

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU  
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET SCIENCES AGRONOMIQUES  
DEPARTEMENT D'ECOLOGIE ET ENVIRONNEMENT



# Mémoire de fin d'étude



En vue de l'obtention du diplôme de Master II

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Biodiversité et écologie végétale

## Thème

Inventaire de mycoendophyte foliaires de  
*Calicotome spinosa* de la région d'Ouaguenoun (Tizi-  
Ouzou, Algérie)

Présenté par : HAMMAD Thinhinane et MEFTAH Cylia

Devant le jury :

M<sup>me</sup> BOUTEBTOUB W.

MCB à l'UMMTO

Présidente

M<sup>elle</sup> ZAREB A.

MCB à l'UMMTO

Promotrice

M<sup>elle</sup> CHENAH M.

MCB à l'UMMTO

Co-promotrice

M<sup>me</sup> CHERIFI-KOURABA F.

MAA à l'UMMTO

Examinatrice

Année universitaire : 2022/2023

## **Remerciements**

*Avant toute chose, nous remercions Dieu le tout puissant qui nous a donné le courage et la patience de mener à bien ce modeste travail.*

*Tout d'abord nous adressons nos remerciements à notre promotrice Melle ZAREB.A. D'avoir accepté de nous encadrés et pour sa disponibilité, sa compréhension, sa gentillesse et ses conseils judicieux durant toute la période du projet.*

*Nous remercions les membres du laboratoire physiologie végétale de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou où on a effectué notre mémoire.*

*Nous voudrions également exprimé nos remerciements à la Copromotrice Mme CHENAH. M. Qui a su nous accorder son temps et ses conseils et suggestions inestimable.*

*NOUS vifs remerciements vont à Mme BOUTEBETOUB. W. d'avoir accepté de présider le jury de soutenance du mémoire ainsi que Mme CHERIFI-KOURABA.f. D'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.*

# Dédicace

*Je dédie ce mémoire à mes chers parents, en guise de gratitude pour tous leurs sacrifices, soutient, compréhension, leurs amour inestimable, leurs confiances et toutes les valeurs humaine qui m'ont inculqué.*

*A mon meilleur frère Nabil et ma chère sœur Lylia qui ont toujours été à mes côtés, merci pour votre compréhension et votre amour.*

*A mes chers oncles et tante merci d'avoir été toujours là pour moi, de m'avoir comblé de bonheur en particulier  
KAMA.*

*A ma grand-mère à qui je souhaite une longue vie.*

*A tous mes amis.*

*Sans oublier mon binôme Thinkinane pour sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.*

*Cyria.*

# *Dédicace*

*Je dédie ce travail*

*A mon cher père et ma chère mère de tous ce que vous avez faits  
pour me permettre d'atteindre cette étape de ma vie Que le tout  
puissant vous accorde une longue vie !*

*A mes adorables frères et ma sœur : Amayas, Syphax et  
Siham pour leur soutien et encouragements*

*A mes grands-parents et toute ma famille*

*A la personne préférée Fatah*

*A mes amis en particulier : Sarah et Lina*

*Je désire exprimer mes vifs remerciements à mon binôme Cylia  
pour sa patience et sa gentillesse devant ce travail ainsi que sa  
famille*

*A tous mes amis de la promotion BEU*

*Thinhinane*

# Listes des figures

<b>Figure 01</b> : Principaux types des thalles des champignons .....	4
<b>Figure 02</b> : Cycle de vie d'un <i>Zygomycota</i> .....	7
<b>Figure 03</b> : Cycle de vie d'un <i>Ascomycota</i> .....	8
<b>Figure 04</b> : Cycle de vie d'un <i>Basidiomycota</i> .....	9
<b>Figure 05</b> : Modes de transmission des champignons endophytes .....	10
<b>Figure 06</b> : Différents mécanismes des champignons endophytes .....	13
<b>Figure 07</b> : Position systématique de <i>Calicotome spinosa</i> .....	16
<b>Figure 08</b> : Tige de <i>C.spinosa</i> .....	18
<b>Figure 09</b> : Rameau épineux de <i>C.spinosa</i> .....	18
<b>Figure 10</b> : Feuille trifoliée de <i>C.spinosa</i> .....	19
<b>Figure11</b> : Fleur de <i>C.spinosa</i> .....	19
<b>Figure12</b> : Fruits de <i>C.spinosa</i> .....	20
<b>Figure 13</b> : Situation géographique de la station. ....	23
<b>Figure14</b> : Vue des sites d'échantillonnage à Ouaguenoun. ....	24
<b>Figure 15</b> : Diagramme ombrothémique de la station d'Ouaguenoun de la wilaya de Tizi-Ouzou. ....	27
<b>Figure 16</b> : Les sujets (S1, S2, S3, S4, S5) échantillonnés à Ouaguenoun. ....	29
<b>Figure17</b> : Genres fongiques recensés des feuilles de <i>Calicotome spinosa</i> observés sous le microscope optique au grossissement (Gr x400). <b>A.</b> conidies et filament <i>Alternaria</i> , <b>B.</b> filaments mycéliens et spores de <i>Cladosporium</i> , <b>C.</b> conidiophore de <i>Mucor</i> , <b>D.</b> Filaments mycéliens de <i>Neoscytalidium</i> , <b>E.</b> <i>Penicillium</i> , <b>F.</b> cléistothèce <i>Phoma</i> , <b>G.</b> <i>Rhizoctonia</i> , <b>H.</b> <i>Rhodotorula</i> , <b>I.</b> <i>Trichophyton</i> , <b>J.</b> verticille de <i>Penicillium</i> . ....	35
<b>Figure18</b> : Abondances des genres fongiques recensés dans les feuilles de <i>Calicotome spinosa</i> de la Région d'Ouaguenoun wilaya de Tizi-Ouzou. ....	36

<b>Figure19</b> : Abondances par sujets des genres fongiques recensés dans les feuilles de <i>Calicotome spinosa</i> de la région d’Ouaguenoun wilaya de Tizi-Ouzou. ....	36
<b>Figure20</b> : Représentation de l’analyse en composants principales(ACP) des genres de champignons endophytes recensés au niveau des feuilles des différents sujets de <i>Calicotome spinosa</i> échantillonnés dans la station de Ouaguenoun dans la wilaya de Tizi-Ouzou. ....	41

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : Classification des champignons endophytes .....	11
<b>Tableau 02</b> : Précipitation mensuelles de la région Tizi-Ouzou de 2010à 2021(ONM) .....	25
<b>Tableau 03</b> : Valeurs mensuelle des températures de Tizi-Ouzou(2010,2021) (ONM Tizi-Ouzou) .....	25
<b>Tableau 04</b> : Précipitation mensuelles extrapolées pour la station d’Ouaguenoun. ....	26
<b>Tableau 05</b> : Température maximales, minimales et moyennes mensuelles estimées pour la station d’Ouaguenoun pendant la période 2010à 2021. ....	27
<b>Tableau 06</b> : Genres de champignons endophytes identifiés dans les feuilles de <i>Calicotome spinosa</i> de la région d’Ouaguenoun wilaya de Tizi-Ouzou. ....	34
<b>Tableau07</b> : Matrice des corrélations entre les taxons de mycoendophytes recensés. ....	42
<b>Tableau08</b> : Comparaison de l’abondance des genres fongiques isolés à partir de la feuille du <i>Calicotome spinosa</i> de la région d’Ouaguenoun wilaya de Tizi-Ouzou. ....	43

## Table de matières

<b>Introduction générale</b> .....	2
<b>Chapitre 1 : Généralité sur les champignons</b>	
1. Caractéristiques généraux .....	4
2. Reproduction des champignons .....	5
3. Classification des champignons .....	6
3.1. <i>Chytridiomycota</i> .....	6
3.2. <i>Zygomycota</i> .....	6
3.3. <i>Ascomycota</i> .....	7
3.4. <i>Basidiomycota</i> .....	8
4. Définition des champignons endophytes.....	9
5. Classification des champignons endophytes .....	10
6. Importance et Rôle des champignons endophytes .....	13
7. Diversité des champignons endophytes .....	13
<b>Chapitre 2 : description de l'espèce <i>Calicotome spinosa</i></b>	
1. Introduction .....	16
2. Systématique.....	16
3. Habitat et répartition.....	17
4. Description de la plante .....	17
4.1. Racine.....	17
4.2. Tige .....	17
4.3. Rameau .....	18
4.4. Feuilles .....	18
4.5. Fleurs .....	19
4.6. Fruits.....	20
5. Importance de la plante.....	20
5.1. Importance écologique .....	20
5.2. Importance thérapeutique de la plante .....	21
<b>Chapitre 3 : Matériels et méthodes</b>	
1. Description de la zone d'étude .....	23

2. Etude Bioclimatique .....	24
2.1. Précipitation .....	24
2.2. Température .....	25
3. Méthode d'extrapolation des données climatiques .....	25
3.1. Précipitations .....	25
3.2. Les Températures .....	26
3.3. Le diagramme ombrothermique de Bagnoul et Gausson .....	27
4. Echantillonnage sur le terrain .....	28
4.1. Mise en culture .....	30
4.1.1. Stérilisation superficielle des feuilles .....	30
4.1.2. Préparation du milieu de culture .....	30
4.1.3. Ensemencement .....	31
5. Identification des isolats fongiques .....	31
6. Analyse statistique .....	31
<b>Chapitre 4 : Résultats et discussions</b>	
1. Résultats .....	34
1.1. Diversité et abondances des mycoendophytes .....	34
1.2. Discussion .....	37
2. Analyse en composante principale .....	40
3. Matrice de corrélation .....	41
4. Comparaison de l'abondance des genres fongiques endophytes et épiphytes .....	43
<b>Conclusion générale</b> .....	46
<b>Référence bibliographiques</b> .....	48

# **Introduction**

Toutes les plantes abritent une flore fongique constituée de champignons non pathogènes dits « endophytes ». Bien qu'ils soient invisibles et peu connus, leur fonction écologique apparait de plus en plus évidente puisqu'ils participeraient activement à une meilleure adaptation des plantes à leur environnement. Ils sont d'ailleurs qualifiés de mutualistes, exerçant un pouvoir protecteur pour les plantes (Combés et *al.*, 2012).

Les endophytes peuvent contribuer à la croissance de la plante et à sa défense, mais aussi être une source importante de nouveaux composés bioactifs naturels avec des applications potentielles dans l'agriculture, la médecine et l'industrie alimentaire. Dans les deux dernières décennies, de nombreux composés à activités biologiques, à savoir : antimicrobiennes, anticancéreuses, cytotoxiques et insecticides, ont été isolés de ces champignons endophytes (Schulz et *al.*, 2002 ;Zhao et *al.*, 2010) . L'une des plantes qui vivent en symbiose avec les champignons, en raison de son développement dans des conditions défavorables de son extrême besoin de ses microorganismes symbiotiques, pour lutter contre les conditions du milieu (Damerdji et Djeddi, 2012).

*Calicotome spinosa* Ltrès abondant dans les régions méditerranéennes, En l'Algérie notamment en Kabylie, il est adapté aux conditions de vie extrêmes en altitude et à l'exposition aux radiations lumineuses intenses (Kofids et *al.*, 2003).C'est l'espèce la plus commune de la famille des Fabacée, et constitue la troisième famille la plus importante du monde végétale. Cette plante est épineuse, les rameaux sont imbriqués, ce qui rend parfois les matorrals occupés par cette espèce difficilement pénétrable. Elle est fortement inflammable et contribue à la propagation des incendies. La racine porte habituellement des nodosités, renfermant des bactéries permettant la fixation de l'azote atmosphérique.

Dans le cadre des activités de recherche du laboratoire Ressources naturelles l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (UMMTO),il fait suite à un premier travail fait par Kacel (2021) et Fahem (2022) sur les mycoendophytes et par Chabane (2022), Ailam (2023) et Haddad(en cour) sur les épiphytes. Notre travail a pour but de rechercher la biodiversité des champignons endophytes de la feuille de *Calicotome spinosa* de la région Ouaguenoun(Tizi-Ouzou, Algérie).Ce mémoire comporte 4 chapitres :

- Le chapitre 1 concerne les généralités sur les champignons ;
- Le chapitre 2 concerne la description de *Calicotome spinosa* ;
- Le chapitre 3 présente le matériel et les méthodes utilisés dans ce travail ;
- Le chapitre 4 présente les résultatsobtenus et leur discussion.

Nous avons terminé le travail par une conclusion générale et quelques perspectives.

# **Chapitre I.**

Généralité sur les champignons

## 1. caractéristiques généraux

Principalement en raison des similitudes sur le plan de leurs immobilités de leur morphologie et de leurs habitats, les champignons ont longtemps été considérés comme faisant partie du règne des plantes. Toutefois, depuis plusieurs décennies, ils ont été regroupés dans un règne distinct, indépendants de ceux des plantes, des animaux et des protistes. Le règne des champignons portait alors le nom de Fungi (Lamoureux et Sicard, 2005). Plusieurs auteurs utilisent encore l'appellation Fungi, autrefois Eumycota qui se traduit littéralement par « vrai champignons », ils incluent des espèces macroscopiques (Macromycètes) et d'autres microscopiques (Micromycètes). Ils sont considérés comme l'un des plus importants groupes d'organismes sur terre et jouent un rôle clés dans un grand nombre d'écosystème (Després, 2012).

Les champignons sont des micro-organismes eucaryotes, hétérotrophes et dépourvus de chlorophylle (ce qui les distingue nettement des végétaux) Ils ne possèdent ni racine, ni tiges, ni feuilles (Jacques, 1989 ; Fleury, 2006).

L'organisme fongique se présente sous une forme filamenteuse, caractérisée par une structure tubulaire, ramifiée et plurinucléé. On trouve une grande variété de champignons .Ils sont classés en deux grandes catégories : la forme levure unicellulaire et la forme mycélienne pluricellulaires constituée de cellules allongées groupées en filaments qui peuvent être cloisonnés (septés). Chez d'autres champignons, les cellules ne sont pas séparées par une cloison transversale, le thalle est alors dit coenocytique ou « siphonnée » .L'ensemble de ces filaments microscopiques grêles orientés dans toutes les directions est appelés mycélium (Figure1) (Damous et *al.*, 2008).

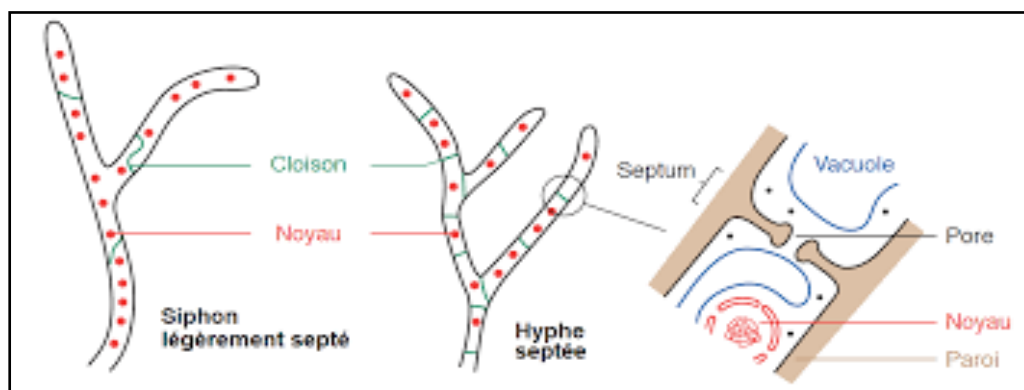


Figure 1 : Principaux types des thalles des champignons (Segarra et *al.*, 2015)

La structure cellulaire des champignons est constituée d'une paroi rigide et d'une membrane plasmique d'un cytoplasme contenant divers organites (mitochondrie, ribosomes et appareil de golgi) (Nasraoui, 2015).

Leur paroi cellulaire contient typiquement de polysaccharides, de glycoprotéines et de mannoprotéines. Les polysaccharides sont majoritairement de nature chitineuse, ils assurent la protection des cellules vis-à-vis des agressions du milieu extérieur. La chitine joue rôle dans la rigidité de la paroi cellulaire, les glycoprotéines jouent un rôle dans l'adhérence et les mannoprotéines forment une matrice autour de la paroi. La structure de la paroi est très dynamique, changeant constamment pendant la division cellulaire, la croissance et la morphologie (Adams, 2004).

Pour leur croissance, les champignons nécessitent des substances nutritives qui sont des petites molécules (sucre simple, amino-acide) en solution dans le film d'eau entourant les hyphes et qui peuvent être directement absorbées par les champignons. Par contre, les substances nutritives formées en gros polymères insolubles (cellulose, amidon et protéine) doivent être d'abord dégradées avant d'être utilisées par des enzymes extracellulaires qui contrôlent les réactions d'hydrolyse qui dissocient les grosses molécules en composants plus simples (Nasraoui,2015).

Selon le mode de nutrition, les champignons dépendent des autres organismes pour leurs alimentations. Trois modes de vie peuvent être mis en évidences : les saprophytes s'alimentent de matière organique morte ou en décomposition ; les parasites vont puiser leur énergie dans la matière organique vivante et les symbiotiques vivent en symbiose avec d'autres organismes, une association bénéfique aux deux partenaires (Després, 2012).

## 2. Mode de reproduction des champignons

Les méthodes de reproduction chez les champignons sont globalement regroupées en deux types principaux : sexuée et asexuée (Figure2) (Zulfekar, 2013). Selon Raven et *al.* (2020), la reproduction sexuée chez les champignons est basée sur la succession de trois évènements :

- plasmogamie : fusion de cellules ou d'articles spécialisés avec mise en commun des cytoplasmes ;
- caryogamie : fusion des deux noyaux haploïdes pour former un zygote diploïde. Cette fusion peut se réaliser tardivement après la plasmogamie ;
- méiose qui sera suivie d'une mitose.

Les méthodes de reproduction asexuée rencontrées chez les champignons peuvent être par fragmentation, bourgeonnement et sporulation (Nasraoui, 2015). La reproduction asexuée est basée sur la production de spores, c'est le stade anamorphe du champignon, la cellule fongique se divise par simple mitose et la conservation intégrale du génotype assure la propagation de lignées stables. Les spores sont produites par des structures différenciées ou spécialisées issues de thalle. Ces structures varient selon les groupes de champignons (Raven et *al.*, 2020).

### 3. Classification des champignons

Les données moléculaires disponibles permettent de proposer des classifications. On reconnaît quatre embranchements : les Chytridiomycota, les Zygomycota, les Ascomycota et les Basidiomycota (Raven et *al.*, 2020).

#### 3.1. *Chytridiomycota*

Ce phylum comprend approximativement 1000 espèces décrites (James et *al.*, 2006). Ce sont des champignons vrais qui produisent des cellules mobiles à un certain stade de leurs cycles biologiques, l'une de leurs caractéristiques est d'avoir un thalle cénocytique quand il est filamenteux. Il peut être aussi unicellulaire. Les parois cellulaires contiennent de la chitine et les glucanes, bien que la cellulose a été démontrée chez quelques cas particuliers. La reproduction asexuée a lieu par l'intermédiaire des zoospores qui se forment à l'intérieur des sporanges. Ces zoospores postérieurement flagellées peuvent émerger à travers une ou plusieurs papilles quand le sporange se décharge (Nasraoui, 2015).

Les Chytridiomycota peuvent causer des maladies pour les plantes (Erkmen et Bozogola, 2016).

#### 3.2. *Zygomycota*

Les *Zygomycota* continuent à être considérés comme un phylum bien qu'ils forment un groupe polyphylétique qui se divise en 4 sous phylums (Nasraoui, 2015). Ils sont considérés comme des espèces parmi les plus anciennes ou des champignons inférieurs. Deux différences fondamentales permettent de les distinguer des autres champignons. Le mycélium végétatif des *Zygomycota* est plus large, souvent dilaté et peu cloisonné. Ils forment des spores de production sexuée appelées zygosporangies. Ce groupe comprend les Mucorales et les Entomophthorales et les Glomales. Chez les mucorales, les spores sont produites à l'extérieur d'un sac appelé sporange. Chez les Entomophthorales les spores asexuées sont produites à

l'extrémité de filament et elles sont habituellement projetées à distance, elles portent le nom de ballistospores (Figure 2). Ils comprennent de nombreux pathogènes de l'homme (Chabasse et *al.*, 1999).

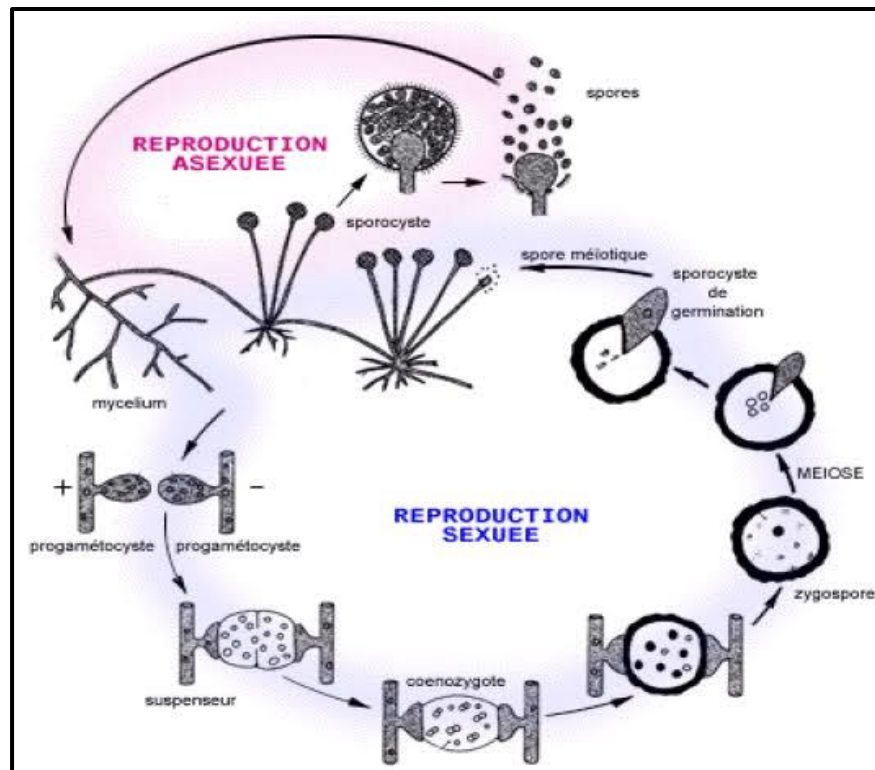


Figure 2 : Cycle de vie d'un *Zygomycota* (Roland et Vian, 1985).

### 3.3. *Ascomycota*

Les *Ascomycota* constituent le plus grand phylum de Fungi (le Calvez, 2009). Ils possèdent un thalle cloisonné et produisent des spores de reproduction sexuée (ascospores) à l'intérieur de cellule fertile nommée asque (Bouchet et *al.*, 2005) (Figure 3).

Le thalle des *Ascomycota* peut être unicellulaire ou le plus souvent mycélien. Les hyphes sont divisés en compartiments par des cloisons contenant au niveau de leur centre un petit port circulaire qui permet une continuité cytoplasmique entre les cellules des hyphes (Nasraoui, 2015).

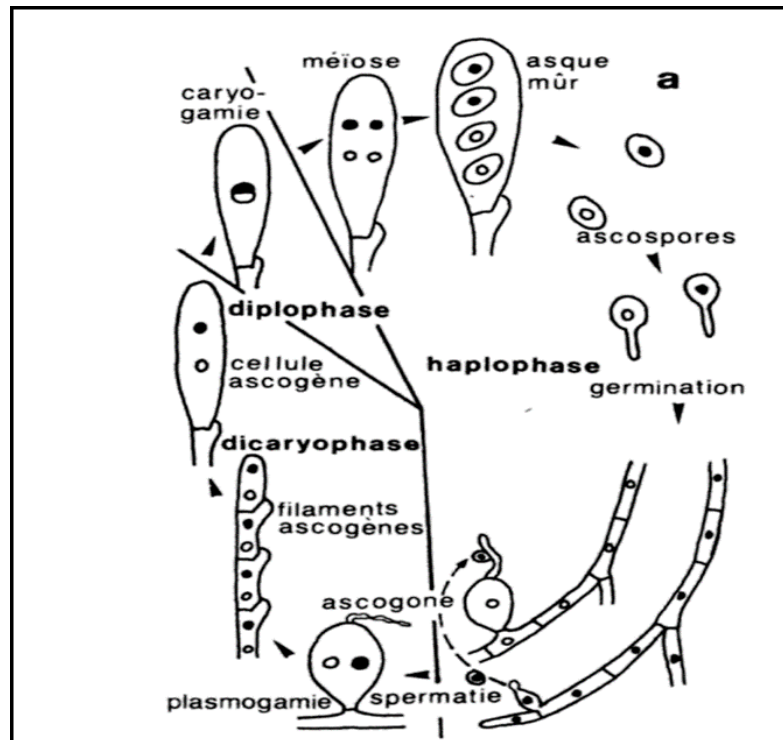


Figure 3: Cycle de vie d'un *Ascomycota* (Kiffer et Morellet, 1997).

Certains Deutéromycètes représentent la phase de multiplication asexuée des champignons supérieurs "*Ascomycota*" (Kiffer et Morellet, 1997). Ils sont des champignons anamorphiques, forment un groupe hétérogène d'environ 20000 espèces décrites qui sont capables de se reproduire par l'intermédiaire de la production des spores mitotiques qui nécessite pas de méiose (Nasraoui, 2015).

### 3.4. *Basidiomycota*

L'embranchement des *Basidiomycota* comprend environ 30 000 champignons filamenteux (Lowenfels, 2018). Ils sont caractérisés par la production de baside portant des basidiospores après plasmogamie, caryogamie et méiose. Le thalle des *Basidiomycota* consiste généralement à des hyphes cloisonnés bien développées et moins fréquemment en levures unicellulaire. Les *Basidiomycota* peuvent produire des structures mycéliennes (Nasraoui, 2015) (Figure 4).

Parmi les champignons microscopiques des *Basidiomycota* le *Rhizoctonia* qui est le premier agent pathogène fongiques qui attaquent les plantes. Il se développe sous une gamme de température importante (Perou, 1990). Le thalle est de couleur blanche à marron foncé et à croissance rapide (Bouladjraf, 2017). Il est un genre de levure unicellulaire, de la famille des Sporidiobolacée. Il se trouve dans l'air, le sol et l'eau. Il s'adapte à différents environnements

allant des climats extrêmes tels que les grands fonds marins et le désert froid de l'arctique (Tligui et *al.*, 2018).

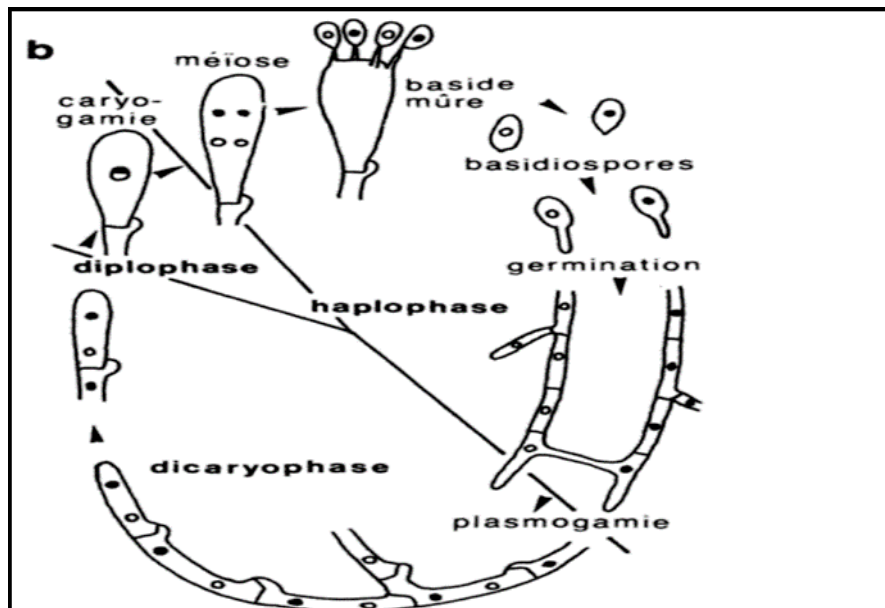


Figure 4 : Cycle de vie d'un *Basidiomycota* (Kiffer et Morellet, 1997).

#### 4. Définition des champignons endophytes

Les endophytes sont des micro-organismes présents chez la plupart des végétaux supérieurs (Müller, 2004). La définition la plus couramment utilisée pour décrire les endophytes est celle de Petrini (1991) et Padhi et *al.* (2013), qui les définissent comme étant tout micro-organisme habitant les organes des plantes, qui à un moment donné dans leur vie peuvent coloniser les tissus végétaux internes sans leur causer un préjudice apparent (Hyde et Soyong, 2008 ; Oses et *al.*, 2008). Ils colonisent les racines, les feuilles et les organes reproducteurs (Saikkoun et *al.*, 1998).

Il existe une variété de relations bénéfiques entre les champignons endophytes et leurs plantes hôtes, allant de mutualiste, symbiotique à antagonisme ou légèrement pathogène (Schulz et *al.*, 2005 ; Arnold, 2007 ; Padhi et *al.*, 2013).

Selon Adelek et *al.* (2022), les endophytes possèdent deux modes de transmission :

Transmission verticale : se fait par la croissance végétative des hyphes qui est complètement interne ; ainsi les hyphes du champignon sont transmis de la plante infectée vers la descendance via les graines et les bouturages. Ce mode de transmission est le principal mode de transmission des champignons endophytes (Figure 5) (Saikkounen et *al.*, 2010).

Transmission horizontale : elle se caractérise par la colonisation d'un nouvel hôte n'ayant la plupart du temps pas de liens avec l'hôte primaire. Elle procède de la dissémination de spores par un vecteur de dispersion. Après germination, l'hyphe pénètre le nouvel hôte, soit par stomates, soit par pénétration directe au travers l'épiderme. La plupart des espèces endophytes, colonisant la plus grande partie des végétaux présentent ce mode de transmission (Figure 5) (Canard et *al.*, 2016).

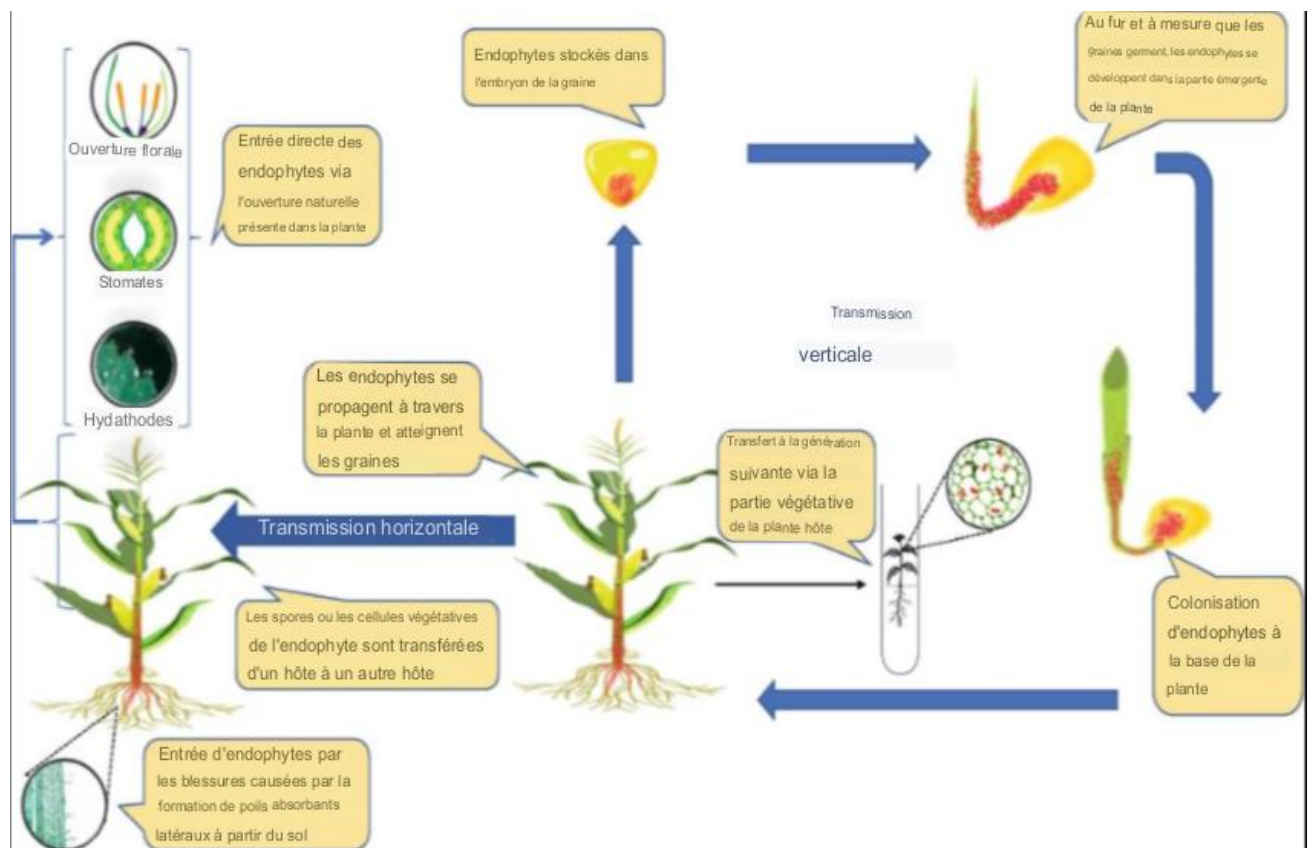


Figure 5 : Modes de transmission des champignons endophytes (Chowdhury et *al.*, 2019).

## 5. Classification des champignons endophytes

Les champignons endophytes sont classés selon différents critères en deux grands groupes : Clavicipitaceae et non Clavicipitaceae, ils sont différents par leurs modes de reproductions (sexuée et asexuée), selon la transmission (verticale et horizontale), selon la source de nutriments (biotrophes et necrotrophes) et enfin le mode d'infection (symptomique et asymptotique) et la partie attaquée (racinaire et foliaire) (tableau 1) (Adelek et *al.*, 2022).

Tableau1.Classification des champignons endophytes (Adelek et al. ,2022).

Mode de classification	Type	Caractéristiques	Plante hôte	Champignon endophyte spécifique	Références
Tissus colonisés	Foliaire	Il existe sur les feuilles et tiges des plantes.	<i>Theobroma cacao</i>	<i>Colletotrichum tropicale</i>	Christian et al.,(2017), Christian et al.,(2019) Mahmoud et al.,(2017)
	Racine	On le trouve généralement dans la racine des plantes.	<i>Phoenix dactylifera</i>	<i>Aspergillus tubingensis</i> <i>Corynespora cassiicola</i> <i>Cloosostachys rosea</i> <i>Penicillium commune</i> <i>Beauveria bassiana</i> <i>Fusarium solani</i> <i>Campanella olivaceonigra</i> <i>Phomopsis lagerstroemiae</i> <i>Ilyonectria radiculicola</i> <i>Aspergillus sclerotiorum</i> <i>Phomopsis lagerstroemiae</i> <i>Fusarium equiseti</i>	
Mode D'infection	Symptomique	Ils provoquent des maladies chez les plantes et présentes des symptômes.	<i>Vitis vinifera</i>	<i>Acremonium spp.</i> <i>Cadophora spp.</i> <i>Coniothyrium spp</i> <i>Fomitiporia spp</i> <i>Hypoxylon spp</i> <i>Paecilomyces spp</i> <i>Paraphoma spp</i>	Nerva et al.,(2019)
	Asymptomique	Ils provoquent des maladies chez les plantes et ne présentent aucun symptôme.	<i>Vitis vinifera</i>	<i>Leptosphaeriulina spp</i> <i>Microdiplodia spp</i> <i>Scopulariopsis spp</i> <i>Fusarium spp</i> <i>Myrothecium spp</i>	Nerva et al.,(2019)
Mode de nutrition	Biotrophes	ils tirent leur nutriment du carbone dans les tissus de la matière vivante.	<i>Oryza sativa</i>	<i>Aspergillus spp</i> <i>Magnaporthe oryzae</i> <i>Penicilliumchrysogenum</i> <i>Hymenochaete sp</i>	Su et al.,(2013)  Garcia-Guzman et al.,(2017)
	Nectrophes	Ils tuent les cellules hôtes et vivent en eux.	<i>Syngorium</i> <i>Podophyllum</i>	<i>Bjerkandera fumosa</i> <i>Phanerochaetaceae spp</i> <i>Phlebiopsis flavidoalba</i> <i>Hymenochaete ustulata</i>	
Mode de transmission	Vertical	Il y a souvent de différence dans la proportion de la progéniture des plantes qui porte les graines, aussi il pourrait y avoir une variation de la concentration du mycélium et des	Ericacées tel que : <i>Empetrum nigrum</i> <i>Calluna vulgaris</i> <i>Vaccinium myrtillus</i> et les conifères tels	<i>Epichloë spp</i> <i>Alternaria alternata</i> <i>Cladosporium</i> <i>sphaerospermum</i>	Hodgson et al.,(2014) Gundel et al.,(2017) 11

	Horizontale	composés secondaires présents dans les graines.  La majorité des champignons de ce groupe vivent dans le sol à partir duquel ils pénètrent dans les plantes. Cependant, ils pourraient être transmis par l'air ou par des spores en suspension de l'air.	que : <i>Picea spp, Pinus spp, Abies spp</i>  Graminés tels que : <i>Rumex acetosa, Senecio vulgaris, Coriocellanigra Plantago lanceolata, Papaver rhoeas Centaurea cyanus</i>	<i>Balansia henningsiana Neotyphodium lolii</i>	Ren et Clay 2009 Wiewiora et al.,(2015)
Mode de reproduction	Sexuée          Asexuée	Ces champignons se reproduisent sexuellement ; leurs stomates qui sont produits lors de la production sexuée, réduisent la production de graines et des fleurs.  Ce groupe d'endophyte ne montre aucun symptôme chez les plantes. cependant, ils colonisent les embryons de plantes et pourraient donc être transmis par les graines de plante.	Plante Angiosperme telle que <i>Picea abies</i>  Les plantes éricacées tel que ( <i>Empetrum nigrum, Calluna vulganis, Vaccinium myrillus</i> ) et les conifères tels que <i>Picea spp, Pinus spp, Abies spp</i>	<i>Acer saccharum, Epichloe spp., Phialocephalascopiformis</i>  <i>Phialocephala dimorphospora Phialocephalascopiformis, Neotyphodium spp, Phialocephala. Fortinii</i>	Schardl ,craven (2003)Schardl et al.,(2004), Thaney al. (2016) Li et al. (2017)Bamisile etal.,(2018),Hume et al.,(2020)
Ecologie	Clavicipitaceae       Non Clavicipitaceae	Ils aident à protéger les plantes hôtes contre les insectes qui s'en nourrissent.  Ils sont principalement associés aux Conifères, aux Fougères et à la plantes non vasculaire.	Famille des Hypocreales (Graminées et Carex)	<i>Balansia spp, Acremonium Coenophialum, Epichloe spp, Neotyphodium coenophialum Epichloe festucae.</i>  <i>Fusarium culmorum, Triticum diccocoïdes, Curvularia protuberate, Colletotrichum spp, Aegilopssharonensis</i>	Rodriguez et al. ,(2009) <i>Khiralla et al. ,(2016)</i> Srvani et al. ,(2020) <i>Llorens et al (2019)</i>

## 6. Importance et Rôle des champignons endophytes

Les champignons endophytes peuvent conférer à la plante l'amélioration de l'assimilation des nutriments nécessaires pour la croissance et le développement de la plante ainsi que la résistance aux stress abiotiques et biotiques (Bi *et al.*, 2009) (Yiling Zyo *et al.*, 2022) (Figure 6).

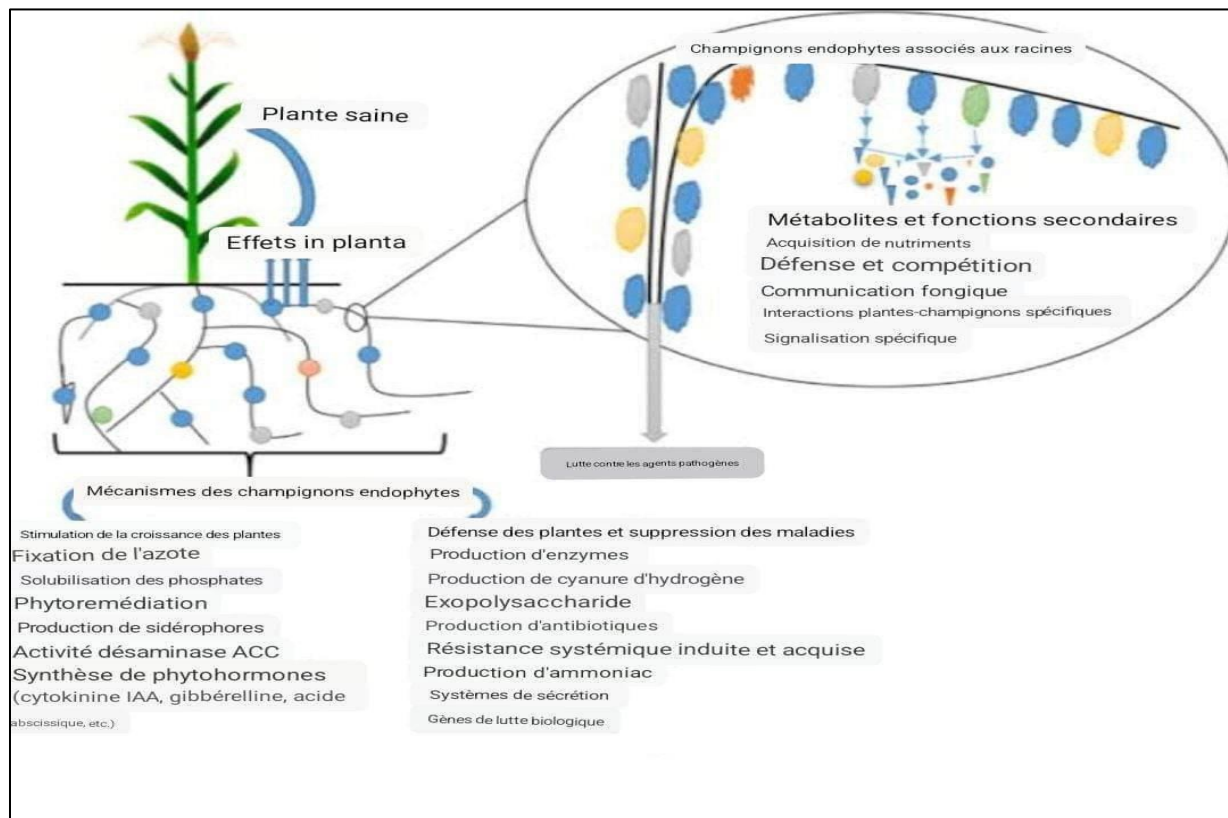


Figure.6. Différents mécanismes des champignons endophytes (Adeleke *et al.*, 2022).

## 7. Diversité des champignons endophytes

La plupart des champignons endophytes appartiennent à l'embranchement des Ascomycota, cependant certains appartiennent à d'autres taxons tels que les Deuteromycota, Basidiomycota, Zygomycota et les Oomycota. Ils présentent un groupe très diversifié avec une estimation de 1,5 millions d'espèces et une moyenne d'environ 50 espèces d'endophytes par espèce de plante dont les multiples couches des tissus sont utilisées comme habitats (Vasundhara *et al.*, 2019).

Les champignons endophytes sont une importante composante de la diversité fongique, Ils représentent un important réservoir de biodiversité dans les écosystèmes, beaucoup d'études ont rapporté leur extrême biodiversité dans les tissus asymptotiques de la majorité des plantes

ligneuses et des espèces herbacées (Arnould et Lutzoni, 2007 ; Zabalgogezcoa, 2008 ; Rodriguez et *al.*, 2009 ; Chen et *al.*, 2015).

Ils sont ubiquistes, détectés chez pratiquement toutes les espèces (Fadhela, 2017). Ils ont été isolés à partir de toutes les plantes étudiées à ce jour, ils se rencontrent chez les Algues, les Bryophytes, les Ptéridophytes et les Gymnospermes (Hyde et Soyong, 2008 ; Suryanarayanan et *al.*, 2012). Ces espèces poussent dans différents écosystèmes incluant le désert, toundra, arctique, mangroves, forêt tempérée et tropicales, prairie et savane ainsi que les terres cultivées (Bonnain et Daifallah, 2020).

Ils sont rencontrés dans une large variété de types tissulaires des plantes, les endophytes tropicaux sont moins spécifiques de leur plantes hôtes que ceux des régions tempérées (Gimenez et *al.*, 2007). Beaucoup d'endophytes colonisent des organes spécifiques, alors que d'autres sont seulement trouvés dans des racines ou dans des organes de surface mais dans tous les cas chaque organe de l'hôte peut être colonisé et ne se reproduit pas sur d'autres plantes non apparentées dans le même habitat (Holliday, 1998 ; Schulz et Boyle, 2005).

La diversité des espèces, la fréquence et l'abondance des endophytes dépendent des conditions climatiques et édaphiques et de l'hétérogénéité des habitats et des niches occupées par leurs hôtes (Sieber, 2002 ; Huang et *al.*, 2008 ; Selin et *al.*, 2012). Plusieurs facteurs impactent la distribution des endophytes au sein de la plante, la localisation géographique est un des facteurs les plus influents mais des études ont décrit l'influence de la saisonnalité, des conditions environnementales et aussi de génotype de la plante-hôte colonisée (Collado et *al.*, 1999 ; Christian et *al.*, 2016).

Les différences dans les assemblages des endophytes de différents hôtes pourraient être liées aux différences chimiques de l'hôte (Paulus et *al.*, 2006). La chimie de certains tissus peut altérer la colonisation par différents champignons endophytes, cependant certains de ces endophytes peuvent tolérer certaines toxines produites par l'hôte, ce qui influe sur l'abondance, la diversité et la composition en espèces des communautés fongiques (Osborn et *al.*, 2003).

# **Chapitre II.**

Description de l'espèce

## 1. Introduction

*Calicotome spinosa* vient du grec calyx et temno qui signifient calice qui se rompt circulairement et paraît comme coupé après la floraison (Mebirouk et *al.*, 2015). *Spinosa* est une épithète latine qui signifie épines qui est présentées sur la tige de la plante (Anonyme A, 2012). Cet arbuste possède plusieurs noms communs, selon différentes régions, en Algérie, où il est fréquemment dénommé Azezzou ouzzou en grande Kabylie (Ait Youssef, 2006), son nom en français est *Calicotome* épineux, cytise épineux (Rameau et *al.*, 2008), le nom vernaculaire local de cette plante est El Gandoul (Cherfia et *al.*, 2017).

*Calicotome spinosa* est une plante vivace appartenant à la grande famille des Fabacées (Mebirouk et *al.*, 2015 ; Gadouche et *al.*, 2021). Cette famille doit son nom à son fruit, appelé gousse ou légumineuse sous lequel cette famille est plus connue, elle est une des plus importantes familles végétales qui fournit le plus grand nombre d'espèces utiles à l'homme qu'elles soient alimentaires, industrielles ou médicinales (Boukhari et Taieb, 2016).

*Calicotome* épineuse est un arbuste épineux, trifolié à fleur jaunes au printemps, il a une tendance thermophile et un comportement héliophile (Cherfia et *al.*, 2017).

## 2. Systématique

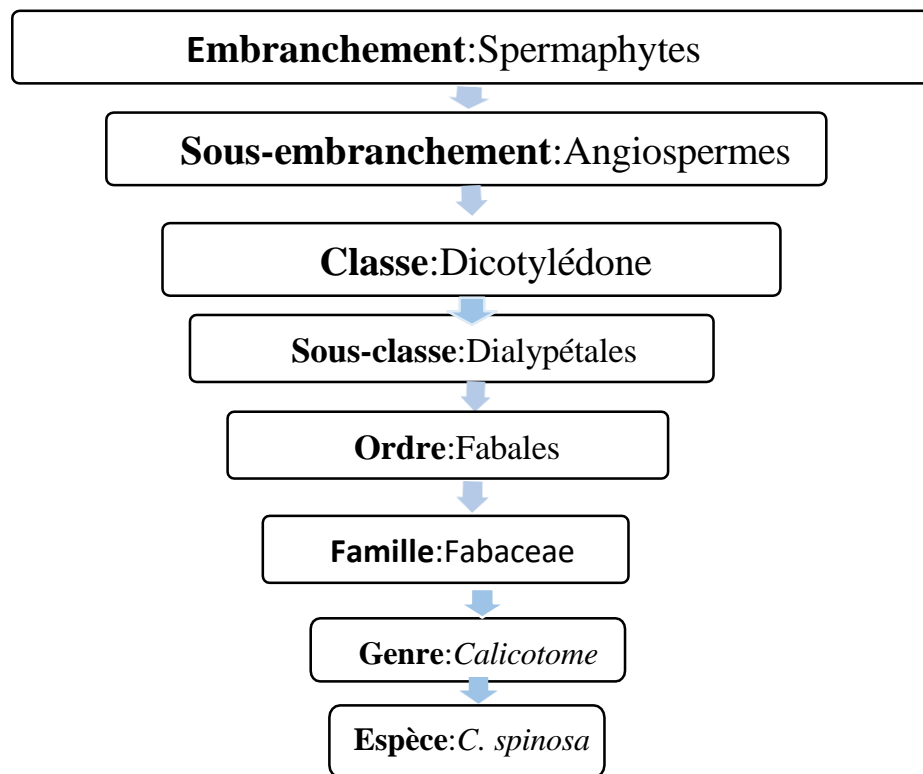


Figure07 :Position systématique de *Calicotome spinosa* (Damerdji, 2011 ; 2014).

### 3. Habitatet répartition

Le *Calicotome* est une plante à fleurs, avec plus de 730 genres et 1940 espèces, réparties aussi bien en milieu tempéré que tropicale, les formes arborescentes prédominantes dans les pays chauds et les formes herbacées dans les régions tempérées (Mokhtari, 2012 ; Hamlat et Hadji, 2017). Il est courant dans les régions méditerranéennes, dans des zones où les précipitations sont modérées et se présente dans certains pays d'Europe méridional tell que la France, l'Espagne, l'Italie et le Portugal, il est très commun dans le tell Algérienne (Ait Youssef, 2006 ; Anonyme A, 2012). Cette espèce se rencontre fréquemment sur les pentes ensoleillées et les roches des substrats acides (Kaci, 2021).

Le genre *C.spinosa* on le trouve dans les forêts de pins maritimes, dans les forêts de chêne-liège et les maquis ce qui rend sa pénétration difficile (Cherfia et *al.*, 2020)

### 4. Description botanique de la plante

*Calicotome spinosa* est un arbuste très épineux, a épines vulnérantes, poussant en buissons denses, dites impénétrables contribuant à l'édification de véritables écrans végétaux, c'est une plante à la fois fourragère et plus rarement une plante médicinale. (Ait Youssef, 2006).

#### 4.1. Racines

Les racines sont pivotantes, grâce aux nodosités présentes sur leurs racines, ils permettent de fixer l'azote atmosphérique et d'enrichir le sol en produits azotés (Mokhtari, 2012). Les racines résistent très bien à la sécheresse et à l'humidité (Abdelmalek, 2013).

#### 4.2. Tige

Tiges dressées, parcourues par 13-16 fines cotes longitudinales (Quézel et Santa, 1963) ; se terminent par une pointe acérée (Ait Youssef, 2006) ; grêles et écartées, formant des buissons pouvant atteindre 2 mètre de hauteur (Cherfia et *al.*, 2017) (figure8).



Figure.8 : Tige de *C.spinosa* (Rameau et al., 2008).

#### 4.3. Rameau

C'est un arbrisseau de 1 à 2 m de hauteurs, arbuste très épineux, poussant en buissons denses, les rameaux sont étalés, de couleur verte ou brune selon l'âge (Ait Youssef, 2006). Ils sont fortement imbriqués (Damerdji et Djeddid, 2012) (Figure 9).



Figure.9 : Rameau épineux de *C.spinosa* (Wilfriedetal.,2000).

#### 4.4. Feuilles

Elles sont caduques composées de trois folioles, leur limbe foliaire est ovale (Ait Youssef, 2006), à folioles sessiles, obovales, obtuses, glabres en dessus, à poils appliqués en dessous, stipules très petites. Elles noircissent par dessiccation (Mokhtari ,2012) (figure10).

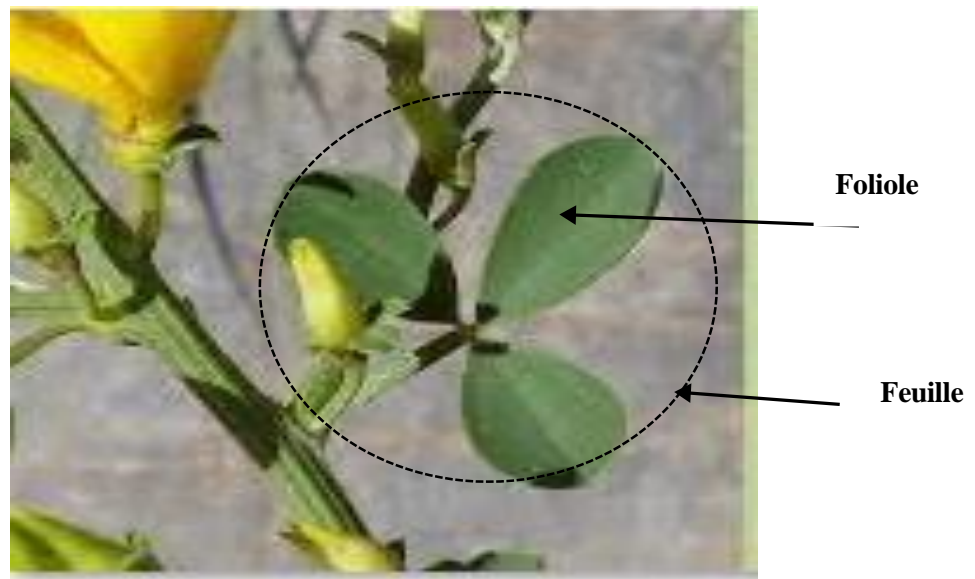


Figure.10 : Feuille trifoliée de *C.spinosa* (Wilfried et *al.*2000).

#### 4.5. Fleurs

Généralement jaune plutôt pâle (ou clair) sa floraison apparait au printemps jusqu'au début de l'été avril à juin, le genre *Calicotome* est caractérisé par la fleur dont le calice ovoïde est de couleur primitivement vertes, possède 5 petites dents subégales ou égales peu visibles et le calice se coupent circulairement au milieu au moment de la floraison (Ait Youssef, 2006). Elles sont solitaires ou fasciculées par 2-4, pédicelles 2-3 fois plus longs que le calice, portant au sommet une bractée bi-trifide ordinairement plus longue que large et une carène aigue (Mokhtari, 2012) (Figure 11).



Figure .11 : Fleur de *C.spinosa* (Stichmann et *al.*, 2000).

## 4.6. Fruits

La gousse est de 30-40 mm de long sur 6-8 mm de large et glabre, luisante et noire à la maturité, à suture supérieure seule un peu ailée, à bord droit avec 3-8 graines (Mokhtari, 2012). (figure12).



figure.12 : Fruits de *C.spinosa* (Menandetal.,2021).

## 5. Importances de la plante

### 5.1. Importance écologiques

- Le *Calicotome spinosa* est une espèce qui affectionne des zones chaudes et à comportement héliophile, poussant sur des humus très variable (Rameau et al.,2008) ;
- il est fortement inflammable et contribue à la propagation des incendies (Damerdji et Djeddid, 2012) ;
- il a un pouvoir important dans la stabilisation, la fixation et la restauration des sols dégradés, appauvris ou pollués (Salmi et al., 2018).
- il préfère les sols siliceux, acides et rocheux secs (Salmi et al. ,2018) ;
- il fixe l'azote en utilisant des bactéries du genre *Bradyrhizobium* (Cardinal et al., 2008 ; Salmi et al., 2018 ; Kacel,2021) ;
- il protège les sols de l'érosion, favorisant l'accumulation de substance organique, il contribue à établir des conditions environnementales appropriées pour l'établissement d'associations végétales plus évoluées (Parson et cuthbertson 2001 ; Kacel, 2021) ;

- il est particulièrement bien adapté aux variations de la ressource en eau au cours des saisons méditerranéennes. Au printemps, la plante se développe grâce à de nouvelles feuilles, celle-ci captent la lumière pour synthétiser les molécules nécessaires au fonctionnement de la plante et à la construction de nouveaux tissus, le *Calicotome spinosa*, semble être conditionnée par l'importance du *chamaerops humilis* qui permet le maintien d'une certaine humidité (Bouazza et al. , 2022).

## 5.2. Importance thérapeutique de la plante

Depuis des milliers d'années, l'homme a utilisé les plantes trouvées dans la nature (Sanago, 2006). Elles renferment une part importante des composés qui interviennent dans l'ensemble de réactions enzymatiques et biochimiques ayant lieu dans l'organisme (Hartmann, 2007).

Les fleurs et les feuilles de cette plante sont riches en flavonoïdes, qui sont utilisés dans le traitement des différentes maladies. (Zand et al., 2002) ;

- le cancer et les maladies cardiovasculaires, et certains troubles pathologiques des ulcères gastriques et duodénaux, des allergies, et des infections virales et bactériennes (Zand et al., 2002) ;
- il est aussi utilisé pour les soins de la pathologie musculaire et squelettique tels que le rhumatisme, douleurs dorsales, insuffisances de moelle osseuse et la fatigue (Meddour et al., 2009) ;
- il est utilisé comme un anti-ictérique et antibiotique (Sari et al., 2013) ;
- il est recommandé pour un usage externe, contre le gonflement, l'œdème et surtout contre la rétention d'urine grâce à ses substances actives diurétiques (Saidi et al., 2015) ;
- il est utilisée comme une poudre pour soigner les nouvelles blessures et aussi pour le traitement de furoncle, abcès cutané et de l'engelure (Lentini et al., 1993 ; Djeddi et al., 2015).

# **Chapitre III.**

## Matériel et Méthodes

### 1. Description de la zone d'étude

La Daïra de Ouaguenoun est l'une des vingt et une Daïra de la wilaya de Tizi-Ouzou. Elle est distante du chef-lieu de la wilaya d'environ 16 km.(figure 13). Elle a vu sa création en 1986 Elle s'étend sur une superficie de 141km<sup>2</sup> pour une population de 72780d'habitants (RGPH 2020).

. Elle se situe à 254m d'altitude avec une latitude de 36°46'12''Nord et longitude de 4°10'29''Est (APC Ouaguenoun, 2017). Elle est délimitée par les communes suivantes comme suit :

- au nord : par la commune de Timizart et Boudjima ;
- à l'est : par la commune de Freha et Timizart ;
- au sud : par Tizi-Ouzou ;
- à l'ouest : par la commune Ait Aissa Mimoune.

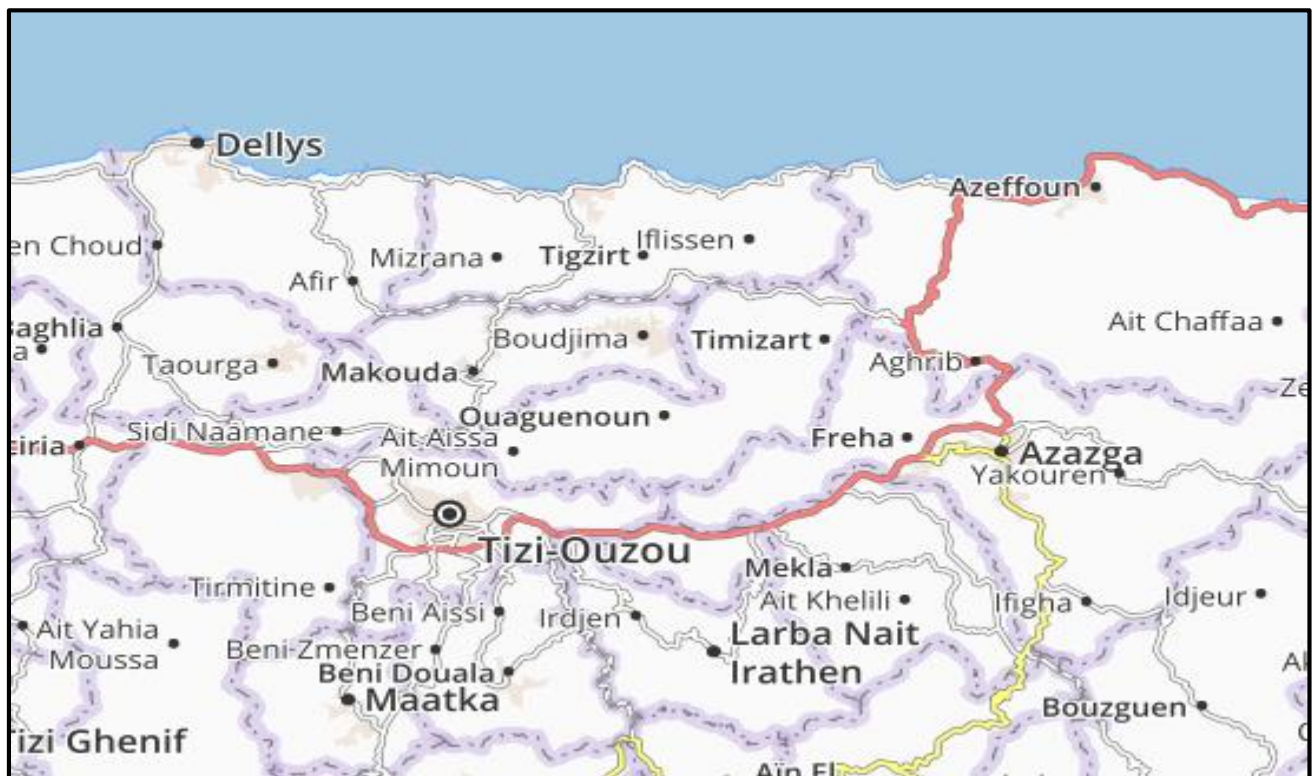


Figure .13. Situation géographique de la station (Google earth, 2023).



Figure14 : Vue des sites d'échantillonnage à Ouaguenoun (google earth, 2023).

## 2. Etude Bioclimatique

Le climat est l'ensemble des caractéristiques morphologiques d'une région donnée. La nature du climat joue un rôle essentiel pour ajuster les caractéristiques écologiques des écosystèmes (Raméde, 1993). Il joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants (Faurie et *al.*, 1978). Considéré comme facteur prépondérant, le climat a une importante influence sur le comportement des espèces, notamment méditerranéenne.

Deux facteurs en l'occurrence, la température et les précipitations sont prépondérants pour le développement de la végétation.

Les données climatiques de la station de Ouaguenoun ne sont pas disponibles, nous avons donc extrapolé ces dernières à partir de celles de la station météorologique de l'O.N.M de Tizi-Ouzou (Boukhalfa ; 184m d'altitude) (Tableau 2 et 3).

### 2.1. Précipitation

Les précipitations sont des processus hydrologiques du climat les plus variables (Aksouh, 2017). Elles sont caractérisées par trois principaux paramètres : leur volume, leur intensité et leur fréquence qui varient selon les lieux, les jours, les mois et aussi les années. Les précipitations mensuelles utilisées pour la station de Tizi-Ouzou durant la période (2010,2021) sont données dans le tableau 2 ci-dessous.

**Tableau 02** : Précipitation mensuelles de la région Tizi-Ouzou de 2010à 2021(ONM)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total annuel moyen
<b>P(mm)</b>	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.Température

La température est l'un des facteurs majeurs qui contrôlent l'ensemble des phénomènes métaboliques de la totalité des espèces d'être vivants et conditionne de ce fait leurs répartitions dans la biosphère (Ramade, 1994). Ce paramètre est en fonction de l'altitude, de la distance par rapport à la mer et varie également en fonction des saisons (Toubal, 1986).

Les températures moyennes, maximales et minimales mensuelles de la période (2010,2021) pour la station de Tizi-Ouzou sont données dans le tableau 3 ci-dessous.

**Tableau 03** : Valeurs mensuelle des températures de Tizi-Ouzou(2010,2021) (ONM Tizi-Ouzou)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>M<sup>o</sup>(C)</b>	16.1	16.83	16.04	24.76	26.85	31.54	36.06	35.59	31.62	27.64	21.46	17.02
<b>m<sup>o</sup>(C)</b>	7	7.2	9.09	11.56	14.03	17.75	21.38	22.2	19.26	15.49	12.22	8.14
<b>T<sup>o</sup>(moy)</b>	10.88	11.48	13.6	16.5	20.48	24.34	29.1	28.52	24.73	20.86	15.16	10.85

L'analyse des données du tableau 03 montres que les températures moyennes mensuelles minimales sont enregistrées durant les mois de janvier avec 7°C et les températures moyennes mensuelles maximales élevées sont observées au mois de juillet avec 36.06°C. Le mois le plus chaud c'est juillet alors que le mois de Janvier est le plus froid.

## 3. Méthode d'extrapolation des données climatiques

### 3.1. Précipitations

Pour extrapoler les données climatiques de la station d'échantillonnage, nous avons utilisé le gradient pluviométrique calculé par (Seltzer1946), pour les stations versant nord du Djurdjura. Pour cet auteur, les précipitations augmentent de 40mm par 100m d'altitude.

La différence d'altitude entre Tizi-Ouzou et Ouaguenoun est de :  $254-184=70\text{m}$

La correction pour les précipitations est donc comme suit :

$$X = 70 * 40 / 100 = 28\text{mm}$$

La pluviométrie annuelle pour la station de Tizi-Ouzou est de 797,87mm.

La pluviométrie annuelle de la station d'échantillonnage serait donc :

$$P = 797,87 + 28 = 825,87\text{mm}$$

Pour l'extrapolation des précipitations pour chaque mois, nous avons calculé le coefficient K

K : la pluviométrie annuelle estimée à Ouaguenoun/pluviométrie connue de Tizi-Ouzou

$$K = 825,87 / 797,87 = 1.03$$

La valeur de ce coefficient se multiplie par les valeurs mensuelles des pluies de Tizi-Ouzou (Tableau 4).

**Tableau 04** : Précipitation mensuelles extrapolées pour la station d'Ouaguenoun.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total annuel moyen
<b>P(mm)</b>	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 3, la pluviométrie annuelle enregistrée pendant la période considérée 2010 à 2021 est de 821.73. Les précipitations les plus importantes sont enregistrées au mois novembre avec 153,03mm et le minimum de précipitations enregistré pendant le mois de juillet avec 1,70mm.

### 3.2. Les Températures

Pour les températures, (Seltzer,1946) a constaté une diminution des températures minimales(m) de  $0.4^{\circ}\text{C}$  par 100m d'altitude et  $0.7^{\circ}\text{C}$  pour les températures maximales(M).

Le calcul des températures maximales mensuelles pour Ouaguenoun est comme suit :

$$X = 28 * 0.7 / 100 = 0.19^{\circ}\text{C}$$

$$M' = M - 0.19$$

Le calcul de température minimales mensuelles pour Ouaguenoun est comme suit :

$$X = 28 * 0.4 / 100 = 0.11^{\circ}\text{C}$$

$$M' = m - 0.11$$

Les valeurs obtenues (température maximales, minimales et moyenne mensuelles) pour la station d'Ouaguenoun sont représentées dans le tableau 4.

**Tableau 05:** Température maximales, minimales et moyennes mensuelles estimées pour la station d'Ouaguenoun pendant la période 2010 à 2021.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>M(°C)</b>	15.91	16.64	15.85	24.57	26.66	31.35	35.87	35.4	31.43	27.45	21.27	16.83
<b>m(°C)</b>	6.89	7.09	8.98	11.45	13.92	17.64	21.27	22.09	19.15	15.38	12.11	8.03
<b>T moy</b>	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** : la moyenne des températures maximales en °C.

**m** : la moyenne des températures minimales en °C.

**T moy** :  $(M+m/2)$  température moyenne mensuelle en °C.

A partir du tableau 3, nous pouvons noter que le mois le plus chaud est le mois de Juillet avec  $35,87^{\circ}\text{C}(\mathbf{M})$  et le mois le plus froid est le mois de Janvier avec une valeur de  $6,86^{\circ}\text{C}(\mathbf{m})$ .

### 3.3. Le diagramme ombrothermique de Bagnoul et Gaussen

Selon Bagnoul et Gaussen en 1953, le diagramme ombrothermique est un mode de représentation classique du climat d'une région, il met en évidence les régions thermique et pluviométrique d'un site donné.

La saison sèche apparaît quand la courbe des précipitations se positionne au-dessous de celle des températures (Faurie et *al.*, 2011 ; Dahou, 2014). (figure 15).

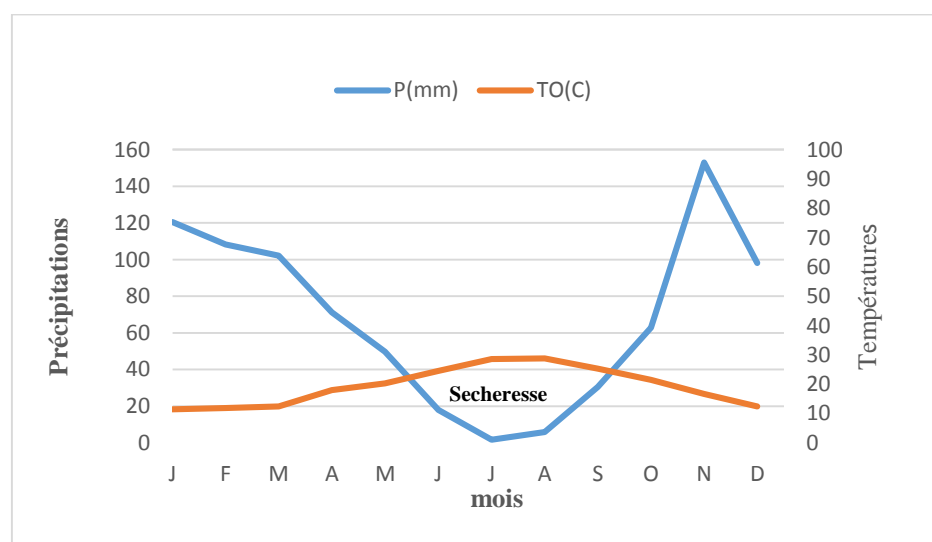


Figure 15 : Diagramme ombrothermique de la station d'Ouaguenoun de la wilaya de Tizi\_Ouzou.

Le diagramme ombrothermique de la région d'Ouaguenoun montre que la période sèche s'étale de la fin du mois de mai jusqu'au mois de septembre.

#### 4. Echantillonnage sur le terrain

Les feuilles de *Calicotome spinosa* ont été récoltées au mois de mars 2023, l'échantillonnage de feuilles s'est porté sur des sujets qui sont choisis d'une manière aléatoire. Cinq arbustes de différentes classes d'âge sont choisis au niveau de la station d'Ouaguenoun dans la région de Tizi-Ouzou.

Pour chaque arbuste dix feuilles sont choisies au hasard, cueillies tout autour de l'arbuste et à différentes hauteurs. Elles sont maintenues à l'état frais, mises dans des sacs en papier et transportées au laboratoire et directement utilisées. (Figure 16).

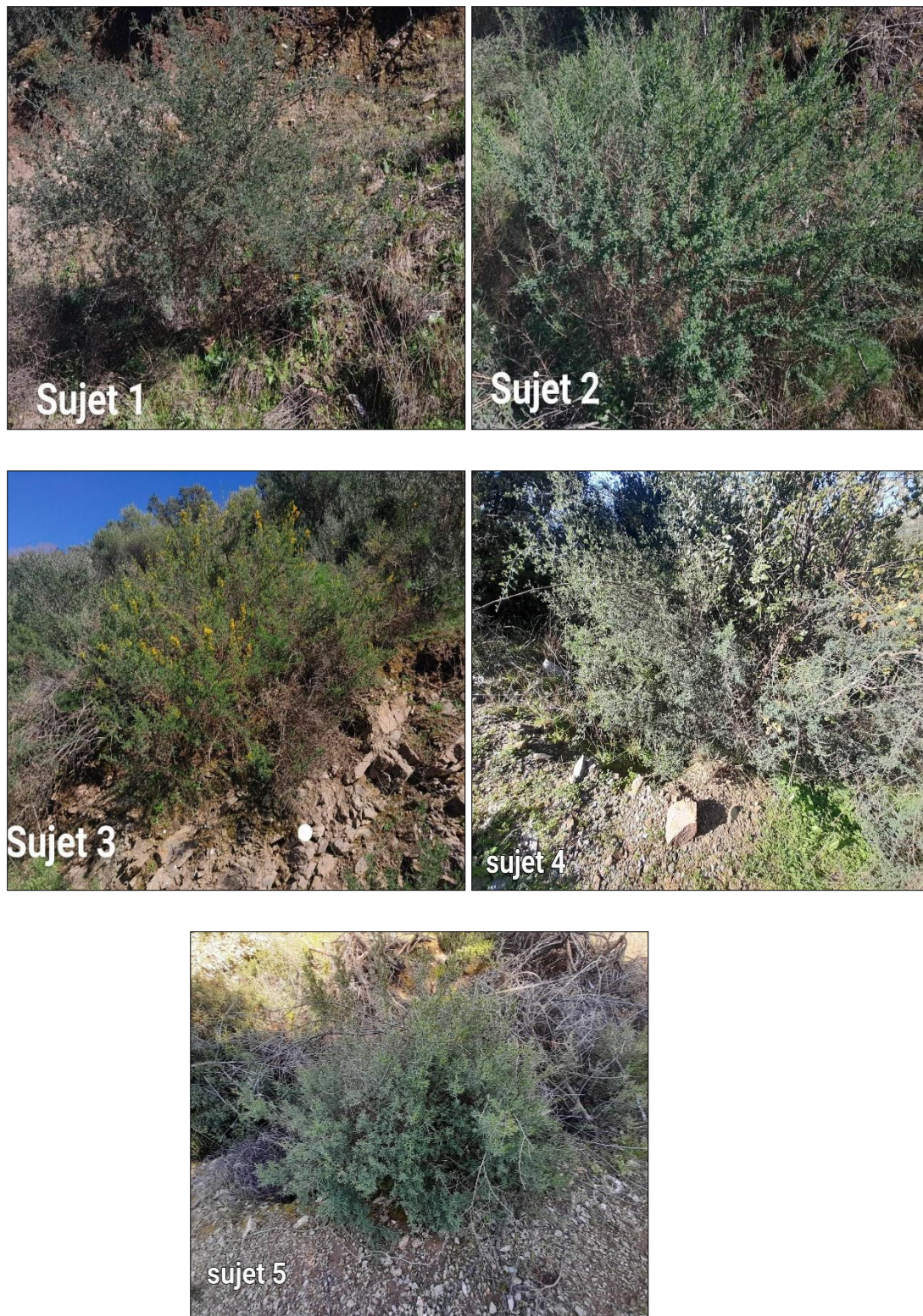


Figure 16 : Sujets (S1, S2, S3, S4, S5) échantillonnés à Ouaguenoun.(original,2023).

## 4.1. Mise en culture

### 4.1.1.. Stérilisation superficielle des feuilles

La stérilisation superficielle est appliquée pour éliminer les microorganismes épiphytes qui se trouvent à la surface des feuilles. Pour cela, le protocole de Helander et *al.* (1994) a été appliqué

- traitement à l'éthanol 95% pendant 2 min ;
- rinçage à l'eau distillée stérilisée ;
- traitement à l'eau de javel pendant 3 min ;
- 2eme rinçage à l'eau distillée stérilisée ;
- 2eme traitement à l'éthanol 95% pendant 30 secondes ;
- 3eme rinçage à l'eau distillée stérilisée.

Une fois stérilisées, les feuilles sont séchées en utilisant du papier buvard stérilisé.

### 4.1.2. Préparation du milieu de culture

Le milieu de culture P.D.A (potato-dextrose-agar) a la composition suivante :

- 200 g de pomme de terre ;
- 20g de glucose ;
- 20g d'agar-agar ;
- 1000 ml d'eau distillée.

Le milieu semi-synthétique P.D.A se fait comme suit :

Peler les pommes de terre, les laver, puis les couper en petits morceaux. Peser 200g de pomme de terre et les mettre dans une casserole et ajouter 200ml d'eau distillée pour les cuire pendant 20à30min. Le mélange obtenu est filtré.

Prendre un erlen Meyer d'un litre et verser le filtrat en ajoutant 20g d'agar-agar et 20g de glucose, puis on ajuste le volume avec l'eau distillée jusqu'à 1000ml. Enfin, mettre l'erlen Meyer sur un agitateur chauffant. Il est retiré de la plaque lorsque le milieu est bien homogène.

Le milieu est versé dans des bouteilles pour la stérilisation à l'autoclave, à une température élevée (120 °C) pendant 20 min, puis rajouter quelque gramme d'un antibiotique à large spectre pour éviter l'apparition des bactéries.

### 4.1.3. Ensemencement

Les folioles de chaque feuille sontensemencées. Nous avonsensemencé trois folioles par boîte. Au total 50 boîtes ont étéensemencées, elles sont incubées à températures ambiante et à l'abri de la lumière pendant deux mois.

Après l'ensemencement, un contrôle quotidien est effectué sur les cultures fongiques, afin d'observer le développement des colonies et de noter l'évolution des champignons qui apparaissent.

## 5. Identification des isolats fongiques

La détermination systématique d'une souche est basée sur 2 types d'observation : macroscopique et le microscopique.

### 5.1. Observation macroscopique

L'observation des critères macroscopiques est basée sur plusieurs aspects distinctifs à l'œil nu (Dufersen., 2021).

- texture : laineuse, duveteuses, poudreuse, glabre ;
- aspect : plane, surélevée, cribriforme avec stries radiales ;
- la couleur des colonies : les couleurs les plus fréquentes sont vert-olive ; à brun ou noires ; blanc.

### 5.2. Observation microscopique

L'identification des genres fongiques a été réalisée selon les caractères microscopique du mycélium et des conidies ou spores (cloisonnement du mycélium, formes de spores et conidies, forme des organes de fructification).

Afin d'identifier les champignons endophytes, nous nous sommes référés aux différents articles collectés et aux clés de détermination des Deutéromycètes.

## 6. Analyse statistique

### 6.1. Abondance des genres

Les moyennes d'abondance sont calculées selon la formule suivante :

$$A(\%) = (N_g/N_t) * 100$$

A : abondance des genres(%) ;Ng : nombre de fois que le genre est recensé chez un sujet ;Nt : ensemble des répétitions ayant fructifiées.

### **6.2. Analyse en composantes principales (ACP)**

Une analyse en composantes principales (ACP) est réalisée, en vue de mettre en évidence la distribution spatiale des différents genres de mycoendophytes en fonction des sujets échantillonnés, grâce au logiciel Stat Box 6.40.

### **6.3. Matrice de corrélation**

Pour montrer les différentes interactions entre les différents genres identifiés, une matrice de corrélation a été réalisée.

# **Chapitre IV**

## Résultats et Discussions

## 1. Résultats

### 1.1. Diversité et abondance des mycoendophytes recensés

Les résultats de la culture des folioles des feuilles de *Calicotome spinosa* dans le milieu P.D.A, incubés à une température ambiante pendant deux mois, isolés et suivis par une étude macroscopique et microscopique nous ont permis d'identifier 9 genres fongiques *Alternaria*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Neoscytalidium*, *Penicillium*, *Phoma*, *Rhizoctonia*, *Rhodotorula* et *Trichophyton* (Figure 17).

Ces genres appartiennent à trois phylums différents ; (60%) sont des *Ascomycota*, ce phylum est représenté par 6 genres différents, il est suivi par le phylum des *Basidiomycota* avec un taux de (20%), *Zygomycota* avec un taux de (10%). Enfin (10%) font partie des souches des genres non identifiées (SNI) (Tableau 06).

**Tableau 06** : Genres de champignons endophytes identifiés dans les feuilles de *Calicotome spinosa* de la région d'Ouaguenoun wilaya de Tizi-Ouzou.

Genre	Phyla	Abondance
<i>Alternaria</i>	<b>Ascomycota</b>	<b>11.33%</b>
<i>Cladosporium</i>	<b>Ascomycota</b>	<b>16%</b>
<i>Mucor</i>	Zygomycota	5.2%
<i>Neoscytalidium</i>	Ascomycota	2%
<i>Penicillium</i>	Ascomycota	2%
<i>Phoma</i>	Ascomycota	2%
<i>Rhizoctonia</i>	<b>Basidiomycota</b>	<b>19.33%</b>
<i>Rhodotorula</i>	Basidiomycota	4%
<i>Trichophyton</i>	<b>Ascomycota</b>	<b>31.33%</b>
<i>SNI</i>	/	6.66%

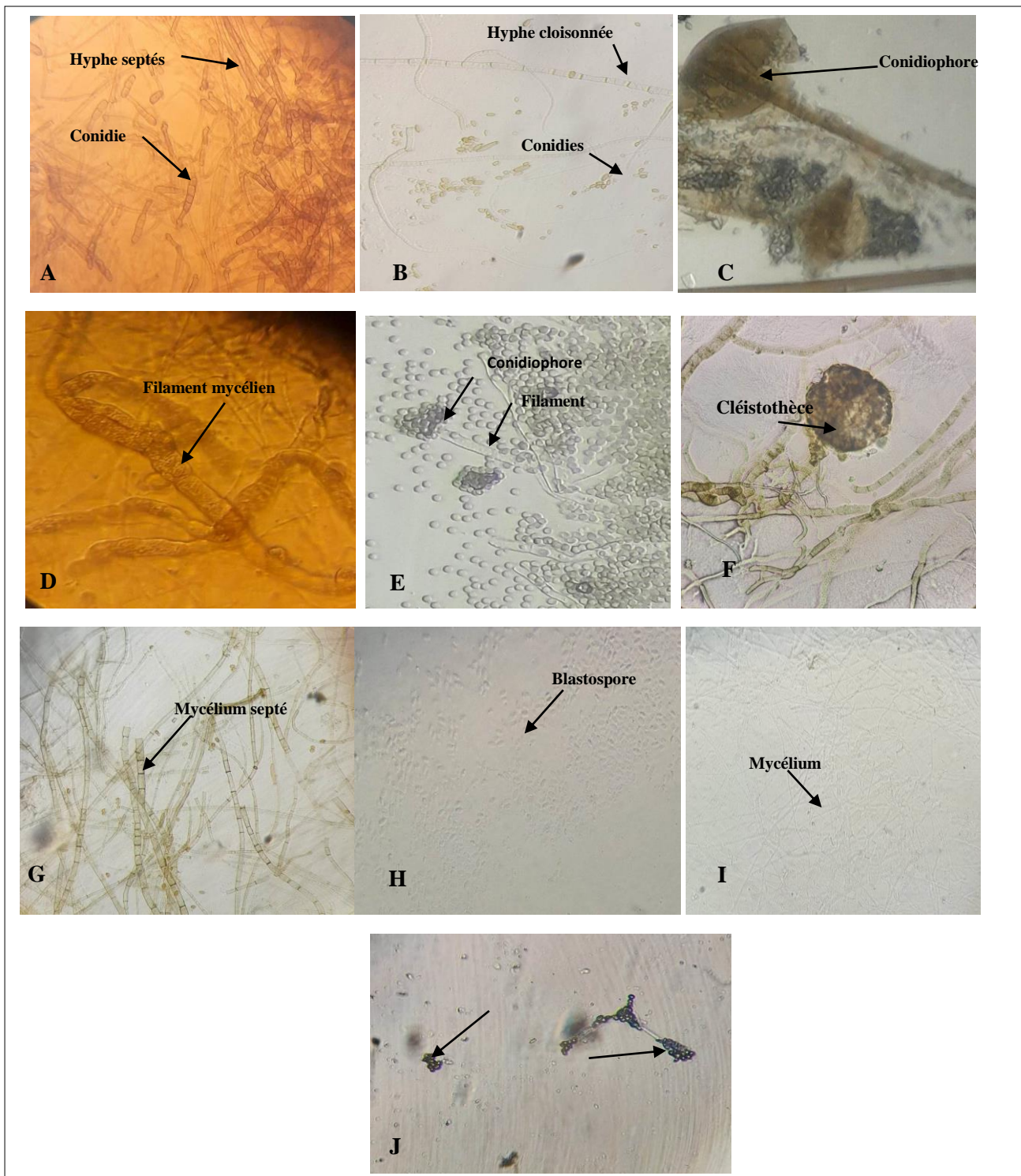


Figure 17 : Genres fongiques recensés des feuilles de *Calicotome spinosa* observés sous le microscope optique au grossissement (Gr x400). **A.** conidies et filament *Alternaria*, **B.** filaments mycéliens et spores de *Cladosporium*, **C.** conidiophore de *Mucor*, **D.** Filaments mycéliens de *Neoscytalidium*, **E.** *Penicillium*, **F.** cléistothèque *Phoma*, **G.** *Rhizoctonia*, **H.** *Rhodotorula*, **I.** *Trichophyton*, **J.** verticille de *Penicillium*.

A partir des données ci-dessus, les pourcentages d'abondance des genres fongiques colonisateurs des feuilles de *Calicotome spinosa* sont classés du plus au moins abondant comme suit : *Trichophyton* (31,33%), *Rhizoctonia*(19,33%), *Cladosporium*(16%), *Alternaria*(11,33%), *Mucor* (5,2%), *Rhodotorula* (4%) et enfin (2%) pour chacun des genres *Neoscytalidium*, *Penicillium*, *Phoma*, les isolats non identifiés (SNI) représentent une valeur de (6,66 %) de l'ensemble des isolats fongiques (figure18).Aussi la figure 19 montre une répartition par sujet de chaque genre identifié.

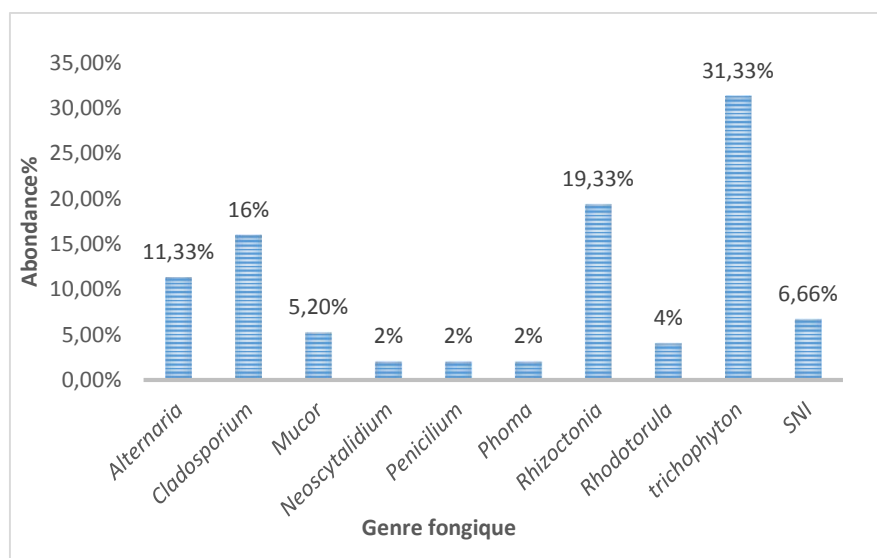


Figure18 : Abondances des genres fongiques recensés dans les feuilles de *Calicotome spinosa* de la région d’Ouaguenoun wilaya de Tizi-Ouzou.

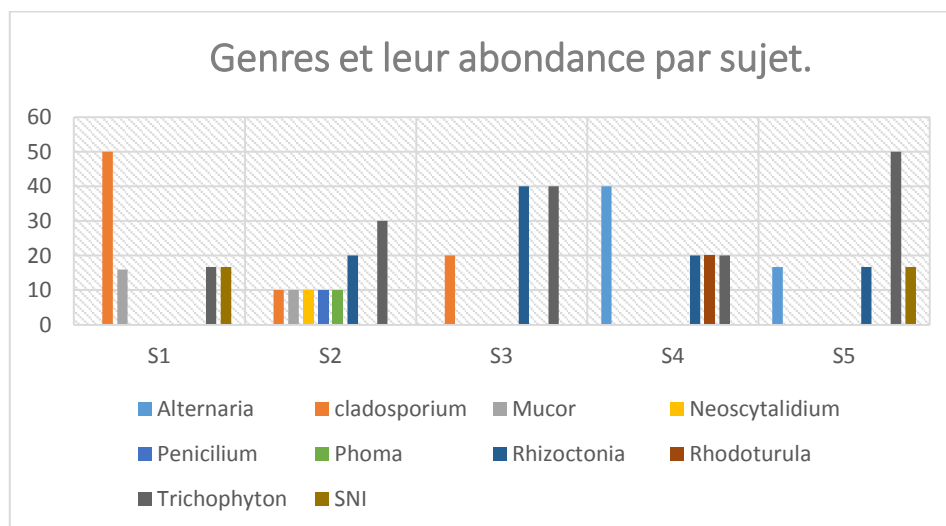


Figure19 : Abondances par sujets des genres fongiques recensés dans les feuilles de *Calicotome spinosa* de la région d’Ouaguenoun wilaya de Tizi-Ouzou.

## 1.2. Discussion

Dans cette étude, ou nous avons évalué la diversité des champignons endophytes associés aux feuilles de *Calicotome spinosa*. Les résultats montrent que les champignons endophytes sont très diversifiés, même dans une seule feuille. Ce qui nous mène à dire que nos résultats vont dans le même sens que ceux de Kacel (2021) et Fahem (2022) sur les mycoendophytes foliaire de la même essence dans deux régions différentes Tala n Tazart et Tizi-Gheniffe (Tizi-Ouzou, Algérie) respectivement, les résultats de leurs travaux indiquent que l'un des traits les plus caractéristiques des champignons endophytes est leur diversité importante.

Pour notre étude la plupart des champignons endophytes appartiennent à l'embranchement des Ascomycota même chose pour l'étude de Kacel (2021) et Fahem (2022) ou la majorité des genres identifiés sont des Ascomycota, ce phylum présente une grande diversité (Arnold, 2007). Ils jouent un rôle essentiel dans la génétique (Wallen et Perlin, 2018), l'écologie (Belnap et Lange, 2005) et phylogénie (Lopez-Giraldez et al., 2009). Dans le cas des Basidiomycota, l'abondance en genres fongiques endophytes est peu abondante (Zhang et Yao, 2015). Ceci va aussi dans le même sens de nos résultats.

Les microorganismes endophytes jouent un rôle important dans les systèmes écologiques en façonnant les communautés végétales et en médiatisant les interactions écologiques. ils confèrent à la plante la capacité de résister aux différents stress (abiotique et biotique) et l'amélioration de l'assimilations des nutriments nécessaire à la croissance de cette dernière (Zhang et al., 2008 ; Miral, 2018). Il a été constaté que ces champignons améliorent la tolérance de leurs plantes hôtes (Arnould et herre, 2003 ; Vegga, 2008 ; Rocha et al., 2011). Plusieurs études ont démontré que les plantes associées à des champignons endophytes ont été plus tolérante à la sécheresse, la salinité et les contrainte de température (Par YH et al., 2012 ; Liarz et ezra, 2014 ; Tian et al., 2020 ; Adelek et al., 2022).

Ces endophytes produisent des substances à utilisations potentielle en médecine, en agriculture ou encore en industrie (Vijeshwar et al., 2008). Les endophytes quant à eux trouvent en leur hôte une protection par la colonisation rapide et l'épuisement des substrats disponibles et limités de sortes qu'aucune source nutritive ne soit disponible pour les agents pathogènes (Pal et Gardener, 2018). Les plantes sont constamment menacées par une variété d'agent qui pourrait être le résultat de la compétition interspécifique, parasites, invertébrés, herbivores, les maladies causées par des agents phytopathogènes (Liarz et Ezra, 2014).

Dans notre étude le genre *Trichophyton* est le plus abondant, Il est cosmopolite, avec une prévalence dans les régions tropicales et méditerranéennes. Ses espèces ont la capacité d'utiliser la kératine, elles se développent dans le tissu mort des cheveux, des ongles et de la peau (Boddy, 2016).

*Rhizoctonia* regroupe des espèces de champignons Basidiomycota, elles sont ubiquistes et variables dans la nature, elles peuvent être des agents de lutte biologique utiles contre les maladies des plantes ormentales et d'autre sont des endophytes d'orchidée importantes pour le développements des plantes (Baruch et al., 1996). Les feuilles du *Calicotome spinosa* sur lesquelles nous avons isolé des champignons endophytes, ne présentaient pas de symptômes de maladies. Toutes les feuilles étaient saines. Ceci nous permis de dire que le *Rhizoctonia* a joué un rôle important dans la lutte biologique de cette essence.

D'autre champignons ont été signalé tel que le genre *Cladosporium* qui est un champignon Ascomycota, avec une croissance lente à modérément rapide sur tous les milieux (Lyatim, 2008). Le genre *Cladosporium* a une distribution cosmopolite et est rencontré sur toutes sortes de végétaux, il est souvent isolés du sol de nourriture, de la peinture, des textiles, d'autre débris organiques (Ellis 1971 et 1976 ; Bensch et al., 2012), de l'air ambiant et comme contaminants des aliments, certaines de ses espèces sont prédominantes dans les régions tropicales et subtropicales, la plus parts des espèces ne poussent pas à des températures supérieurs à 35 °C (Ogorek et al., 2012). Une étude a montré que le champignon endophytes *Cladosporium* isolé du laurier rose *Nerium oleander* est doté d'une bonne activité insecticide contre *Aconthoselides obtectus* (Laib, 2014).

Les *Alternaria* sont des saprophytes ou des parasites de plante très répandus. Ils ont été reporté comme étant des champignons endophytes colonisant plusieurs plantes hôtes y compris des plantes médicinales (Shankar et al., 2008 ; Aly et al., 2008 ; Woudenberg et al., 2013 ; Govindappa et al., 2014 ; Salmi, 2022). Ils se trouvent dans une variété d'habitats comme agents omniprésents de dégradation. Certaines espèces sont pathogènes des plantes, elles causent un éventail de pathologie pour la plante hôte. Les premiers symptômes apparaissent sur les feuilles de la base puis ils s'étendent sur le reste du feuillage (Michel Magnenat, 1991). Dans notre cas selon la couleur verte des feuilles du *Calicotome spinosa* on déduit que l'*Alternaria* n'a pas provoqué de maladie sur les feuilles malgré sa présence avec une abondance peu importante.

Certains isolats de champignons endophytes sont très faiblement répandus, tels que *Mucor*, *Phoma*, *Neoscytalidium*, *Rhodotorula* et en dernier *Penicillium*.

*Mucor* est un champignon Zygomycota, ses stratégies écologiques consiste en une croissance et une sporulation importantes mais une faibles persistances dans le milieu (Morin-Sardin et al., 2017). Ces résultats peuvent expliquer la faible abondance en ce genre dans notre étude. L'étude de Et et al. (1972) montre qu'il a une forte capacité d'absorption de l'humidité, d'adhérence à de nombreuses surfaces et de dispersion dans l'air humide, il peut se développer rapidement dans l'environnement si les conditions sont favorables. Il présente une faible tolérance aux faibles activités de l'eau (Morin Sardin et al., 2016). Mais il est capable de coloniser des niches écologiques extrêmement divers (Walther et al., 2013 ; Annie, 2018). Toutes ces études peuvent nous montrer que cette faible abondance peut augmenter avec l'augmentation des conditions climatiques (température, humidité, précipitation) du site d'échantillonnage.

*Penicillium* est un champignon Basidiomycota, ubiquiste très commun dans l'environnement et pouvant être responsable de nombreuses dégradations telles que les substances organiques ou de végétaux en décomposition (Kiffer et Morellet, 1997). Ce genre a été isolé en tant qu'endophyte pour différentes Algues ; les chercheurs ont révélé une cytotoxicité et des activités inhibitrices contre les pathogènes fongiques (Goncalves et al., 2019). Il améliore la croissance des plantes et produit un grand nombre de métabolite secondaire (Ghareeb et al., 2019 ; Singh et al., 2020). Selon Khan et al., (2011), le *Penicillium* isolé à partir de *Glycine max.* (soja) améliore la croissance de leur plante hôte en régulant la biosynthèse des phytohormones et des flavonoïdes. La présence de ce genre parmi le cortège microbien permet d'améliorer la croissance et e développement de *Calicotome spinosa*.

Les champignons du genre *Neoscytalidium* se trouvent principalement dans les environnements tropicaux comme en Amérique du sud en Asie du Sud-Est, en Inde et en Afrique (Machourat et al., 2013). Ils sont caractérisés par une activité antifongique très élevée (Abdel-Motaal et al., 2010). Ils sont omniprésents à l'intérieur des feuilles, sur le sol des forêts, sur le bois en décomposition et en eau douce (Hawkes et al., 2005). Ces résultats concordent avec les nôtres.

Les champignons du genre *Phoma* sont des champignons endophytes qui appartiennent aux Ascomycota, dont plus de 220 espèces sont actuellement reconnues. Ils sont omniprésentes dans la nature, ils occupent de nombreuses niches écologiques, les espèces

de ce genre ont la forme d'une pycnide et produisent des chlamydo-spores. Plusieurs espèces ont été montrées comme champignons phytopathogènes qu'on retrouve sur des cultures économiquement importantes (Aveskamp et al., 2008). Le champignon endophyte *Phoma* isolé du concombre augmente la biomasse végétale dans des conditions de stress hydrique (Waqas et al., 2012). La présence de ce genre parmi le cortège microbien identifié chez la feuille du *Calicotome spinosa* joue un rôle important dans le maintien de cette essence dans cet écosystème.

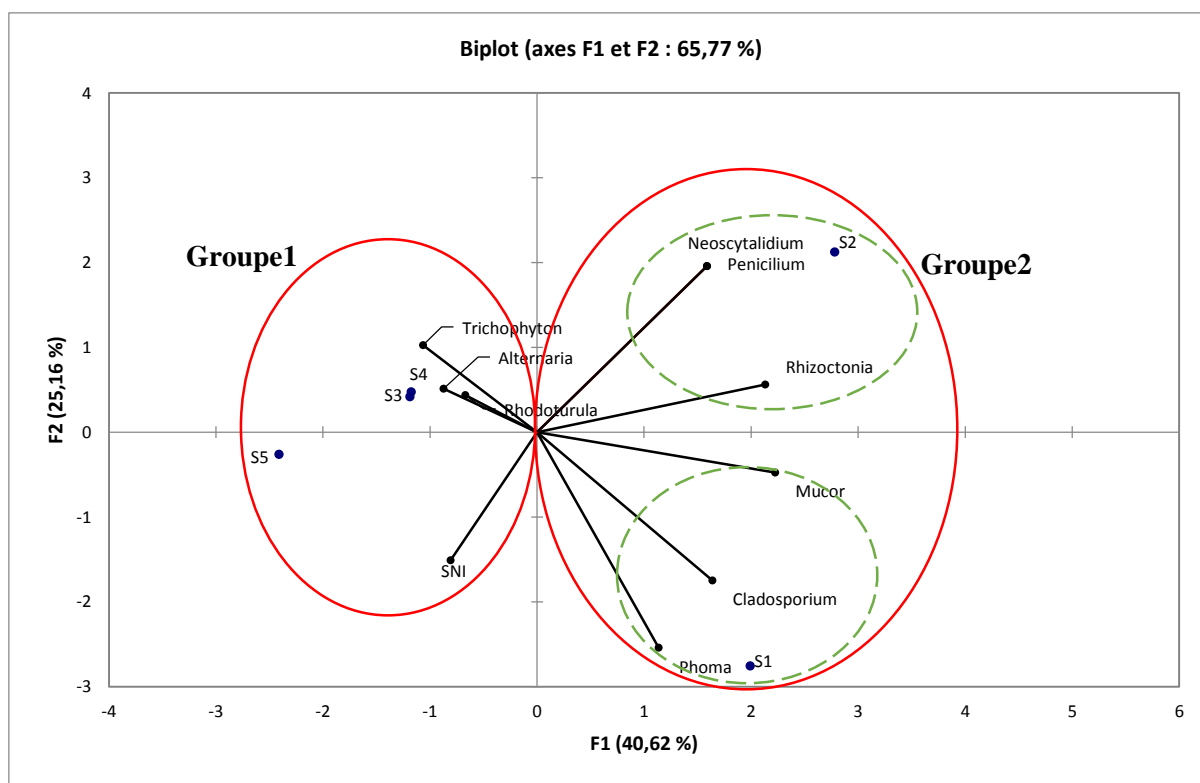
## 2. Analyse en composante principale (A.C.P)

Une analyse en composante principale (A.C.P) a été réalisée avec le logiciel stat box 6.40X40 (2003), afin de montrer la répartition des différents genres de mycoendophytes identifiés selon les sujets échantillonnés du *Calicotome spinosa* de la station d'Ouaguenoun Tizi-Ouzou (Figure 19). Cette analyse explique (65.77%) du phénomène avec (40.62%) pour l'axe F1 et (25.16%) pour l'axe F2 de l'inertie totale (Figure 20).

Selon l'axe F1. Deux groupes s'individualisent :

Pour le premier groupe nous remarquons la présence des genres suivants : *Trichophyton* qui est le plus abondant, suivie par *Alternaria* et *Rhodotorula* identifiés sur les sujets (3), (4) et (5) (Figure 20) ;

Pour le deuxième groupe, nous remarquons la présence des genres suivants : *Neoscytalidium*, *Penicillium*, *Rhizoctonia*, *Mucor*, *Cladosporium*, *Phoma*, sur les sujets (1) et (2). Il se subdivise en deux sous-groupes, le sous-groupe 1 porte sur le *Rhizoctonia* le plus abondant, *Penicillium* et *Neoscytalidium* identifiés chez le sujet 2, le sous-groupe 2 porte sur le *Mucor*, *Cladosporium* le plus dominant et *Phoma* identifiés chez le sujet 1 (Figure 20).



**Figure20** : Représentation de l'analyse en composantes principales(ACP) des genres de champignons endophytes recensés au niveau des feuilles des différents sujets de *Calicotome spinosa* échantillonnés dans la station de Ouaguenoun dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

### 3. Matrice de corrélation

Pour essayer de comprendre les différentes interactions qui existent entre les genres de mycoendophytes recensés au niveau des feuilles de *Calicotome spinosa*, nous avons fait une matrice de corrélation (tableau07) cette dernière donne des coefficients de corrélation entre les genres de mycoendophytes pris deux à deux. Parmi les corrélations significatives, certains sont positives (ce qui signifie que les variables varient dans le même sens), d'autre sont négatives (ce qui signifie que les variables varient dans des sens opposés).

A partir du tableau 7, nous pouvons voir que les plus fortes corrélations positives au niveau des tissus foliaire de *Calicotome spinosa*, sont entre *Neoscytalidium- Rhizoctonia* (0.67), *Mucor-Cladosporium* (0.75), *Penicillium-Rhizoctonia* (0.67), *Mucor-Phoma* (0.61) *Phoma-Cladosporium* (0.87). Des fortes corrélations négatives sont ressorties telles que entre *Trichophyton-Rhodotorula* (-0.55) et *Alternaria-Mucor* (-0.55).

**Tableau07** : Matrice des corrélations entre les taxons de mycoendophytes recensés chez les feuilles des différents sujets de *Calicotome spinosa* échantillonnés dans la station de Ouaguenoun dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

Matrice de corrélation										
Variabes	<i>Phoma</i>	<i>Rhizoctonia</i>	<i>Rhodotorula</i>	<i>Trichophyton</i>	<i>SNI</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Mucor</i>	<i>Neoscytalidium</i>	<i>Penicilium</i>
<i>Phoma</i>	<b>1</b>	0,3015	-0,2500	-0,5574	0,2500	0,8729	-0,3227	0,6124	-0,2500	-0,2500
<i>Rhizoctonia</i>	0,3015	<b>1</b>	-0,0754	-0,5559	-0,6784	0,5922	-0,0973	0,8001	0,6784	0,6784
<i>Rhodotorula</i>	-0,2500	-0,0754	<b>1</b>	-0,5574	-0,3750	-0,4910	<b>0,0000</b>	-0,4082	-0,2500	-0,2500
<i>Trichophyton</i>	-0,5574	-0,5559	<b>-0,5574</b>	<b>1</b>	0,4502	-0,4397	<b>0,1661</b>	-0,3851	0,0857	0,0857
<i>SNI</i>	0,2500	-0,6784	-0,3750	0,4502	<b>1</b>	-0,0546	-0,4841	-0,1021	-0,3750	-0,3750
<i>Cladosporium</i>	0,8729	0,5922	-0,4910	-0,4397	-0,0546	<b>1</b>	-0,0704	0,7572	0,0546	0,0546
<i>Alternaria</i>	-0,3227	-0,0973	<b>0,0000</b>	<b>0,1661</b>	-0,4841	-0,0704	<b>1</b>	-0,5270	-0,3227	-0,3227
<i>Mucor</i>	0,6124	0,8001	-0,4082	-0,3851	-0,1021	0,7572	-0,5270	<b>1</b>	0,6124	0,6124
<i>Neoscytalidium</i>	-0,2500	<b>0,6784</b>	-0,2500	0,0857	-0,3750	0,0546	-0,3227	0,6124	<b>1</b>	1,0000
<i>Penicilium</i>	-0,2500	0,6784	-0,2500	0,0857	-0,3750	0,0546	-0,3227	0,6124	<b>1,0000</b>	<b>1</b>

#### 4. Comparaison de l'abondance des genres fongiques endophytes et épiphytes

A partir du tableau08, nous pouvons comparer les résultats de notre étude avec ceux de AILAM(2023) sur les épiphytes foliaire de *Calicotome spinosa*. De la région de Ouaguenoun wilaya de Tizi-Ouzou, Parmi les champignons en commun chez les endophytes et les épiphytes on a le genre *Alternaria*, *Cladosporium*, *Neoscytalidium*, *Rhizoctonia*, *Rhodotorula* et *Trichophyton*.

Les genres *Cladosporium* et *Rhizoctonia* sont les plus abondants avec des valeurs de 16% et 19.33% dans notre étude et de 41.67%, 20.83% dans l'étude d'AILAM (2023) respectivement.

Certains genres de champignons recensés au niveau des feuilles de *Calicotome spinosa* sont complètement absents dans l'étude de AILAM, tels que : *Trichophyton*, *Mucor*, *Phoma* et *Penicillium*. En contrepartie, d'autre son présent seulement dans l'étude de AILAM. C'est le cas : d'*Aspergillus*, *Aureobasidium* et *Scopulariopsis*.

**Tableau08:** Comparaison de l'abondance des genres fongiques isolés à partir de la feuille du *Calicotome spinosa* de la région d'Ouaguenoun wilaya de Tizi-Ouzou.

Genres des champignons	Abondance des endophytes	Abondances des épiphytes
<i>Alternaria</i>	<b>11.33</b>	<b>6.25</b>
<i>Aspergillus</i>	/	4.17
<i>Aureobasidium</i>	/	2.08
<i>Cladosporium</i>	<b>16</b>	<b>41.67</b>
<i>Mucor</i>	5.2	/
<i>Neoscytalidium</i>	2	/
<i>Penicillium</i>	2	/
<i>Phoma</i>	2	
<i>Rhizoctonia</i>	<b>19.33</b>	<b>20.83</b>
<i>Rhodotorula</i>	<b>4</b>	<b>6.25</b>
<i>Scopulariopsis</i>	/	2.08
<i>Trichophyton</i>	<b>31.33</b>	<b>6.25</b>
SNI	<b>6.66</b>	<b>8.33</b>

Beaucoup d'endophytes colonisent des organes spécifiques, alors que d'autres sont seulement trouvés dans des racines ou dans des organes de surface mais dans tous les cas chaque organe de l'hôte peut être colonisée et ne se reproduit pas sur d'autres plantes non apparentées dans le même habitat (Holliday, 1998 ; Schulz et Boyle, 2005).

# **Conclusion**

**Conclusion**

La présente étude a pour objectif d'identifier des mycoendophytes foliaires de *Calicotomespinosa* dans la région d'Ouaguenoun (Tizi-Ouzou, Algérie). Afin de montrer leur diversité, l'identification morphologique (macroscopique et microscopique) a montré l'existence de 9 genres, il s'agit de : *Trichophyton*, *Rhizoctonia*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Mucor*, *Rhodotorula*, *Neoscytalidium*, *Penicillium* et *Phoma*.

Le genre *Trichophyton* est plus abondant parmi les genres recensés avec une valeur de (31,33%), suivi par *Rhizoctonia* avec (19,33%). Après vient *Cladosporium*, *Alternaria*, *Mucor*, *Rhodotorula*, *Neoscytalidium*, *Penicillium* et *Phoma* avec des abondances moins importantes. L'analyse en composante principale (A.C.P) adonné deux groupes : le premier groupe avec *Trichophyton*, *Alternaria* et *Rhodotorula* identifiés sur les sujets (3), (4) et (5), le deuxième groupe avec deux sous-groupes, le sous-groupe 1 avec le genre *Rhizoctonia*, *Penicillium* et *Neoscytalidium* identifiés chez le sujet le 2, le sous-groupe 2 avec le *Mucor*, *Cladosporium* et *Phoma* identifiés pour le sujet 1.

Des interactions importantes sont obtenues avec la matrice de corrélation, certaines sont positives telles que : *Neoscytalidium*- *Rhizoctonia* (0.67), *Mucor*-*Cladosporium* (0.75), *Penicillium*-*Rhizoctonia* (0.67), *Mucor*-*Phoma* (0.61) *Phoma*-*Cladosporium* (0.87). Tandis que d'autres sont négatives notées entre *Trichophyton*-*Rhodotorula* (-0.55) et *Alternaria*-*Mucor* (-0.55).

Il est recommandé dans le future de réaliser des études plus approfondies qui visent principalement à :

- Etudier l'interaction endophyte-plante sur le plan génétique ;
- Faire une identification à l'échelle moléculaire des structures non identifiées à partir de ces champignons ;
- Extraire des substances à intérêts industriels à partir de ces populations microbiennes.
- Une identification de la faune et la microflore du sol.

# **Références Bibliographiques**

- **Abdelmalek FZ.(2013)**. Inventaire floristique des fabacées de deux stations du littoral Oranais et historique de deux espèces dominantes, Mémoire de Master II en Ecologie et environnement.Univ Abdou Bekr Belkaid.Tlemcen, 89p.
- **Abdel-motaal FF., Nassar MSM., El-zayat SA., El-sayed MA., Ito SI.(2010)**. Antifungal activity of Endophytic fungi isolated from Egyptian henbane(*Hyoscyamus muticus* L).Pakistan Journal of Botany.42:2883-2894.
- **Adams D.(2004)**. Fungal cell wall chitinases glucanases.micorbiology,vol .150.7p.
- **Adeleke BS., Modupe SA.,Saheed Adekunle A.,Olubukola Oluranti B.(2022)**. Biocontrol mechanisms of endophytic fungi.Egyptian Journal of Biological Pest Control 32 :46.17p.
- **AILAM.( 2023)**. Diversité des champignons épiphytes de la feuille de *Calicotome spinosa* de la région de (Ouaguenoun, Tizi Ouzou, Algérie). Mémoire de Master II. Option Biotechnologie végétale .faculté des sciences biologiques et science agronomiques. Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.p38.
- **Ait Youssef M.( 2006)**, plantes médicinales de Kabylie, Editions Ibis Press, Paris page 80-81.
- **Aksouh A.(2017)**. Caractérisation des intensités de pluie dans la région centre est de l'Algérie en termes d'évolution temporelle et spatiale. Mémoire de master, Ecole nationale supérieur d'hydraulique, Blida, Algérie.58p.
- **Aly AH., Edrada-Ebel R., Indriani ID., Wray V., Muller WEG., Totzke F., Zirrgiebel U., Schachtele C., Kubbutat MHG ., Lin WH.(2008)**. Cytotoxic metabolites from the fungal endophyte *Alternaria sp* and their subsequent detection in its host plant polygonum senegalense.J.Nat.Prod., 71:972-980.
- **Annie L.(2018)**. Caractéristiques génomiques du genre fongique *Mucor* et evolution adaptive liée à différents mode et conditions de vie au sein du genre.Thèse de doctorat de l'université De Bretagne Occidentale.P 205.
- **Anonyme A.(2012)**. Guide illustré de flore Algérienne.
- **Arnold A.(2007)**. Understanding the Diversity of foliar fungal endophytes : progress, challenges, and frontiers fungal Biology Review, 21 p51-66.
- **Arnould A.E et Herre E.A., (2003)**.Canopy cover and leaf age affect colonization by tropical fungal endophytes: ecological pattern and process in *Theobroma cacao* (Malvaceae).Mycologia., 95:388-398.

- **Arnould AE.(2007).** Isolement et caractérisation des champignons filamenteux endophytes contribuant à la tolérance des espèces cultivées à la salinité Mme. Boulamaiz mycoligia 99 :185-206.
- **Arnould AE., et Lutzoni F.(2007) .**Diversity and host range of foliar fungal endophytes : are tropical leaves biodiversity hotspots ? Ecology, 88 ; p 541-549.
- **Aveskanp MM., Degruyter J., Crous PW.(2008).** Biology and recent developments in the systematics of *Phoma* , a complex genus of major quarantine significance. Fungal Diversity 31:1-18.
- **Bagnouls F et Gaussen H.(1953).** Saison sèche et indice xérothermique Bull.Hist.Nat. Toulouse, (88) :143-239.
- **Baruch S., Suha JH., Stephen N., Gerda D.(1996).** Rhizoctonia species: taxonomy, molecular biology, ecology, pathology and disease control. Springer-Sciences+business 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.
- **Bensch U.,Braun JZ., Groenewald PW., Crous .(2012).** The genus *Cladosporium*; studies in Mycology 72:1-40.
- **Bi J., He D. (2009).**Research advances in effects of plants on soil microbial diversity.Chin.Agric.Sci.Bull. 9, p244-258.
- **Boddy L.**2016. Interactions with humans and other Animals. In the fungi (third Edition).
- **Bonnain O., et Daifallah F.(2020).** Champignons endophytes : un puissant agent de lutte biologique et de réservoir de métabolites secondaires bioactif. Mémoire de Master. Université Mohamed El Bachir EL Ibrahim B.B.A.46p.
- **Bouazza M., Mahboubi A., Loisel R.,Benbadji N.(2022).** Bilan de la flore de la région de Tlemcen (Oranie- Algérie) XXII(2),pp.130-136.hal-03558426.
- **Bouchet P., Guignard JL., Pouchus YF.,Villard J.(2005).** Les champignons mycologie fondamentale et appliquée 2ème édition. Masson, Paris, page 47.
- **Boukhari D., Taieb B.(2016).** Thèse de Doctorat extraction dosage et analyse des polysaccharides pariétaux des racines de *Retama raetam* ; Université Mohamed Boudiaf Oran : p6.
- **Bouladjraf N.(2017).** Étude in vitro et in vivo l'efficacité de l'extrait phénolique de *Salvia officinalis* sur *botryis cinerea* et *Rhizoctonia solani*. Mémoire de Master II en Sciences Agronomiques. Université d'Abdelhamid Ibn badis Mostaganem.66p.

- **Canard B., et Senequier-Crozet A. (2016).** Les champignons endophytes : impact sur les écosystèmes et production de molécules d'intérêt thérapeutique. Thèse en Sciences Pharmaceutique. Faculté de Pharmacie de Grenoble ; France.103p.
- **Cardinal M., Lanza A., Bonni ML. Marsala S.,Puglia AM., et Qauatrini P.(2008).** Diversity of *Rhizobia* nodulating wild shrubs of sicily and some neighoring Islands. Archibes microbiology 190 :461-470.
- **Chabane k. (2022).** Diversité des champignons épiphytes de la feuille de *Calicotomespinosa* de la région de (Tizi Gheniffe, Tizi Ouzou, Algérie). Mémoire de Master II. Option Biodiversité et écologie végétale .faculté des sciences biologiques et science agronomiques. Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.38P.
- **Chabasse D., Guigun CL., Contet-Audonneau N.(1999).** Mycologie Médicale. Edition Masson. Paris, page324p.
- **Chen Ko-Hsuan., Miadlikowska J., Molnar K., Arnould A., E M., U'Ren J., Gaya E., Gueidan C., Lutzoni F. (2015).**Phylogenetic analyses of eurotiomycetons endophytes reveal their close affinities to chaetothyriales. Eurotiales, and a new order-phaeomoniellales,Molecular phylogenetics and evolution 85,p117-130.
- **Cherfia R., KARA ALI M., Talhi I., Benaissa A., Kaceme Chaouche N.(2017).** phytochemical analysis antioxidant and antimicrobial activities of leaves and flowers ethyl acetate and n butanol fractions from an Algerian endemic plant *Calycotome spinosa (L.)link* journal of pharmacognosy and phytotherapy.9 (12) :185-196.
- **Cherfia R., Zaiter A., Akkal S., Chaimbault P., Abdelwahab A., Kirsch G., Kacem Chaouche N.(2020).** new approach in the characterization of bioactive compounds isolated from *Calycotome spinosa (L.) Link* leaves by the use of negative electrospray ionization LITMS, LC-ESI-MS/MS, as well as NMR analysis.
- **Chowdhury S., Lata R., Kharwar RN., Gond SK.(2019).**Microbial Endopytes of Maize Seds ans Their Application in Crop Improvements. In :Seed Endophytes. Verma S, White,Jr J.(eds).Springer, Cham .Available from : <https://doi.org/10.1007/978-3-030-10504-4-21>.
- **Christen N., et Sullivan C. (2016).** Plant host and geographic location drive endophyte community composition in the face of perturbation.Microb.Ecol.2016, 72, p.621-632.
- **Christian N., Herre EA., Clay K .(2019).** Foliar endophytic fungi alter patterns of nitrogen uptake and distribution in *Theobroma cacao*. New Phytol 222 p1573–1583. <https://doi.org/10.1111/nph.15693>.

- **Christian N., Herre EA., Mejia LC., Clay K. (2017).** Exposure to the leaf litter microbiome of healthy adults protects seedlings from pathogen damage. *Biol Sci* 284:20170641. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.0641>.p8.
- **Collado J., Platas G., Gonzalez I., Palaez F. (1999).** Geophysical and Seasonal influences on the distribution of fungal endophytes in *Quercus ilex*. *New phytol.* 144 p525-532.
- **Combés AI., Ndoye C., Bance J., Bruzard C., Djadjat J., Dupont B., Nay S., Prado.(2012).** chemical communication between the endophytic fungus *Paraconiothyrium variabile* and the phytopathogen *Fusarium oxysporum*. *PLos One*.
- **Dahou F.(2014).** Etude des sols alluvionnaires d'Oued Metili. Mémoire d'ingénieur. Spécialité : Agronomie Saharienne, option Mise en valeur des sols sahariens. Université Kasdi-Merbah. Ouargla. Algérie. 81p.
- **Damerdji A.(2011).** diversité orthoptérologique sur trois plantes xérophiles dis-doum-gênêt dans les environs de Tlemcen (Algérie nord-occidentale). *REV.IVOIR. SCI-TECHNOL* 17 :67-78.
- **Damerdji A.(2014).** diversité orthoptérologique sur différentes plantes dans les régions de Tlemcen. Acte AFPP deuxième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture. Montpellier 25-26. pages 8.
- **Damerdji A., Djeddid A.(2012).** les orthoptéroïdes associés à une plante xérophile *Calycotome spinosa (L.) link* (Fabacées) dans la région de Tlemcen (Nord-Ouest Algérie). *REV.IVOIR. SCI-TECHNOL.* ,20(2012) 111-123.
- **Damous M., Laribi N., Rezzak L.(2008).** L'isolement des champignons entopathogène à partir du sol. Option microbiologie. Faculté des Sciences. Département de Biologie Moléculaire. Université de Jijel Algérie. 49p.
- **Désprés J.(2012).** L'univers des champignons. Ed. Les presses de l'université de Montréal. 376p.
- **Djeddi S., Djahoudi A.G., Benchalia N., Himour H.(2015).** Antibacterial activity of *Calycotum villosa* (poiret) Link extracts. Article original *Biologie*. Vol 3 : N°1 ; 30-33.
- **Dufersen PS.(2021).** Identification des champignons d'importance médicale, institut national de Quebec. 55p.
- **Ellis MB.(1971).** Dematiaceous hyphomycetes. CMI, Kew.
- **Ellis MB.(1976).** More dematiaceous hyphomycetes. CMI, Kew.

- **Erkmen Y., et Bozoglu TF.(2016).** Food Microbiology, principales into practice édition volume 2.51p.
- **Et MB., Centeleghe JL., Milliere JB.(1972).** Etude d'un accident en fromagerie de type Â « camembert Â » causé par des mucorales. Le lit 52, 141-148.
- **Fahem S. (2022).** Diversité des champignons endophytes de la feuille de *Calicotome spinosa* de la région de (Tizi Gheniffe, Tizi Ouzou, Algérie). Mémoire de Master II. Option Biodiversité et écologie végétale .faculté des sciences biologiques et science agronomiques. Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.46P.
- **Faurie(1978).** Sciences géographiques. Institut de géologie. Editeur Université Louis Pasteur de Strasbourg. Institut de Géologie.52-55.
- **Fleury S. (2006).** Les champignons sont des plantes magazine France, l'internaute.p1.
- **Gadouche L., Azdinia Z, Zenouki KH., Azounni K., Bouinoune S. (2021).** Cytotoxic effect of *Myrtus communis*, *aristochia longa* and *Calycotome spinosa* of human erythrocyte cells. Foods and now materials.no.(2): 379-386.
- **Ghareeb MA., Hamed MM., Saad AM., Abdel-Aziz MS., Hamed AA., Refahy LA.(2019).** Bioactive secondary metabolites from the locally isolated terrestrial fungus *Penicillium sp.*SAM166EGY.Phcog Res.11:162-170.
- **Gimenz C., Cabera R., Reina M., Gonzalez-Coloma A.(2007).** Bentham Science Publishers Ltd. Fungal Endophytes and their Role in Plant Protection Current Organic Chemistry.11,p 707-720.
- **Goncalves FM., Santos L., Bruno MVS., Alberto C., Abereu T., Vicente AC., Estevest et Artur Alves. (2019).** Biodiversity of *Penicillium* species from marine environments in Portugal and description of *Penicillium lusitanum sp.*Nov. a novel species isolated from seawater. International journal of systematic and evolutionary microbiology.p8.
- **Govindappa M., channabasava R., Sadananda TS., Chandrappa CP., Umashankar T.(2014).** Identification of bioactive metabolites by gc-ms from an Endophytic fungus, *Alternaria alternata* and *Tabebuia argentea* and their in vitro cytotoxic activity.Int.J.Biol.pharm.Res.5:527-534.
- **Gundel PE., Rudgers JA., Whitney KD. (2017).** Vertically transmitted symbionts as mechanisms of transgenerational effects. Am J Bot 104:78.p787-792.
- **Gundel PE., Rudgers JA., Whitney KD.(2017).** Vertically transmitted symbionts as mechanisms of transgenerationed effects.Am J Bot 104:787-792.

- **Hamlat I., Hadj D. (2017).** effets insecticides, mycocides et bactericides de l'asphodèle (*Asphodelus microcarpus*) et du calycotome (*Calycotome spinosa*). Mémoire de fin d'étude Master II. Université Akli Mohand Oulhadj. Bouira. Algérie.
- **Hartmann.(2007).** from waste products to ecochemicals : fifty years research of plant secondary metabolism. Phytochemistry. Volume 68.Issues (22-24) :2831-2846.
- **Hawkes M., Rennie R., Sandc.,Vaudry W.2005.***Aureobasidium pullulans* infection: fungemia in an infant and a review of human cases. Diagn .Microbiol Infect Dis.51 (3), 209-213.
- **Helander ML., Sieber TN., Petrini O., Neuvonen S.(1994).**Endophytic fungi in soil's pine needles : spatial variation and consequences of simulated acid rain. Can J of Bot.72 :1108-1113.
- **Holliday P. (1998).**A Dictionary of plant pathology Combridge university Press.Combridge,UK.p387-390.  
<https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.55.0311903.141735>.
- **Huang WY., Cai YZ., Hyde KD., Corke H., Sun M.(2009).** Biodiversity of endophytic fungi with 29 traditional Chinese medicinal plants.Fungal Diversity 33 : pp 61-75.
- **Hyde K.D et Soytong K.(2008).** The fungal endophytic dilemma. Fungal Diversity, 33 : P 163-173.
- **Jacques D.( 1989).** Les champignons et leur culture. 1 vol.969p.
- **James Timothy Y., Peter ML., Joyce EL., Sharon E Mozley S., David P., Martha JP., Gareth WG., Rytas V.(2006).** A molecular phylogeny of the flagellated fungi (Chytridiomycota) and description of a new phylum (Blastocladiomycota). Mycologia 98(6) p 860-7113.
- **Kacel Z.(2021).** diversité des champignons endophytes de la feuille de *Calicotome spinosa* Desf. Mémoire de fin d'étude Master II Biodiversité et Ecologie végétale. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Algérie
- **Kaci Aissa G.(2021).** contribution à l'étude de la biométrie foliaire de *Calicotome spinosa* (Cytise épineux)de quatre stations de la wilaya de Tizi-Ouzou Tizgirt, Maâtkas, Talla n Tazart et Ait Allaoua. Mémoire de Master II, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques UMMTO.Algérie. 64p.
- **Khan AL., Hamayun M., Ahmad N., Hussain J., Kang SM., Kim YM., Adnan M., Tang DS., Waqas M., Radhakrishnan R., Hwang YH., Lee IJ.(2011).** Salinity stress

resistance offered by Endophytic fungal interaction between *Penicillium minioluteum* LHL09 and *Glycine max*. Journal of Microbiology and Biotechnology.21:893-902.

- **Khiralla A., Spina R., Yagi S., Mohamed I., Laurain-Mattar D.(2016).**Endophytic fungi: occurrence, classification, function and natural products.endophytic fungi:diversity, characterization biocontrol.chapter oneEvelyn Hughes(Editor).Imprint:Nova, p 1-19.
- **Kiffer E., et Morlet M. (1997).** Les Deutéromycètes classification et clés d'identification génétique ISSN p 1150-3564.
- **Kofids G., Bosabalidis A., Moustakas M. (2003).** Contemporary sesonal and altitudinal variations of leaf structural features in *oregano (Oregano vulgar L)*. Annals of Botany.92:635-645.
- **Laib DJ.(2014).**Etude de l'activité insecticide du champignons endophytes *Cladosporium*sp isolé du laurier rose *Nerium oleander L*. Apocynaceae Gentianales) sur la bruche des haricots *Acanthoscelides obtectus say*(coleopteran, Bruchidae).Nature&Technologie.p 39à44.
- **Lamoureux Y., Sicard M.(2006).** Connaitre cueillir et cuisinier les champignons sauvage de Québec. Ed. fides Québec, 365p.
- **Le Calvez Tomas. (2009).** Diversité et fonctions écologiques des champignons en écosystèmes hydrothermal marin profond. Thèse de doctorat de l'université de Rennes I. France. 225 Pages.
- **Lentini F., Aleo M., et Amenta., R.(1993).** l'uso popolare delle piantenelle Isole Egadi (Scilia).Giorn Bot Ital.127(3) :702.
- **Li XZ., Song ML., Yao X., Chai Q., Simpson WR., Li CJ., Nan ZB. (2017).** The efect of seed-borne fungi and Epichloë endophyte on seed germination and biomass of *Elymus sibiricus*. Front Microbiol p 8:2488. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02488>.
- **Liarzi O., Ezra D. (2014).** Endophyte-Mediated Biocontrol of Herbaceous and Nonherbaceous plants advances in Endophytic Research. 18:335-356.
- **Llorens E., Sharon O., Camanes G.,Garcia-Agustin P. , Sharon A.(2019).** Endophytes from wild cereals protect wheat plants fromdrought by alteration of physiological responses of the plants to water stress. Environ Microbiol 21 p 3299-3312.<https://doi.org/10.1111/1462-2920.14530>.
- **Lowenfels Jeff.(2018).** Fertiles champignons, le guide de la culture organiques avec les mycorhizes, édition du Rouergue page 38.

- **Lyatim S.2008.** Moisissures d'interet medical étude récente prospective au laboratoire de parasitologie et mycology à l'hopital d'enants de Rabat (A propos de 133 prélèvements).
- **Machourat MP Meni, Helenon R., D Quist N.2013.** Desbos. *Syctalidium* and *scyctalidious*: what's new in 2012? Journal of Medical Mycology = journal de Mycologie Medical, Elsevier Masson.2013, 23(1), pp.40-46.
- **Mahmoud FM., Krimi Z., Maciá-Vicente JG., Errahmani MB., Lopez-Llorca LV.(2017).** Endophytic fungi associated with roots of date palm (*Phoenix dactylifera*) in coastal dunes. Revista Iberoamericana De Micol 34 p 116–120.
- **Mahmoud. (2017).** Activités Biologiques des champignons endophytes isolés de palmier dattier (*Phoenix datliferz L.*). Ecole National Supérieur Agronomique d'El Harrach Algérie.164P
- **Mebirouk Boudechiche L.Boudechiche L., Chemmam M., Djaballah S., Bouzourea I., Cherfia C.(2015).** une estimation de la biomasse foliaire fourragère de *Pistacia lentiscus* et *Calycotome spinosa*, arbuste du subéraies en Algérie, p83.
- **Meddour R.,Meddour O., Derridj A.(2009).** la flore médicinale est ses usages actuels en Kabylie (wilaya de Tizi-Ouzou Algérie) quelques résultats d'une étude ethnobotanique, Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie revue des régions Arides 181-201.
- **Menand Mathieu, Michel Laroche.(2021).** Guide photographique des fleurs sauvages Edition TERRAN.FRANCE.
- **Michel M.(1991).** Maladies et ravageurs de la pomme de Terre . Edition TH.Mann.Gelsenkirchen-buer ISBN-7862-0090-4. Verlaght-mann-nordring 10 D 4650 gelsenkirchen-buer:21-22-23.
- **Miral A.(2018).** *Helichrysum italicum* et ses macromycètes endophytes : Diversité et biotransformation. Thèse de doctorat Université Toulouse III Paul Sibatier 132P.
- **Mokhtari M.(2012).** Etude phytochimique de la plante *Calycotome spinosa Link.* Mémoire de magister Université EL-Hadj Lakhdar, Batna.Algérie.
- **Morin –sardin S., Rigalma K., Coroller L., Jany JL., Coton E.(2016).** Effect of temperature, pH and water activity on *Mucor sp* growth on synthetic medium, cheese analog and cheese.Food Microbiology 56,69-79.
- **Morin-Sardin S., Nodet P., Cotton E., Jany JL.(2017).***Mucor*: A janus-faced fungal genus with human health impact and industrial applications.Fungal Biology Review 31,12-32.

- **Müller CB. (2004).** Les endophytes influencent les réseaux alimentaires des insectes, *Journal Hotsport Diversité des Champignons* 10 P 1-5.
- **Nasraoui N.(2015).** Les champignons et pseudo-champignons pathogènes des plantes cultivées, *Biologie, nouvelle systématique*. Ed. l'INAT, 199p.
- **Nerva L., Turina M., Zanzotto A., Gardiman M., Gaiotti F., Gambino G.,Chitarra W .(2019).** Isolation, molecular characterization and virome analysis of culturable wood fungal endophytes in esca symptomatic and asymptomatic grapevine plants. *Environ Microbiol* 21p 2886–2904.
- **Obsourn AE., QIX., Townsend B., Qin B. (2003).**Dissecting plant Secondary metabolism constitutive chemical defenses in cereals.*New phtologist*.159 : P 101-108.
- **Oeses R., Valenzwla S., Freer J., Sanfuentes E., Rodriguez J. (2008).** Fungal endophytic in Xylem of healthy chilan tree and their possible role in early wood decay. *Fungal Deversity* 33 p77-86.
- **Ogorek R., Lajman A., Pusz W., Miluch A., Miodynska P.(2012).** Characteristics and taxonomy of *Cladosporium* fungi.vol (19) n<sup>0</sup>2:80-85.
- **Padhi L., Mohanta YK.,Penda SK.(2013).**Endophytic fungi with great promises : A review-*Journal of advances pharmacy Education Research* 3(3) p152-170.
- **Park YH., Lee SG., Ahm DJ., Kwon TR., Park SU., Lim HS.(2012).** Diversity of fungal endophytes in various tissues of *Panax ginseng* meyer cultivated in Korea.*J Ginseng Res*.2012;36:211-7.
- **Parson WT., Cuthberston EG.(2001).** noxious weeds of Australia.CSIRO publishing .collingwood.Australia.698pp.
- **Paulus B., Kanowski J., Gadek P., Hyde KD.(2006).** Diversity and distribution of saprobic microfungi in leaf litter of an Australian Tropical rainforest. *Mycological Research* 110 p1441-1454.
- **Perrou I. (1990).** Les principales maladies nématodes de la pomme de terre. *International patato centre*.96p.
- **Petrini O. (1991).** Fungal endophytes of tree leaves, In : Andrews J, Hirano S. eds. *Microbial Ecology of leaves*. New York : springer verlag,p 179-197.
- **Quézel P et Santa S.(1963).** Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales, tome2, Ed, Centre Nationale de la recherche scientifique, PARIS. Pp .935-936.

- **Rameau JC., Manison D., Dumé G.(2008).** Flore forestière française guide écologique illustré. Région méditerranéenne. Vol3.Ed. Forêt privée française.
- **Ramède F.(1993).** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Ed. Des sciences de l'environnement. Ed. Dunod, Paris 690-822p.
- **Ramède F.(1994).**Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed. Science international, Paris, 579p.
- **Raven PH., Losos JB., Mason KA., Duncan T.(2020).** Biologie. 5ème édition, Paris, 642, 643, 645,653p.
- **Raven PH., Mason KA.,Johnson GB., Losos JB. , Singer SR.(2017).**Biologie 4ème édition. 621,629p.
- **Ren A., Clay K .(2009).** Impact of a horizontally transmitted endophyte, *Balansia henningsiana*, on growth and drought tolerance of *Panicum rigidulum*. Int J Plant Sci 170 p 599–608. <https://doi.org/10.1086/597786>
- **Rocha ACS., Garcia D., Uetanabaro APT., Garneiro RTA., Araujo IS., Mattos CRR., Goes-Neto A. (2011).** Foliar endophytic fungi from *Hevea brasiliensis* and their antagonism on *Microcyclus ulei*. Fungal Diversity 47, 75-84.
- **Rodriguez RJ., White J., Arnold AE., Redman R. (2009).** Fungal endophytes, diversity and ecological roles. New Phytol. p 314-330.
- **Roland JC. Et Vian B.1985.** Atlas de Biologie végétale-Tome1: organization des plantes sans fleurs. Ed Masson.136p.
- **Saidi B., Latrech A., Mehdadi Z., Hakemi Z., Dadache M. , Ammar B.(2015).** Florestic, ethnobotanical and phytotherapy studies of medicinal plants spontaneous in the area of mountainis tessala, western Algeria .global journal of medicinal plant research 3 (5) :5.
- **Saikkonen K., Saari S., Helander M. (2010).** Defensive mutualism between plants and endophytic fungi ? fungal divers 41 p 101-113.
- **Saikkoun K., Feath S., Helander M., Sullivan T. (1998).** Fungal endophytic : A continuum of interactions with host plants Annual Review of Ecology and Systematics 29 p 319-343.
- **Salmi A., Boulila F., Bourebaba Y., Roux C., Belhadi D., Lajudie P., (2018).** Phylogenetic diversity of *Bradyrhizobium* strains nodulating *Calicotome spinosa* in the north east of Algeria.systematic and applied microbiology 41 :452-459.

- **Salmi Dj.(2022).** Isolement et identification de champignons endophytes foliaires *d'Urtica dioica L.* Etude de leur activité biologique. Thèse de doctorat en Sciences Biologiques, Biochimie appliquée aux bio-industries. Université Mouloud Mammeri de Tizi\_Ouzou. P244.
- **Sango R.(2006).** le rôle des plantes médicinales en médecine traditionnelle, développement, environnement et santé. 10<sup>ème</sup> école d'été de L'IEPF et SIFEE du 06 au 10 juin 2006, p53 Université Bamako, Mali.
- **Sari M., Hendel N., Boudjelal A., Benkhaled A.(2013).** ethnobotanical study of medicinal flora used by the people of the forest EL Haourane- Msila (Algérie). journal of ecogritourism 9(2):27.
- **Sarvani B., Shirisha T., Blesseena A., Narute T.(2020).** Fungal endophytes : classification and functional role in sustainable agriculture. Krishi Scie Magazine Agric Scil p 24-27.
- **Schardl C., Carven K.(2003).** Interspecific hybridization in plant-associated fungi and oomycetes : a review. Mol Ecol 12 p 2861-2873. <https://doi.org/10.1046/j.1365-29x.2003.01965.x>.
- **Schardl CL., Leuchtmann A., Spiering MJ.(2004).** Symbioses of grasses with seedborne fungal endophytes. Annu Rev Plant Biol 55 :315340.
- **Schulz B., Boyle C.(2005).** The endophytic continuum Technical University of Braunschweig , Splimannstr. Germany. 64 pp. **Schulz B., Boyle C., Draeger S., Rommert AK., Krohn K.(2002).** Endophytic fungi: a source of novel biologically active secondary metabolites. Mycological Research. 106:9996-1004.
- **Segarra JI., Bailly G., Chassaing O., Favre., Jean T., Metz F., Meunier C., et Piétre.(2015).** Biologie BCPST 2eme années. Ellipses, Paris.
- **Seiber TN.(2002).** Fungal root endophytes. In : plant roots the Hidden Half, 3rd ed., rev. and expanded (Waisl Y., Eshel A., Kafkafi U. (eds), New York, Basel. MARCEL Dekker p 887-917.
- **Selin KA., EL-Beih AA., Abd EL-Rahman TM., el-Diwary AI.(2012).** Biology of endophytic fungi. curr RES Environ Appl Mycol 2(1) p31-82.
- **Seltzer P.(1946).** Le climat de l'Algérie .Inst, Météo .Phys. Globe de l'Algérie. Université d'Alger. Ed. Carbohel, 219 p.

- **Shanker NB., Shashikala J., Krishnamurthy YL.2008.** Diversity of fungal endophytes in shrubby medicinal plants of Maland region, Western Ghats , sowthern. India. Fung.Ecol.1:89-93.
- **Singh P.,Sharma A., Bordoloi M.,Nandi SP.(2020).** Molecular identification of Endophytic fungi isolated from medicinal plant.Biointerface Res Appl Chem.10:6436-6443.
- **Su ZZ., Mao LJ., Li N., Feng XX., Yuan ZL., Wang LW., Lin FC., Zhang CL .(2013).** Evidence for biotrophic lifestyle and biocontrol potential of dark septate endophyte *Harpophora oryzae* to rice blast disease. PLoS ONE 8:e61332. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061332>.
- **Suryanarayanan TS., Thirunavukkarasu N., Govindarajulu MB., Gopalan V.2012.** Fungal endophytes : an untapped source of Biocatalytes. Fungal Diversity 54 p 19-30.
- **Tanney JB., Douglas B.,Seifert KA.(2016).** Sexual and asexual states of some endophytic Phialocephala species of *Picea*. Myco 1108 p 255-280.
- **Tian L., Lin XL., Tian J., Ji L ., Chen YL., Tran LSP., Tian CJ.(2020).** Reseach advances of beneficial microbiotat Associated with crop plants.Int J Mol Sci.2020; 21:1792.
- **Tligui H., Ouadaina W.,El ftouh S.,Madda F.,Hesseissen L.(2018).** Une ulcération due à *Rhodotorula mucilaginosa* chez un enfant immunodéprimé. Journal de Mycologie Médicale volume28, Issue1, pages 215-217.
- **Toubal-Boumaza O.(1986).** Phytoécologie biogéographie et dynamique des principaux groupements végétaux massif de l'Edough (Algérie nord-orientale). Cartographie à 1/25000. Thèse de doctorat de 3éme cycle. Grenoble, Université des Sciences et Technologie Méditerranéenne.France.p....
- **Vasundhara M., Reddy MS.,Kumar A.(2019).** Secondary Metabolites from Endophytic Fungi and their Biological Activities. In new and future developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering. p 237-258 Elsevier.
- **Vega FE., Posada F., Aime MC., Ripoll MP., Infante F., Rehner SA.(2008).** Entomopathogenic Fungal endophytes.Biological contrôle : 72-82.
- **Vijeshwar V., Pankaj S., Amardeep K.(2008).** Endophytes: A Novel Source for bioactive Molecules .Proc Indian Nath Sci Acd 74, 73-86.
- **Wallen RM et Perlin MH.(2018).** An overview of the fonction and maintenance of sexuel reproduction in dikaryotic fung frontiers in Microbiology :503-527.

- **Wallen RM., et Perlin MH. (2018).** An overview of the fonction and maintenance of sexual reproduction in dikaryotic fung frontiers in Microbiology: 503-527.
- **Walther G., Pawlowska J., Alastruey-Izquierdo A., Wrzosek M., Rodriguez-Tudela JL., Dolatabadi S., Chakrabarti A., Hoog GS.(2013).**DNA barcoding in Mucorales: An inventory of biodiversity.Persoonia: Molecular phytoeny and Evolution of fungi 30,11-47.
- **Waqas M., Latif Khan A., Kamran M., Hamayum M., Kang SM., Kim YH., Lee IJ.(2012).** Endophytic Fungi Produce Gibberellins et Indoleacetic Acid promotes Host Plant growth during stress. Molecules, 17:10754-10733.
- **Wiewióra B., Żurek G., Pańka D.(2015).** Is the vertical transmission of Neotyphodium lolii in perennial ryegrass the only possible way to the spread of endophytes? PLoS ONE 10:e0117231.
- **Wilfried S., Marny Ursula S.(2000).** guide vigot de la flore d'Europe.
- **Woudenberg HC., Groenewald JZ., Binder M., Crous P.2013.***Alternaria* redefined. Studies in Mycology, 75:171-212.
- **Yiling Zyo., Qinnan Hu., Kaixun Zhang and Xueli He.(2022).**Host and Tissue Affiliations of Culturable Endophytic Fungi Associated with Xeropytic Plants in the Desert Region of Northwest China.Agronomy2022, 12, 727.<https://doi.org/10.3390/agronomy12030727>.p19.
- **Zabalgogea I.(2008).** Fungal endophytes and their interaction with plants pathogenes. Spanich Journal of agricultural Research p 138-146.
- **Zand Rachel SR., David JA jenkins., Eleftherios P., Daimandis.(2002).** Flavonoïdes et cancers hormonodépendants stéroïdiens jchromatogi B analyt technol Biomed life sci 25,777(1-2) :219-32.
- **Zhang Tao et Yao Yi-Feng.(2015).**Endophytic Fungal communities associated with vasculaire plants in the high arctic zone are highly diverse and host-plant specific. PLOS ONE P16.
- **Zhang Yujie., Zhang Yan., Maojun Liu., Xiaodong Shi., Zhiwei Zhao.(2008).**Dark septate endophyte(DSE) fungi isolated from metal polluted soils: Their taxonomic position, tolerance, and accumulation of heavy metals in Vitro. The journal of microbiology46,624-632.

- **Zhao J., Zahou L., Wang J.,Shan T., Zhong L., Liu X., Gao X.(2010).**Endopytic fungi for producing bioactive compounds originally from their host plants, appl. Microbil. Biotech. 567-576.
- **Zulfekar. (2013).** Reproduction of Fungi, an Assignment on Reproduction of Fungi.p1.

## Résumé.

*Calicotome spinosa* L est une plante de la famille des Fabacée. Le présent travail vise à étudier la diversité des mycoendophytes présents dans les feuilles de cette essence. L'échantillonnage a été fait dans la région d'Ouaguenoun (Tizi-Ouzou, Algérie) en mois de Mars 2023 sur cinq sujets choisis d'une manière aléatoire, suivie par une mise en culture sur P.D.A et une incubation et isolement. Les observations macroscopique et microscopique des souches isolés ont permis de montrer 9 genres de champignons endophytes, il s'agit de : *Alternaria*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Neoscytalidium*, *Rhizoctonia*, *Rhodotorula*, *Phoma*, *Penicillium* et *Trichophyton*. Le calculs d'abondance montre que *Trichophyton*, *Cladosporium*, *Rhizoctonia* et *Alternaria* sont les plus dominants. Selon l'analyse composantes principales, deux groupe semblent s'individualiser, le premier groupe concerne les sujets (S3, S4, S5), avec une présence des genres : *Trichophyton*, *Rhodotorula* et *Alternaria*. Le 2 ème groupe concerne les sujets (S1 et S2), avec une présence des genres : *Neoscytalidium*, *Rhizoctonia*, *Penicillium*, *Mucor*, *Cladosporium* et *Phoma*. Des corrélations parfois positives et pour d'autres négatives sont décrites entre la majorité des genres fongiques inventoriés. Les résultats de cette étude suggèrent que les feuilles de *Calicotome spinosa* est considéré comme hotspot de la diversité en champignon endophyte chez cette essence dans cet écosystème.

**Mot clés :** mycoendophytes foliaire, diversité, *Calicotome spinosa*, Ouaguenoun, Tizi-Ouzou, Algérie.

## Summary

*Calicotome spinosa* L is a plant of the Fabaceae family. The present work aims to study the diversity of mycoendophytes present in the leaves of this species. Sampling was done in the Ouaguenoun region (Tizi-Ouzou, Algeria) in March 2023 on five randomly selected subjects, followed by culture on P.D.A and incubation and isolation. The macroscopic and microscopic observations of the isolated strains made it possible to show 9 genera of Endophytic fungi, these are: *Alternaria*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Neoscytalidium*, *Rhizoctonia*, *Rhodotorula*, *Phoma*, *Penicilium* and *Trichophyton*. Abundance calculations show that *Trichophyton*, *Cladosporium*, *Rhizoctonia* and *Alternaria* are the most dominant. According to the main component analysis, two groups seem to be individualized, the first group concerns the subjects (S3, S4, S5), with a presence of the genera: *Trichophyton*, *Rhodotorula* and *Alternaria*. The second group concerns the subjects (S1 and S2), with a presence of the genera: *Neoscytalidium*, *Rhizoctonia*, *Penicilium*, *Mucor*, *Cladosporium* and *Phoma*. Sometimes positive and sometimes negative correlations are described between the majority of fungal genera inventoried. The results of this study suggest that the leaves of *Calicotome spinosa* should be considered as a hotspot for Endophytic fungal diversity in this species in this ecosystem.

**Keys words:** leaf mycoendophytes, diversity, *Calicotome spinosa*, Ouaguenoun, Tizi-Ouzou, Algeria.