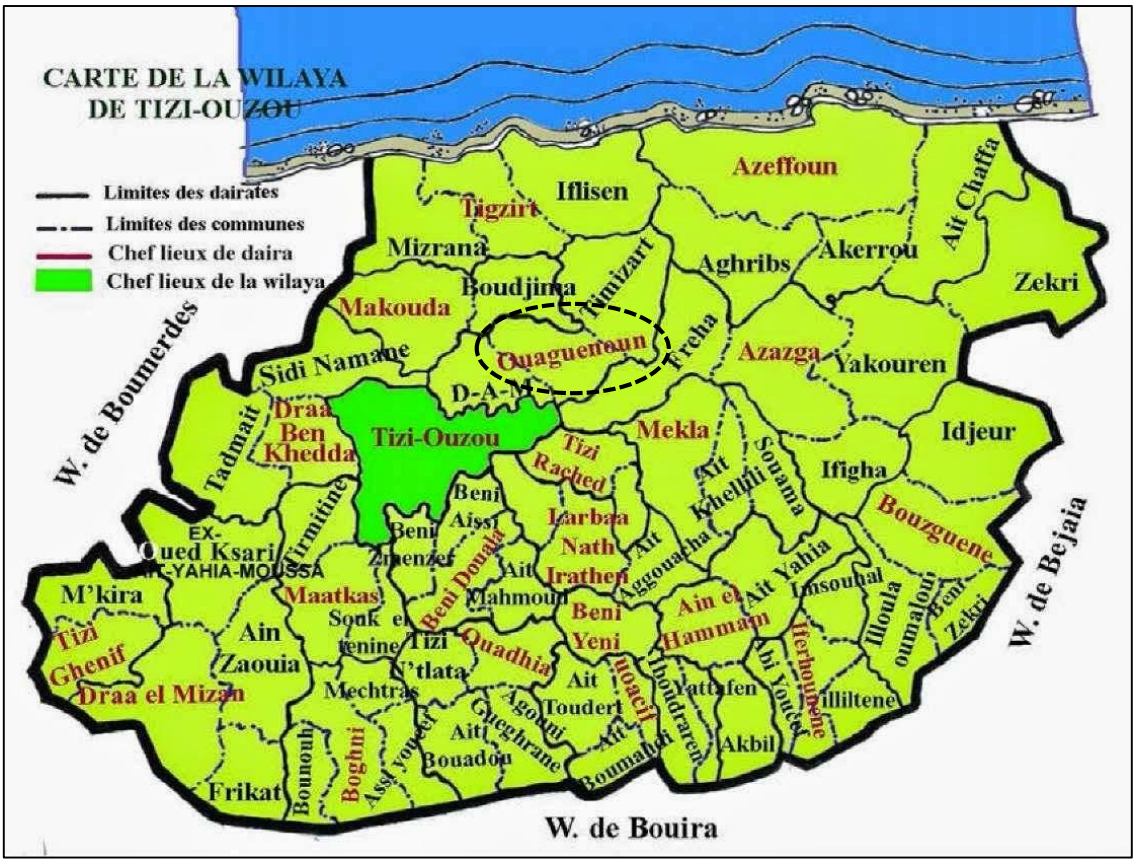

Figure 12 : monographie de la wilaya de Tizi-Ouzou (Anonyme, 2023).

2. Etude climatique

Le climat est un facteur important dans l'évolution d'un écosystème (Dajoz, 1974). Il joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants (Faurie et *al.*, 1980). Deux facteurs en l'occurrence, la température et les précipitations sont prépondérants pour le développement de la végétation.

La région d'étude, se situe au nord de l'Algérie, elle se trouve sous l'influence du climat méditerranéen, humide et froid en hiver, sec et chaud en été.

2.1. Précipitations

Le (Tableau 01) représente les précipitations enregistrées de 2010-2021, on constate que le mois le plus pluvieux est le mois de novembre avec un total de 148,58 mm, et le mois le plus sec est le mois de juillet avec un total de 1,66 mm

Tableau 01 : variation mensuelle de précipitation de la station de Tizi-Ouzou, période 2010-2021 (O.N.M Tizi-Ouzou).

Mois	**J**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**	**Total annuel moyen**
P(mm)	117,01	105,03	99,22	69,18	48,25	17,43	1,66	5,65	29,62	60,93	148,58	95,31	797,87

2.2. Températures

Les températures enregistrées de 2010 à 2021 (Tableau 02) montrent que les mois les plus froids de cette période sont les mois de janvier et de février avec une température minimale de 7°C. Le mois le plus chaud est le mois de juillet avec une température moyenne maximale de 36,06°C.

Tableau 02 : températures mensuelles (°C) de la station météorologique de Tizi-Ouzou de 2010-2021(O.N.M Tizi-Ouzou).

Mois	**J**	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**J**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**
M°(C)	16,1	16,83	16,04	24,76	26,85	31,54	36,06	35,59	31,62	27,64	21,46	17,02
m°(C)	7	7,2	9,09	11,56	14,03	17,75	21,38	22,2	19,26	15,49	12,22	8,14
T° (moyenne)	10,88	11,48	13,6	16,5	20,48	24,34	29,1	28,52	24,73	20,86	15,16	10,85

M : températures moyennes mensuelles des maxima ; **m** : températures moyennes mensuelles des minima.

3. Méthodes d'extrapolation des données climatiques

3.1. Précipitations

Selon Seltzer (1946), les précipitations augmentent de 40 mm tous les 100 m d'altitude. Pour explorer les données climatiques de Ouaguenoun, nous avons calculé la différence d'altitude entre les deux stations, à savoir Tizi-Ouzou et Ouaguenoun.

La différence d'altitude entre Tizi-Ouzou et Ouaguenoun est de : 254 – 184 = 70 m.

La correction pour les précipitations est donc comme suit : **X = 70×40/100 = 28mm.**

La pluviométrie annuelle pour la station de Tizi-Ouzou est de 797.87mm. La pluviométrie annuelle de la station d'échantillonnage serait donc :

P= 797,87+28 = 825,87mm.

Pour l'extrapolation des précipitations pour chaque mois nous avons calculé le coefficient k.

K : pluviométrie annuelle estimée à Ouaguenoun et pluviométrie connue de Tizi-Ouzou.

K = 825,87/797,87 = 1,03.

Nous avons multiplié toutes les valeurs de précipitations mensuelles de Tizi-Ouzou par le coefficient K (Tableau 03).

Tableau 03 : précipitations mensuelles estimées pour la station de Ouaguenoun.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total annuel moyen
P(mm)	120,52	108,18	102,19	71,25	49,69	17,95	1,70	5,81	30,5	62,75	153,03	98,16	821,73

Selon le (tableau 03), la pluviométrie moyenne annuelle enregistrée pendant la période (2010 à 2021) est de 821,73mm. Le maximum des précipitations est enregistré pendant le mois de novembre avec 153,03 mm, alors que le minimum des précipitations est enregistré pendant le mois de juillet 1,70mm.

3.2. Températures

Selon Seltzer (1964), la correction des températures de la station Ouaguenoun se fait comme suit :

- Température maximale : pour chaque 100m d'altitude, les températures maximales diminuent de 0,7°C ;

Dans notre cas, l'augmentation des températures maximales est calculée comme suit :

X = (28×0,7/100) = 0,19°C

M'= M-0,19°C

- Température minimale : pour chaque 100m d'altitude, les températures minimales diminuent de 0,4°C ;

Dans notre cas, l'augmentation des températures minimales est calculée comme suit :

X'= (28×0,4/100) =0,11°C

m'= m-0,11°C.

Les données des températures corrigées sont présentées dans le (Tableau 04).

Tableau 04 : températures maximales, minimales et moyennes mensuelles estimées pour la station de Ouaguenoun.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
M(°C)	15,91	16,64	15,85	24,57	26,66	31,35	**35,87**	35,4	31,43	27,45	21,27	16,83
m(°C)	**6,89**	7,09	8,98	11,45	13,92	17,64	21,27	22,09	19,15	15,38	12,11	8,03
(M+m) /2(°C)	11,4	11,86	12,41	18,01	20,29	24,49	28,57	28,74	25,29	21,41	16,69	12,43

M : température moyenne maximal mensuelle en °C ; **m** : température moyenne maximal mensuelle en °C ; **(M+m) /2** : température moyenne mensuelle en °C.

D'après le (Tableau 04), la température maximale (M) est de 35,87°C enregistrée au mois de juillet, alors que la température minimale (m) est de 6,89°C, enregistrée au mois de Janvier

3.3. Le diagramme ombrothérmique de Bagnouls et Gaussen

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) consiste à déterminer la durée et l'intensité de la saison sèche. Selon ces auteurs, la saison sèche est définie comme étant une période où les précipitations moyennes mensuelles sont inférieures ou égales au double des températures moyennes mensuelles (**P = 2T).**

Le diagramme consiste à reporter en ordonnée les précipitations exprimées en mm et les températures en °C, en abscisses sont reportées les mois de l'année. La figure 13 montre la durée et l'intensité de la saison sèche à Ouaguenoun.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T(°C)	11,4	11,86	12,41	18,01	20,29	24,49	28,57	28,74	25,29	21,41	16,69	12,43
P(mm)	120,52	108,18	102,19	71,25	49,69	17,95	1,70	5,81	30,50	62,75	153,03	98,16

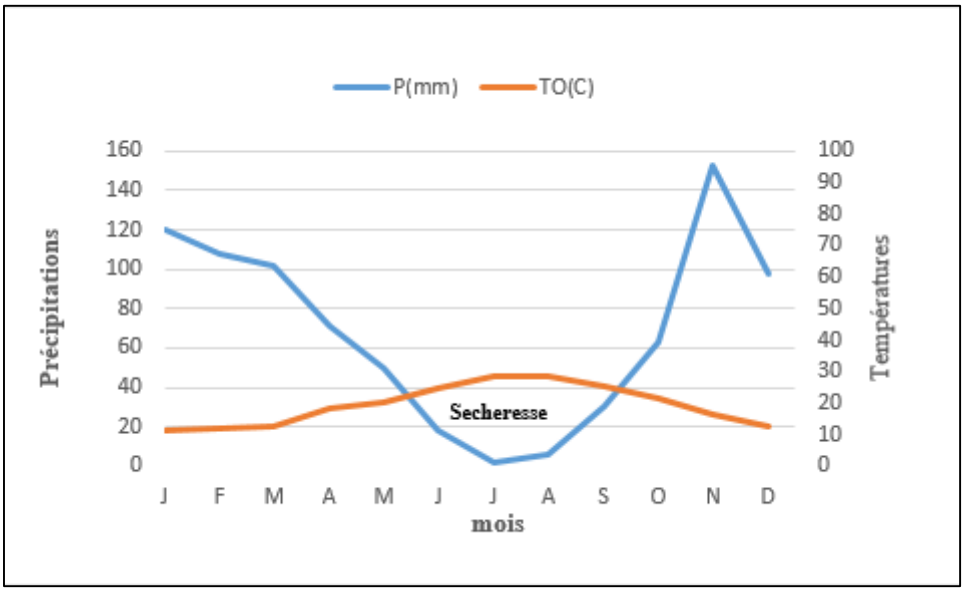

Figure 13 : diagramme ombrothérmique de la station de Ouaguenoun de la wilaya de Tizi-Ouzou.

4. Echantillonnage sur le terrain

Les feuilles de *Calicotome spinosa* ont été recoltées en mois de mars 2023 au niveau de la région de Ouaguenoun, wilaya de Tizi-Ouzou. L'échantillonnage des feuilles s'est porté sur cinq sujets choisis d'une manière subjective qui sont en bon état phytosanitaire (Figure 14). Pour chaqu'une des arbres choisies, 10 feuilles saines ont étaient prélevées. Après prélèvement, les échantillons ont été placés dans des sacs en papier et transportés aussitôt au laboratoire. Il est recommandé de laisser un temps très court entre la récolte des feuilles et le début des mises en culture au laboratoire (24 h à 36 h au maximum), pour éviter la pourriture des feuilles qui provoque l'installation des souches pathogènes (Gallo et *al.*, 2008).

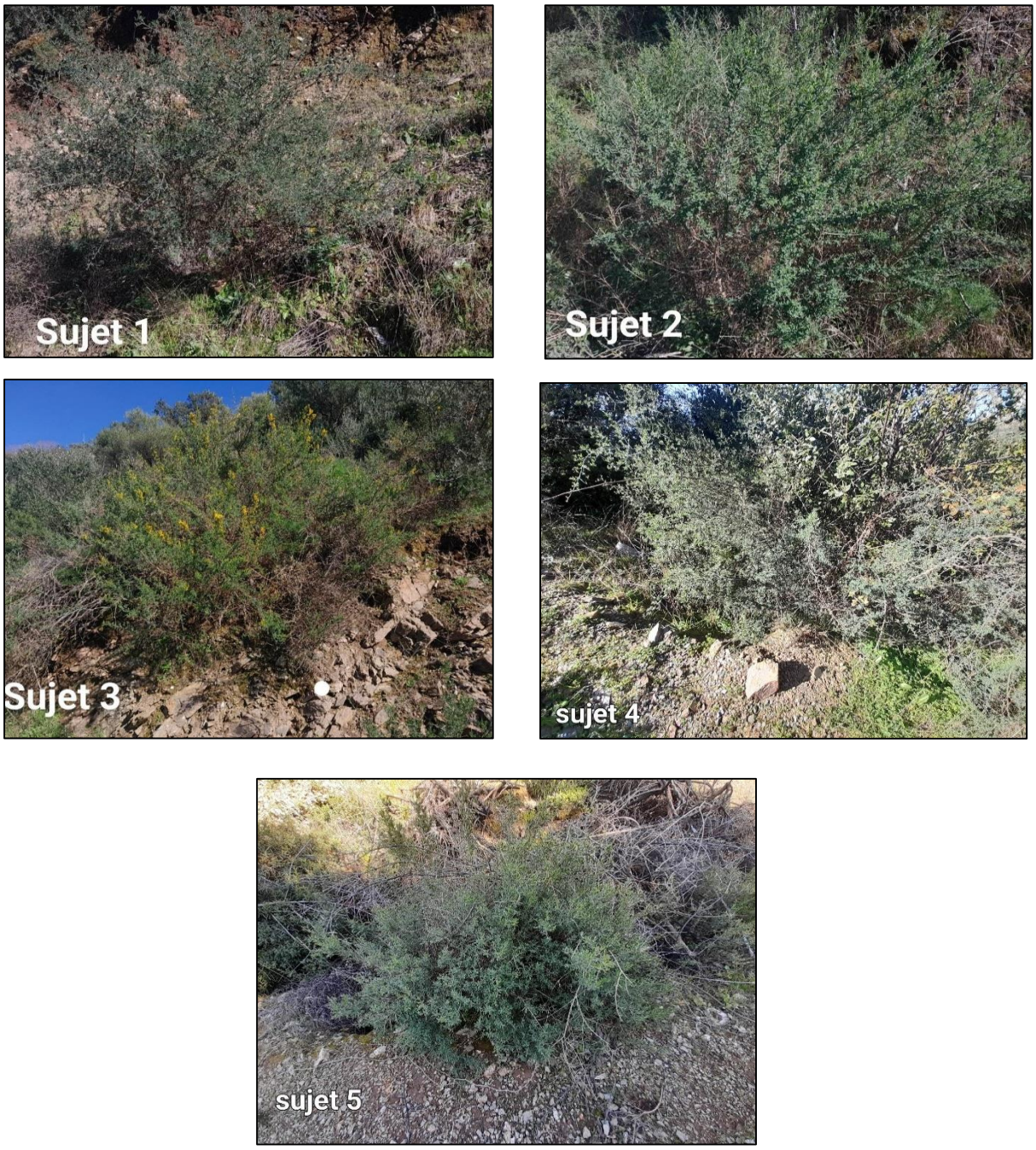

Figure 14 : sujets « 1, 2, 3, 4, 5 » de *Calicotome spinosa* échantillonnés à la station Ouagnoun, wilaya de Tizi-Ouzou.

4.1. Mise en culture

4.1.1. Composition du milieu PDA (Potato-Dextrose-Agar)

Nous avons utilisé un milieu synthétique P.D.A (potato-dextrose-agar)

- 200g de pomme de terre.
- 20g de glucose.

- 20g d'agar -agar.
- 1000mL d'eau distillée.

4.2. Préparation du milieu PDA

- faire cuire la pomme de terre coupée en petits dés, dans 200mL d'eau pendant 15 à 20 min ;
- filtrer le mélange obtenu ;
- verser le filtrat dans un erlenmeyer d'un litre ;
- rajouter du glucose et de l'agar-agar au filtrat ;
- compléter le volume à 1000mL ;
- placer sur un agitateur chauffant ;
- l'erlenmeyer est retiré de la plaque lorsque le milieu est homogène et clair.

4.3. Isolement et mise en culture des champignons épiphytes

Les champignons épiphytes ont été isolés suivant le protocole de Pusz et *al*., (2015). 03 feuilles ont été détachées de chaque sujet, ces dernières sont placées dans des flacons de 20 ml contenant 10 mL d'eau distillée stérilisée. Les flacons sont mis à centrifuger pendant 10 minutes, à une vitesse de 4250 tours par minute.

4.4. Ensemencement

Dans la zone stérile entre deux becs Bunsen et à partir de l'eau de rinçage, 3.3ml du surnageant obtenu a été ensemencé pour chacun des cinq sujets dans trois boites de Pétri (trois répétitions par sujet). Ces dernières sont préalablement coulées avec du PDA. Cette étape est réalisée trois fois. 15 boites sont ainsi ensemencées. Elles sont incubées à une température ambiante et à l'abri de la lumière.

4.5. Identification des souches fongiques

L'identification des champignons épiphytes se fait comme tous les microorganismes, macroscopiquement (aspect, couleur, forme, contour,...) ou microscopiquement (cloisonnement du mycélium, forme des spores, forme des organes de fructification, etc…).

5. Analyse statistique

Afin d'estimer la diversité fongique épiphyte, les abondances des différents genres fongiques recensés chez les cinq sujets pour les champignons épiphytes ont été calculées suivant la formule de (Sudheep et Sridhar, 2012) :

A (%) = Ng/Nt

Avec :

A : abondance des genres ; **Ng** : nombre de fois que le genre est recensé chez un sujet ; **Nt** : ensemble des répétitions d'un sujet ayant fructifié par rapport à l'ensemble des boîtes considérées.

Une analyse de variance (ANOVA) a été utilisée, afin d'estimer la différence significative d'abondance en champignons épiphytes entre les différents sujets échantillonnés.

Une analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée avec le logiciel **Stat Box 3.60X40** (2003) entre la communauté fongique épiphyte des différents sujets échantillonnés, en vue de mettre en évidence la distribution spatiale des différents genres fongiques en fonction des sujets.

Chapitre IV

Résultats et discussion

1. Diversité et abondance en champignons épiphytes de la feuille de *Calicotome spinosa*

1.1 Résultats

Après avoir effectué notre expérience, qui est la mise en culture du surnageant des feuilles de *Calicotome spinosa* échantillonnées dans la région de Ouaguenoun de la wilaya de Tizi-Ouzou, nous avons procédé à l'observation et l'identification des différents genres de champignons épiphytes.

09 genres de champignons épiphytes ont été identifiés : Il s'agît de : *Alternaria* (Figure 17), *Aspergillus* (Figure 15), *Aureobasidium* (Figure 18), *Cladosporium* (Figure 17), *Neoscytalidium* (Figure 16), *Rhizoctonia*, *Rhodotorula* (Figure 15), *Scopulariopsis* (Figure 18), *Trichophyton* et des structures non identifiées (SNI) (Figure 16). La majorité de ces genres appartiennent aux *Ascomycota* (70%) et très peu d'entre eux, aux *Basidiomycota* (20%) (Tableau 05) (Figure 19).

Tableau 05 : genres fongiques épiphytes identifiés à partir des feuilles de *Calicotome spinosa* de la station Ouaguenoun dans la wilaya de Tizi-Ouzou

Genres des champignons	Abondances (%)	Phylum	Ordre	Famille
Alternaria	**6,25**	*Ascomycota*	*Pleosporales*	*Pleosporaceae*
Aspergillus	4,17	*Ascomycota*	*Eurotiales*	*Trichomaceae*
Aureobasidium	2,08	*Ascomycota*	*Dothideales*	*Dothioraceae*
Cladosporium	**41,67**	*Ascomycota*	*Capnodiales*	*Davidiellaceae*
Neoscytalidium	2,08	*Ascomycota*	*Botryosphaeriales*	*Botryosphaeriaceae*
Rhizoctonia	**20,83**	*Basidiomycota*	*Cantharellales*	*Ceratobasidiaceae*
Rhodotorula	**6,25**	*Basidiomycota*	*Sporidiobolales*	*Sporidiobolaceae*
Scopulariopsis	2,08	*Ascomycota*	*Microascales*	*Microascales*
Trichophyton	**6,25**	*Ascomycota*	*Onygenales*	*Arthrodermataceae*
SNI	**8,33**	/	/	/

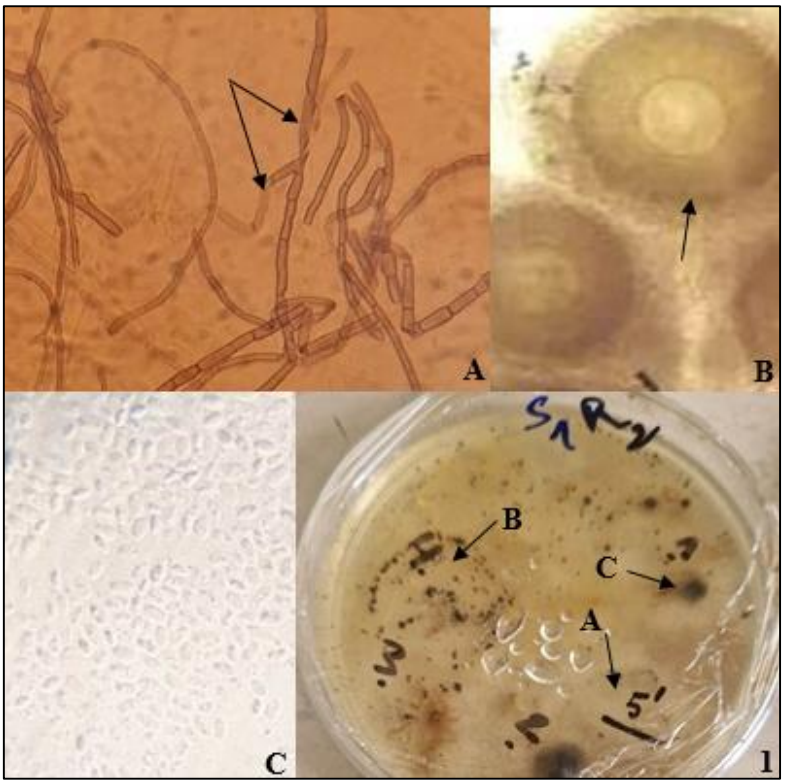

Figure 15: genres fongiques épiphytes de la feuille de *Calicotome spinosa* observés sous microscope optique au grossissement (GX400) ; **Colonie 1 : - A :** filaments mycéliens de *Rhizoctonia*- **B :** tête aspergilaire d'*Aspergillus* - **C :** spores *Rhodotorula* ;

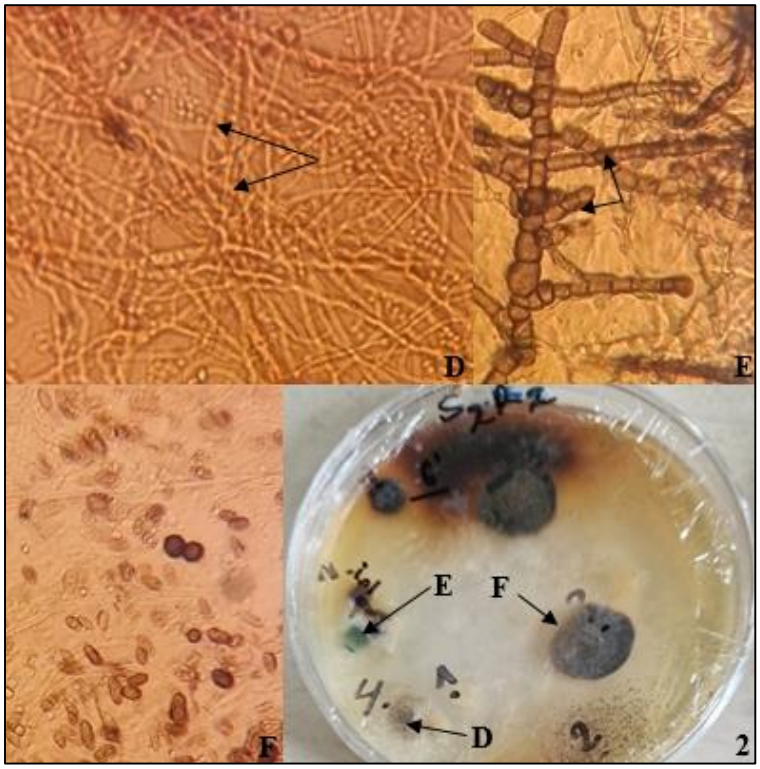

Figure 16: genres fongiques épiphytes de la feuille de *Calicotome spinosa* observés sous microscope optique au grossissement (GX400) ; **Colonie 2 : - D :** hyphes mycéliennes de *Trichophyton*- **E :** filaments mycéliens de *Neoscytalidium* - **F :** SNI.

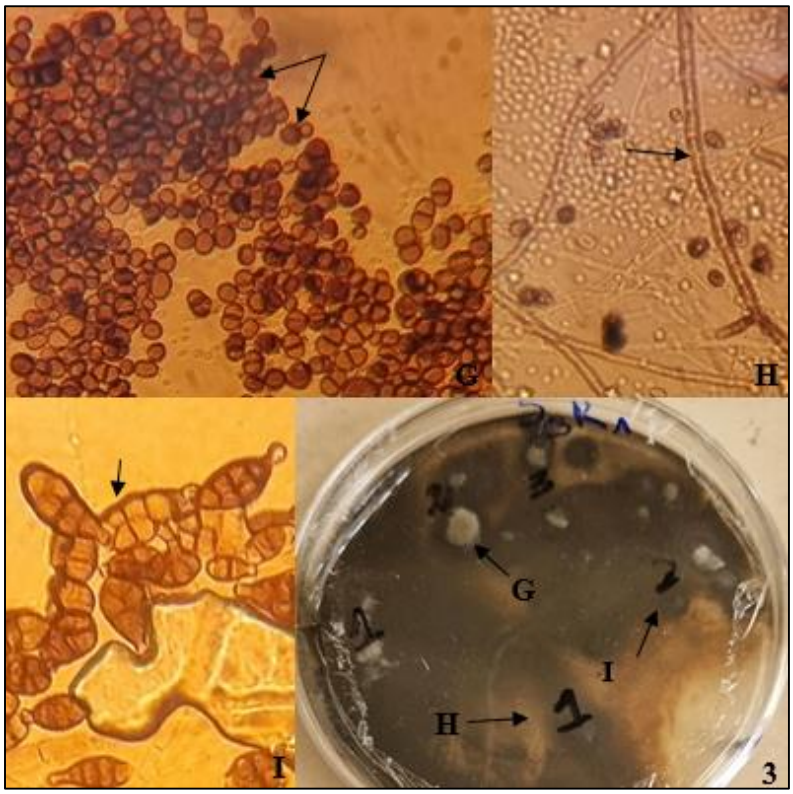

Figure 17: genres fongiques épiphytes de la feuille de *Calicotome spinosa* observés sous microscope optique au grossissement (GX400) ; **Colonie 3 : G :** conidies de *Cladosporium* (X400) - **H :** hyphe mycélienne de *Cladosporium*(X400) **- I :** conidie d'*Alternaria* (X400).

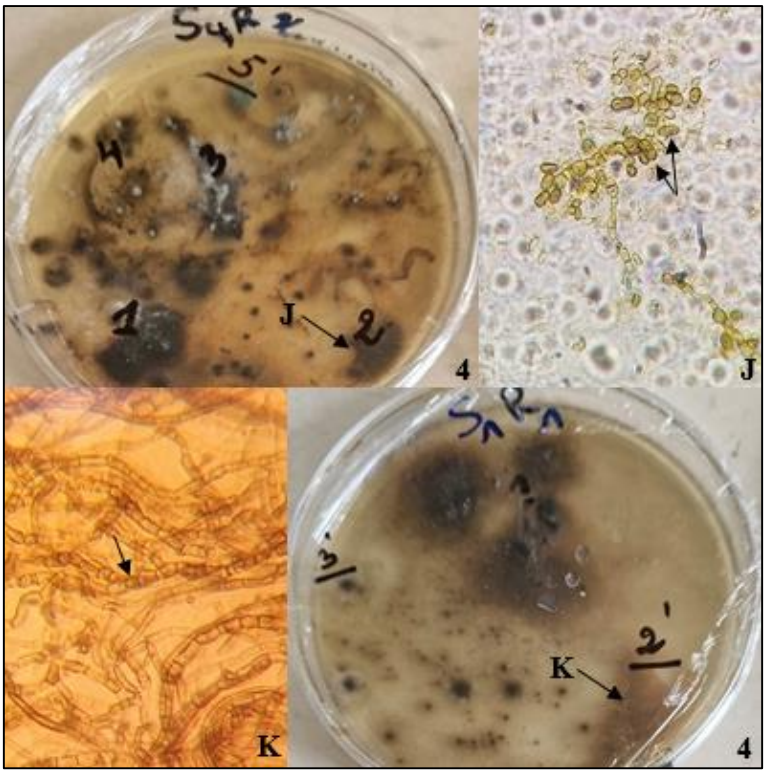

Figure 18 : genres fongiques épiphytes de la feuille de *Calicotome spinosa* observés sous microscope optique au grossissement (GX400) ; **Colonie 4 : - J :** spores de *Scopulariopsis* (X400); **Colonie 5 : - K :** hyphe mycélienne d'*Aureobasidium* (X400)**.**

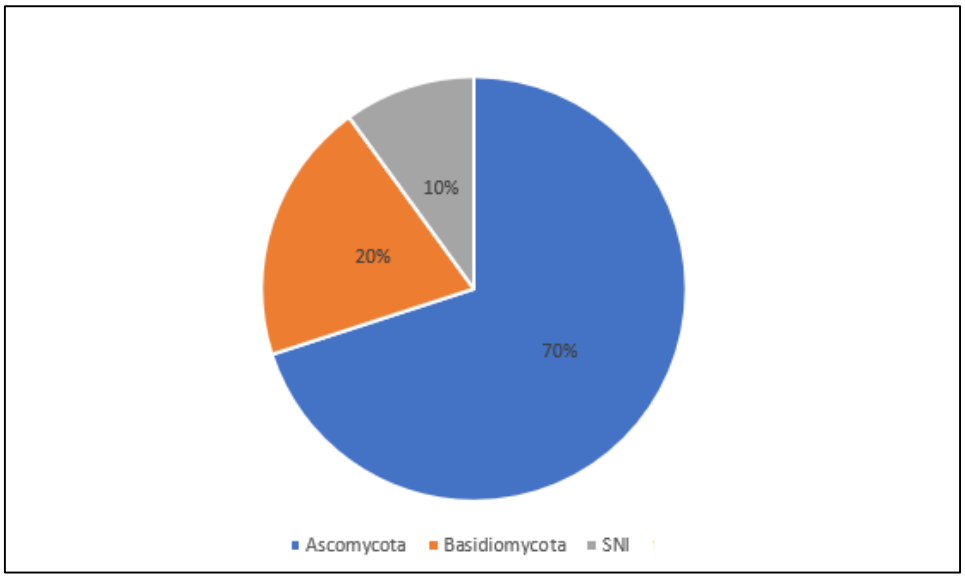

Figure 19 : composition des genres épiphytes des feuilles de *Calicotome spinosa* selon le phylum.

Les résultats obtenus montrent une abondance très importante en genre *Cladosporium* (41,67%) et *Rhizoctonia* (20,83%). Les genres les moins abondants sont : *Alternaria*, *Rhodotorula* et *Trichophyton*, avec un pourcentage de (6,25%), puis *Aspergillus* (4,17%) et enfin *Aureobasidium*, *Neoscytalidium* et *Scopulariopsis* (2,08%).

L'analyse de la variance (ANOVA) réalisée par le logiciel Stat Box 3.60X40 (2003), a montré que certains genres présentaient des différences significatives d'abondance en champignons épiphytes entre les différents sujets échantillonnés, il s'agit de : *Aureobasidium*, *Neoscytalidium*, *Rhizoctonia*, *Rhodotorula*, *Scopulariopsis* et *Trichophyton*, dont le ($P<0,05$). Par contre d'autres genres tels que : *Alternaria* ($P=0,58$), *Aspergillus* ($P=0,91$), *Cladosporium* ($P=0,20$) et SNI ($P=0,32$), ne présentent pas une différence d'abondance significative entre les 05 sujets.

1.2 Discussion

Dans notre étude nous avons pu déterminer l'existence d'une diversité fongique épiphyte importante au niveau des feuilles de *Calicotome spinosa,* ce qui démontre que nos résultats correspondent à ceux de Osono (2002) dans son étude sur les feuilles de *Fagus crenata* et de Ouzid (2018) dans son étude sur les épiphytes de la feuille de *Peganum harmala* L. de la région Timzerth, dayate Aiat, wilaya de Laghouat ainsi qu'aux résultats de Chabane (2022) qui a travaillé sur les épiphytes de la feuille de *Calicotome spinosa* de la région de Tizi

Ghniff et a ceux de Cherfi et Meddane (2022) qui ont de même travaillé sur les épiphytes mais de la feuille de l'oléastre de la région de Tizi Rached, wilaya de Tizi-Ouzou. Néanmoins, nous constatons toujours un manque de recherches et d'études qui se font sur les épiphytes et donc ça reste toujours insuffisant.

La majore partie de ces genres fongiques identifiés, appartiennent au phylum des *Ascomycota* qui contient le plus grand nombre connu de genres fongiques, et très peu d'entre eux appartiennent au phylum des *Basidiomycota* ce qui est conformes aux résultats de certaines études antérieures utilisant des méthodes basées sur la culture révélant que les *Ascomycota,* sont plus dominants dans les communautés fongiques épiphytes par rapport aux Basidiomycota (Guo et *al*., 2000 ; Arnold et *al*., 2007 ; Osono 2007 ; Zambel et White, 2015). Le phylum *Ascomycota*, le plus grand phylum de champignons, 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).

Dans notre étude, la communauté épiphyte était dominée par des genres fongiques à hyphes / spores mélanisées tel que le *Cladosporium.* Ce dernier se trouve en grand nombre dans l'environnement (Wakefeild et Bisby, 1941 ; Gregory, 1961 ; Madelin, 1966). Il figure parmi les champignons les plus communs des moisissures d'extérieur et il n'est pas rare qu'il représente à lui seul la moitié des spores fongiques aéroportées (Gioulekas et *al*., 2004). *Cladosporium* est un genre psychrophile se développant à des températures basses (Davet, 1996 ; Botton et *al*., 1999), ces résultats peuvent expliquer la forte abondance en ce genre dans notre étude, car la récolte des feuilles été réalisée juste après une période de fortes précipitations suivie par des températures clémentes. Cette période est favorable au développement et la croissance de ce genre.

La présence du genre *Cladosporium* est très importante, le fait qu'il joue un rôle important dans la lutte contre certains pathogènes. Ceci a été confirmé par plusieurs études telle que celle de Gallo et *al*., (2004) qui ont démontré que de nombreuses souches de *Cladosporium* sont connues pour produire certains métabolites secondaires tels que les antibiotiques qui sont inhibiteurs de *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* et *Candida albicans*.

Le *Rhizoctonia* est capable de produire des enzymes qui peuvent être utilisées dans diverses applications industrielles (Collado et *al*., 1999 ; Canon et Simmons, 2002 ; Rubini et *al*., 2005). Pour étudier les mécanismes de pathogénicité de la plante, *Rhizoctonia* peut aider à

mieux comprendre comment les champignons pathogènes infectent les plantes, ce qui peut conduire à de nouvelles stratégies de lutte contre les maladies des plantes (Baruch et *al*., 1996). En revanche, le *Rhizoctonia* peut produire une variété de métabolites secondaires, dont certains ont des propriétés antimicrobiennes et anticancéreuses potentielles (Gamboa et *al*., 2001; Gamboa et *al*., 2002).

Malgré que certaines espèces d'*Aternaria* soient connues par leur pathogénicité, aucun symptôme de maladie n'a été observé sur les feuilles échantillonnées, il convient donc de noter que dans notre étude *Alternaria* joue un rôle important et peut être un agent de lutte biologique contre les maladies des plantes (Baruch et *al*., 1996).

De nombreuses souches d'*Alternaria* sont connues pour leurs capacités de produire des enzymes telles que des lipases, des protéases, des cellulases et des amylases, à leur tour peuvent être utilisés dans l'industrie pharmaceutique (Ana et *al*., 2006). Certaines souches d'*Alternaria* produisent des métabolites secondaires intéressants tels que les altérnariol, métabolite possédant des propriétés antibactériennes et antifongiques (Baruch et *al*., 1996). La souche *Alternaria alternata* produit des dérivés de la phytohormone végétale et l'acide indole acétique (Khan et *al*., 2015). La présence d'un tel genre parmi le cortège microbien épiphyte est importante, car la plante est en pleine croissance et donc sa présence ne peut qu'améliorer son développement et sa croissance.

Les *Aspergillus* ont une large répartition géographique, mais sont plus souvent associées aux régions à climat chaud (Castegnaro et Pfohl – Leszkowicz, 2002). Ils se développent sur la matière organique en décomposition, dans le sol, le compost, les denrées alimentaires. *Aspergillus* représente un genre fongique très important, ayant une activité très efficace de solubilisation du phosphate (Wakelin et *al*., 2004 ; Souchie et *al*., 2006). *Aspergillus niger* a également une meilleure capacité à solubiliser les silicates de potassium et d'aluminium (Lopes-Assad et *al*., 2010). La présence de ce genre au niveau de la feuille même à de faible abondance reste importante, vu que la feuille est le siège d'un mécanisme physiologique conséquent qui est la photosynthèse. Cette dernière nécessite beaucoup d'éléments qui sont indispensables à son bon déroulement.

Aureobasidium est un genre omniprésent et cosmopolite, c'est est une moisissure saprophyte et ubiquiste (Samson et *al*., 2004). Il est utilisé en tant que vecteur de transformation génétique chez les plantes pour améliorer leur résistance aux maladies, leur

rendement et leur qualité, il est donc un moteur majeur de la dynamique et de la diversité des populations et des communautés végétales (Clay et Holah, 1999). *Aureobasidium* peut également être utilisé pour exprimer des protéines recombinantes avec des applications dans le domaine médical et industriel (Grube et *al*., 2014).

Une analyse en composante principale (A.C.P) a été réalisée, à l'aide du logiciel Stat Box 3.60X40 (2003), afin de nous donner des indications sur la nature, la force et la pertinence des liens entre les différents genres de champignons épiphytes identifiés à partir des feuilles de *Calicotome spinosa* échantillonnées à Ouaguenoun (Figure 20).

Le plan 1-2 de l'analyse en composantes principales (ACP) explique 87,38% du phénomène avec 64,42% pour l'axe F1, et 22,96% pour l'axe F2 de l'inertie totale.

Selon l'axe F1, on remarque la présence de deux groupes :

- le premier groupe contenant, les genres : *Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Neoscytalidium*, *Rhodotorula*, *Scopulariopsis*, *Trichophyton* et SNI.
- le deuxième groupe contenant les deux genres : *Cladosporium* et *Rhizoctonia.* Le genre *Cladosporium* est co-dominant avec le genre *Rhizoctonia* identifiés sur les 5 sujets échantillonnés.

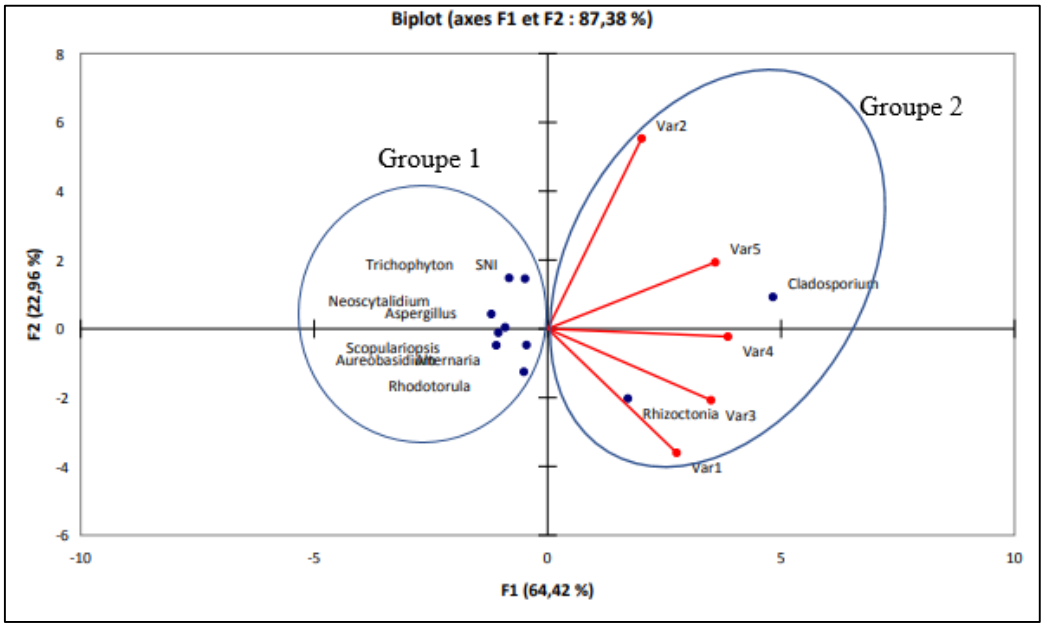

Figure 20 : ACP représentant les genres de champignons épiphytes de la feuille de *Calicotome spinosa* de la région de Ouaguenoun.

1.3. Comparaison des abondances des genres fongiques entre les épiphytes de la feuille de *Calicotome spinosa* des deux sites : Ouaguenoun et Tizi Ghniff

Le tableau 06, représente une comparaison entre nos résultats et ceux de Chabbane (2022), sur les épiphytes de la feuille de *Calicotome spinosa* de la région de Tizi Ghniff wilaya de Tizi-Ouzou.

Le nombre de genres fongiques épiphytes de la feuille de *Calicotome spinosa* de la région de Ouaguenoun, déterminé est plus important, avec 09 genres fongiques contre 05 genres épiphytes de la feuille de *Calicotome spinosa* de la région de Tizi Ghniff. Le genre *Cladosporium* est le plus abondant des épiphytes de la feuille de *Calicotome spinosa* des deux sites, avec un pourcentage plus important dans le premier site (41,67% contre 20,19% respectivement), or que le genre le plus dominant dans le deuxième site est le *Penicillium* (56%).

Les genres *Cladosporium*, *Rhodotorula* et *Trichophyton*, figurent parmi les champignons communs chez les épiphytes de la feuille de *Calicotome spinosa* des deux sites, certains genres fongiques sont présents chez les épiphytes de Ouaguenoun mais complétement absents chez les épiphytes de Tizi Ghniff, c'est le cas de : *Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Rhizoctonia*, *Scopulariopsis*. En revanche, deux genres fongiques sont présents chez les épiphytes de Tizi Ghniff mais qui sont absents chez les épiphytes de Ouaguenoun c'est le cas de : *Exophiala* et *Penicilimum.*

Les isolats non identifiés sont rencontrés beaucoup plus chez les épiphytes de Ouaguenoun, avec une valeur de 8,33%, contre seulement 1,41% chez les épiphytes de Tizi Ghniff.

Tableau 06 : comparaison de l'abondance des genres fongiques épiphytes de la feuille de *Calicotome spinosa* de la région de Ouaguenoun ainsi que de la région de Tizi Ghniff, wilaya de Tizi-Ouzou.

Genre fongiques épiphytes Identifiés	Abondances des épiphytes % « Ouaguenoun »	Abondances des épiphytes % « Tizi Ghniff »
Alternaria	6,25	/
Aspergillus	4,17	/
Aureobasidium	2,08	/
Cladosporium	41,67	20,19
Exophiala	/	1,43
Neoscytalidium	2,08	/
Penicillium	/	56
Rhizoctonia	20,83	/
Rhodotorula	6,25	4,28
Scopulariopsis	2,08	/
Trichophyton	6,25	7
SNI	8,33	1,41

La comparaison des résultats entre les deux sites, montre qu'il y a une différence remarquable de cortèges microbiens entre les habitats.

Les interactions entre les champignons épiphytes dépendent de l'habitat de la plante hôte. Ces interactions se créent entre les champignons épiphytes d'une part et la plante hôte d'autre part. Ils ont un rôle important par rapport à la croissance de la plante. Ils possèdent la capacité de protéger et d'augmenter sa résistance contre les stress biotiques et abiotiques (Nicoletti et Rinaldi, 1993). Ces interactions révèlent un impact profond sur le fonctionnement général des écosystèmes (Eisenhauer, 2012), à travers le fonctionnement des communautés végétales. Ils servent aussi de médiateurs dans les interactions écologiques (Ganley et *al*., 2004).

Conclusion générale et perspectives

Notre étude a permis d'identifier les genres fongiques épiphytes des feuilles de *Calicotome spinosa,* de la région de Ouaguenoun, wilaya de Tizi-Ouzou (Algérie). Nos observations sous microscope nous ont permis d'identifier 09 genres de champignons épiphytes, il s'agit de: *Alternaria, Aspergillus, Aureobasidium, Cladosporium, Neoscytalidium, Rhizoctonia, Rhodotorula, Scopulariopsis, Trichophyton* et des structures non identifiées (SNI).

La majorité des genres identifiés appartiennent au groupe des *Ascomycota*, et seuls deux genres appartiennent au groupe des *Basidiomycota* (*Rhizoctonia* et *Rhodotorula*). Nos résultats indiquent que le genre *Cladosporium* suivi de *Rhizoctonia* sont les plus abondants. D'après les résultats de l'ANOVA, certains genres présentaient des différences significatives pour les abondances entre les 05 sujets échantillonnés, il s'agit de*: Aureobasidium*, *Neoscytalidium*, *Rhizoctonia*, *Rhodothorula*, *Scopulariopsis* et *Trichophyton*. Par contre, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium* et SNI ne présentent pas une différence d'abondance significative entre les individus. L'analyse en composante principale (A.C.P), a permis la différenciation deux groupes, le premier groupe comprend les genres*: Alternaria, Aspergillus, Aureobasidium, Neoscytalidium, Rhodothorula, Scopulariopsis, Trichophyton* et *SNI* et le deuxième groupe contenant les deux genres : *Cladosporium* et *Rhizoctonia*.

Les résultats de cette étude suggèrent que le *Calicotome spinosa* de la région de Ouaguenoun abrite une diversité de champignons épiphytes qui interagissent entre eux. Ils permettent le fonctionnement des plantes et leur évolution. Pour cela, il est important d'approfondir l'étude sur ces champignons par :

- Identification des genres et / ou espèces de champignons épiphytes par des méthodes moléculaires;
- Etude des interactions entre le champignon épiphyte et la plante hôte ;
- Exploitation de ces épiphytes dans le domaine de la biotechnologie végétale, à travers l'étude des composés bioactifs qu'ils synthétisent.

Références bibliographiques

- **Ait youssef. (2006)**. Les plantes médicinales en Kabylie.Edit.Ibis Press.Paris. 41. 349 p.
- **Ana, S. G., Torres-Rodriguez, J. M., Ramirez, E. A., Garcia, S. M et Belmonte-Soler, J. (2006).** Seasonal distribution of *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium* and *Penicillium* species isolated in homes of fungal allergic patients. J Investig.Allergol.Clin Immunol. 16[6], 357-363.
- **Arnold, A.E. (2007).** Understanding the diversity of foliar endophytic fungi: progress, challenges, and frontiers, Fungal Biol. Rev., 21, p. 51-66.
- **Arnold, AE., Henk, DA., Eells, RL., Lutzoni, F., Vilgalys, R. (2007)**. Diversity and phylogenetic affinities of foliar fungal endophytes loblolly pine inferred by culturing and environmental PCR. Mycologia : 99;185-206. Https://doi. Org/10.1080/15572536.2007.11832578.
- **Arnold, AE., Maynard, Z., Gilbert, GS., Coley, P.D et Kursar, TA. (2000)**. Are Tropical fungal endophytes hyperdiverse? Ecol Lett 3:267–274.
- **Arnold, AE., Mejia, LC., Kyllo, D., Rojas, EI., Maynard, Z., Robbins, N., Herre, EA. (2003)**. Fungal endophytes limit pathogen damage in a tropical tree. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 100 : 15649-15654.
- **Baruch, S., Suha, J. H., Stephen, N et Gerda, D. (1996)**. *Rhizoctonia* species : taxonomy, molecular biology, ecology, pathology and disease control.Springer-science busines Media.B.V 481 :4597-3.
- **Belnap, J et Lange, OL. (2005)**. Lichens and microfungi in biological soil crusts: community structure, physiology, and ecological functions. Mycology Series : 23:117–138.
- **Berg, G., Grube, M., Scloter, M., Smalla, K. (2014**) Unraveling the plant microbienne : looking back and future perspective. Front microbiol 5 :148.
- **Botton, B., Breton, A., Fevre, M., Gauthier, S., Guy, P., Larpent, J .P., Reymond, P., Sanglier, J., Vayssier, Y et Veau, P. (1999)**. Moisissures utiles et nuisibles. Importance industrielle. Masson. Paris. 12-426.

- **Bouchet, P., Guignard, J. L., et Villard, J. (1999)**. Les champignons in « les champignons : mycologie fondamentale et appliquée ». Ed. MASSON. Paris. 11ème édition. 1-36.

- **Bouchet, P., Guingnard, J., Madulo-Leblond, G., Gégli, P. (2005)**. Les champignons. Mycologie fondamentale et appliquée. 2ème édition Masson : 18-23.

- **Bourgeois, C. M., Mescle, J. F., Zucca, J. (1989)**. Microbiologie alimentaire. Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Lavoisier. Paris. 244p.

- **Bradley, DJ., Gilbert, GS., Martiny, JBH. (2008)**. Pathogens promote plant diversity through a compensatory response. Ecology Letters 11 : 461-469.

- **Branger, A et Richer, M. (2007).** Alimentation sécurité et contrôles microbiologiques. Édition Martine poillot. Dijon. 37p.

- **Brodersen, KE., Lichtenberg, M., Paz, L. C et Kühl, M. (2015)**. Epiphyte-cover on seagrass (*Zostera marina* L.) leaves impedes plant performance and radial O_2 loss from the below-ground tissue. Front. Mar sci. 2 :58. doi : 10.3389/fmars.2015.00058.

- **Cannon, P.F et Simmons, C.M. (2002)**. Diversity and host preference of leaf endophytic fungi in the Iwokrama Forest Reserve, Guyana. Mycologia : (94), n°2 : 210-220.

- **Carlile, MJ et Watkinson, S. C. (1994)**.The Fungi, Academic Press, London.

- **Castegnaro, M Pfohl-Leszkowicz, A. (2002).** Les mycotoxines: contaminants omniprésents dans l'alimentation animale et humaine, dans La sécurité alimentaire du consommateur, Lavoisier, 478p.

- **Chabane, K. (2022)**. Diversité de champignons épiphytes de la feuille de *Calicotome spinosa* de la région de Tizi Gheniff (Tizi-Ouzou). Mémoire de Master 2. Spécialité : Biodiversité et Ecologie Végétale. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. UMMTO, 23p

- **Chabasse, D et Bouchara J. P. (2002)**. Les moisissures d'intérêt médical. Bioforma. 160.

- **Chabasse, D et Guiguen C. (1999)**.Contet-Audonneau n. Mycologie médicale. Paris, Masson, 324p. (Collection Abrégés Masson).

- **Cherfi, S., Meddane, H. (2022)**. Inventaire de champignons épiphytes de la feuille d'oléastre de la région de Tizi Rached (Tizi-Ouzou, Algérie). Mémoire de Master 2. Spécialité : Biodiversité et Ecologie Végétale. Faculté des sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. UMMTO.

- **Cherfia, R., Kara Ali, M., Talhi, I., Benaissa, A., Kacem., Chaouche, N. (2017).** Phytochemical analysis, antioxidant and antimi-crobial activities of leaves and flowers ethyl acetate and nbutanol fractions from an Algerian endemic plant *Calycotome spinose* (L.) Link. Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy.9 (12):185-196.

- **Cherfia, R., Zaiterb, A., Akkal, S., Chaimbault, P., Abdelwaheb, A. B., Kirsch, G., Kacem., Chaouche, N. (2020)**. New approach in the characterization of bioactive copounds isolated from *Calycotome spinosa* (L) Link leaves by the use of negative electrospray ionization LITMS n, LC-ESI- MS/MS, as well as NMR aalyssis. Bioogranic chemistry. DOT : https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2019.103535.

- **Chikhi, I. (2014).** Composition chimique et activités biologiques des extraits de cinq plantes aromatiques et médicinales de l'ouest d'Algérie (Thèse de doctorat, Université Abou BekrBelkaid, Telemcen).12p.

- **Chollet, M. L. (2014).** Identification des dermatophytes en culture sur la base de leurs critères macroscopiques et microscopiques. Mémoire de Maîtrise en médecine. Faculté de biologie et de médecine. Université de Lausanne. 30p.

- **Clay, K et Holah, J. (1999)**. Fungal endophyte symbiosis and plant diversity in successional fields. Science 285 : 1742-1744.

- **Collado, J., Platas, G., Gonzalez, I et Pelaez, F. (1999)**. Geographical and seasonal influences on the distribution of fungal endophytes in *Quercus ilex.* New phytol 144 : 525-532.

- **Coluccio, AE., Rodriguez, RK., Kernan, MJ., Neiman, AM. (2008)**. The Yeast Spore Wall Enables Spores to Survive Passage through the Digestive Tract of Drosophila. Plos One 3.

- **Cordier, T. (2012).** Structure des assemblages fongiques de la phyllosphère des arbres forestiers et effet potentiel du changement climatique. Thèses de Doctorat. Ecole doctorale:

Sciences et Environnements. Spécialité: Ecologie évolutive, fonctionnelle et des communautés. Université Bordeaux, France 1. 3-16.

- **Dajoz, R. (1974).** Dynamique des populations. Ed. Masson et Cie, Paris. 434 p.
- **Damerdji, A et Djeddid, A. 2(012)**. Les orthoptéroïdes associés à une plante xérophile (*Calycotome spinosa* L. (Link) (Fabacees) dans la région de tlemcen (nord-ouest algérien) Université Aboubekr Belkaid-Tlemcen. (Algerie). 111 – 123.
- **Damerdji, A. (2011).**Diversité orthoptérologique sur trois plantes Xérophiles (dis-doumgenét) dans les environs de Tlemcen (Algériqie nord – occidentale). Rev. Ivoir. Sci.Technol.17 :67-78.
- **Damerdji, A. (2014).** Diversité orthoptérologique sur différentes plantes dans la région de Tlemcen. Actes AFPP Dixième Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture. Montpellier 25-26 et 27 Octobre 2011.8 pages.
- **Davet, R. (1996).** La Communauté Fongique : Son organisation et rôle dans l'écosystème. Marcel Dekker, Inc., New York.
- **Deacon, J. W. (2005)**. Fungal biology. John Wiley & Sons.
- **Del Claro, K., Paulo, S., Oliveira, S et Rico-Gray, V. (2009).** Tropical biology and conservation Management.Volume I. 23p.
- **Després, J. (2012).** L'univers des champignons. (Éd). Montréal. Introduction, 2,3p.
- **Djeddi, S., Djaoudi, AG., Benchalia, N., Himour, H. (2015)**. .Antimicrobial activity of *Clycotome spinosa villosa* (poiret) Link ex tracts .Rev. Fac. Med.3 (1)-18.
- **Dufresne P. H. (2018)**. Identification des champignons d'importance médicale .Stage de laboratoire, laboratoire de santé publique du Québec. 64p
- **Dupont, J. (2007)**. Etude des bases moléculaires de l'interaction symbiotique de champignons endophytes et de la plante hôte, *Cephalotaxus drupacea*.
- **Eisenhauer, N. 2012**. Aboveground-belowgrond interactions as souce of complementary effect in biodiversity experiments. Plant Soil. Vol (35) n°1 : 1-22.

- **Fahem, S. (2022)**. Diversité des mycoendophytes foliaires de *Calicotome spinosa* de la région de Tizi Gheniff De (Tizi-Ouzou-Algérie)). Mémoire de Master 2. Spécialité : Biodiversité et Ecologie Végétale. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. UMMTO, 28p.

- **Faurie, C., Ferra, C et Medori, P. (1980).** Ecologie. Edition. Baillére. Paris. 168p.

- **Feldman, T., O'Brien, H., Arnold, A. (2008).** Moths that Vector a Plant Pathogen also Transport Endophytic Fungi and Mycoparasitic Antagonists. Microbial Ecology 56 : 742-750.

- **Firakova, S., Sturdikova, M., Muckova, M. (2007)**. Bioactive secondary metabolites produced by microorganisms associated with plants. Biologia. 62:251-257.

- **Fitter, AH., Helgason, T et Hodge, A. (2011)**. Nutritional exchanges in the arbuscular mycorrizal symbiosis : Implications for sustainable agriculture. Fungal biology reviews. 25: 68-72.

- **Gallo, MBC., Guimaraes, DO., Momesso, LS et Pupo, MT. (2008)**. In: Saikia R., Bezbaruah, R. L., Bora, T. C. (eds). Natural products from endophytic fungi. Microbial Biotechnology. New India Publishing Agency, New Delhi, India; pp. 139-168.

- **Gallo, ML., Seldes, AM., Cabrera, GM. (2004)**. Antibiotiques à longue chaîne et aldéhydes α, β-insaturés issus de la culture du champignon marin *Cladosporium* sp .Biochem Syst Ecol.

- **Gamboa, M. A, Bayman, P. (2001).** Communities of endophytic fungi in leaves of a tropical timber tree (*Guarea guidonia*: Melia-ceae). Biotropica 33: 352–360.

- **Gamboa, M. A., Laureano, S., Bayman, P (2002).** Does size matter? Estimating endophytic fungal diversity in leaf fragments. Myco-pathologia 156: 41–45

- **Ganley, R.J., Brunsfeld, S.J et Newcombe, G. 2004**. A community of unknown, endophytic fungi in western white pine. PNAS. Vol (101) n°27 : 10107-10112.

- **Gilbert, GS. (2002)**. Evolutionary ecology of plant diseases in natural ecosystems. Annual Review of Phytopathology 40 : 13-43.

- **Gioulekas, D., Damialis, A., Papakosta, D., Spieksma, F., Giouleka, P et Patakas, D. (2004).** Allergenic fungi spore records (15 years) and sensitization in patients with respiratory allergy in Thessaloniki-Greece. J Investig.Allergol. Clin Immunol. 143 : 225-231.

- **Grbić, M.L., Stupar, M., Unković, N., Vukojević, J., Stevanović, B et Grubišić, D. (2015)**. Diversity of microfungi associated with phyllosphere of endemic Serbian plant *Nepeta rtanjensis* Diklić & Milojević. Brazilian Journal of Botany ; 38(3), 597-603.

- **Gregory, P.H. 1961.** Microbiology of the atmosphere. John Wiley and sons, NY. 1961.

- **Grube, M., Schloter, M., Smalla, K. (2014)** Unraveling the plant microbiome: looking back and future perspectives.Front Microbiol 5:145.

- **Guiraud, J. (1998)**. Microbiologie alimentaire. Edition Dunod, Paris. 8-101/330.

- **Guo, LD., Hyde, KD.**, **Liew, ECY.** (**2000).** Identification des champignons endophytes de Livistona chinensis sur la base de la morphologie et des séquences d'ADNr. New Phytol. 2000;147: 617-30. Https : //doi.org/10.1046/j.1469-8137.00716.X.

- **Hamalat et Hadji. (2017)**. Mémoire fin d'etudes effets inecticides, mycoides st bactericides de l'asphodele (*Asphdels microcarpus*) et du *calycotme spinosa*), 32p.

- **Hammad, T et Meftah, C. (2023).** Diversité des champignons endophytes de la feuille de *calicotome spinosa* de la région de Ouaguenou (Tizi-Ouzou, Algérie). Mémoire de Master 2. Spécialité : Biodiversité et Ecologie Végétale. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. UMMTO.

- **Hassani, L. A. (2002).** *Peganum harmala* : source combinée d'arômes et de colorants. Rev.Biol.Biotech ; 2. 33-37.

- **Helgason,T., Daniell, TJ., Husband, R., Fitter, AH., Young, JP. (1998)**. Ploughing up the wood-wide web? Nature; 394(6692) : 431.

- **Inácio, J., Pereira, P., Carvalho, M., Fonseca, Á., Amaral-Collaço, M.T et Spencer-Martins, I. (2002)**. Estimation and Diversity of Phylloplane Mycobiota on Selected Plants in a Mediterranean-Type Ecosystem in Portugal. Microbial Ecology 44: 344-353.

- **Jennings, D. H et Lysek, G. (1996)**. Fungal biology: understanding the fungal life style. (Bios Scientific publishers eds).

- **Kacel, Z. (2021)**. Diversité de champignons endophytes de la feuille de *Calicotome spinosa* Desf.de la région de Tala n Tazart (Tizi-Ouzou, Algérie)). Mémoire de Master 2. Spécialité : Biodiversité et Ecologie Végétale. Faculté des sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. UMMTO, 36p.

- **Khan, AL., Hussain, J., Al-Harrasi, A., Al-Rawahi, A., Lee, IJ. (2015)**. Endophytic fungi: Resource for gibberellins and crop abiotic stress resistance. Critical Reviews in Biotechnology : 35:62-74.

- **Kirk, P. M., Cannon, P. F., Minter, D. W., Stalpers, J. A. (2008)**. Dictionnaire des champignons (10e éd.). Wallingford, Royaume-Uni: CABI. 599.

- **Larit, F., Benyahla, S., Benayache, S., Benayache, F., Leon, F., Brouard, I., Bermijo, J. (2012).** Flavonoïdes From *Calycotome spinosal.* Lnk.Int. J. Med.Arom. Plants, 2(1): 3437.

- **Lee, S. S., Alias, S. A., Jones, E.G.B., Zainuddin, N et Chan, H. T. (2012)**. Checklist of Fungi Malaysia. Research Pamphlet. N°132.

- **Levetin, E et Dorsey, K. (2006)**. Contribution of leaf surface fungi to the air spora. Aerobiologia 22 : 3-12

- **Lindow, S. E et Brandl, M. T. (2003)**. Microbiology of the phyllosphere. Applied and Environmental Microbiology 69 : 1875-1883.

- **Loiret, FG., Ortega, D., Kleiner, P., Ortega, R., Rodes, R., Dong, Z. (2004)**. A putative new endophytic nitrogen-fixing *bacterium Pantoea sp.* from sugarcane. J Appl Microbiol.;97: 504–511.

- **Lopes-Assad, M. L., Simoni, H., Avansini., Márcia, M., Rosa., José, R. P., De Carvalho., Sandra, R., Ceccato-Antonini. (2010).** The solubilization of potassium-bearing rock powder by Aspergillus niger in small-scale batch fermentations.

- **López-Giráldez, F., Crous, PW., Rauhut, A., Hewitt, D., Kauff, F., Untereiner, W., Hoog, GSD., Townsend, JP., Wang, Z., Johnston, PR. (2009).** The Ascomycota tree of life: a phylum-wide phylogeny clarifies the origin and evolution of fundamental reproductive and ecological traits. Systematic Biology. 2009;58:224–239. doi: 10.1093/sysbio/syp020.

- **Macqueron G., 2016**. . Compte rendu de la sortie de la section botanique dans le Var, le 29 septembre 2016. Publications de la Société Linnéenne de Lyon
- **Madelin, M. F. (1966)**. Fungal parasites of insects. Annu Rev Entomol. 11 : 423-448.
- **Madelin, T. M. (1994).** Fungal aerosols: a review. Journal of aerosol science. 25 : 1405-1412.
- **Malagnac, F et Silar, P. (2013)**. Les champignons redécouverts Belin.
- **Malinowski, DP et Belesky, DP. (1999)**. Endophyte infection affects the ability of tall fescue to usesparingly available phosphorus. J Plant Nutr; 22(4-5) : 835–53.
- **Malinowski, DP et Belesky, DP. (2000)**. Adaptations of endophyteinfected cool-season grasses toenvironmental stresses: mechanisms of drought and mineral stress tolerance. Crop Science ; 40:923-940. DOI: 10.2135/cropsci2000.404923x.
- **Malinowski, DP., Brauer, DK., Belesky, DP. (1999)**. Neotyphodium coenophialum endophyte affects root morphology of tall fescue grown under phosphorus deficiency. J Agronomy Crop Science ; 183: 53-60.
- **Márquez, LM., Redman, RS., Rodriguez, RJ., Roossinck, MJ. (2007)**. A Virus in a Fungus in a Plant: Three-Way Symbiosis Required for Thermal Tolerance. Science 315 : 513-515.
- **Meddour-Sahar O ; Meddour R ; Chabane S ; Challal N et Derridj A. 2010**. Analyse Ethnobotanique des Plantes Vasculaires Médicinales dans la Région kabyle (daïras de Makouda et Ouaguenoun, wilaya de Tizi Ouzou, Algérie), 170-176.
- **Mokhtari, M. (2012)**. Etude phytochimique de la plante *Calycotome spinosa. Link*. Mémoire de magister, université EL Hadj Lakhdar. BATNA. 24p.
- **Mueller, G.M et Schmit J.P. (2007)**. Fungal biodiversity: what do we know? What can we predict? Biodiversity and Conservation. 16: 1-5.
- **Müller, D. B., Vogel, C., Bai, Y., Vorholt, J. A. (2016).** The Plant Microbiota: Systems-Level Insights and Perspectives. Annual Review of Genetics 50: 211–234.

- **Newton, A. C., Gravouil, C., Fountaine, J. M. (2010)**. Managing the ecology of foliar pathogens: Ecological tolerance in crops. Annals of Applied Biology 157: 343– 359.
- **Osono, T. (2002).** Phyllosphere fungi on leaf litter of *fagus crenata*: occurrence, colonization, and succession. Can. J. Bot. 80: 460-469.
- **Osono, T. (2006)**. Role of phyllosphere fungi of forest trees in the development of decomposer fungal communities and decomposition processes of leaf litter. Canadian Journal of Microbiology 52 : 701-716.
- **Osono, T. (2007)**. Endophytic and epiphytic phyllosphere fungi of red-osier dogwood (*Cornus stolonifera*) in British Columbia. Mycoscience : 48;47-52. Https://doi.org/10.1007/s10267-006-0329-1.
- **Parsons, WT et Cuthbertson, EG. (2001)**. Noxious Weeds of Australia. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia. 698 pp.
- **Pusz Wojciech., Plaskowska Elzbieta., Yildirim Đsmet et Weber Ryszard. (2015)**. Fungi occurring on the plants of the genus Amaranthus L. Turkish Journal of Botany.
- **Raven, P. H., Losos, J. B., Mason, K. A., Duncan, T. (2020**). Biologie. (5ème édition) ; Paris. 642, 643, 645, 653p.
- **Raven, P. H., Masson, K. A., Johnson, G. B., Losos, J. B., Singer, S. R. (2017**). Biologie. (4 ème édition) ; 621,629p.
- **Redecker, D. (2002)**. New views on fungal evolution based on DNA markers and the fossil. Research in Microbiology ; 153 : 125-130.
- **Redman, R. S., Sheehan, K. B., Stout, R. G., Rodriguez R. J et Henson J. M. (2008)**. Thermotolerance generated by plant/fungal symbiosis. Science ; 298 : 15-81.
- **Rodriguez, R., Redman, R. (2007)**. More than 400 million years of evolution and plants still can't make it on their own : Plant stress tolerance and habitat expansion via fungal symbiosis. Comparative Biochemistry and Physiology a-Molecular & Integrative Physiology 146 : 20.
- **Rodriguez, RJ., White, JFJ., Arnold, AE., Redman, RS. (2009)**. Fungal endophytes: Diversity and functional roles. New Phytol ; 182 : 314–330.

- **Rubini, M.R., Silva-Ribeiro, R.T., Pomella A. W., Maki, C. S., Araùjo, W.L., Santos, D.R.D et Azevedo J. L. (2005)**. Diversity of endophytic fungal community of cacao (*Theobroma cacao L*.) and biological control of *Crinipellis perniciosa*, causal agent of Witch's Broom Disease ; int. J. Bio. Sci. Vol (1) : 24-33.

- **Salmi, A., Boulila, F., Bourebaba, Y., Le Roux, C., Belhadi, D et De Lajudie, P. (2018).** Phylogenetic diversity of Bradyrhizobium strains nodulating *Calicotome spinosa* in the northeast of Algeria. Systematic and Applied Microbiology 41:452-459.

- **Samson, R.A., Hoekstra, E. S et Frisvad, J. C. (2004)**. Introduction to food and airbone fungi. 7th, Baarn, Centralalbureau voor Schimmellcultures, Institute of the Royal Nether lands Academy of Arts and Sciences. 389.

- **Sandhiya, GS., Sugitha, TC., Balachandar, D., Kumar, K. (2005)**. Endophytic colonization and in planta nitrogen fixation by a diazotrophic *Serratia sp*. in rice. Indian J Exp Biology.

- **Sélosse, M. A. (2013)**. Une classification phylogenetique des eucaryotes, 24p.

- **Seltzer, P. 1946**. Le climat de l'Algérie.

- **Semal., Fraselle, J., Impens, R., Kummert, J., Lepoivre, P., Meulimans, M., Seilleur, P., Vendrevenen, J et Viseur, J. (1993)**. Traite dePathologie végétale. Presse agronomique de Gembloux Belgique. 17 : 81-94.

- **Souchie, E. L., Saggin-Junior, O. J., Silva, E.M.R., Campello, E.F.C., Azcon, R et Barea, J.M. (2006).** Communities of *Solubilizing Bacteria,* Fungi and Arbuscular Mycorrhizal Fungi in grass pasture and secondary forest of Paraty, RJ - Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 78: 183-193.

- **Strullu, DG. (1991)**. Les mycorhizes des arbres et plantes cultivés, editeurs Tec & Doc.254p.

- **Suryanarayanan, T. S., Venkatesan, G Murali, T. S. (2003).** Endophytic fungal communities in leaves of tropical forest trees: diversity and distribution patterns. Current Science : 85 (4): 489-493

- **Talley, S., Coley, P., Kursar, T. (2002)**. The effects of weather on fungal abundance and richness among 25 communities in the Intermountain West. BMC Ecology 2 : 7.

- **Urquhart, E. J et Punja, Z. K. (1997).** Epiphytic growth and survival of *Tilletiopsis pallescens*, a potential biological control agent of *Sphaerotheca fuliginea*, on cucumber leawes. Canadian Journal of Botany.

- **Vacher, C., Hampe, A., Porté, AJ., Sauer, U., Compant, S et Morris, CE. (2016).** La phyllosphère : jungle microbienne à l'interface plante-climat. Annu. Rév. Ecol. Évol. Syst. 47, 1–24. doi : 10.1146/annurev-ecolsys-121415-032238

- **Wakefield D et Bisby G R. 1941**. Trans. Brit. Myc. Soc. 25-50.

- **Wakelin., Steven, A., Rosemary, A., Warren., Paul., R. Harvey et Maarten, H., Ryder. (2004).** Phosphate solubilization by *Penicillium spp*. closely associated with wheat roots.

- **Wallen, RM., Perlin, MH. (2018)**. An overview of the function and maintenance of sexual reproduction in dikaryotic fungi. Frontiers in Microbiology. 9:503–527.

- **Whipps, J. M., Hand, P., Pink, D et Bending, G. D. (2008).** Phyllosphere microbiology with special reference to diversity and plant genotype. J Appl Microbiol 105 1744–1755.

- **Widmer, TL et Dodge, SC. (2013).** Les épiphytes fongiques peuvent-ils réduire les symptômes de la maladie causée par Phytophthora ramorum ? Biol. Contrôle 65, 135–141. doi : 10.1016/j.biocontrol.2013.01.006

- **Wilkinson, HH., Siegel, MR., Blankenship, JD., Mallory, AC., Bush, LP., Schardl, CL. (2000).** Contribution of fungal loline alkaloids to protection from aphids in a grass-endophyte mutualism. Molecular Plant-Microbe Interactions 13 : 1027-1033.

- **Wilson, D et Carroll, GC. (1994).** Infection Studies of *Discula quercina*, an Endophyte of *Quercus garryana*. Mycologia 86 : 635-647.

- **Zambell, CB et White, JF (2015)**. Chez la vigne forestière *Smilax rotundifolia*, les épiphytes fongiques présentent une corrélation spatiale à l'échelle du site, tandis que les endophytes montrent des signes de partitionnement des niches. Fungal Divers : 75;279-97. Https//doi.org/10.1007/s13225-014-0316-3.

Résumé.

Calicotome spinosa pourrait être l'une des meilleures espèces illustrant l'association symbiotique entre les champignons et les espèces végétales. L'objectif de ce travail est de rechercher la diversité des champignons épiphytes des feuilles de cette essence au niveau du site de Ouaguenoun (Tizi Ouzou, Algérie). L'échantillonnage a concerné cinq sujets choisis d'une manière subjective, sur chaque sujet, le surnagent de trois feuilles suivies d'une mise en culture sur un milieu PDA, avec une incubation à température ambiante et des observations sous microscope optique. 09 genres de champignons épiphytes ont été identifiés, il s'agit : *Alternaria, Aspergillus, Aureobasidium, Cladosporium, Neoscytalidium, Rhizoctonia, Rhodotorula, Scopulariopsis, Trichophyton* et des structures non identifiées (SNI). Une analyse ANOVA a montré que certains genres présentaient des différences d'abondances significatives entre les 5 sujets échantillonnés, tandis que d'autres non. L'ACP a montré la répartition des différents genres de champignons épiphytes selon les différents sujets échantillonnés. Deux groupes (1 et 2) sont obtenus, le premier groupe contient les genres : *Alternaria, Aspergillus, Aureobasidium, Neoscytalidium, Rhodotorula, Scopulariopsis, Trichophyton* et SNI, le deuxieme groupe contient les deux genres *Cladosporium* et *Rhizoctonia,* ou le genre *Cladosporium* est co-dominant avec le genre *Rhizoctonia*. Les champignons épiphytes sont donc des organismes clés pour l'équilibre et la diversité de l'écosystème, ils jouent un rôle crucial dans l'amélioration de la croissance des plantes en synthétisant des phytohormones, comme ils influencent positivement sur la plante en augmentant sa tolérance au stress.

Mots clés: Champignons épiphytes, diversité, feuille, abondance, *Calicotome spinosa*, Ouaguenoun, (Tizi-Ouzou, Algérie)

Abstract.

Calicotome spinosa may be one of the best examples of symbiotic associations between fungi and plant species. The aim of this study is to estimate the diversity of epiphytic fungi of the leaves of this species at the Ouaguenoun site (Tizi Ouzou, Algeria). Sampling was carried out on five subjectively selected specimens, on each of which the supernatant of three leaves was collected, followed by culture on PDA medium, incubation at room temperature and observations under an optical microscope. 09 genera of epiphytic fungi were identified, namely: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Neoscytalidium*, *Rhizoctonia*, *Rhodotorula*, *Scopulariopsis*, *Trichophyton* and non identified structures (NIS). An ANOVA analysis showed that some genera showed significant differences in abundance between the 5 sampled subjects, while others did not. PCA showed the distribution of the different genera of epiphytic fungi according to the different subjects sampled. Two groups (1 and 2) were obtained, the first group containing the genera *Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium, Neoscytalidium, Rhodotorula*, *Scopulariopsis*, *Trichophyton* and SNI, the second group containing the two genera *Cladosporium* and *Rhizoctonia*, where the genus *Cladosporium* is co-dominant with the genus *Rhizoctonia*. Epiphytic fungi are therefore key organisms for ecosystem balance and diversity, playing a crucial role in enhancing plant growth by synthesizing phytohormones, as well as positively influencing the plant by increasing its stress tolerance.

Key words: Epiphytic fungi, diversity, leaves, abundance, *Calicotome spinosa*, Ouaguenoun, (Tizi-Ouzou, Algeria).