

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT D'ÉCOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Écologie et Environnement

Spécialité : Biodiversité et Écologie Végétale



THEME

**Isolement et identification des mycoendophytes des
feuilles de *Carthamus caeruleus* L de la station
d'Ain Zaouia (Tizi-ouzou).**

Présenté par :

HADJ-KACI Lynda

Le :13 /06 /2024

Devant le jury :

M^r RAHMANI M

MAA (UMMTO)

Président

M^{me} SAADOUN N

Professeur (UMMTO)

Promotrice

M^{elle} MECHIAH F.

Doctorante (UMMTO)

Co-promotrice

M^{me} BERRACHED .R

MCB (UMMTO)

Examinatrice

Promotion : 2023 /2024



Remerciements

On remercie Dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire



Tout d'abord, Mme SMAIL-SAADOUN N., Professeur à l'UMMTO, on la remercie pour la qualité de son encadrement.

Nos remerciements s'adressent à notre Co-promotrice M^{elle} MECHIAH pour son aide pratique et son encadrement, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire. Ainsi que Son soutien moral et ses encouragements.

M^r RAHMANI M pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury de soutenance et d'examiner ce modeste travail M^{me} BERRACHED .R pour avoir acceptée d'examiner ce travail.

Nos remerciements s'adressent également à tous nos professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académique et professionnelles.

Et enfin, merci à toute personne qui nous ont aidé de près ou de loin à réaliser ce modeste travail.





Dédicaces

A la mémoire de mon très cher papa



Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Ce travail traduit ma gratitude, mon respect et mon affection.

A ma très chère maman

Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurais point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

A mes chères sœurs Naima, Lyla, Rabia et mes chers frères Omar et Nacer , Hassen , Boualem et Farid qui n'ont pas cessé de me conseiller et m'encourager tout au long de mes études.

Sans oublier mes neveux



À mes chers amis, vos sourires ont été ma force, votre soutien, mon pilier. Ce travail est dédié à notre amitié, symbole de persévérance et d'encouragement mutuel.

Liste des figures

Figure 1. Structure d'un hyphe: (A) :hyphe cœnocytaire; (B) :hyphe cloisonne (Lecellier, 2013).....	3
Figure2. Classification mise à jour des phylafongiques (Tedersoo et <i>al.</i> , 2018).....	4
Figure 3. Cycles de reproduction des Mucoromycota, exemple de <i>Rhizopus nigricans</i> (Bouchet et <i>al.</i> , 2000).....	5
Figure 4. Cycles de reproduction des Ascomycota (Kiffer et <i>al.</i> , 1997.....	7
Figure 5. Cycles de reproduction des Basidiomycota (Kiffer et <i>al.</i> , 1997).....	8
Figure 6: mode de transmission (horizontale et verticale) des mycoendophytes systémique <i>Neotyphodium</i> sur son hôte <i>Festuca arundinacea</i> (Saikkonenetal., 2004).....	10
Figure 7: Classes d'endophytes selon la colonisation de l'hôte (Kusari et Spitteller,2012.....	13
Figure 8. Les Astéraceae (https://www.via-les-herbes.com/)	15
Figure 9. Type de fruits de la famille des https://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Fruits/image/erab-le-samare-240.jpg	17
Figure10 : Différents partie de <i>Carthamuscaeruleus</i> L. (anonyme,2013). A :tige et feuille <i>Carthamuscaeruleus</i> L. ; B :fleur <i>Cathamuscaeruleus</i> L. ; C : fleurs séchée portant les graines ; D : Racine <i>Cathamuscaeruleus</i> L.....	19
Figure 11: Situation géographique de la commune de Draâ El Mizan	20
Figure 12 : Lieu d'échantillonnage d'Ain Zaouia (Mars 2023)	21
Figure 13: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson (1953) de la station d'échantillonnage	25
Figure 14. Partie aérienne (feuilles) de la plante <i>Carthamus caeruleus</i> L.....	26

Figure 15 : Abondance des phyla des champignons endophytes des feuilles de <i>Carthamus caeruleus L</i>	30
Figure 16: Observations microscopique (A) GX400 et macroscopiques (B) du genre <i>Alternaria</i>	33
Figure 17 : Observations microscopique (A) GX400 et macroscopiques (B)du genre <i>Aspergillus</i>	34
Figure 18: Observations microscopique (A) GX400 et macroscopiques (B) du genre <i>Chaetomium</i>	35
Figure 19: Observations microscopique (A) GX400 et macroscopiques (B) du genre <i>Penicillium</i>	36
Figure 20: Observations microscopique(A) GX400 et macroscopiques (B) du genre <i>Ulocladium</i>	37
Figure 21: Observations microscopique (A) GX400 et macroscopiques (B) du genre <i>Phoma</i>	38
Figure 22: Observations microscopique (A) GX400 et macroscopiques (B) du genre <i>Candida</i>	39
Figure 23: Observations microscopique (A) GX400 et macroscopiques (B)du genre <i>Verticillium</i>	40
Figure 24 : représentation de l'analyse en composantes principales (ACP) des mycoendophytes recensés au niveau des feuilles des sujets de <i>Carthamus caeruleus L</i> échantillonnés la région d'Ain Zaouia (Tizi-Ouzou).....	47

Liste des tableaux

Tableau 1: Critères de classification des champignons endophytes (Rodriguez et al., 2009)	11
Tableau 2: coordonnées géographiques de la région d'Ain Zaouia	20
Tableau 3: précipitations mensuelles de la station de Tizi-Ouzou de 2005 à 2016 (ONM).....	22
Tableau 4: températures minimales (m), maximales (M) et moyennes (M + m/2) mensuelles de la station de Tizi-Ouzou de 2005 à 2016 (ONM).....	23
Tableau 5: précipitations mensuelles extrapolées pour la station de Draa El Mizan	23
Tableau 6: températures maximales, minimales et moyennes mensuelles estimées pour la station de Draâ El Mizan	24
Tableau 7 : Les températures et les précipitations moyennes annuelles et mensuelles estimées pour la station de Draâ El Mizan.....	25
Tableau 8. Différents caractères pour l'identification macroscopiques des souches fongiques (Zareb .A., 2014	28
Tableau 9. Différents caractères pour l'identification microscopiques des souches fongiques (Zareb .A., 2014).	29
Tableau 10 : classification des différents genres de mycoendophytes isolés à partir des feuilles de <i>Carthamuscaeruleus</i> L. de la station d'Ain Zaouia (Tizi-Ouzou).....	31
Tableau 12. Test ANOVA des mycoendophytes des feuilles de <i>Carthamuscaeruleus</i> L.....	41
Tableau 13: matrice de corrélation Pearson entre les genres fongiques des tissus foliaires de <i>Carthamuscaeruleus</i> L.	42

Sommaire

Introduction générale.....	1
Chapitre I: Généralités sur les champignons	
1.Introduction	3
2.Classification des champignons	4
2.1.Chytridiomycota.....	5
2.2.Mucoromycota	5
2.3.Glomeromycota	6
2.4.Ascomycota.....	7
2.5.Basidiomycota	7
3.Mode de vie de champignons.....	7
3.1.Saprophytisme	8
3.2.Parasitisme	8
3.3.Symbiose	9
4. Champignons endophytes	9
4.1. Introduction	9
4.2Mode de transmission et de reproduction.....	9
4.2.1.Transmission verticale.....	10
4.2.2.Transmission horizontale	9
4.3.Classification des mycoendophytes	10
4.3.1.Endophytes Clavicipitacés	11
4.3.2.Endophytes Non Clavicipitacés(endophytesNC)	12
4.3.2.1.Endophytes Non Clavicipitacés Classe 2	12
4.3.2.2.Endophytes Non Clavicipitacés Classe 3	12
4.3.2.3.Endophytes Non Clavicipitacés Classe4	13
4.4. Rôles des mycoendophytes dans la plante hôte.....	14

Chapitre II : Présentation de l'espèce étudiée

1. Généralité sur la famille des Astéracées.....	15
Racine.....	16
Tige.....	16
Feuilles	16
Inflorescence	16
Fleur	16
Fruit	17
Graine	17
2. <i>Carthamus Caeruleus</i> L.	18
2.2. Systématique	18
2.3. Description morphologique.....	19

Chapitre III : Matériels et méthodes

1. Description du site d'échantillonnage (Draâ El Mizan).....	20
1.1. Situation géographique.....	20
1.2. Climat de la zone d'étude.....	21
1.2.1. Précipitations.....	21
1.2.2. Température.....	23
1.2.3. Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausson (1953)	25
2. Échantillonnage sur terrain.....	26
3. Isolement des mycoendophytes.....	27
3.1. Stérilisation superficielle.....	27
3.2. Mise en culture	27
3.3. Préparation et stérilisation	27
3.4. Identification des isolats fongiques	28
4. Calcul de la fréquence de colonisation FC(%)	29
5. Abondance A (%).....	29

6. Analyses statistiques.....	29
6.1. Analyse de variance (ANOVA).....	29
6.2. Analyse en composante principale (A.C.P).....	29

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Fréquence de colonisation	30
2. Abondances des souches.....	30
3 . Description des quelques genres de champignons recensés.....	32
3.1. <i>Alternaria</i>	32
3.2. <i>Aspergillus</i>	33
3.3. <i>Chaetomium</i>	34
3.4. <i>Penicillium</i>	35
3.5. <i>Ulocladium</i>	36
3.6. <i>Phoma</i>	37
3.7. <i>candida</i>	38
3.8. <i>Verticillium</i>	39
4. Analyse de variance.....	40
5. Analyse en composantes principales(ACP)	41
Conclusion générale	48

Références bibliographique

Introduction générale

Introduction Générale

De tout temps, l'homme a utilisé les vertus des plantes pour leurs propriétés médicinales et thérapeutiques. Avec le développement de la chimie organique, les plantes ont servi de matière première aux médicaments grâce à leurs substances actives. Aujourd'hui, environ 60% des médicaments présents sur le marché sont issus ou dérivent de substances naturelles d'origine végétale (Filleul, 2019).

Depuis quelques années, les professionnels de santé observent un certain engouement de la part de plusieurs personnes des populations pour la phytothérapie. De plus en plus elles sont à la recherche de médicaments à base de plantes ; ces médicaments symbolisent un « retour à la nature », s'inscrivant davantage dans une démarche écologique par rapport aux médicaments synthétiques.

Toutes les plantes médicinales sont en relation étroite avec les microorganismes endophytes contenus dans leurs tissus (Ellouz, 2011). En effet, ces mycoendophytes occupent une place importante dans la communauté végétale (Karaoui, 2017) et ont la capacité de former des interactions diverses (Ravelomantsoa, 2004). Les mycoendophytes peuvent améliorer la croissance de la plante, l'absorption des éléments nutritifs, participer à la dégradation de composés organique (Hai-Yan et al, 2012), comme ils peuvent être considérés comme contrôleurs biologiques et ce en protégeant la plante des stress abiotiques et des différents ennemis naturels (Mekdache et Messaoudi, 2017). Récemment, des recherches ont prouvé que plusieurs champignons endophytes ont été identifiés, comme étant une source de nouveaux métabolites d'importance pharmaceutique. Ces mycoendophytes ont aussi la capacité de synthétiser divers métabolites bioactifs, pouvant être utilisés dans divers usages thérapeutique (Braz et Hanchour, 2018).

L'une des familles de plantes souvent conseillées en officine est la famille des Astéraceae, cette famille est répandue dans le monde entier, avec une prédominance dans les régions tempérées. Les Astéraceae ont une grande diversité de genres et d'espèces. En effet, cette famille comporte des plantes ayant différents intérêts. Certaines sont utilisées pour leurs propriétés médicinales comme par exemple *Arnica montana* qui est connue sous différentes formes médicamenteuses (granules homéopathiques, gel, comprimés, huile de massage ...), notamment pour son action contre les coups, les bleus et les bosses. D'autres sont utilisées dans le domaine ornemental, comme les Soucis (*Calendula officinalis*), les Chrysanthèmes (*Chrysanthemum* spp.) ou encore les œillets d'inde (*Tagetes patula*). Quelles que soient la

Introduction Générale

partie et la forme sous lesquelles ces plantes sont utilisées, ces dernières restent extrêmement riches par leurs contenances en structures chimiques complexes (Braz et Hanchour, 2018).

Dans ce travail nous somme intéressés aux mycoendophytes à *Carthamus caeruleus* L. C'est une espèce qui peut être utilisée pour traiter les maladies de la peau et comme un cicatrisant, qui contribue à guérir les brûlures et même pour les inflammations articulaires, en appliquant les racines sous forme de poudre ou de crème préparé avec du lait (Benhaoua, 2016). En Algérie, les études ethnobotaniques sur *Carthamus caeruleus* L ont montré que la majorité de la population locale (74,98%) utilise la partie sousterraine, pour la guérison des brûlures de divers degrés (Benhamou et Fazouane, 2013).

Notre objectif dans cette étude vise à isoler et identifier les mycoendophytes de la feuille de *Carthamus caeruleus* L. Ce travail rentre dans le cadre des activités du laboratoire Ressources Naturelles de la Faculté des Sciences Biologique et des Sciences Agronomiques de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Dans cette optique, nous avons organisé notre travail comme suit: le chapitre 1 est consacré à l'étude bibliographique des champignons, le chapitre 2 concerne l'étude bibliographique de la famille des Astéraceae et la plante *Carthamus Ceruleus* L, le chapitre 3 : est dédié au matériel et aux méthodes utilisés pour la réalisation de cette expérience et le chapitre 4 est consacré à la présentation des résultats obtenus et leur discussion.

Nous clôturons avec une conclusion générale et quelques perspectives.

Chapitre I
Généralités sur les
champignons

1. Introduction

Le règne fongique est parmi les règnes du vivant le plus diversifié et ubiquiste, car il n'est ni végétal ni animal (Kiffer et Morelet, 1997). La diversité des champignons est essentielle, tant pour la biosphère que pour notre vie quotidienne. Les champignons représentent un royaume encore largement méconnu, qu'ils soient macroscopiques ou microscopiques (Garon et Guéguen, 2015). Les champignons sont des organismes eucaryotes, qui sont également hétérotrophes vis -à-vis du carbone et donc dépourvus de chlorophylle (Rapior et Fons, 2007).

Ce sont des espèces thallophytes non chlorophylliens, qui se distinguent fondamentalement des algues par l'absence de chlorophylle et de toute ébauche de plastides. Le thalle a une structure filamenteuse (Bouchet et *al.*, 1999). Leur paroi est constituée de chitine, polysaccharide très résistant constitué de résidus N-acétylglucosamines (Carlile et Watkinson, 1994). On peut distinguer deux sortes de thalle en fonction de structure cellulaire (Figure 1):

- **thalle unicellulaire** : c'est une structure simplifiée, sphérique ou subsphérique (Moulinier, 2003) : cas des levures, un thalle unicellulaire dont la multiplication se fait par bourgeonnement ou par bipartition (Dufresne, 2018).
- **thalle pluricellulaire** : constitué d'hyphe ou cellules allongées en forme de filaments tubulaires de 2 à 10 μm de diamètre

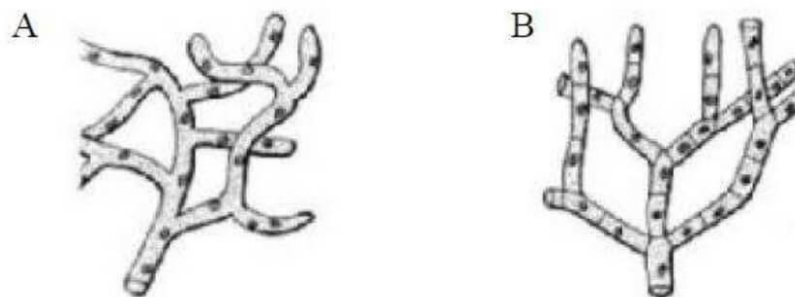


Figure 1. Structure d'une hyphe: (A) :hyphe cœnocytique; (B) :hyphe cloisonnée (Lecellier, 2013).

2. Classification des champignons

La classification des espèces appartenant au règne fongique a connu de nombreuses modifications. Elle est basée essentiellement sur des critères morphologiques, et avec le développement de la biologie certaines approches modernes d'identification et de classification se sont développées, telles que les études biochimiques, immunologiques, phylogénétiques, moléculaires et les tests sérologiques, qui sont des outils de confirmation des données morphologiques (Tabuc, 2007 ; Marquez et *al.*, 2007). Cette classification est considérablement simplifiée en cinq phyla : Chytridiomycota, Mucoromycota, Glomeromycota, Ascomycota et Basidiomycota, définis par le caractère cloisonnement ou non du thalle, la présence ou l'absence de spores mobiles et les caractères morphologiques des organes différenciés de la reproduction sexuée (Leclerc et *al.*, 1983). La classification est régulièrement revue et mise à jour. En 2018, Tedersoo et son équipe ont proposé un schéma de classification actualisé (Figure 2).

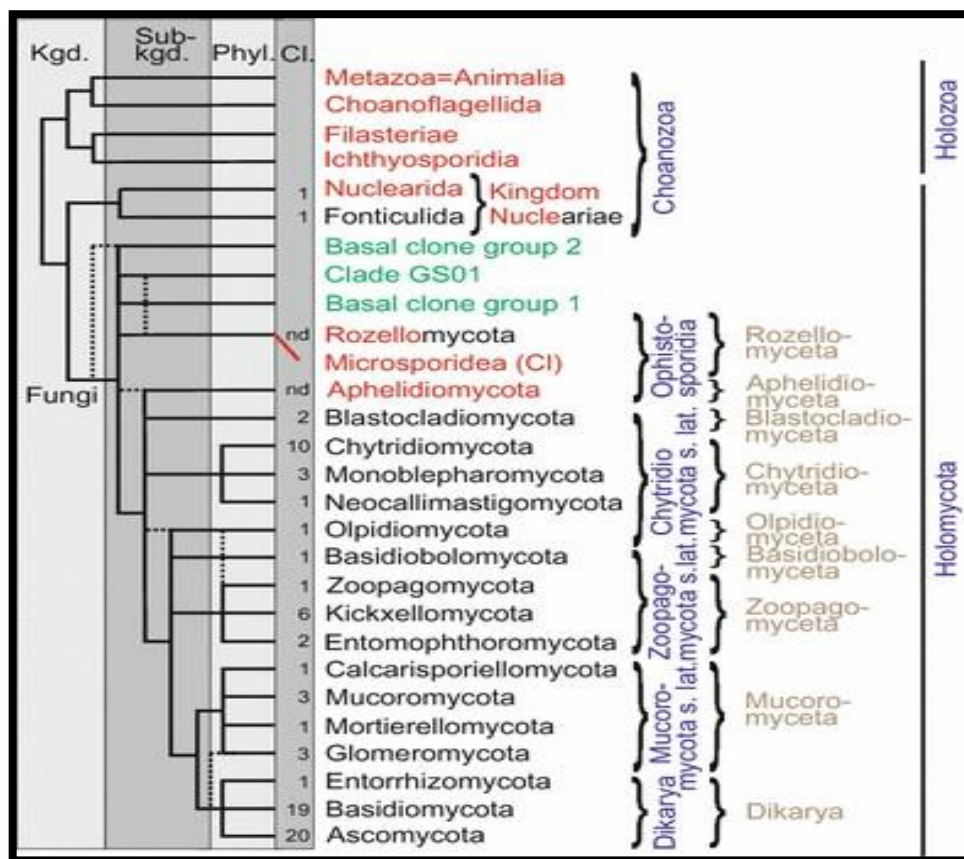


Figure 2. Classification mise à jour des phylafongiques (Tedersoo et *al.*, 2018).

2.1. Chytridiomycota

Ce phylum contient 1000 espèces approximativement, il regroupe les champignons primitifs à thalle unicellulaire ou filamenteux siphonné, ainsi que les champignons aquatiques (Sénéquier-Crozet et Canard, 2016). C'est un groupe d'espèces fongiques produisant des zoospores constituant la lignée évolutive la plus ancienne des champignons (James et *al.*, 2006). Il comprend 4 ordres, 13 familles, 99 genres et près de 686 espèces (Kirk et *al.*, 2008 in Lee et *al.*, 2012). Les cellules mobiles possèdent le plus souvent un seul flagelle postérieur lisse. Les parois cellulaires sont formées de chitine, mais il peut exister aussi d'autres polymères et leurs réserves sont composées de glycogène. Ils vivent dans les habitats aquatiques et terrestres (Lutzoni et *al.*, 2004).

2.2. Mucoromycota

Ce phylum contient 1065 espèces approximativement, il regroupe les espèces ayant un thalle filamenteux, siphonné et des spores non flagellées (Sénéquier-Crozet et Canard, 2016), organisé en un seul phylum qu'est très diversifié sur le plan écologique et très répandu, la plupart des espèces étant saprotrophes dans le sol et les excréments (Araújo et *al.*, 2016). Leur mode de reproduction est asexué par les sporocystospores immobiles formés dans des sporanges, ou par la formation de chlamydospores, arthrospores et les cellules levuriformes, et sexuellement par la formation des zygospores dans les zygosporangia après la fusion gamétangiale ou des zygospores sans conjugaison préalable (Taylor et *al.*, 2015). Un trait distinctif de ces organismes est la production d'une zygospore à paroi épaisse au sein d'un zygosporange souvent orné, résultant de la fusion de deux hyphes spécialisés appelés gamétanges. (Figure 3).

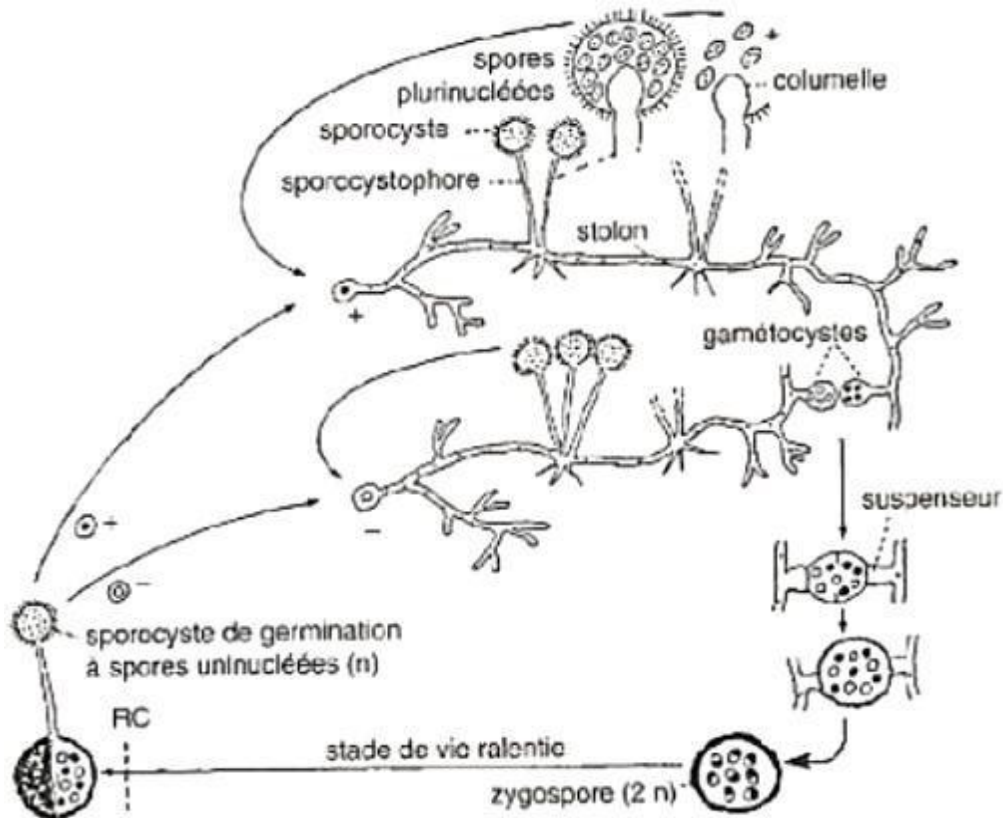


Figure 3. Cycles de reproduction des Mucoromycota, exemple de *Rhizopus nigricans* (Bouchet et al., 2000).

2.3. Glomeromycota

Anciennement, les organismes de ce phylum étaient placés au sein des Zygomycota, dans l'ordre des Glomérales, un ordre qui regroupait les champignons mycorhiziens à arbuscules (Morton et Benny, 1990). Une analyse phylogénétique a démontré la monophylie de l'ensemble de ces champignons, ce qui a permis d'ériger un nouveau phylum : les Glomeromycota (Schüßer et al., 2001).

Lorsque les conditions sont favorables, les spores germent et développent un mycélium court pour tenter de trouver une racine hôte convenable. Les Glomeromycota sont des symbiotes obligatoires, ce qui signifie qu'ils ne peuvent pas survivre sans leur partenaire photosynthétique (Roehl, 2017). Ce groupe de champignons est subdivisé en 3 classes, 4 ordres, 13 familles, 44 genres et 343 espèces officiellement décrites. Les espèces les plus connues appartiennent à la famille des Glomeraceae, dont le genre *Glomus* est le plus utilisé dans les travaux d'expérimentation (Mechiah, 2015).

2.4. Ascomycota

C'est le plus grand phylum de Fungi avec 45000 espèces décrites (Le Calvez, 2009). Ce groupe comporte environ 65000 espèces (Medjeber, 2019). Ce sont des champignons terrestres et aquatiques, dont de nombreuses espèces sont utilisées en agroalimentaire ou en pharmacologie (Le Calver, 2009). Ils possèdent des thalles unicellulaires ou pluricellulaires, filamenteux et septés. Ils forment en cas de reproduction sexuée des cellules différenciées appelées asques, qui après caryogamie puis méiose, produisent des spores (8 ascospores) (Figure 4) (Botton et al., 1990).

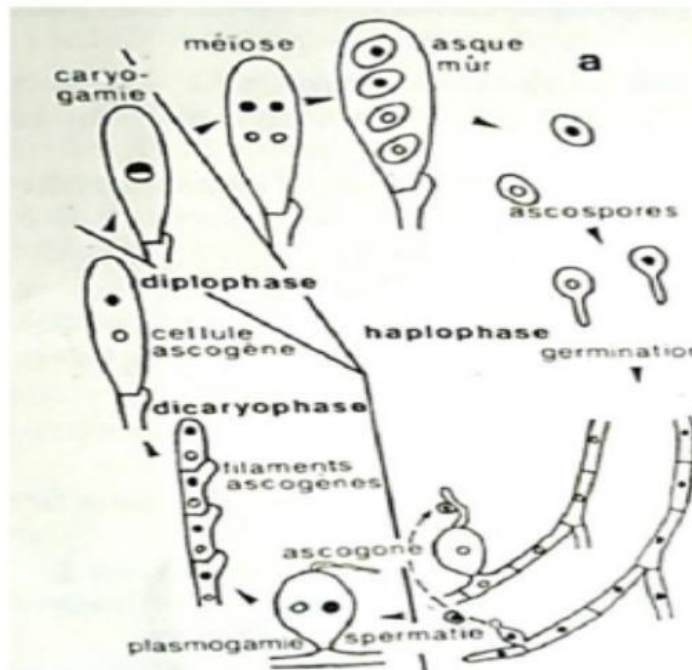


Figure 4. Cycles de reproduction des Ascomycota (Kiffer et al., 1997).

2.5. Basidiomycota

Les Basidiomycota, un phylum de champignons terrestres, comptent environ 31 000 espèces répertoriées, caractérisées principalement par un mode de vie saprophyte (Medjeber, 2019).

Ces champignons se distinguent par la présence de cloisons complètes qui isolent les structures reproductrices, telles que les spores. La reproduction sexuée chez les Basidiomycota implique la formation de quatre basidiospores, comme illustré dans la (Figure 5). Ces Basidiomycètes jouent un rôle crucial en tant qu'élément fongique prédominant dans la formation des ectomycorhizes, établissant des associations symbiotiques bénéfiques avec les racines des plantes (Raven et al., 2007). Ce lien symbiotique est essentiel pour la santé des écosystèmes et la croissance des plantes, soulignant l'importance écologique des

Basidiomycota dans la biologie fongique.

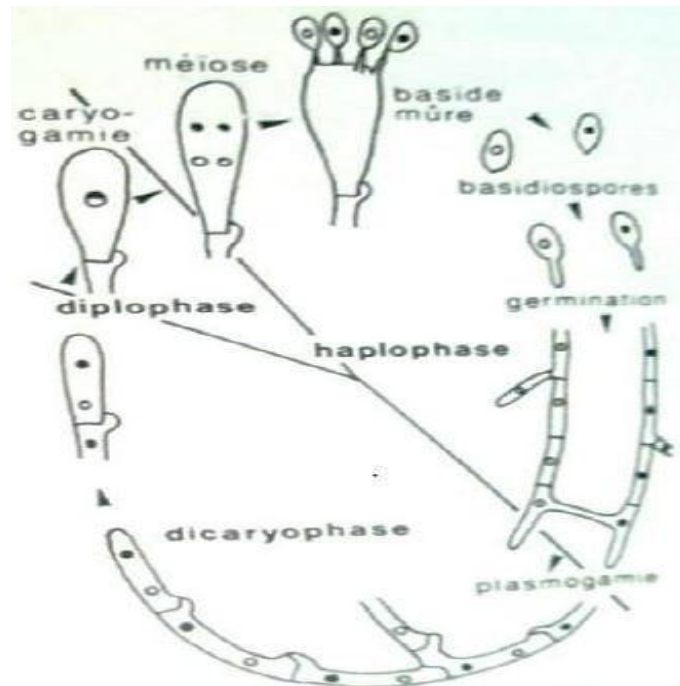


Figure 5. Cycles de reproduction des Basidiomycota (Kiffer et *al.*, 1997).

3. Mode de vie de champignons

Les champignons ont un rôle très important dans la dégradation de la matière organique et constituent une partie importante des décomposeurs sur terre. De plus, certains champignons peuvent être phytopathogènes ou provoquer des mycoses chez les animaux. Un troisième mode de vie, symbiotique, est également très répandu.

3.1. Saprophytisme

Les champignons ont la capacité de consommer la cellulose ainsi que la lignine et sont considérés comme les principaux recycleurs de matière organique à partir de matériels végétaux (Lutzoni et *al.*, 2002). Les champignons saprophytes synthétisent une grande variété d'enzymes, ce qui leur permet de s'adapter aux divers substrats (Bouchet et *al.*, 2005).

3.2. Parasitisme

Environ 20% des espèces de champignons connues sont capables de parasitisme soit des parasites obligatoires, facultatifs ou opportunistes (Lutzoni et Vilgalys, 2002). Les opportunistes sont des organismes saprophytes qui vont s'attaquer aux organismes qui ont une faible défense (Wiert, 1984). Les champignons peuvent attaquer tous les groupes du vivant, tels que les plantes et les autres champignons (Lutzoni et *al.*, 2002).

3.3. Symbiose

Les associations symbiotiques entre champignons et végétaux supérieurs telles que les mycorhizes constituent la forme de symbiose la plus répandue à l'échelle planétaire. On estime que 90% des végétaux contractent spontanément cette association symbiotique qui aurait permis aux plantes de coloniser le milieu terrestre (Smith et Read, 1997). Ils ont la capacité d'augmenter l'exploration du milieu extérieur, les champignons vont également contribuer à la phyto-protection par des mécanismes de défense et produire des substances antibiotiques permettant de lutter contre d'autres microorganismes pathogènes à la plante (Moreau, 2002).

4. Champignons endophytes**4.1. Introduction**

Le terme « endophyte » est dérivé du grec, « endon »: à l'intérieur et « phyte » : plante, qui a été utilisé pour la première fois par Debary en 1866 pour décrire les champignons qui peuvent coloniser et survivre à l'intérieur des tissus d'une plante apparemment saine (tige, feuille, racine, fruit,...) (Bacon et White, 2000). L'utilisation de ce terme aux organismes causant des infections asymptomatiques au niveau des tissus végétaux en excluant les champignons pathogènes (Carroll, 1986 ; Patil et *al.*, 2016).

Pertini (1991) a noté que les organismes endophytes ayant une phase épiphyte ainsi que les agents pathogènes latents pouvant vivre à l'intérieur de leur hôte pendant au moins un certain temps de leur cycle de vie sans causer des symptômes à ce dernier. Ces organismes endophytes englobent aussi bien les bactéries, les archées, les champignons que les protistes; cependant, les champignons sont les plus répandus où il a élargi la définition de (Carroll, 1986 ; Patil et *al.*, 2016; Yan et *al.*, 2018).

La plupart des champignons endophytes appartiennent au phylum des Ascomycota ; cependant, certains appartiennent à d'autres taxons, tels que Basidiomycota, Mucoromycota et Oomycota. Ils représentent un groupe très diversifié, avec environ 1,5 millions d'espèces et une moyenne d'environ 50 espèces d'endophytes par espèce de plante, dont les tissus multicouches servent d'habitats. Ils ont été isolés à partir de toutes les plantes étudiées, allant des grands arbres, des palmiers, des graminées marines et même des lichens (Zerroug, 2011).

4.2. Mode de transmission et de reproduction

Les champignons endophytes possèdent deux modes de transmission :

4.2.1. Transmission verticale

La 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. (Saikkonen et *al.*, 2010) (Figure 5).

4.2.2. Transmission horizontale

La transmission horizontale se fait via les spores, c'est-à-dire le champignon peut être transmis soit par spores sexuées ou asexuées pour infecter d'autres plantes. (Saikkonen et *al.*, 1998) (Figure 6).

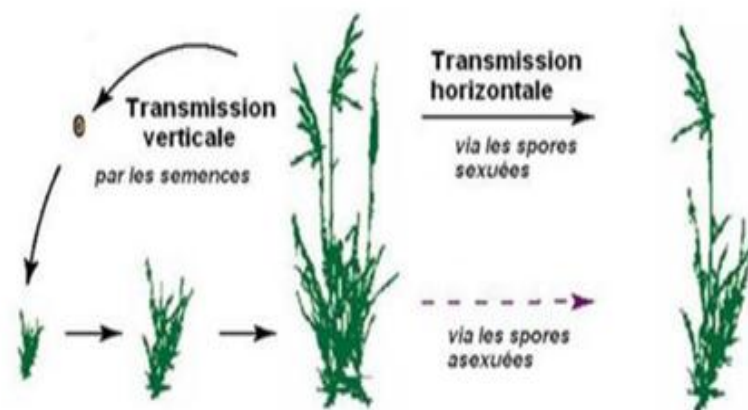


Figure 6: mode de transmission (horizontale et verticale) des mycoendophytes systémique *Neotyphodium* sur son hôte *Festuca arundinacea* (Saikkonen et *al.*, 2004).

4.3. Classification des mycoendophytes

Les endophytes fongiques peuvent être classés largement en catégories écologiques, en fonction de leur diversité ou de leurs rôles fonctionnels (Bamisope et *al.*, 2018). Schaechter (2011), a déclaré que les mycoendophytes sont souvent divisés en deux groupes principaux (Clavicipitacés et Non-Clavicipitacés) en fonction des différences de taxonomie, de la gamme d'hôtes, des modes de transmission de la colonisation, de spécificité tissulaire et des fonctions écologiques. Les endophytes clavicipitacés (classe 1) colonisent les graminées comme plante hôte. Cependant, les endophytes non clavicipitacés (endophytes NC) colonisent des plantes vasculaires et non vasculaires (Rodríguez et *al.*, 2009) (Tableau 1). Les endophytes NC sont divisés en trois sous-groupes comprenant les endophytes de classe 2, de classe 3 et de classe 4 (Aamir et *al.*, 2020) (Tableau 1).

Tableau1: Critères de classification des champignons endophytes (Rodriguez et al., 2009).

Critères	<i>Clavicipitaceae</i>	Non <i>Clavicipitaceae</i>		
	Classe1	Classe2	Classe3	Classe4
Gamme d'hôtes	Large	Étroite	Étroite	Étroite
Tissus colonisés	Tige et rhizome	Tige, racine et rhizome	Tige	Racine
Colonisation, <i>in planta</i>	Étendue	Étendue	Limitée	Étendue
Biodiversité, <i>in planta</i>	Basse	Basse	Élevée	Inconnue
Transmission	Verticale et horizontale	Verticale et horizontale	Horizontale	Horizontale
Bénéfiques pour la plante hôte	NHA	NHA et HA	NHA	NHA

(NHA): Les avantages non adaptés à l'habitat, tels que la tolérance à la sécheresse et l'amélioration de la croissance.

(HA) : Les avantages adaptés à l'habitat résultant de pressions sélectives spécifiques à l'habitat, telles que le pH, la température et la salinité.

4.3.1. Endophytes Clavicipitacés

Ces endophytes Clavicipitacés sont également appelés Balansiacés regroupés sous les endophytes de classe1 (Jalgaonwala et al., 2011). Les Clavicipitaceae constituent une famille de champignons (Hypocreales ; Ascomycota) comprenant des espèces symbiotiques colonisant un spectre étroit d'hôtes, restreint aux plantes herbacées des familles Poaceae, Juncaceae et Cyperaceae. Plusieurs espèces produisent des alcaloïdes toxiques pour les animaux et les humains. Cette famille est constituée actuellement de 37 genres dont quatre sont constitués des espèces endophytes dont *Balansia*, *Ephelis*, *Epichloë* et *Neotyphodium* (Andéol et Benjamin, 2016).

Les champignons capables d'endophytisme ne représentent qu'une petite partie des Clavicipitaceae. Ils sont majoritairement issus des genres *Epichloë* et *Neotyphodium* et colonisent les parties aériennes ainsi que le rhizome des plantes hôtes. Les racines ne sont pas colonisées. Ces endophytes forment des infections systémiques intercellulaires, dans le milieu apoplastique (Rodriguez et al., 2009 ; Binet et al., 2013). Les mycéliums ne sont que très rarement trouvés dans les tissus conducteurs de l'hôte (Eaton et al., 2013).

Les espèces telles que *Beauveria bassiana*, *Clonostachys rosea*, *Isaria farinosa*, *Acremonium* spp sont souvent transmis verticalement d'une génération à l'autre et augmentent fréquemment la biomasse végétale, confèrent une tolérance à la sécheresse et

produisent des substances chimiques qui sont toxiques pour les animaux et réduisent les herbivores. (Bacon et White, 2000; Rodriguez et al., 2009 ; Aamir et al., 2020).

4.3.2. Endophytes Non Clavicipitacés (endophytes NC)

Les NC-endophytes sont principalement des champignons Ascomycota qui sont très diversifiés. Ils ont été trouvés dans la plupart des espèces végétales, y compris dans tous les écosystèmes terrestres du monde entier (Arnold et Lutzoni, 2007). Ces champignons sont classés en sous-classes en fonction de différents critères tels que : la gamme d'hôtes, le mode de reproduction, la partie de la plante colonisée, le mode de transmission, la source de nutrition, et capacité à exprimer des symptômes chez la plante hôte (Bamisope et al., 2018).

4.3.2.1. Endophytes Non Clavicipitacés Classe 2

Ces mycoendophytes comprennent une diversité d'espèces, qui sont toutes des membres des Dikarya. La plupart des mycoendophytes de cette groupe appartiennent au phylum des Ascomycota, mais ils comprennent également quelques représentants des Basidiomycota (Agaricomycotina, Pucciniomycotina) (Rodriguez et al., 2008). Ces mycoendophytes présentent un spectre d'hôtes large. Ils peuvent coloniser toutes les parties de la plante et croissent de manière extensive principalement dans le milieu intercellulaire (Rodriguez et al., 2009).

La transmission est le plus souvent verticale, mais il y a parfois transmission horizontale, en particulier lorsque l'hôte est en sénescence d'où le champignon émerge de l'hôte et sporule. Certains de ces endophytes sont également saprophytes et peuvent coloniser le sol (Rodriguez et al., 2009).

Il sont souvent cultivables en milieu artificiel et peuvent se développer sur plusieurs milieux de culture (Rodriguez et al., 2009).

4.3.2.2. Endophytes Non Clavicipitacés Classe 3

Similairement aux endophytes de la classe 2, la majorité des endophytes de la classe 3 appartient au Dikarya; avec une concentration spéciale des Ascomycota. Les Pezizomycotina sont particulièrement bien représentées, bien que certaines endophytes Saccharomycotina soient connues (Higgins et al., 2007).

Le spectre des hôtes est très large. Les individus de cette classe peuvent coloniser, en grand nombre, les parties aériennes d'une plante mais de manière très localisée. Ainsi, chaque hôte peut présenter une grande diversité d'individus, d'espèces différentes jusqu'à une centaine d'espèces (Selosse et Gibert, 2011).

Leur transmission est strictement horizontale ,en particulier lorsque l'hôte est en sénescence d'où le champignon émerge et produit des spores sexuées ou asexuées (Rodriguez et *al.*, 2009).

4.3.2.3. Endophytes Non Clavicipitacés Classe 4

Ces espèces appartiennent aux Ascomycota du sous-embranchement des Pezizomycotina en particulier les ordres des Pleosporales, Pezizales et Helotiales (Porras-Alfaro et *al.*, 2008) .Les endophytes de la classe 4 présentent un spectre d'hôte large, bien qu'on les retrouve souvent associés à des arbustes ou arbres, en particulier les espèces de conifères. Ils colonisent uniquement les racines de la plante, de manière extensive. Ils sont caractérisés par la nature de leurs hyphes .Dans les racines, ces champignons forment de façon occasionnelle des microsclérotés et pour certaines espèces une structure similaire au réseau de Hartig, structure formée par les champignons ectomycorhiziens. Le mode de transmission est strictement horizontal (Rodriguez et *al.*, 2009).

Les espèces de cette classe possèdent une importance similaire à celle des mycorhizes ; leur distribution est large et leur taux de colonisation est important. Les plantes qui présentent ces endophytes de classe4 peuvent également être colonisé spardes endophytes foliaires (Rodriguez et *al.*, 2009)(Figure 6).

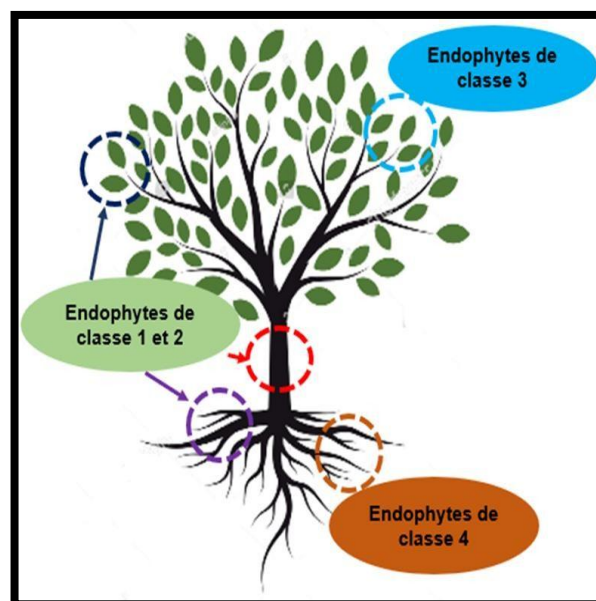


Figure 7: Classes d'endophytes selon la colonisation de l'hôte (Kusari et Spiteller, 2012)

4.4. Rôles des mycoendophytes dans la plante hôte

Les mycoendophytes ont été signalés comme étant naturellement présents dans plusieurs plantes hôtes (Bamisope et *al.*, 2018). Selon Hai-Yan et *al.*, (2012), ces mycoendophytes améliorent la croissance et l'absorption des nutriments, mobiliser les métaux lourds et réduire leur phytotoxicité, dégrader les composés organiques et les substances chimiques, ainsi que les contaminants organiques et modifier l'accumulation des contaminants dans les plantes. En retour, Ils reçoivent la nutrition, la protection et la possibilité de se propager grâce à la plante hôte (Clay et Schardl, 2002).

Les endophytes peuvent être des candidats potentiels comme contrôleurs biologiques, en protégeant la plante hôte des aléas de l'environnement (stress abiotiques) et de leurs ennemis naturels, tels que les herbivores et les microorganismes pathogènes (stress biotique). Lorsque l'aptitude de la plante hôte à vivre est réduite par les différents stress environnementaux, la vie des endophytes sera aussi affectée. Dans cette optique, il s'avère capital pour les endophytes de protéger leur hôte. Pour cela, ils stimulent la plante à produire des substances allélochimiques comme les phtaléines, les phénols, les flavonoïdes et les alcaloïdes, qui sont généralement des métabolites secondaires toxiques, qui apparaissent pour protéger les plantes (Wilson, 2000). Les deux organismes plante hôte-endophyte ont une réaction complexe qui synthétisent des composés qui ne sont pas directement impliqués dans le processus de croissance, ce que nous appelons des métabolites secondaires (Saliba, 2015).

Chapitre II
Présentation de l'espèce
étudiée

1. Généralité sur la famille des Astéraceae

Le nom Aster provient d'un mot latin qui signifie étoile, faisant allusion à la forme des capitules (Oren-Shamir et *al.*, 2000). La famille des Asteraceae (compositae anciennement appelées composées) est la famille la plus vaste des plantes vasculaires dans le monde, avec 1600 à 1700 genres et 24000 à 30000 espèces (Moreira-Muñoz et Muñoz-Schick, 2007). (Figure7). Cette famille appartient aux Eudicotylédones, dont 750 sont des espèces endémiques, c'est l'une des familles en réalité composé de fleurs minuscules, réunies en inflorescences appelées capitules (Dictionnaire de l'Académie française, 2016).

Cette famille est la plus importante des Angiospermes peuvent être annuelles, bisannuelles ou vivaces. On y trouve surtout des plantes vivaces et à feuilles alternes. Dans la grande majorité des cas, les Astéraceae sont des plantes herbacées avec souvent des racines charnues : rhizomateuses, tubéreuses ou pivotantes mais elles sont également représentées par des arbres, des arbustes ou des lianes, certaines sont également succulentes (Quezel et Santa, 1963).



Figure 8. Les Astéraceae (<https://www.via-les-herbes.com/>)

Racine

Les Astéraceae herbacées vivaces sont capables de vivre plusieurs années grâce à un appareil végétatif particulier : les parties souterraines tubérisées (Junich et *al.*, 1994).

Tige

Selon Savona et *al.* (1982), il existe deux grandes catégories de tiges chez les Astéracées :

- 1. tiges herbacées** : ce sont les tiges vertes des herbes, elles vont disparaître pendant l'hiver notamment à cause du gel.
- 2. tiges ligneuses** : ce sont les tiges des ligneux, elles contiennent de la lignine qui est l'un des principaux constituants du bois. Cette lignine donne une certaine résistance aux tiges et elles sont généralement de couleur marron.

Selon Savona et *al.* (1982), il existe différentes variations morphologiques de la tige chez les Astéraceae :

- Des tiges cylindriques comme pour l'Arnica des montagnes, *Arnica montana*.
- Des tiges anguleuses comme pour le Sénéçon Jacobée, *Seneciojacobaea*.
- Des tiges ailées, comme pour le Chardon noirâtre, *Carduusnigrescens*
- Des tiges fistuleuses, comme pour la Laitue des murs, *Mycelismuralis*

Feuilles

Les feuilles sont le plus souvent alternées. Elles peuvent aussi être opposées ou réunies en rosette principale (Mezache, 2010).

Inflorescence

L'inflorescence en capitule est une structure florale où les fleurs sont regroupées en un ensemble dense, souvent semblable à une tête. Ce type d'inflorescence est typique des plantes de la famille des Astéraceae (ou Composées). Les capitules peuvent être composés de plusieurs types de fleurs, souvent les fleurs du disque au centre et les fleurs ligulées à la périphérie. (Botineau. M., 2010).

Fleur

Les fleurs généralement sont hermaphrodites, parfois unisexuées et les fleurs périphériques souvent sont stériles (Boutaghane, 2013) .D'après Barkely et *al.* (2006) :

- le calice est très réduit à la floraison et se transforme en pappus qui participe à la dissémination des graines.
- la corolle est de 4-5 pétales soudés en un tube prolongé par 4-5 lobes (= fleur tubulée), ou soudés en un tube prolongé latéralement par une languette ou ligule (= fleur ligulée).

- Le réceptacle est nu ou portant des bractés les entre les fleurs.
- Les étamines sont de 4-5 fixées à la corolle par les filets et dont les anthères soudées forment une structure cylindrique par laquelle passe le style.
- l'ovaire infère est composé de deux carpelles. Il est uniloculaire et uniovulé. L'ovule est anatrophe et unitéguminé. Le style est entier dans les fleurs staminées ; dans celles pistillées et staminopistillées, il est bifide (Quézel et Santa, 1963).

Fruit

Les fruits sont des akènes (fruits secs indéhiscent uniséminés) possédant, le plus souvent, un Pappus provenant du développement du calice après la fécondation (Serge et *al.*, 2007) (Figure 9).

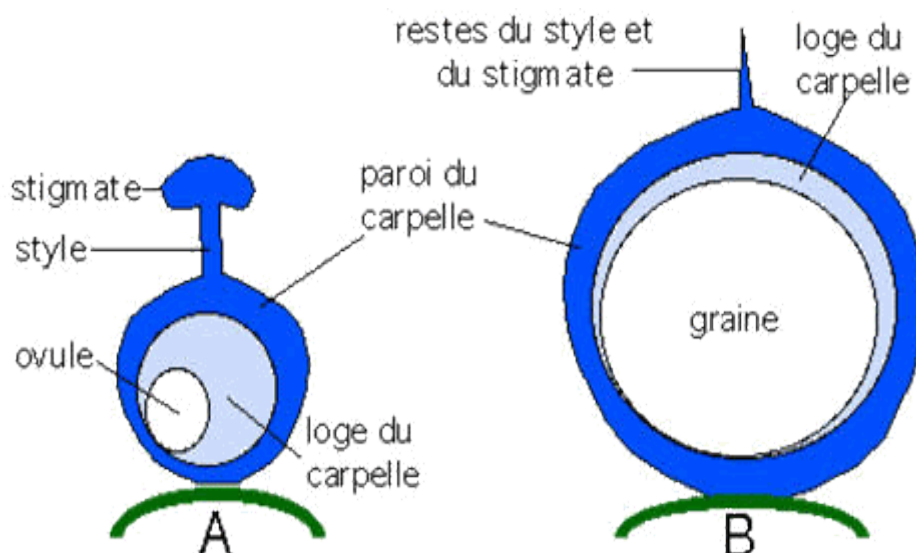


Figure 9. Type de fruits de la famille des Astéracées

<https://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Fruits/image/erable-samare240.jpg>

Graine

Les graines sont exalbuminées (Serge et *al.*, 2007)

2. *Carthamus Caeruleus* L.

2.1. Introduction

Le genre *Carthamus* de la famille des Astéracées, comprend 14 espèces herbacées annuelles ou vivaces dont le *Carthamus caeruleus* ou *Carduncellus caeruleus* ou encore *Onomborma caerulea* ou *Carthamus tingitanus*, appelé communément la carduncelle bleue, « Blue Thistle » en anglais, « El korttome » en arabe et « MeghresGres » en Algérie et son nom berbère est « Amegres ». (Larbi Abdessameud, 2016)

Elle est originaire du Sud-Ouest d'Asie, d'Orient, mais répandues depuis dans le reste de l'Asie, en Afrique du Nord, en Australie même dans les deux Amériques, ainsi qu'en Europe. Elle préfère les lieux secs et ensoleillés du bassin méditerranéen, C'est une espèce peu commune qu'on peut rencontrer dans les terrains maigres de Provence et de Corse (Boullard, 2001 ; Mioulane, 2004).

En Algérie, cette plante peut être rencontrée dans les régions côtières méditerranéennes (Tipaza, Annaba, Bejaia, Boumerdes, Sidi bel Abbés et Bouira ainsi que dans les hauts plateaux) (Baghiani et *al.*, 2010 ; Benhamou and Fazouane, 2013).

2.2. Systématique

Selon l'APG III (2009), *Carthamus caeruleus* L. appartient aux :

- **Règne** : Plantae
- **Clade** : Angiospermes
- **Clade** : Eudicotylédones
- **Clade** : Asterideés
- **Clade** : Campanulidées
- **Ordre** : Asterales
- **Famille** : Astéraceae
- **Genre** : *Carthamus*
- **Nom binomial** : *Carthamus caeruleus* L.

2.3. Description morphologique

La carduncelle bleue est une plante vivace, atteignant plus de 60cm de haut après floraison au mois de juillet. Ses fleurs sont toutes tubuleuses, réunies en capitules terminaux solitaires, mesurant environ 3 cm de diamètre, pourvus de bractées foliacées dentées épineuses à poileslaineux ; les bractées sont plus ou moins oblongues et à nervures apparentes, les internes à sommet frangé brun pourpre. (Beinton, 1985/ Zoukh, 2011.)

- La corolle est bleue clair, profondément dentée contenant 5 étamines à anthères foncées formant un tube autour du style longuement saillant (Beinton, 1985/ Zoukh, 2011).
- Les fruits de *Carthamus caeruleus*, sont des akènes nettement plus courts à aigrette de 1 cm (Quenzel et Santa, 1963).
- La tige est simple mesure environ 30 à 60 cm, non ramifiées et n'ont pas des ailes (Fireire Fierro, 2004)
- Les feuilles sont alternes à couleur verte foncée, à contour lancéolé, les feuilles inferieures, réduites, à bords dentés épineux, pétiolées, alors que les feuilles supérieures sont sessiles amplexicaules ou dentées-épineuse, souvent embarrassantes (Mioulane, 2004) (Figure 10)



A :tige et feuille *Carthamus caeruleus*. ;B :fleur *Cathamus caeruleus*. ;C : fleurs séchée portant les graines ;
 D : Racine *Cathamu scaeruleus*.

Figure10 : Différents partie de *Carthamus caeruleus*. (Anonyme, 2013).

Chapitre III

Matériel et méthodes

1. Description du site d'échantillonnage

1.1. Situation géographique

Draâ El Mizan est une commune de la wilaya de Tizi-Ouzou (Algérie), située à 42 Km au sud-ouest de la wilaya. Notre échantillonnage a été réalisé au mois de mars 2023 dans la région de Draâ El Mizan dans une petite commune appelée Ain Zaouia (Figure12 et 13).



Figure 11: Situation géographique de la commune de Draâ El Mizan

La région d'Ain Zaouia est localisée sur une altitude de 270 m. Les coordonnées géographiques de notre zone d'étude sont présentées dans le tableau 2 et la figure 13.

Tableau 2: Coordonnées géographiques de la région d'Ain Zaouia.

Station	Latitude	Longitude	Altitude(m)
Coordonnées géographiques	36° 31' 26" Nord	3° 48' 35" Est.	270



Figure 12 : Lieu d'échantillonnage d'Ain Zaouia (Mars 2023).

1.2. Climat de la zone d'étude

Les facteurs climatiques sont des facteurs écologiques liés aux circonstances atmosphériques et météorologiques données. Ces derniers sont des facteurs majeurs sur lesquels se base chaque zone de vie majeure. Il est principalement caractérisé par les températures et les précipitations- (Philippe, 1968). Le climat de la wilaya de Tizi-Ouzou est de type méditerranéen, il est caractérisé par un hiver humide et froid et un été sec et chaud Seltzer (1946).

Les données climatiques utilisées pour caractériser la région d'Ain Zaouia, sont celles de la station de Tizi-Ouzou. Elles ont été récupérées à l'office national de météorologie (O.N.M) de Boukhalfa. Elles ont permis de donner les caractères généraux du climat de la région étudiée de l'année 2005 jusqu'à 2016.

1.2.1. Précipitations

Les précipitations déterminent la répartition des végétaux ; elles sont un facteur écologique limitant et un élément indispensable pour toute forme de vie. Elles peuvent avoir plusieurs formes selon la température de l'atmosphère, l'altitude de la région, etc... (Derridj, 1990). Les précipitations mensuelles utilisées pour la station de Tizi-Ouzou sont données dans le tableau 3.

Tableau 3: précipitations mensuelles de la station de Tizi-Ouzou de 2005 à 2016 (ONM).

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jlt.	O.	S.	O.	N.	D.	Total
P (mm)	112,9	114,6	111,4	77,8	63,53	14,5	2,68	5,3	38,03	66,72	117,54	113,78	838,7

Pour extrapoler les données climatiques de la station d'échantillonnage, nous avons utilisé le gradient pluviométrique calculé par Seltzer (1946). Il a affirmé que les précipitations augmentent de 40mm tous les 100 m. La différence d'altitude entre Tizi-Ouzou et Draâ El Mizan est de : 270 – 188= 82m. Donc, la formule utilisée est la suivante :

$$X = \frac{A(DM) - A(TO) \times 40}{100}$$

A(DM) : Atitude Draâ El Mizan

A(TO) : Atitude Tizi-Ouzou

X : Augmentation des précipitations

Pour les précipitations est donc comme suit :

$$X = (82 \times 40) / 100 = 32,8\text{mm.}$$

La pluviométrie annuelle pour la station de Tizi-Ouzou est de 838,77 mm. La pluviométrie annuelle de la station d'échantillonnage serait donc :

Pa : La pluviométrie annuelle

$$Pa (DM) = Pa (TO) + X.$$

$$Pa = 838,77 + 32,8 = 871,57 \text{ mm}$$

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

$$K = \frac{\text{pluviométrie annuelle estimée à Draa El Mizan } PA(DM)}{\text{Pluviométrie annuelle connue de Tizi - Ouzou } PA(TO)}$$

$$K = 871,57 / 838,77 = 1,03$$

La valeur de ce coefficient est multipliée par les valeurs mensuelles des pluies de Tizi-Ouzou (Tableau 5) : PM=K x PM(TO). PM : La précipitation mensuelle

Tableau 4: précipitations mensuelles extrapolées pour la station de Draa El Mizan.

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jlt.	A.	S.	O.	N.	D.	Total
P (mm)	116,3	118	114,7	80,1	65,4	14,9	2,76	5,4	39,1	68,7	121,08	117,1	863,9

Les précipitations les plus importantes sont enregistrées au mois de novembre (121,08 mm) et les plus faibles au mois de juillet (2,76 mm).

1.2.2. Température

La température considérée comme le facteur climatique le plus important. C'est celui qu'il faut examiner en tout premier lieu par son action écologique sur les êtres vivants (Dreux, 1980). Chaque jour plusieurs relèvements sont réalisés, et en fin de journée, des moyennes des températures ont été mesurées. A partir de ces mesures journalières on détermine :

- la moyenne des « minima » du mois le plus froid(m) ; c'est la température la plus basse mesurée, appelée aussi variance thermique ;
- la moyenne des « maxima » du mois le plus chaud (M) ; c'est la température la plus élevée mesurée, appelée aussi sous variance thermique (Mahdad et Selka, 2009) ;
- Les températures minimales, maximales et moyennes mensuelles utilisées pour la station de Tizi-Ouzou sont données dans le tableau 5.

Tableau 6: températures minimales (m), maximales (M) et moyennes (M + m/2) mensuelles de la station de Tizi-Ouzou de 2005 à 2016 (ONM).

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jlt.	O.	S.	O.	N.	D.
M (°C)	15,96	15,89	19,04	22,49	26,36	31,41	36,03	35,04	31,4	27,63	20,04	16,8
m (°C)	6,71	6,63	8,63	11,36	14,23	17,73	21,33	21,53	18,81	15,8	11,83	7,83
(M+m)/2 (°C)	11,34	11,26	13,84	16,93	20,3	24,57	28,29	28,29	25,11	21,72	15,94	12,32

Pour les températures, Seltzer (1946) a constaté une diminution des températures minimales (m) de 0,4 °C par 100 m d'altitude et 0,7 °C pour les températures maximales

(M).Le calcul des températures maximales mensuelles (M) pour Draâ El Mizan est comme suit :

$$A : \text{altitude ,} \quad X = \frac{A(\text{DM}) - A(\text{TO}) \times 0.7}{100}$$

$$X = (82 \times 0,7) / 100 = 0,57$$

$$M' = M - 0,57$$

Le calcul des températures minimales mensuelles (m) pour Drâa El Mizan est comme suit :

$$X' = \frac{A(\text{DM}) - A(\text{TO}) \times 0.4}{100}$$

$$X' = (82 \times 0,4) / 100 = 0,32$$

$$m' = m - 0,32$$

Les valeurs obtenues des températures minimales, maximales et moyennes pour la station de Draâ El Mizan sont représentées dans le tableau 6.

Tableau 6: températures maximales, minimales et moyennes mensuelles estimées pour la station de Draâ El Mizan.

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jlt.	A.	S.	O.	N.	D.
M (°C)	12,42	12,53	15,5	18,95	22,82	27,87	32,59	31,5	27,86	24,09	16,07	13,26
m (°C)	6,39	6,31	8,31	11,04	13,91	17,41	21,01	21,21	18,49	15,48	11,51	7,51
(M+m) /2 (°C)	9,40	9,42	11,9	14,99	18,36	22,64	26,8	26,35	23,17	19,78	13,79	10,38

A partir de tableau 7, nous pouvons noter que le mois le plus froid est le mois de février (m = 6,31°C) et le mois le plus chaud est le mois de juillet (M = 32, 59°C).

1.2.3. Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen (1953)

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) consiste à déterminer la durée et l'intensité de la saison sèche. Selon ces auteurs, la saison sèche est définie comme étant une période où les précipitations moyennes mensuelles sont inférieures ou égales au double des températures moyennes mensuelles ($P \leq 2 T$). Pour réaliser le diagramme on va rapporter les données (Tableau 8) comme suit :

- les précipitations exprimées en (mm) et les températures en (°C) en ordonnées.
- les mois de l'année en abscisses ;
- les mois secs sont définis, quand la courbe des précipitations est située au-dessous de celle des températures moyennes ;

Tableau 7 : Températures et précipitations moyennes annuelles et mensuelles estimées pour la station de Draâ El Mizan.

	J	F	M	A	M	J	Jlt	A	S	O	N	D
T (°C)	9,4	9,3	11,9	14,9	18,3	22,6	26,8	26,5	23,1	19,7	13,8	10,4
P (mm)	116,3	118	114,7	80,1	65,4	14,9	2,7	5,4	39,2	68,7	121	117,2

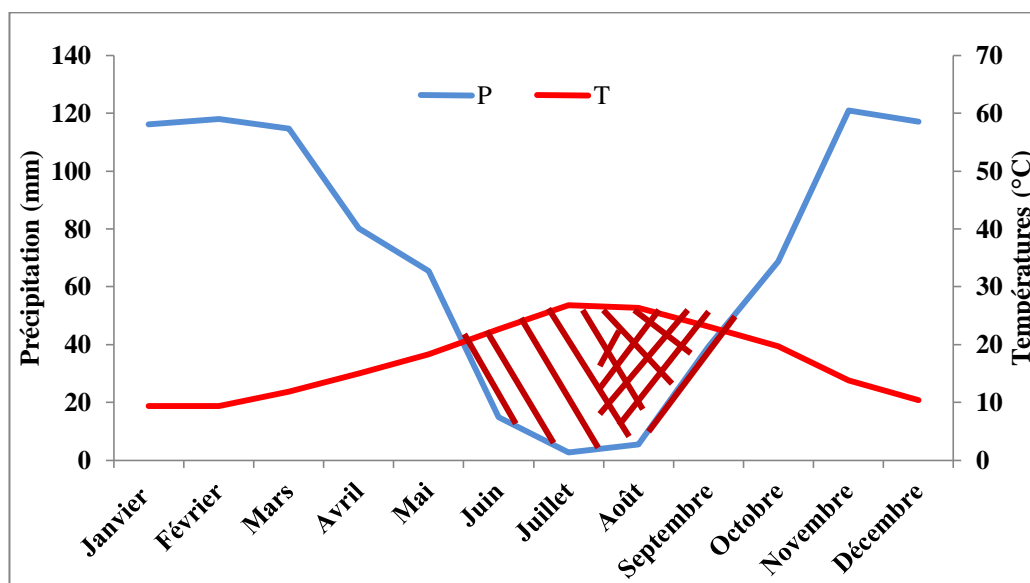


Figure 13: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) de la station d'échantillonnage.

D'après la figure 14, la durée de la saison sèche est de 3 mois et demi pour notre station d'étude.

2. Échantillonnage sur terrain

Carthamus caeruleus L est la plante sur laquelle l'isolement des mycoendophytes a été réalisé. Les sujets ont été collectés dans la région de Draâ El Mizan plus précisément à Ain Zaouia. Les mycoendophytes ont été isolés à partir de la partie aérienne (feuilles) (Figure 11). Durant la période d'échantillonnage, des plantes saines et jeunes ont été choisies aléatoirement, ensuite collectés et mise en cultures dans des sacs en papiers pour être utilisés dans les 24 heures suivant l'échantillonnage (Sharma et *al.*, 2016).



Figure 14. Partie aérienne (feuilles) de la plante *Carthamus caeruleus*.

La collecte des échantillons a été faite pendant le mois de Mars 2023 à Ain Zaouia une commune de Draâ El Mizane à l'aide d'un ethnobotaniste de la région. Afin d'assurer un bon isolement des mycoendophytes, les sujets apparemment sains ainsi qu'un matériel végétal frais et jeunes ont été choisis. Pour cela, six sujets aléatoirement choisis et ont été placés dans des sacs en papier stériles pour les transporter jusqu'au laboratoire.

3. Isolement des mycoendophytes

3.1. Stérilisation superficielle

La stérilisation superficielle est appliquée dans le but d'éliminer les microorganismes épiphytes qui se trouvent au-dessus des feuilles. Pour cela, nous avons adopté le protocole de Helander et son équipe (1995) qui est donné comme suit :

- traitement à l'éthanol 95% pour une durée de 2 minutes ;
- rinçage à l'eau distillée stérilisée ;
- traitement à l'eau de javel pour une durée de 03 minutes ;
- 2^{ème} rinçage à l'eau distillée stérilisée ;
- 2^{ème} traitement à l'éthanol 95% pour une durée de 30 secondes ;
- 3^{ème} rinçage à l'eau distillée stérilisée.

Une fois stérilisée, chaque feuille est coupée à l'aide d'un bistouri stérilisé entre deux becs bunsens pour éviter les risques de toute contamination venant de l'extérieur. Les fragments de folioles obtenus sont ensemencés sur les milieux de culture PDA.

3.2. Mise en culture

Parmi les milieux de culture utilisés pour l'ensemencement des champignons endophytes, nous avons utilisé le milieu semi-synthétique PDA (Potato-dextrose-agar), dont la composition est la suivante :

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

3.3. Préparation et stérilisation

Les pommes de terre sont pelées, lavées et coupées en petits dés. Elles sont ensuite cuites dans 200 ml d'eau pendant 15 à 20 min. Le mélange obtenu est filtré. Le filtrat est versé dans un erlenmeyer d'un litre placé sur un agitateur chauffant. Nous rajoutons au filtrat le glucose et l'agar-agar, puis nous complétons le volume à 1000 ml. L'erlenmeyer est retiré de la plaque lorsque le milieu est homogène et clair.

Le milieu prêt est versé dans des flacons pour la stérilisation à l'étuve à une température de 120°C et durant 30 minutes. Quelques grammes d'antibiotiques (amoxicilline) sont ensuite incorporés au milieu préparé. Après refroidissement du milieu, ce dernier est coulé dans des boîtes de Pétri entre deux becs bunsen.

Dix feuilles par sujets sont choisies pour la mise en culture. Les fragments de feuille sont déposés sur ce milieu, à raison de 4 explants/ boîte de Pétri. Au total, 120 explants sont répartis sur le milieu de culture PDA. Toutes ces manipulations se font entre deux becs bunsens. L'incubation a été effectuée à température ambiante au laboratoire.

Après l'ensemencement, un contrôle quotidien et minutieux est effectué sur les cultures fongiques, afin d'observer l'installation et le développement des colonies et noter l'évolution des champignons au niveau des boîtes ensemencées.

3.4. Identification des isolats fongiques

L'identification des souches fongiques fait essentiellement appel aux caractères cultureux (identification macroscopique) et à la morphologie (identification microscopique).

L'identification macroscopique permet de déterminer la couleur de la colonie pendant le développement, indices révélateurs sur l'identité de nos souches fongiques et le tableau 9 représente ces différents caractères macroscopiques.

Tableau 8. Différents caractères pour l'identification macroscopiques des souches fongiques (Zareb, A. 2014).

Caractères	Texture	Topographie	Couleur
Identification macroscopique	<ul style="list-style-type: none"> • laineuse • duveteue • poudreue • glabre 	<ul style="list-style-type: none"> • plane • surélevée • cérébriforme • striée 	<ul style="list-style-type: none"> • surface, revers, pigment diffusible; • brun,gris,noir,.... (champignon dématié); • blanc, rouge, vert,jaune, mauve,...(champignon hyaline)

L'identification microscopique des champignons a été réalisée en utilisant les clés de détermination des Deutéromycètes de Kiffer et Morellet (1997), ainsi que la littérature scientifique. L'examen des structures microscopiques a été faite en faisons référence au

tableau 09 qui représente les clés d'identification microscopique des souches fongiques.

Tableau 9. Différents caractères pour l'identification microscopiques des souches fongiques (Zareb, A. 2014).

Caractères	Identification microscopique
Hyphes	Septés; non septés; larges (>4µm) étroits(<4µm)
Conidiophores	Absents ; simples ; ramifiés
Cellules conidiogènes	Annelide ; phialide
Conidies	Uni-ou pluricellulaires ; solitaires ; en amas ou en chaînes
Organes de fructification	Périthèces; cléistothèces (sexué) ; pycnides (asexué)

4. Calcul de la fréquence de colonisation FC(%)

La fréquence de colonisation des boites ensemencées est calculée selon la formule suivante:

$$FC (\%) = (\text{Nombre de fragments colonisés} / \text{Nombre total de fragments}) \times 100.$$

5. Abondance A (%)

Concernant les abondances des genres recensés au niveau des feuilles des différents sujets de *Carthamuscaeruleus*L., nous l'avons calculé en (%) comme suit :

$$A (\%) : \text{Nombre de colonies d'un genre} / \text{Nombre totale des colonies} \times 100$$

6. Analyses statistiques

6.1. Analyse de variance (ANOVA)

Une matrice de corrélation estréalisée pour montrer les différentes interactions entre les différents genres identifiés et une analyse en variance(ANOVA)est faite pour montrer les différences de diversité en champignons endophyte, grâce au logiciel Stat Box 6.40.

6.2. Analyse en composante principale (A.C.P)

Elle 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.

Chapitre IV

Résultats

et

discussion

1. Fréquence de colonisation

Après un mois d'incubation sur milieu PDA et à température ambiante des fragments de feuilles de *Carthamus caeruleus*, nous avons procédé au calcul des fréquences de colonisation des boîtes de Pétriensemencées. L'observation des boîtes dans lesquelles nous avons réalisé la mise en culture sont colonisés à 100% par des mycoendophytes, mise à part la boîte 2 du sujets 5, nous avons obtenu une moyenne de fréquence de colonisation (FC) de 96,66%.

2. Abondances des souches

En plus, nous avons procédé à la détermination des différentes souches fongiques obtenues (Tableau 10)

Au total nous avons identifié 16 genres de mycoendophytes : *Alternaria*, *Aspergillus*, *Candida*, *Chaetomium*, *Eupenicillium*, *Fusarium*, *Macrophomina*, *Monilia*, *Penicillium*, *Phoma*, *Scopulariopsis*, *Stachybotrys*, *Stemphylium*, *Rhizoctonia*, *Ulocladium* et *Verticillium*. Ces mycoendophytes identifiés et recensés appartiennent à deux phyladifférents, 98,9% d'entre eux font partie des Ascomycota et 1,1% sont des Basidiomycota (Tableau10) (Figure 15).

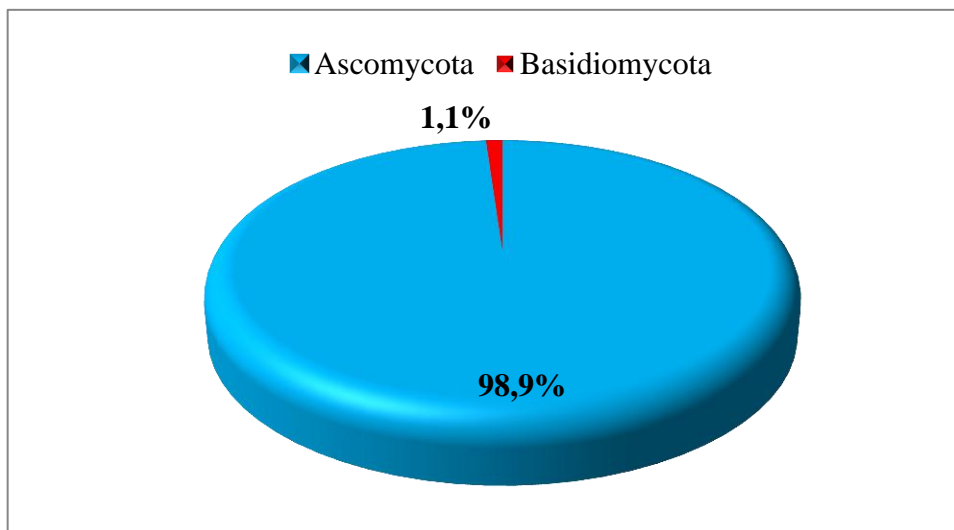


Figure 15: Abondance des phyla des champignons endophytes des feuilles de *Carthamus caeruleus*.

Sur la base du total des isolats fongiques identifiés les genres : *Chaetomium*(25,27%), *Alternaria* (16,10%), *Aspergillus* (11,66%), *Penicillium* (9,44%), *Stemphyllium* (7,77%) et *Ulocladium* (6%) dominant au niveau de la feuille du *Carthamus caeruleus* L viennent par la suite les genres à faibles abondances : *Fusarium* (5,41%), *Candida* et *Verticillium* (4,16%), *Phoma* (2,22%), *Monilia*(2,08%), *Rhizoctomia* et *Eupenicillium* avec (1,1%), *Scopulariopsis* et *Stachybotrys* avec (0,83%).

Tableau 10 : classification des différents genres de mycoendophytes isolés à partir des feuilles de *Carthamus caeruleus*.de la station d’Ain Zaouia (Tizi-Ouzou).

Genres	Phyla	Ordres	Familles	Abondances (%)
<i>Alternaria</i>	Ascomycota	Pléosporale	Pléosporaceae	16,10%
<i>Aspergillus</i>	Ascomycota	Eurotiales	Trichocomaceae	11,66%
<i>Candida</i>	Ascomycota	Saccharomycetales	<i>Saccharomycetaceae</i>	4,16%
<i>Chaetomium</i>	Ascomycota	Sordariales	Chaetomiaceae	25,27%
<i>Eupenicilium</i>	Ascomycota	Eurotiales	Trichocomaceae	1,11%
<i>Fusarium</i>	Ascomycota	Hypocreales	Nectriaceae	5,41%
<i>Macrophomina</i>	Ascomycota	Botryosphaeriales	Botryosphaeriaceae	1,66%
<i>Monilia</i>	Ascomycota	Helotiales	Sclerotiniaceae	2,08%
<i>Penicillium</i>	Ascomycota	Eurotiales	Trichomaceae	9,44%
<i>Phoma</i>	Ascomycota	Sphaeropsidales	Sphaeropsidaceae	2,22%
<i>Rhizoctomia</i>	Basidiomycota	Cantharellales	Ceratobasidiaceae	1,11%
<i>Scopulariopsis</i>	Ascomycota	Microascales	Microascaceae	0,83%
<i>Stachybotrys</i>	Ascomycota	Hypocreales	Dematiaceae	0,83%
<i>Stemphyllium</i>	Ascomycota	Pléosporale	Pléosporaceae	7,77%
<i>Ulocladium</i>	Ascomycota	Pléosporale	Pléosporaceae	6%
<i>Verticillium</i>	Ascomycota	Incertaesedis	Plectosphaerellaceae	4,16%

Les communautés de champignons endophytes associées à différents hôtes sont diverses (Arnold et al., 2007 ; Koukol et al., 2012). Une diversité fongique est importante est recensée au niveau des feuilles de *Carthamus caeruleus* .Ces résultats sont renforcés par les résultats de Lodge et al. (1996), Rodriguez et al. (2009) et Nisa et al. (2015), qui montrent que les champignons endophytes sont très diversifiés, même dans une seule feuille. Les plantes ne sont pas seulement une matière végétale, mais un assemblage complexe

d'organismes (Porras-Alfaro et Bayman, 2011). Le nombre et la diversité des endophytes isolés des différentes parties des hôtes varient en fonction de la partie de la plante échantillonnée. Dans la plupart des études réalisées, la partie hôte principale est la feuille. Comme les feuilles des hôtes présentent une grande diversité et sont faciles à manipuler par rapport aux autres parties, il est évident que plus de 35 % des études réalisées portaient sur les endophytes foliaires de l'hôte (Kumar et Hyde, 2004).

La dominance des Ascomycota a été rapportée dans presque toutes les études sur les champignons endophytes sans exception (Arnold et *al.*, 2007 ; Porras-Alfaro et Bayman, 2011 ; Selvanathan et *al.*, 2011; Selim et *al.*, 2012 ; Koukol et *al.*, 2012 ; Stephenson et *al.*, 2013 ; Del Olmo-Ruiz et Arnold, 2014 ; Zhang et Yao, 2015 ; Tan et *al.*, 2018).. Ce résultat concorde avec les travaux qui montrent la dominance des Ascomycota comme endophytes sur la feuille : (Zareb, 2014 ; Benfoddil, 2015 ; Ouzid, 2018 et Medjber, 2019) .Ce phylum est le plus grand groupe de champignons qui implique une population très diversifiée et joue un rôle essentiel dans la génétique (Wallen et Perlin, 2018), l'écologie (Belnap et Lange, 2005) et la phylogénie (López-Giráldez et *al.*, 2009).

Dans le cas de Basidiomycota, 1,1% des espèces fongiques endophytes ont été rapportées comme endophytes (Zhang et Yao, 2015). Ces résultats confirment les nôtres, car un seul genre *Rhizoctonia* isolé à partir de la feuille de *Carthamus caeruleus* L appartient aux Basidiomycota.

Certains isolats de champignons endophytes sont très faiblement répandus, tels que: *Eupenicillium*, *Fusarium*, *Macrophomina*, *Monilia*, *Phoma*, *Scopulariopsis*, *Stachybotrys*, *Stemphylium*, *Rhizoctonia* et *Ulocladium*. De nombreuses études ont montré que plusieurs champignons sont incapables de se développer sur des milieux synthétiques (Tao et *al.*, 2008), ou peuvent être négligés par des champignons à croissance rapide en raison d'une croissance lente (Toofane et Dalymamode, 2002 ; Zhu et *al.*, 2008), ou nécessitent certains nutriments spécifiques pour leur croissance (Van Wyk et *al.*, 2007 ; Jeewon et *al.*, 2017).

3 . Description des quelques genres de champignons recensés

3.1. *Alternaria*

Les champignons du genre *Alternaria* appartiennent au phylum des Ascomycota, formant un mycélium cloisonné brun (Bissdat, 2014). Ces champignons ne présentant aucun

mode de reproduction sexuée connu, (Kirk et *al.*, 2008) Ils se multiplient de manière asexuée à partir de filaments spécialisés appelés conidiophores où vont être différenciées des conidies, brunes, très caractéristiques du genre, organisées en chaînette. Ce sont des dictyospores : conidies piriformes, à la base élargie avec des septa transversaux, obliques et longitudinaux en nombre variable (Kirk et *al.*, 2008). Leur extrémité est constituée d'une partie rétrécie plus ou moins longue appelée le « bec ». L'aspect global rappelle la forme d'une massue. Elles mesurent entre 50-100 µm de long et 3-16 µm de large (Calmes, 2011) (Figure 16).

De nombreux travaux rapportent la prédominance d'*Alternaria* dans différentes plantes hôtes (Khan et *al.*, 2010 ; Kumar et *al.*, 2011). Les espèces d'*Alternaria* ont été décrites comme étant des champignons pathogènes des végétaux, qualifiés de saprophytes ou de parasites des plantes (Barnett et Hunter, 1972). Cependant, *Alternaria*, a été répertorié 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) . La dominance d'*Alternaria* pourrait être liée à son potentiel plus élevé à coloniser les feuilles de *Carthamus caeruleus*, ce qui favorise son établissement et sa croissance et ses effets négatifs sur d'autres champignons (Herre et *al.*, 2007).

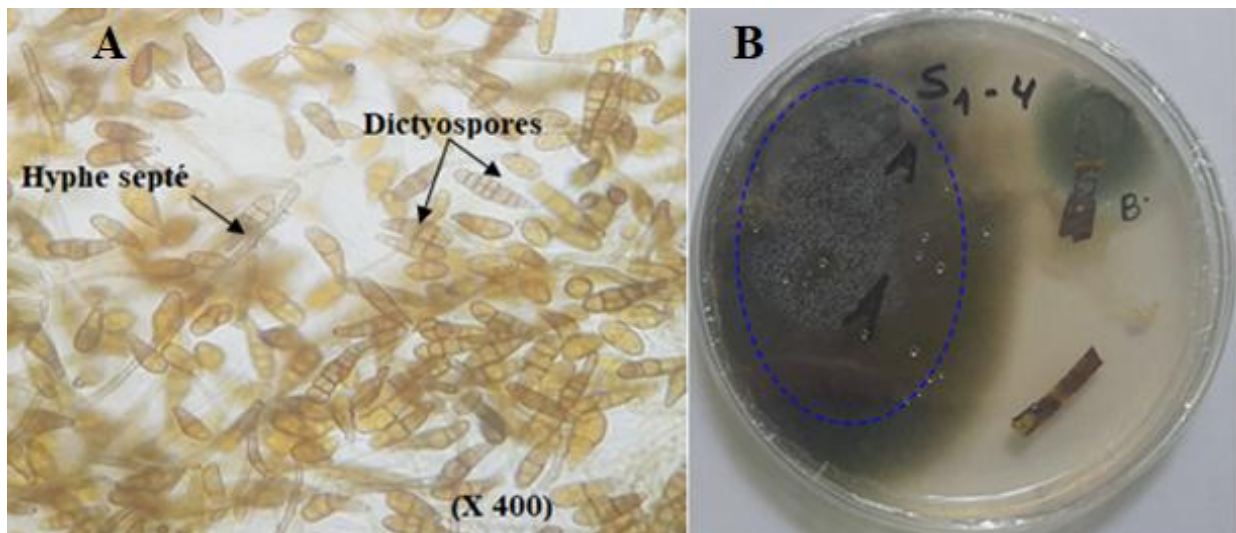


Figure 16: Observations microscopique (A) GX400 et macroscopiques (B) du genre *Alternaria*.

3.2. *Aspergillus*

Les *Aspergillus* (11,66%) ont une large répartition géographique, mais sont plus souvent associées aux régions à climat chaud (Castegnaro et Pfohl-leszkowicz, 2002). Ils se

développent sur la matière organique en décomposition, dans le sol, le compost, les denrées alimentaires, les céréales, ils se trouvent notamment dans la poussière et l'air (Bart – Delabesse et latgé, 2003). Les *Aspergillus* sont caractérisés par un appareil végétatif formé de filaments mycéliens hyalins de diamètre fin et régulier, septés et ramifiés. Sur les filaments végétatifs prennent naissance des filaments dressés, non cloisonnés (conidiophores) qui se terminent par une vésicule de forme variable sur laquelle sont disposées les cellules conidiogènes ou phialides. Les phialides peuvent être insérées directement sur la vésicule (têtes unisériées) ou portées par des petites structures insérées sur la vésicule (têtes bisériées) nommées métules ou stérigmates (Raper et Fennell, 1965). Les conidies, sèches, disposées en chaînes divergentes ou associées en colonnes compactes, sont toujours unicellulaires, globuleuses, sub-globuleuses ou elliptiques, lisses ou ornementées, hyalines ou pigmentées en jaune, vert, brun ou noir. L'ensemble vésicule + métules + phialides + conidies constitue la tête aspergillaire caractéristique du genre *Aspergillus*. (Botton et *al.*, 1990) (Figure 17).

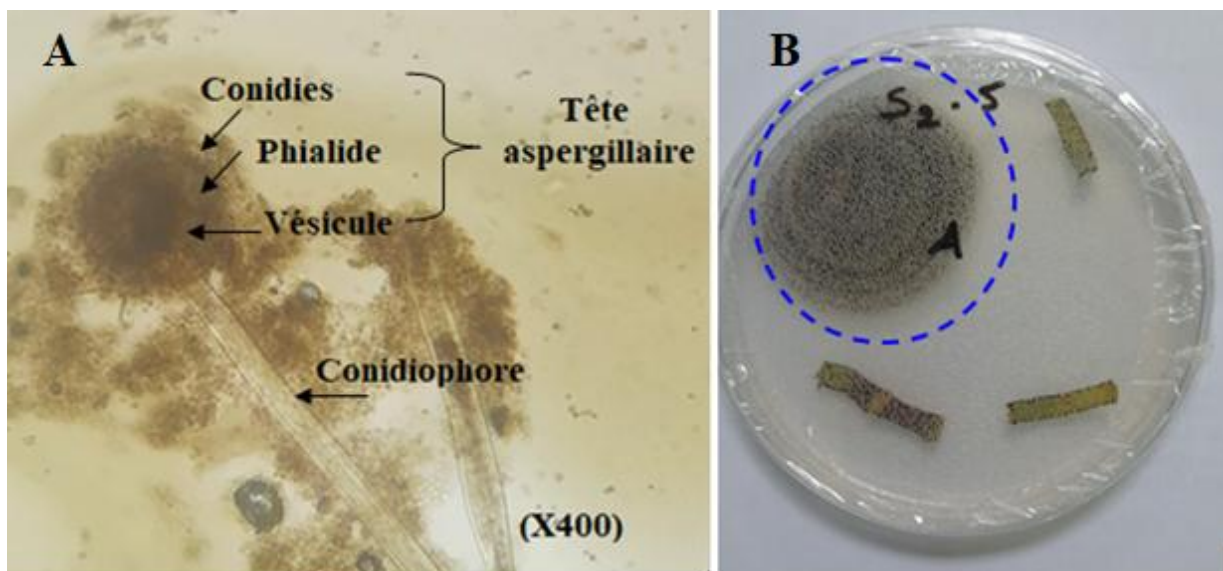


Figure 17 : Observations microscopique (A) GX400 et macroscopiques (B) du genre *Aspergillus*.

3.3. *Chaetomium*

Dans notre étude le genre *Chaetomium* est le plus abondant avec (25,27%) Le genre *Chaetomium*, appartenant à la classe des Ascomycota, émerge comme un antagoniste puissant contre divers agents pathogènes des plantes, en particulier ceux transmis par le sol et les pathogènes transmis par les graines. Des études antérieures, notamment celles de Soyong et Quimio (1989), Aggarwal et *al.* (2004), ainsi que Park et *al.* (2005), ont mis en évidence la

capacité de *Chaetomium* à agir de manière efficace contre ces agents pathogènes. Outre son rôle antagoniste, le genre *Chaetomium* est reconnu comme un dégradateur remarquable de cellulose et de matières organiques. D'autres travaux ont souligné cette capacité unique, renforçant ainsi son potentiel en tant qu'agent de lutte biologique (Soytonget *al.*, 2001 ; Abdel-Azeem, 2020). Par ailleurs, ce genre se distingue par la production de plus de 500 substances bioactives, ouvrant ainsi des perspectives prometteuses pour l'industrie médicale. Les travaux de Castagnoli et *al.* (2017) ont contribué à identifier cette riche sé métabolique, offrant ainsi un large éventail de composés ayant un potentiel d'application dans divers domaines, y compris la recherche pharmaceutique. *Chaetomium* serait également antagoniste à la croissance des bactéries et des champignons par compétition pour les nutriments, mycoparasitisme, antibiose ou diverses combinaisons (Zhanget Yang, 2007) Les ascospores de *Chaetomium* ont une morphologie caractéristique. Leur forme, taille et parfois leur ornementation peuvent être des caractéristiques distinctives permettant d'identifier ce genre spécifique au sein des *Ascomycota*. Les asques sont les structures porteuses de spores dans le genre *Chaetomium*. Ils se forment généralement à l'intérieur de structures appelées périthèce. Les colonies de ce genre peuvent varier en couleur, souvent allant du blanc au gris ou d'autres nuances intermédiaires. La couleur peut être influencée par divers facteurs tels que le milieu de culture et les conditions de croissance. (Figure 18)

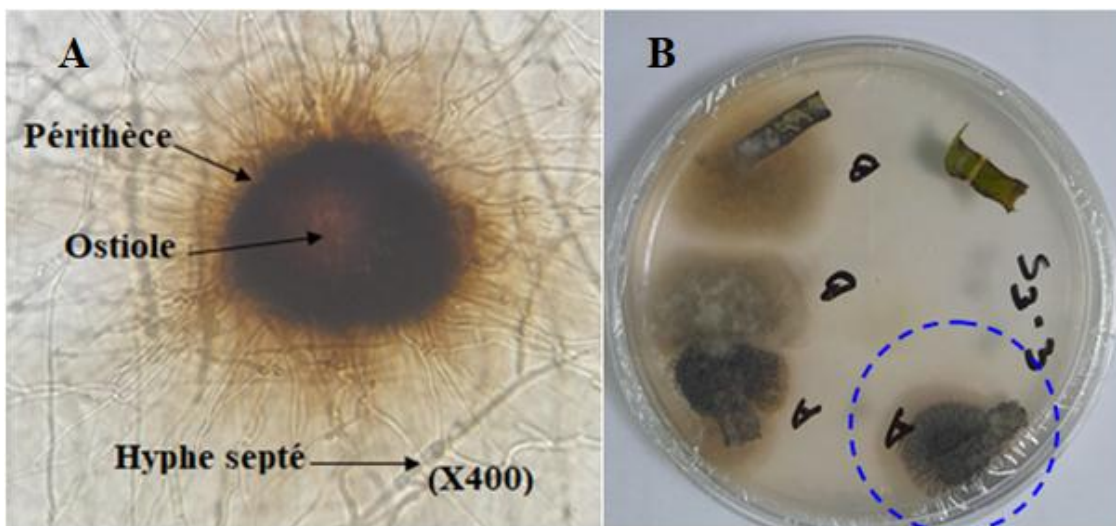


Figure 18: Observations microscopique (A) GX400 et macroscopiques (B) du genre *Chaetomium*.

3.4. *Penicillium*

Penicillium est le genre fongique le plus communément signalé comme endophyte (Chauhan et al., 2019 ; Fan et al., 2020). Ses espèces sont connues par la production d'un grand nombre de métabolites secondaires tels que les stéroïdes, les terpénoïdes, les esters, les quinoléines, les polykétides, les alcaloïdes de l'ergot, les peptides dicétopipérazines, les quinazolines, le chamazulène, l'azétidine et de nombreux autres composés non identifiés (Ghareeb et al., 2018 ; Singh et al., 2020). Certains de ces composés sont des agents antibactériens, antifongiques, antiviraux, antioxydants, anticancéreux, antidiabétiques, immunosuppresseurs, agents hypocholestérolémiants, anti Alzheimer, ils ont également été utilisés pour le traitement de l'épilepsie et de la toxocarose, et comme agents anti-leishmania et anti-inflammatoires (Singh et al., 2020).

Le genre *Penicillium* est cosmopolite. Il est adapté à coloniser des milieux à pression osmotique très élevées. Cette capacité d'adaptation à des conditions environnementales contraignantes témoigne de l'incroyable plasticité physiologique de *Penicillium*, lui permettant de prospérer dans une diversité d'habitats à travers le globe et suggère un rôle écologique significatif au sein de ces environnements particulièrement exigeants (Bouchet et al., 2000). *Penicillium* est connu pour avoir comme habitat naturel le sol et les matières organiques en décomposition (Tubac, 2007). Les *Penicillium* ont déjà été signalés comme communs dans les feuilles et les racines de diverses espèces (Maciá-Vicente et al., 2008 ; González -Teuber et al., 2017 ; Guevara et al., 2020). Sous le microscope, les structures caractéristiques de ce genre, telles que les conidiophores ramifiés les phialides et les conidies en forme de brosse, peuvent être observées. La morphologie spécifique des conidies, ainsi que leur arrangement sur les conidiophores, sont des traits microscopiques distinctifs qui facilitent l'identification précise de *Penicillium* (Bouchet et al. 2000). Ses colonies peuvent être veloutées, souvent de couleur verte, bleue ou d'autres nuances, selon les espèces. L'observation de ces colonies à l'œil nu sur des milieux de culture appropriés permet d'identifier certaines caractéristiques macroscopiques spécifiques à *Penicillium*, contribuant ainsi à sa classification (Tubac, 2007) (Figure 19).

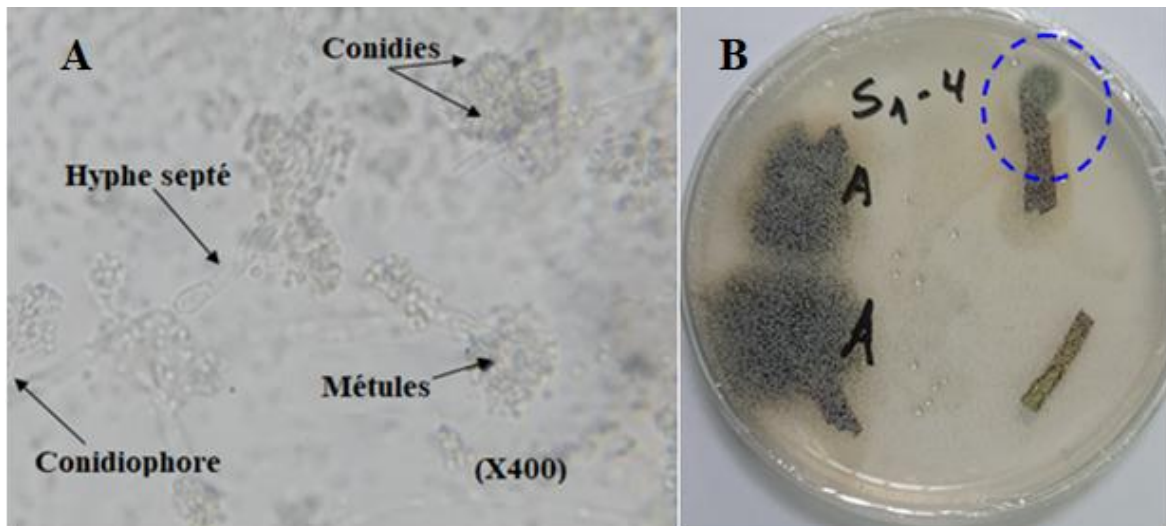


Figure 19: Observations microscopique (A) GX400 et macroscopiques (B) du genre *Penicillium*

3.5. *Ulocladium*

Le genre *Ulocladium* comprend des mycètes saprophytes omniprésents; ils sont largement distribués dans le sol, sur le bois et sur des végétaux en décomposition. Quelques espèces sont des pathogènes s'attaquant aux plantes et des agents détériorant les aliments (Runa et al., 2009). Sous microscope optique, le mycélium est de type cloisonné associé à la présence de conidies pluricellulaires et cloisonnées (Botton et al., 1990) (Figure 20). Les colonies d'*Ulocladium* poussent rapidement, ont un aspect velouté à laineuse et sont de couleur noire ou noir verdâtre à grise. Elle se caractérise par des conidiophores foncés, portant des conidies. Les conidies sont brun foncé, plus ou moins ovoïdes à cylindriques, et divisées en plusieurs cellules par des cloisons transversales et longitudinales (Robert et al., 2005).

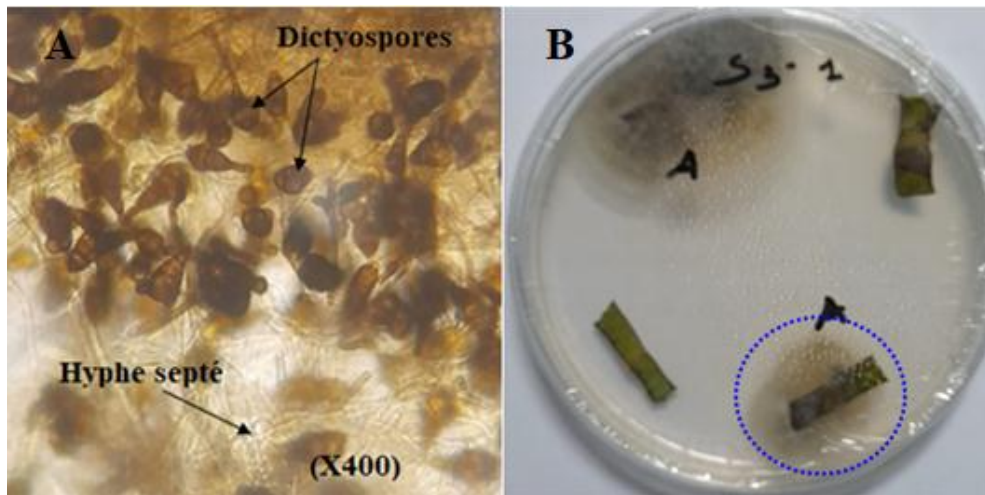


Figure 20: Observations microscopique(A) GX400 et macroscopiques (B) du genre *Ulocladium*.

3.6. *Phoma*

Le genre se reconnaît par ses fructifications (pynides) plus ou moins rondes, contenant des masses de spores unicellulaires, incolores à jaune ou rose foncées, brunes ou noires (Botton *et al.*, 1990 ; Samson *et al.*, 2004) (Figure 21). *Phoma* est un champignon cosmopolite omniprésent, qui se trouve couramment dans les sols, en tant qu'agent pathogène végétal connu (Samson *et al.*, 2004) .

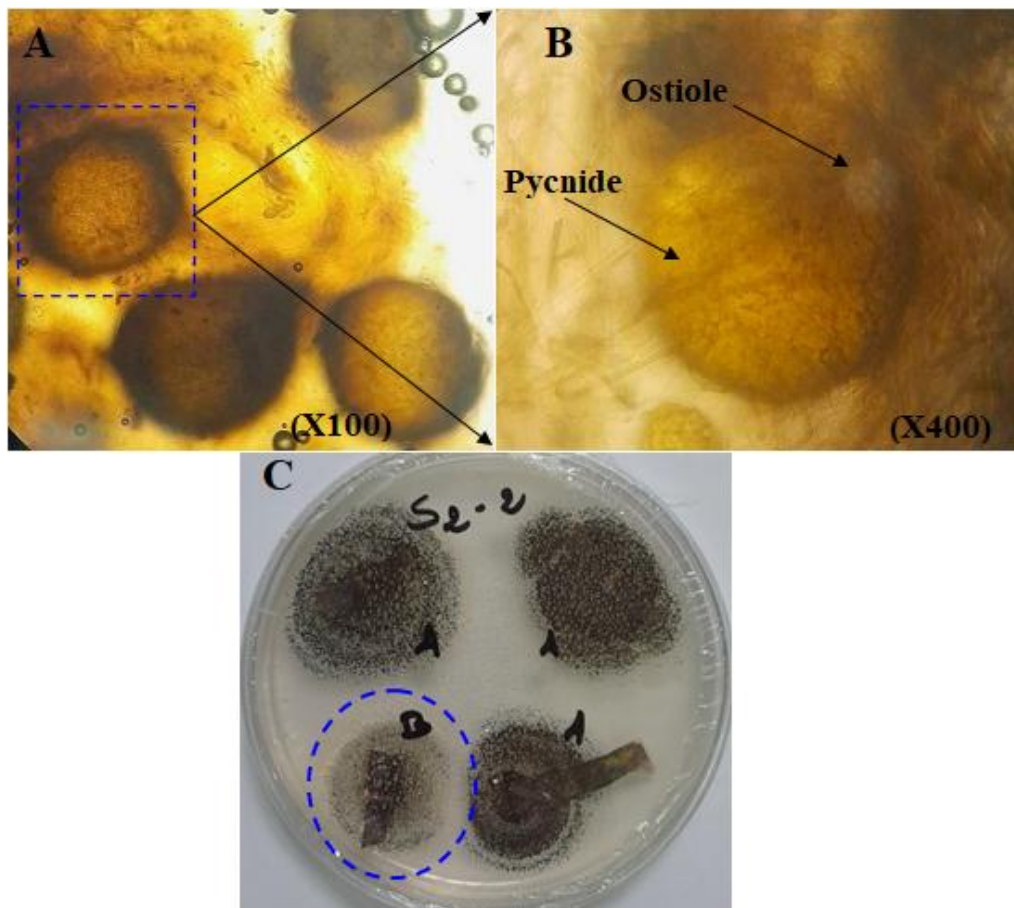


Figure 21: Observations microscopique (A) GX400 et macroscopiques (B) du genre *Phoma*.

3.7. *Candida*

Les espèces du genre *Candida* sont particulièrement étudiées en raison de leur diversité et de leurs interactions complexes avec les hôtes végétaux. Smith (2020) explore cette diversité, mettant en lumière les implications écologiques de ces endophytes, soulignant leur rôle crucial dans la santé des plantes, la résistance aux pathogènes, et la tolérance au stress.

Les observations macroscopiques révèlent des colonies visqueuses de couleur blanc crème. Au microscope optique, la morphologie levuriforme de nombreux corps est visible, correspondant à des spores produites par bourgeonnement (Barnett et Pankhurst, 1974 ; Meyer et al. 1998) (Figure 22).

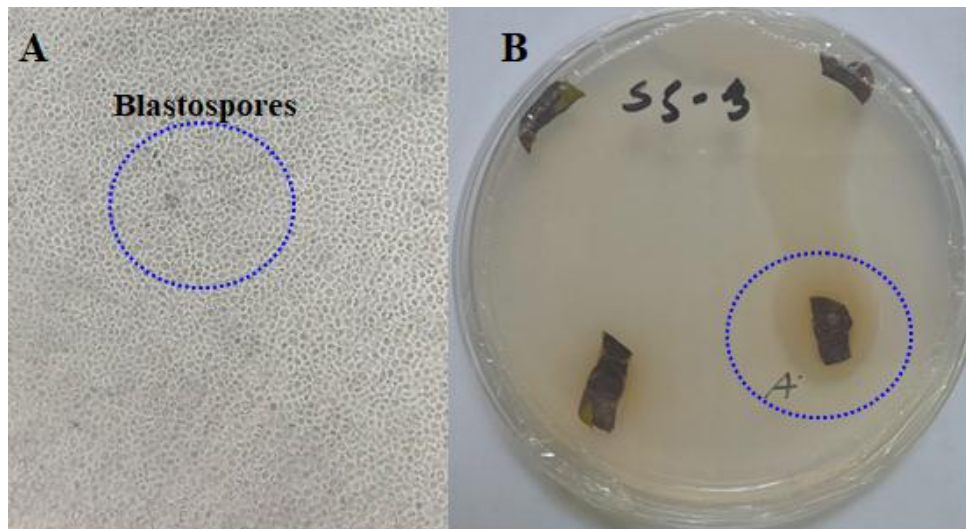


Figure 22: Observations microscopique (A) GX400 et macroscopiques (B) du genre *Candida*.

3.8. *Verticillium*

Le genre fongique *Verticillium*, un endophyte associé aux plantes, joue un rôle crucial dans l'écologie végétale en établissant des interactions complexes avec les tissus internes des plantes. Wilhelm et Sagen (2018) ont fourni des perspectives approfondies sur la biologie moléculaire de *Verticillium*, éclairant ses mécanismes endophytiques. Certains membres du genre *Verticillium*, peuvent former des relations symbiotiques bénéfiques avec les plantes, colonisant les tissus internes sans provoquer de symptômes néfastes (Fradin et Thomma, 2006). Cette symbiose endophytique peut conférer des avantages à la plante hôte, tels que la résistance accrue aux pathogènes, la tolérance au stress environnemental et une meilleure absorption des nutriments. Les microconidies, unitaires et entourées d'une gouttelette muqueuse, sont produites à l'extrémité de structures appelées phialides, formant des sphérules ovoïdes d'environ 4-6 X 2-3 μm . Ces éléments microscopiques sont essentiels pour le processus de reproduction asexuée du champignon. En parallèle, les microsclérotés, caractérisés par des variations de forme et de taille, émergent suite à l'épaississement, à la mélanisation et à l'agrandissement des cellules des filaments. Ces microsclérotés confèrent une teinte noire aux cultures, créant une texture en croûte, souvent enveloppée d'un mycélium aérien plus ou moins dense. Cette diversité morphologique illustre les différentes étapes du cycle de vie du champignon, les microconidies favorisant la dispersion tandis que les microsclérotés contribuent à la survie dans des conditions environnementales difficiles (SACKSTON. 1965.) (Figure 23).

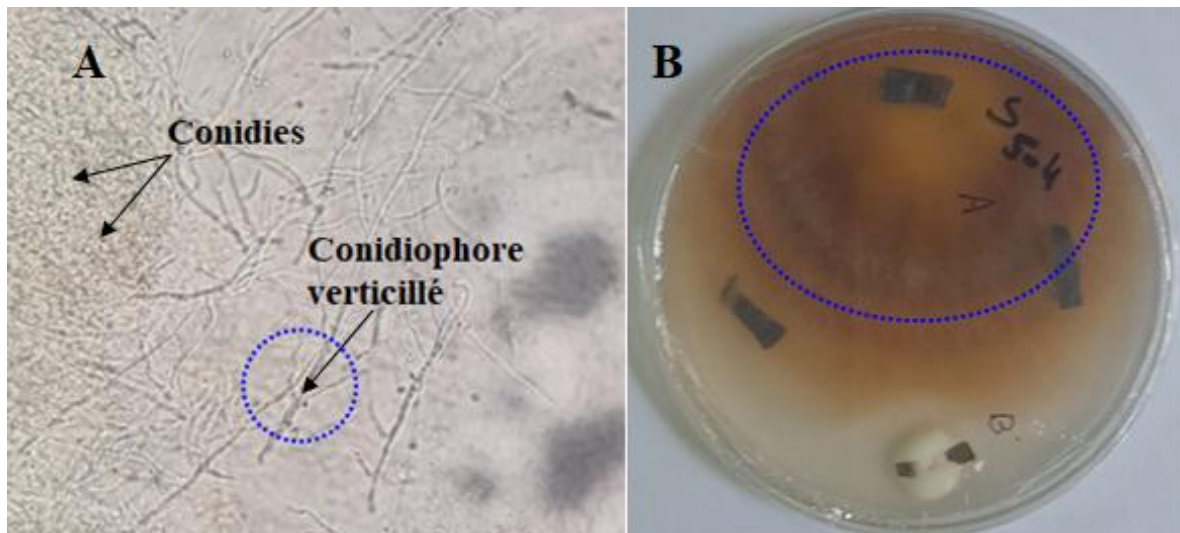


Figure 23: Observations microscopique (A) GX400 et macroscopiques (B) du genre *Verticillium*.

4. Analyse de variance

Une analyse de la variance (ANOVA) a montré que certains genres présentaient des différences d'abondances significatives entre les 06 sujets, il s'agit de : *Chaetomium* ($P = 0,001$), *Alternaria* ($P = 0,03$), *Aspergillus* ($P = 0,03$), *Penicillium* ($P = 0,04$), *Candida* ($P = 0,05$) et *Verticillium* ($P = 0,05$). Par contre d'autres tels que : *Eupenicillium* ($P = 0,44$), *Fusarium* ($P = 0,53$), *Macrophomina* ($P = 0,44$) et *Monilia* ($P = 0,44$), *Phoma* ($P = 0,56$), *Scopulariopsis* ($P = 0,44$), *Stachybotrys* ($P = 0,11$), *Stemphylium* ($P = 0,45$), *Rhizoctonia* ($P = 0,44$) et *Ulocladium* ($P = 0,29$) ne présentent pas une différence d'abondance significative entre les 06 sujets (Tableau 12).

Tableau 11. Test ANOVA des mycoendophytes des feuilles de *Carthamus caeruleus* L.

	Probabilité	Significativité
<i>Alternaria</i>	0.03	Hautement significative
<i>Aspergillus</i>	0.03	Hautement significative
<i>Candida</i>	0.05	Significative
<i>Chaetomium</i>	0.001	Très hautement significative
<i>Eupenicillium</i>	0.44	Non significative
<i>Fusarium</i>	0.53	Non significative
<i>Macrophomina</i>	0.44	Non significative
<i>Monilia</i>	0.44	Non significative
<i>Penicillium</i>	0.04	Significative
<i>Phoma</i>	0.56	Non significative
<i>Scopulariopsis</i>	0.44	Non significative
<i>Stachybotrys</i>	0.44	Non significative
<i>Stemphyllium</i>	0.11	Non significative
<i>Rhizoctonia</i>	0.44	Non significative
<i>Verticillium</i>	0.05	Significative
<i>Ulocladium</i>	0.29	Non significative

5. Analyse en composantes principales(ACP)

Pour essayer de comprendre les différentes interactions qui existent entre les genres de mycoendophytes recensés au niveau des feuilles de *Carthamus caeruleus* L, nous avons fait une matrice de corrélation Pearson (Tableau 12).

Tableau12: matrice de corrélation Pearson entre les genres fongiques des tissus foliaires de *Carthamuscaeruleus*L.

	<i>Aspergillus</i>	<i>Candida</i>	<i>Chaetomium</i>	<i>Eupenicillium</i>	<i>Macrophomina</i>	<i>Monilia</i>	<i>Scopulariopsis</i>	<i>Stachybotrys</i>
<i>Eupenicillium</i>	0,96	ns	ns	1	ns	ns	ns	ns
<i>Macrophomina</i>	0,96	ns	ns	1,00	1	ns	ns	ns
<i>Monilia</i>	Ns	1,00	ns	ns	ns	1	ns	ns
<i>Scopulariopsis</i>	0,96	ns	ns	1,00	1,00	ns	1	ns
<i>Stachybotrys</i>	0,96	ns	ns	1,00	1,00	ns	1,00	1
<i>Rhizoctonia</i>	0,96	ns	ns	1,00	1,00	ns	1,00	1,00
<i>Verticillium</i>	Ns	1,00	ns	ns	ns	1,00	ns	ns
<i>Ulocladium</i>	Ns	ns	0,90	ns	ns	ns	ns	ns

ns : valeur non significative

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

A partir du tableau 12, nous pouvons voir des interactions positives sont hautement significatives entre les champignons endophytes au niveau des feuilles de *Carthamus caeruleus*, entre *Aspergillus* et *Eupenicillium*, *Macrophomina*, *Scopulariopsis*, *Stachybotrys* et *Rhizoctonia* (0,96), *Candida* et *Monilia*, *Verticillium* (1,00), *Chaetomium* et *Ulocladium* (0,9), *Eupenicillium* et *Macrophomina* *Scopulariopsis*, *Stachybotrys*, *Rhizoctonia* (1,00), *Monilia* et *Verticillium* (1,00), *Scopulariopsis* et *Stachybotrys*, *Rhizoctonia* (1,00) *Stachybotrys* et *Rhizoctonia*(1,00). Il est à noter, qu'aucune corrélation négative n'a été signalée.

Le microbiote fongique colonise son hôte végétal pour s'adapter à l'environnement ; les symbiotes ont donc co-évolué ensemble pendant des millions d'années (Hassani et al. 2018). Les microorganismes ont aussi une certaine limite de leur plasticité phénotypique et sont adaptés aux conditions environnementales dans lesquelles ils se sont développés (Wilson et Lindow, 1993).

L'établissement de relations mutualistes particulières entre champignons et plantes peut conférer une multitude de capacités fonctionnelles qui améliorent la survie, la productivité primaire et la structure de la communauté des plantes (Massimo et al., 2015 ; Sangameshetal., 2018 ; Hosseyini et al., 2021). Les assemblages multi-espèces ne vivent généralement pas de manière isolée mais établissent des relations interactives par le biais de connexions mutualistes ou compétitives (He et al., 2017). Ces connexions interactives aboutissent finalement à la construction de réseaux inter-espèces complexes qui maintiennent la structure d'une communauté écologique et les fonctions de l'écosystème (Fuhrman, 2009).

Le plan ½ de l'ACP explique 75% du phénomène, pour l'axe F1 avec 45% et l'axe F2 avec 30% de l'inertie totale. (figure 24).

Deux groupes semblent s'individualiser. Le premier groupe (A) concerne les sujets échantillonnés S1, S3, S4,S5 et S6, avec une présence des genres *Alternaria*, *Candida* *Chaetomium*, *Fusarium*, *Monilia* ,*Penicillium*, *Stemphylium*, *Ulocladium* et *Verticillium*.

Le deuxième groupe (B) comporte le sujets S2, avec une présence des genres *Stachybotrys*, *Rhizoctonia*, *Scopulariopsis*, *Phoma*, *Macrophomina*, *Eupenicillium* et *Aspergillus*, dans ce groupe le genre dominant est *Aspergillus*. Le développement des *Aspergillus* chez leur hôte nécessite l'existence de conditions favorables. En effet certains facteurs environnementaux (comme l'abondance des spores aspergillaires dans l'air), ou

certains facteurs liés au champignon (comme la taille des spores, la thermo-tolérance, les facteurs de virulence) contribuent à la fréquence de la pathologie aspergillaire (Dupont, 1981). Les endophytes fongiques produisent des métabolites bioactifs qui interviennent dans l'interaction plante-endophyte (Strobel, 2003). Rodriguez et al. (2009) et Waquas et al. (2012) ont montré que les champignons endophytes aident la plante hôte à répondre aux variations environnementales par la régulation de la croissance de la plante et son développement, en utilisant des substances bioactives. Le genre *Phoma* et *Aureobasidium* a été signalé présentant une activité antagoniste contre certains pathogènes. (El-Tarabily et Sivasithamparam, 2006 ; González et Tello, 2011).

L'axe 2 représente 30% de l'inertie totale. Deux ensembles s'individualisent. Le premier concerne les individus montrant la présence des genres les plus abondants (*Alternaria*, *Chaetomium*, *Aspergillus*), avec une présence des genres *Ulocladium*, *Eupenicillium*, et *Stemphylium*). Le deuxième ensemble comporte les sujets au niveau desquels les genres recensés sont *Candida*, *Verticillium*, *Monilia*, *Fusarium*, *Phoma*, *Macrophominia*, *Rhizoctonia*, *Scopulariopsis*, *Stachybotry* et une abondance du genre *Penicillium*.

Les mycoendophytes forment un hotspot et peuvent jouer un rôle important par rapport à la croissance de la plante hôte et leur capacité de la protéger et d'augmenter sa résistance contre les stress biotiques et abiotiques. En effet, ces interactions révèlent un impact profond sur le fonctionnement général des écosystèmes (Eisenhauer, 2012), à travers le fonctionnement des communautés végétales. Ils servent aussi comme médiateurs dans les interactions écologiques (Ganley et al., 2004).

L'exclusion compétitive est un mécanisme par lequel les endophytes pourraient empêcher la colonisation de l'hôte par des agents pathogènes (Zabalgoitia, 2008 ; Martinuz et al., 2012). Les endophytes fongiques peuvent coloniser différents tissus végétaux localement ou systémiquement, de manière inter- ou intracellulaire (Boyle et al., 2001). Grâce à une colonisation rapide et au piégeage des nutriments disponibles, ils occupent ainsi la niche qui pourrait autrement être utilisée par un organisme pathogène (Rodriguez et al., 2009). En plus du parasitisme direct et de l'effet compétitif, il est connu que plusieurs agents de contrôle biologiques produisent et libèrent de nombreux effecteurs à savoir des antibiotiques, des toxines et des métabolites fongitoxiques contre les agents pathogènes des plantes. (Stefanova et al., 1999).

Comparativement à l'étude de Metsaha (en cours), qui a porté sur l'identification et l'isolation de 11 genres de mycoendophytes des rhizomes de *Carthamuscaeruleus*L., nous constatons la présence de certains champignons soit au niveau des feuilles, mais aussi au niveau du rhizome, avec une abondance différente. Nous citons à titre d'exemple, le genre le plus abondant à savoir :*Chaetomium* avec une abondance de 25,27% au niveau de la partie aérienne et 33,47% au niveau des rhizomes.

Il y a lieu de noter l'absence d'*Alternaria* au niveau des rhizomes. La dominance d'*Alternaria* au niveau des feuilles du *Carthamuscaeruleus*L. joue un rôle majeure dans la protection contre les agents pathogènes (González et Tello, 2011) et contre le stress nutritif. Certaines espèces d'*Alternaria* ont la possibilité de produire du mannitol et le tréhalose qui sont considérés comme une source carbonée pour la plante (Calmes, 2011). Pendant la période végétative, *Alternaria* est considéré comme une source nutritive pour l'hôte. Il y a une grande probabilité que ce champignon soit transporté par l'air.

Nous observons aussi une compétition entre deux genres fongiques, à savoir :*Penicillium* et *Aspergillus*. Lorsque l'un est présent au niveau de la partie aérienne, l'autre est recensé uniquement au niveau de la partie souterraine. C'est le cas de sujets 1 et 2. S1= *Penicillium* se développe normalement dans des milieux où l'humidité est plus élevée et les températures plus basses que ceux permettant la croissance des *Aspergillus*. Le genre *Aspergillus* a aussi la capacité de répondre à diverses contraintes, telles que les changements de pH, les stress osmotiques et oxydatifs (Calvo et al., 2002). La présence significative de *Penicillium* peut être due aux pratiques agricoles appliquées, à savoir l'irrigation et l'amendement en matière organique et aussi à l'effet microclimat de la parcelle, effectivement il est connu pour avoir comme habitat naturel le sol, les matières organiques en décomposition et le compost. Certains endophytes établissent des relations commensales ou mutualistes avec la plante, offrant des avantages tels que la protection contre les pathogènes, l'amélioration de l'absorption des nutriments et la résistance au stress environnemental. La diversité des endophytes et des plantes entraîne une variabilité dans ces relations, mais en général, ils contribuent positivement à la santé et à la performance de cette plante hôte (Tabuc, 2007).

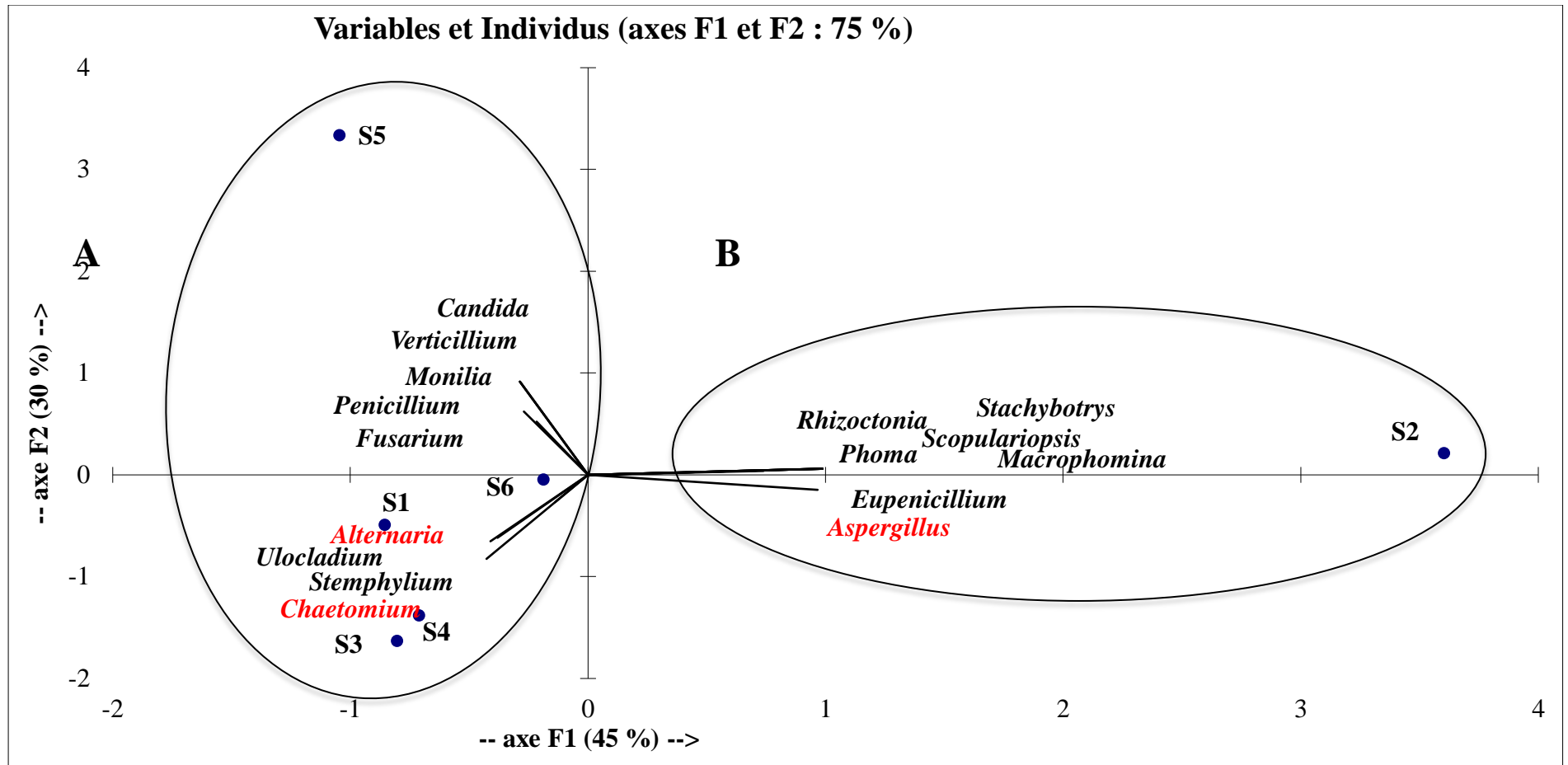


Figure 24 : représentation de l'analyse en composantes principales (ACP) des mycoendophytes recensés au niveau des feuilles des sujets de *Carthamus caeruleus L* échantillonnés la région d'Ain Zaouia (Tizi-Ouzou).

De nombreuses études ont démontré que l'adaptation de la communauté de mycoendophytique repose principalement sur l'adaptation des plantes hôtes à l'environnement écologique (Saikkonen et *al.*, 2004). Cela implique que les plantes hôtes influencent considérablement la colonisation et la distribution des communautés de champignons endophytes. L'interaction entre le champignon et la plante hôte est souvent considérée comme dynamique où l'orientation est déterminée par de subtiles différences dans l'expression des gènes du champignon en réponse à l'hôte ou, inversement, par la reconnaissance et la réponse du champignon par l'hôte. Ainsi, de légères différences génétiques dans les deux génomes contrôlent la symbiose (Moricca et Ragazzi, 2008). Les mycoendophytes dépendent de l'environnement interne de la plante pour leur croissance, on suppose que l'identité de la plante joue un rôle particulièrement décisif dans la colonisation fongique des tissus internes (Martin et *al.*, 2017). Les plantes peuvent recruter le microbiote en libérant des signaux moléculaires spécifiques et les microorganismes capables de reconnaître ces signaux pourraient coloniser préférentiellement et avec succès les différentes niches des organes végétaux (Hacquard et *al.*, 2015 ; Xiong et *al.*, 2020). Par ailleurs, les plantes exercent une pression sélective et un effet de filtrage par le biais du système immunitaire et de la fourniture de nutriments et de types d'habitats spécialisés (Beckers et *al.*, 2017 ; Cordovez et *al.*, 2019).

Conclusion générale

Conclusion générale

En écologie, l'évolution et l'importance des champignons endophytes est un enjeu majeur, en raison du nombre important d'espèces fongiques capables de former des associations de type endophytique et leur caractère unique par rapport aux autres microorganismes associés aux plantes. Ils sont également capables de produire un très grand nombre de métabolites secondaires de structures chimiques extrêmement différentes et possédant un spectre d'activité pharmacologique très large (Andéol Sénéquier-Crozet, Benjamin Canard, (2016).

L'objectif de cette étude est de faire un inventaire des champignons endophytes des feuilles de *Carthamus caeruleus* L. mais aussi de mettre en relief leurs éventuelles abondances et dominances. Notre étude a porté sur l'isolement et l'identification des genres fongiques des feuilles de six sujets de *Carthamus caeruleus* L. échantillonnés dans la région d'Ain Zaouia de la wilaya de Tizi-Ouzou.

Nos résultats mettent en évidence la présence de plusieurs souches fongiques répartis en deux phyla : Ascomycota et Basidiomycota. Ce résultat concorde avec les travaux de : Zareb (2014), Benfoddil (2015), Ouzid (2018) et Medjber (2019), qui montrent la dominance des Ascomycota comme endophytes des feuilles. Sur les 16 genres fongiques obtenus pour les différentes répétitions *Chaetomium* est le plus abondant parmi tous les genres recensés avec 25,27%, suivi par le genre *Alternaria* avec 16,10%.

La présence des genres peu abondants dépend du genre dominant. Il semble que chaque genre se caractérise par son propre cortège fongique. En effet, une matrice de corrélation a montré les différentes interactions synergiques.

Ces résultats ont fait l'objet d'une analyse statistique par un test d'analyse de variance (ANOVA) suite auquel genres sur 16 montrent une différence de distribution significative entre les 06 sujets, à savoir: *Chaetomium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Candida* et *Verticillium*. Par contre d'autres tels que : *Eupenicillium*, *Fusarium*, *Macrophomina*, *Monilia*, *Phoma*, *Scopulariopsis*, *Stachybotrys*, *Stemphylium*, *Rhizoctonia* et *Ulocladium* ne présentent pas une différence de distribution significative entre les 06 sujet.

Enfin, pour une meilleure connaissance et identification des champignons au niveau des feuilles *Carthamus caeruleus* L, ce travail pourrait être poursuivi par :

Conclusion générale

- Une étude sur d'autres populations *Carthamus caeruleus* L. présentes dans d'autres bioclimats ;
- une identification approfondie et précise de ces espèces fongiques, suivie d'une identification moléculaire ;
- extraire les molécules bioactives et tester leur activité biologiques ;

Références bibliographique

Références bibliographique

1. **Aamir M., Rai K.K., Zehra A., Kumar S., Yadav M., Shukla V., & Upadhyay R.S., 2020.** Fungal endophytes: Classification, diversity, ecological role, and their relevance in sustainable agriculture. *Microbial Endophytes*, p.p. 291–323.
2. **Abdel-Azeem, A; , Amr A.N.; , Anthonia O'D; Thakur, Vijay Kumar; Elkelish, A** Mycogenic Silver Nanoparticles From Endophytic *Trichoderma atroviride* with Antimicrobial Activity . *Journal of Renewable Materials* ;, 2020, pp. 171-185(15)
3. **Aggarwal, R., Tewari, A. K., Srivastava, K. D. and Singh, D. V. (2004).** Role of antibiosis in the biological control of spot blotch (*Cochliobolus sativus*) of wheat by *Chaetomium globosum*. *Mycopathologia*, 157: 369-377
4. **Aly AH, Edrada-Ebel R, Indriani ID, Wray V, Müller WE, Totzke F, Zirrgiebel U, Schächtele C, Kubbutat MH, Lin WH, Proksch P and Ebel R.** Cytotoxic metabolites from the fungal endophyte *Alternaria* sp. and their subsequent detection in its host plant *Polygonum senegalense*. *J Nat Prod* 2008;71(6): 972-980.
5. **An H., Liu Y., Zhao X., Huang Q., Yuan S., Yang X., Dong J., 2015.** Characterization of cadmium-resistant endophytic fungi from *Salix variegata* Franch. in Three Gorges Reservoir Region, China. *Microbiological Research* 176, p.p. 29–37.
6. **Andéol S.C., Benjamin C., 2016.** Les champignons endophytes: impact sur les écosystèmes et production de molécules d'intérêt thérapeutique. *Science pharmaceutique* .Dumas.
7. **APG III. (2009).** Mise à jour de la classification du groupe de phylogénie des angiospermes pour les ordres et familles des plantes à fleurs: APG III. *Journal botanique de la Société Linéenne*, 161(2), 105–121.
8. **Araújo J.P.M., Hughes D.P. 2016.** Zygomycètes. Vol 94, in *Advances in Bryology* Brian Lovett, Raymond J. St. Leger, edition 1
9. **Arnold A.E., 2007.** Understanding the diversity of foliar endophytic fungi: progress, challenges, and frontiers. *Fungal Biological Reviews* 21:51-66.
10. **Arnold A.E., Lutzoni F. 2007.** Diversity and host range of foliar fungal endophytes : are

Références bibliographique

- tropical leaves biodiversity hotspots ? *Ecology*. 88 (3) : 541-549.
11. **Arnold, A. E., Mejía, L. C., Kylo, D., Rojas, E. I., Maynard, Z., Robbins, N., & Herre, E. A. (2003)**. Fungal endophytes limit pathogen damage in a tropical tree. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(26), 15649-15654.
 12. **Aubé, C., & Sackston, W. E. (1965)**. Distribution and prevalence of *Verticillium* species producing substances with gibberellin-like biological properties. *Canadian Journal of Botany*, 43(11), 1335-1342.
 13. **Aylor D.E.** 1992. The role of intermittent wind in the dispersal of fungal pathogens. *Annu Rev Phytopathol*. 28:73-92.
 14. **Azevedo J. L., Maccheroni J., Pereira J. O., et de Araújo W. L., 2000**. Endophytic microorganisms: a review on insect control and recent advances on tropical plants. *Electronic Journal of Biotechnology*, 3(1), 15-16 PP.
 15. **Bacon C.W., White J.F., 2000**. *Microbial Endo-phytes*. Marcel Dekker, New York, USA.
 16. **BAENA, Juan Pablo Correa, STEIER, Ludmilla, TRESS, Wolfgang, et al.** Highly efficient planar perovskite solar cells through band alignment engineering. *Energy & Environmental Science*, 2015, vol. 8, no 10, p. 2928-2934.
 17. **Baghiani.et al., 2010**. Les composés phénoliques des végétaux
 18. **Bagnouls F. Gaussen H. 1953**. Saison sèche et indice xérothermique. Documents pour les cartes des productions végétales, Tome3 : cartographie des limites écologiques. 6, art.8, Faculté des Sciences, Toulouse.
 19. **Bagnouls, F et Gaussen, H.** 1953. Saison sèche et indice xérothermique *Bull., Hist., Nat., Toulouse*, 88 : 143-239.
 20. **Bamisope, S. B., Dash, C. K., Akutse, K. S., Hussain, M., Qasim, M., & Wang, L. (2018)**. Prospects of establishing fungal entomopathogens as endophytes for bio-control: an insight on how artificial inoculation methods affect endophytic colonization of host plants. *Microbiol. Res*, 217, 34-50.

Références bibliographique

21. **Barkely T.M., Brouillet L., Strother J.L. (2006).** Flora of North America, Asteraceae Family. 19, 3-69.
22. **Barnett, H. L., & Hunter, B. B. (1972).** Illustrated genera of imperfect fungi.
23. **BARNETT, James Arthur, PANKHURST, Richard John, et al. A new key to the yeasts.** North-Holland Publishing Co., 1974.
24. **Barreda., Luis P., Maria CT., Eduardo B.O., Ian R., Félix F., Viviana D. (2015).** Early evolution of the angiosperm clade *Asteraceae* in the *Cretaceous* of Antarctica. 112(35), 10989–10994.
25. **Bart-Delabesse, E., Basile, M., Al Jijakli, A., Souville, D., Gay, F., Philippe, B., ... & Datry, A. (2005).** Detection of *Aspergillus galactomannan* antigenemia to determine biological and clinical implications of beta-lactam treatments. *Journal of clinical microbiology*, 43(10), 5214-5220.
26. **Baruch, Z., Mordechai, A., & Robinson, J. (1996).** *Rhizoctonia* spp. : taxonomie, écologie, pathologie et variabilité génétique. Dans *Rhizoctonia species:Taxonomie,Biologie Moléculaire, Écologie, Pathologie et Contrôle des Maladies* (pp.1-26). Springer.
27. **Bellah, J. R., Williams, J. M. 1999.** Wound closure options and decision making. In Fowler, D., Williams, J.M., BSAVA, Manual of canine and feline wound management and reconstruction. 1st Ed, Cheltenham, BSAVA (British Small Animal Veterinary Association):25-36
28. **Beneduzi A, Moreira F, Costa PB, Vargas LK, Lisboa BB, Favreto R, Baldani JI, Passagli LMP.,2013.** Diversity and plant growth promoting evaluation abilities of bacteria isolated from sugarcane cultivated in the South of Brazil. *Appl Soil Ecol.*; 63: 94- 104 P.
29. **Benfoddil O. 2015.** Inventaire des champignons endophytes des feuilles de *Pistacia atlantica* Desf. de dayate El Gouffa (Laghouat, Algérie). Mémoire de Magister. Faculté

Références bibliographique

des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. Département des Sciences Biologiques. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, Algérie. 102p.

30. **Benhamou, Y., &Fazouane, F. 2013.** Études ethnobotaniques des plantes médicinales et aromatiques dans la partie centrale de l'Algérie. *Journal de la Recherche sur les Plantes Médicinales*, 7(33) : 2469-2482
31. **Benhaoua, . 2016.** Activité antioxydante et analyse chimique des acides gras et des insaponifiables de *Carthamus caeruleus* .Thèse Master. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen
32. **Benhaoua. (2016).** Activités antimicrobiennes et antioxydantesdes huiles essentielles et divers extraits de *Thymus numidicus*Poir.d'Algérie.*Journal des Plantes à Huiles Essentielles*,19(3),682-694.
33. Bernard B. (1988). *Dictionnaire de botanique*. Ellipse. 398 p.
34. **Bérubé J.** 2007. Les champignons endophytes : un potentiel insoupçonné. *L'éclaircie*.N° : 34.
35. **Binet MN, Sage L, Malan C, Clément JC, Redecker D, Wipf D, et al.** Effects of mowing on fungal endophytes and arbuscular mycorrhizal fungi in subalpine grasslands. *Fungal Ecol.* 2013 ; 6(4) : 248–55
36. **BOTINEAU M, PELT J-M.** Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. France: Lavoisier; 2010.
37. **Botton B., Breton A., Fevre M., Gauthier S., Guy P.H., Larpent J.P., Reymond P., Sanglier J.J., Vayssier Y., Veau P. 1990.** Moisissures utiles et nuisibles : importance industrielle. 2ème édition. Masson. Collection Biotechnologies. 34-428.
38. **Botton B., Breton A., Fevre M., Gauthier S., Guy P.H., Larpent J.P., Reymond P., Sanglier J.J., Vayssier Y., Veau P. 1990.** Moisissures utiles et nuisibles : importance industrielle. 2ème édition. Masson. Collection Biotechnologies. 34-428.
39. **Bouchet P., Guingnard J.L., Madulo-Leblond G., Régli P.**1989. *Mycologie générale et médicale*. Edition Masson.

Références bibliographique

40. **Bouchet PH., Giraud JL., Vihard J. 1999.** Les champignons : mycologie fondamentale et appliquée. Masson (ed). p : 5-10.
41. **Boullard, B. 2001.** Plantes médicinales du monde (Réalités et croyances), ESTEM, ISBN 2 84371 1177, p 515-516.
42. **Boutaghane N. (2013).** Etude phytochimique et pharmacologique de plantes médicinales Algériennes *Genista ulicina* Spach (Fabaceae) et *Chrysanthemum macrocarpum* (Sch Bip) Coss et Kralik ex Batt (Asteraceae). Thèse doctorat : Pharmaco-chimie. Constantine: Université de Constantine, 158 p.
43. **Braz, A.S.K., & Hanchour, A.K. (2018).** Analyse phytochimique et activités antioxydante *in vitro* de l'*Arnica montana* L. poussant en Algérie. *Journal de la Médecine Côtière*, 6(8), 388-392.
44. Bremer K., Gordon P., Dewolf JR. (1994). *Asteraceae* cladistics and classification,
45. **Brown KB., Hyde KD., Guest DI.** 1998. Preliminary studies on endophytic fungal communities of *Musa acuminata* species complex in Hong Kong and Australia. *Fungal Diversity* 1: 27-51.
46. **Calmes B.** 2011. Réponses adaptatives d'*Alternaria brassicicola* au stress oxydatif lors de l'interaction avec les brassicacées : Rôle du métabolisme du mannitol et des Glutathion-Stransférases. Thèse de doctorat Spécialité : Biologie Cellulaire et Moléculaire Végétale Ecole Doctorale VENAM.
47. **Calvanico, N. J., Du Pont, B. L., Huang, C. J., Patterson, R., Fink, J. N., & Kurup, V. P. (1981).** Antigens of *Aspergillus fumigatus*. 1. Purification of a cytoplasmic antigen reactive with sera of patients with *Aspergillus*-related disease. *Clinical and experimental immunology*, 45(3), 662.
48. **Canard B. 2016.** Les champignons endophytes : Impact sur écosystèmes et Production de Molécules d'intérêt Thérapeutique. Option : Pharmacie. Faculté de pharmacie de Grenoble. Université GRENOBLE ALPES. 19-21P

Références bibliographique

49. **Carlile M.J., Watkinson S.C.** 1994. *The Fungi*. (Academic Press eds).
50. **Carroll G. C., 1986.** The biology of endophytism in plants with particular reference to woody perennials. In Fokkema NJ, Van den Hueval J (eds): “Microbiology of the Phyllophere. Proceedings of the Fourth International Symposium of the Phylloplane.” New York: Cambridge University Press.
51. **Carroll G. 1988.** Fungal endophytes in stems and leaves – from latent pathogen to mutualistic symbiont. *Ecology* 69: 2–9.
52. **Carroll GC, Carroll FE. 1978.** Studies on the incidence of coniferous needle endophytes in the pacific northwest, USA. *Canadian Journal of Botany* 56: 3034–3043.
53. **Castagnoli E, Andersson MA, Mikkola R, Kredics L, Marik T, Kurnitski J, Salonen H (2017)** Indoor *Chaetomium*-like isolates: resistance to chemicals, fluorescence and mycotoxin production. In: Säteri J, Ahola M (eds) Sisäilmastoseminaari 2017, Helsinki, 15.03.2017, vol 35. (SIY raportti 35). Sisäilmayhdistysry, Helsinki, pp 227–232
54. **Castegnaro M.etPfohl.Leszkowicz A.,(2002).** Les mycotoxines contaminants omniprésents dans l’alimentation animale et humaine. In : Moll M. et Moll N. la sécurité alimentaire du consommateur .Tec &doc ,Lavoisier, Londres, Paris.
55. **CATHELINEAU, G., BRERAULT, J. L., FIET, J., JULIEN, R., DREUX, C., & CANIVET, J. (1980).** Adrenocortical 11 β -Hydroxylation Defect in Adult Women with Postmenarchial Onset of Symptoms. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 51(2), 287-291.
56. **Catoire C ., Zwang H ., Bouet C.** 1999.Les jujubiers ou le Zizyphus fruits oubliésN° 1.
57. **CHAUHAN, Rahul, ALI, Hapzi, et MUNAWAR, Niknik Ahmad.** Building performance service through transformational leadership analysis, work stress and work motivation (empirical CASE study in stationery distributor companies). *Dinasti International Journal of Education Management and Social Science*, 2019, vol. 1, no 1,

Références bibliographique

p. 87-107.

58. **Chen L, Ren F, Zhong H, Jiang W.,2009.** Identification et analyse d'expression de gènes en réponse à des stress de haute salinité et de sécheresse chez *Brassica napus* . *Acta Biochim Biophys Sin* 42: 154–164.
59. **Chew-Madinaveitia Y., Samaniego-G José A. 2007.** Diversité des genres de champignons du sol dans trois champs avec des conditions agricoles différentes à La Laguna, au Mexique. *Rev. Mex. Biodiv.* 78 : 383-390.
60. **Clay K.** 1986. Grass endophytes. In: Fokkema N. J. and Van Den Heuvel J. *Microbiology of the phyllosphere*, Cambridge, UK: Cambridge University Press. 188-204.
61. **Clay K. et Schardl C.** 2002. Evolutionary origins and ecological consequences of endophyte symbiosis with grasses. *American Naturalist*; 160 Suppl 4: S99-S127.
62. **Crous P.W., Schubert K., Braun U., Hoog G.S de., Hocking A.D., Shin H.D., et Groenewald J.Z.** 2007. Opportunistic, human-pathogenic species in the Herpotrichiellaceae are phenotypically similar to saprobic or phytopathogenic species in the Venturiaceae. *Studies in Mycology.* 58: 185-217.
63. De Meyer G., Bigirimana J., Elad Y. et Hofte M. (1998). Induced systemic resistance in *Trichoderma harzianum* T39 biocontrol of *Botrytis cinerea*. *Eur. J. Plant Pathol.*, 104: 279-86
64. **Del Olmo-Ruiz M., et Arnold AE., 2014.** Interannual variation and host affiliations of endophytic fungi associated with ferns at La Selva, Costa Rica. *Mycologia* 106:8–21.
65. DELLILE L. 2007. Les plantes médicinales d'Alger. Ed. Berti. Alger. P204,216.
66. **Derridj A., 1990.** Etude des populations de *Cedrus atlantica* M. en Algérie. Thèse de Doctorat - sciences. Paul Sabatier, Toulous. 288p.
67. **Després J. 2012.** L'univers des champignons. Les Presses de l'Université de Montréal. Canada. 375 p.

Références bibliographique

68. **Després J. 2012.** L'univers des champignons. Les Presses de l'Université de Montréal. Canada. 375 p.
69. **Djellouli, A., Bedroun, H. 2016.** Contribution à la régénération in vitro d'une plante médicinale sauvage d'Algérie « *Carthamus caeruleus* L ». Thèse Master. Université Hassiba Benbouali Chlef
- Ferhat, A., Belhadi M. 2016. Evaluation de l'activité cicatrisante et de l'effet anti-inflammatoire de *Carthamus caeruleus* L . Thèse Master. Université M'hamed Bougara –Boumerdes
70. **Eaton, S. L., Roche, S. L., Llaverro Hurtado, M., Oldknow, K. J., Farquharson, C., Gillingwater, T. H., & Wishart, T. M. (2013).** Total protein analysis as a reliable loading control for quantitative fluorescent Western blotting. *PLoS one*, 8(8), e72457.
71. **Eisehauer N. 2012.** Aboverground-below ground interactions as source of complementary effect in biodiversity experiments. *Plant soil*. Vol (35) n°1 : 1-22.
72. **El-Tarabily, K. A., & Sivasithamparam, K. (2006).** Non-streptomycete actinomycetes as biocontrol agents of soil-borne fungal plant pathogens and as plant growth promoters. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(7), 1505-1520.
73. ***Eurotium* and transfer of species to *Aspergillus*. *Mycologia*, 105(4) : 912–937.**
74. **Fan B, Dewapriya P, Li F, Blümel M, Tasdemir D., 2020.** Pyrenosetins A-C, new decalinoylspirotetramic acid derivatives isolated by bioactivity-based molecular networking from the seaweed-derived fungus *Pyrenochaetopsis* sp. FVE-001. *Mar Drugs*. 18:47.
75. **Ferreira A.S., Pires R.P., Rabelo P.G., Oliveira R.C., Luz J.M.Q., Brito C.H.,2013.** Implications of *Azospirillum brasilense* inoculation and nutrient addition on maize in soils of the Brazilian Cerrado under greenhouse and field conditions. *Appl Soil Ecol.*; 72: 103-108 P.
76. **Ferreira M.Z., Zahradníček J., Kadlecová J., Menezes Mde., Chrtek J., Fehrer J. (2015).** Tracing the evolutionary history of the little-known Mediterranean Macaronesian

Références bibliographique

- genus *Andryala* (*Asteraceae*) by multigene sequencing. 64 (3), 535–551.
77. **FILLEUL. E. 2019.** : Les Astéracées : description botanique, biologique et étude de plantes médicinales et toxiques 2019
78. **Fisher P.J., Petrini O., Lappin H.M., 1992.** La distribution de certains endophytes fongiques et bactériens dans le maïs (*Zea mays* L.) *New Phytol.* n°122 ,p.p. 299-305.
79. **Fradin, E. F., & Thomma, B. P. (2006).** Physiology and molecular aspects of *Verticillium* wilt diseases caused by *V. dahliae* and *V. albo-atrum*. *Molecular plant pathology*, 7(2), 71-86.
80. **Freire Fierro A., 2004.** Etude Analytique et Biologique des Flavonoïdes Naturels
81. **Frohlich J., Hyde K.D., and Petrini O., 2000 .** Endophytic fungi associated with palms. *Mycological Research* 104: 1202-1212p.p.
82. **Fuhrman JA., 2009.** Microbial community structure and its functional implications. *Nature*, 459, 193–199.
83. **Furtado I. P., Toledo S., De Moraes G. J., Serge Kreiter et Knapp M., 2007.** Search for effective natural enemies of *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) in northwest Argentina. *Experimental and Applied Acarology*.43, 2.
84. **Ganley R.J, Brunsfeld S.J., Newcombe G. 2004.** A community of unknown, endophytic fungi in western white pine. *PNAS*. Vol (101) n° 27: 10107-10112.
85. **Garon D., Gueguen JC., 2015.** Biodiversité et évolution du monde fongique France : EDP Sciences . 220pp.
86. **Ghareeb, M. A., Sobeh, M., Rezaq, S., El-Shazly, A. M., Mahmoud, M. F., & Wink, M. (2018).** HPLC-ESI-MS/MS profiling of polyphenolics of a leaf extract from *Alpinia zerumbet* (*Zingiberaceae*) and its anti-inflammatory, anti-nociceptive, and antipyretic activities in vivo. *Molecules*, 23(12), 3238.
87. **González V., et Tello M.L., 2011.** The endophytic mycota associated with *Vitis vinifera* in central Spain. *Fungal Diversity*. 47 :29-42.
88. **Hai-Yan Li., Da-Qiao Wei., Mi Shen., Zuo-Ping Zhou. (2012).**

Références bibliographique

- Endophytes and their role in phytoremediation. *Fungal Diversity* .54:11–18 DOI 10.1007/s13225-012- 0165-x.
89. **Hall, N., Berriman, M., Lennard, N. J., Harris, B. R., Hertz- Fowler, C., Bart- Delabesse, E. N., ... & Melville, S. E. (2003).** The DNA sequence of chromosome I of an African trypanosome: gene content, chromosome organisation, recombination and polymorphism. *Nucleic Acids Research*, 31(16), 4864-4873.
90. **Hamadi, F., Boudif, K., Djouab, A., Allane, T., Benmounah, A., Benamara, S.2014.** Phytothérapie clinique : Caractérisation d'une préparation semi- solide traditionnelle anti-brulure. *Phytothérapie, France* : 1-7
91. **Hambleton S., Crockett M., Shoemaker R., Sung G.-H., Lucking R., LumbschT ., O'Donnell K., Binder M., Diederich P., Ertz D., Gueidan C., Hall B., Hansen K., Harris R.C., Hosaka K., Lim Y.W., Liu Y., Matheny B., Nishida H., Pfister D., Rogers J., Rossman A., Schmitt I., Sipman H., Stone J., Sugiyama J., Yahr R., Vilgalys R.2004.** Where are we in assembling the fungal tree of life, classifying the fungi, and understanding the evolution of their subcellular traits. *Am. J. Bot.*
92. **Hanada R.E.,Pomella A.W.V.,Costa H.S.,Bezerra J.L.,Loguercio L.L.,&Pereira J.O.,2010.** Endophytic fungal diversity in *Theobroma cacao* (cacao) and *T. grandiflorum* (cupuaçu) trees and their potential for growth promotion and bio-control of black-pod disease.*FungalBiology.*,114:901-910.
93. **Hasnain S.M. 1993** Influence of meteorological factors on the air spora. *Grana* 32:184-188
94. **Hassan S.E.D., Liu A., Bittman S., Forge T.A., Hunt D.E., Hijri M., St-Arnaud M. 2013.** Impact of 12-year field treatments with organic and inorganic fertilizers on crop productivity and mycorrhizal community structure. *Biol. Fertil. Soils* 49, 1109-1121.
95. **Hassani MA., Duran P., Hacquard S., 2018.** Microbial interactions within the plant

Références bibliographique

- holobiont. *Microbiome* . 6, 58.
96. **Hawksworth D.L., Rossman A.Y. 1997.** Where are all the undescribed fungi?
Phytopathology, 87(9), 888-891.
97. **Hawksworth, DL 2001.** L'ampleur de la diversité fongique : l'estimation de 1,5 million d'espèces revisitée. *Mycol. Rés.* 105 : 1422-1432.
98. **He D., Shen W., Eberwein J., Zhao Q., Ren L., Wu QL., 2017.** Diversity and cooccurrence network of soil fungi are more responsive than those of bacteria to shifts in precipitation seasonality in a subtropical forest. *Soil Biol. Biochem.* 115, 499–510.
99. **Helander M., K. Saikkonen, S. H. Faeth, and T. J. Sullivan., (1995).** Fungal Endophytes: A Continuum of Interactions with Host Plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*, Vol. 29 (1998), pp. 319-343 (25 pages).
100. **Herman P.** 2000. Biodiversity and Evolution in Mycorrhizae of the Desert. *Microbial Endophytes*, Part II 7:141-160.
101. **Hermoso. D G, 2013.** Diagnostic microbiologique des mucormycoses. Institut Pasteur, Unité de Mycologie Moléculaire et Centre National de Référence Mycoses Invasives et Antifongiques, Paris. France. Vol (29) :13 – 18.
102. **Herre E.A., Knowlton N., Muller U., Rehner S.** 1999. The evolution of mutualisms: exploring the paths between conflict and cooperation. *Trends in Ecology & Evolution* 14, 49-53.
103. **Herre E.A., Mejia L C., Kyllö D.A., Rojas E., Maynard Z., Butler A. et Van Bael S.A. (2007).** Ecological implications of anti-pathogen effects of tropical fungal endophytes and mycorrhizae! *The Ecol. Society of America Ecol.* 88 (3), 550–558.
104. **Hibbett DS., Binder M., Bischoff JF., Blackwell M., Cannon PF., Eriksson OE., et al. 2007.** A higher-level phylogenetic classification of the fungi. *Mycol Res.* 111(5):509- 547.
105. **Higgins KL, Arnold A E, Miadlikowska J, Sarvate SD, Lutzoni F. 2007.** Phylogenetic relationships, host affinity, and geographic structure of boreal and arctic endophytes from three major plant lineages. *Mol Phylogenet Evol.* 42(2): 543–55

Références bibliographique

106. **Hosseyani Moghaddam MS., Safaie N., Soltani J., Hagh-Doust N., 2021.** Desert-adapted fungal endophytes induce salinity and drought stress resistance in model crops. *Plant Physiol. Biochem.* 160, 225–238.
107. **Houbraken J., Hong S-B., Hubka V., Klaassen C.H.W., Perrone G., Seifert K.A., Susca A., Tanney J.B., Varga J., Kocsubé S., Szigeti G., Yaguchi T., Frisvad J.C. 2014.** Phylogeny, identification and nomenclature of the genus *Aspergillus*. *Studies in Mycology.* 78: 141-173.
108. **Huang W.Y., Cai Y.Z., Hyde K.D., Corke H., Sun M. 2008.** Biodiversity of endophytic fungi associated with 29 traditional Chinese medicinal plants. *Fungal Div* 33: 61-75.
109. **Hubka V., Kolarik M., Kubatova A., Peterson SW. 2013.** Taxonomic revision of
110. **Ingold C.T. 1971.** Fungal spores: their liberation and dispersal. Oxford University Press, London.
111. **Jalgaonwala R.E., Mohite B.V. and Mahajan R.T.** Evaluation of endophytes for their antimicrobial activity from indigenous medicinal plants belong to north Maharashtra region India. *International journal on Pharmaceutical and Biomedical Research* 2011. 1: 136-141.
112. **James T.Y., Kauff F., Schoch C.L., Matheny P.B., Hofstetter V., Cox C.J., Celio G., Gueidan C., Fraker E., Miadlikowska J., Lumbsch H.T., Rauhut A., Reeb V., Arnold A.E., Amtoft A., Stajich J.E., Hosaka K., Sung G.H., Johnson D., O'Rourke B., Crockett M., Binder M., Curtis J.M., Slot J.C., Wang Z., Wilson A.W., Schüßler A., Longcore J.E., O'Donnell K., Mozley-Standridge S., Porter D., Letcher P.M., Powell M.J., Taylor J.W., White M.M., Griffith G., Davies D.R., Humber R.A., Morton J.B., Sugiyama J., Rossman A.Y., Rogers J.D., Pfister D.H., Hewitt D., Hansen K., Hambleton S., Shoemaker R.A., Kohlmeyer J., Volkmann-Kohlmeyer B., Spotts R.A., Serdani M., Crous P.W., Hughes K.W., Matsuura K.,**

Références bibliographique

- Langer E., Langer G., Untereiner W.A., Lücking R., Büdel B., Geiser D.M., Aptroot A., Diederich P., Schmitt I., Schultz M., Yahr R., Hibbett D.S., Lutzoni F., McLaughlin D.J., Spatafora J.W., Vilgalys R. 2006. Reconstructing the early evolution of Fungi using a six-gene phylogeny. *Nature*. 443: 818-822.
113. **Junich K., Masanabu A., Yasuka T. (1994).** Triterpenoid constituents *Ficus thunbergii*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 42(3), 608-610.
114. **Karaoui, M. A. (2017).** Champignons endophytes associés aux plantes médicinales : Diversité, bioactivité et utilisation potentielle en agriculture durable .Dans *Les Champignons et leur Rôle dans le Développement Durable* (pp. 49-69).Springer.
115. **Khan R., Shahzad S., Choudhary M. I., Khan S. A. and Ahmad A., (2010).** Communities of endophytic fungi in medicinal plant *Withania somnifera*. *Pakistan Journal of Botany* ; 42: 1281-1287.
116. **Kiffer E., Morellet M. 1997.** Les Deuteromycetes : classification et clés d'identification générique. Edition (INRA). Paris, France. 1-7p.
117. **Kirk M. P., Cannon P.F., Minter D. W., Stalpers J.A. 2008.** Dictionary of the Fungi. Edited by P M Kirk, International Mycological Institute, Egham, UK, P F Cannon, CABI, UK, J A Stalpers, CBS, The Netherlands. *Komplementmed*. 16: 79-90.
118. **Koukol O., Kolarík M., Kolárová Z., et Baldrian P., 2012.** Diversity of foliar endophytes in wind-fallen *Picea abies* trees. *Fungal Divers*. 54, 69–77.
119. **Krings M., Taylor T.N., Hass H, Kerp H., Dotzler N., Hermsen F.J. 2007.** Fungal endophytes in a 400-million-yr-old land plant: infection pathways, spatial distribution, and host responses. *New Phytol*. 174:648-657.
120. **KUIDRI F., LARBI ABDESSAMEUD A., 2013,** contribution à la caractérisation et l'étude des propriétés anti-inflammatoire antimicrobienne et cicatrisante de *CathamusCearuleus* L. thèse d'ingénieur, Université de Blida, faculté agro-vétérinaire de ,Département de biologie , option :biotechnologie végétale : P-36.

Références bibliographique

121. **Kumar DSS., Hyde KD., 2004.** Biodiversity and tissue–recurrence of endophytic fungi in *Tripterygium wilfordii*. *Fungal Diversity* 17, 69–90.
122. **Kumar S, Kaushik N, Edrada-Ebel R, Ebel R and Proksch P** Isolation, characterization, and bioactivity of endophytic fungi of *Tylophora indica*. *World J Microbiol Biotechnol* 2011; 27 (3): 571- 577.
123. **Kusari,S.,&Spiteller,M.(2012).**Sommes-nous prêts pour la production industrielle de métabolites secondaires végétaux bioactifs en utilisant les endophytes? *Rapports sur les Produits Naturels*,29(7),793-821.
124. **Lanier I., Joly P., Bondoux P., Bellemère A.** 1978.*Mycologie et pathologie forestière*tome 1, Mycologie forestière édition Masson.
125. **LARBI ABDESSAMEUD A, 2016** Caractérisation et étude de quelques effets pharmacotoxicologique des extraits de Cardoncelle bleue (*Carthamus cearuleus L.*) 30P
126. **Le Calvez T.** 2009. Diversité et fonctions écologiques des champignons en écosystème hydrothermal marin profond. Université de Rennes 1/CNRS. Ecole Doctorale Vie-Agro-Santé. UFR Sciences de la vie et de l'environnement.
127. **Le Houerou H.N. 1995.** Bioclimat et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertisation. *Revue options Méditerranéennes*, série B, 396 p
128. **Lecellier A. 2013.** Caractérisation et identification des champignons filamenteux par spectroscopie vibrationnelle. Thèse de Doctorat, Biologie-Biophysique, Université Reims Champagne-Ardenne. France.
129. **Lecler, J.CH., Richard-Molard, J., Lamotte, M., Rougerie,G.&Portéres, R.,1983.-** Recensement des végétaux vasculaires des Monts Loma (Sierra Léone) et des pays de piedmont.Première partie : Annonacées-Ombellifères. *Boissiera* 32,301 p
130. **Lee S S., Alias S A., Jones E.G.B., Zaunuddin N., Chan S T., 2012.**Chek list of fungi of Malaysia. *Research Pamphlet*. N°132.
131. **Lemoine C.** 2005. Les fleurs méditerranéennes, Editions Jean-Paul

Références bibliographique

- Gisserot. 14.
132. **Liu C., Liu T., Yuan F., Gu Y.** 2010. Isolating endophytic fungi from evergreen plants and determining their antifungal activities. *Africa J Microbiol Res* 4: 2243-2248.
133. **Lodge, D. J., et al. (1996).** Diversité des symbiotes fongiques chez les fougères tempérées et tropicales : variation de la spécificité fongique, de la spécificité de l'hôte et de la dépendance au champignon mycorhizien. *Journal Américain de Botanique*, 83(3), 313-319.
134. **Lopez-Llorca LV, Jansson H-B, Vicente JGM, Salinas J.** 2006. Nematophagous fungi as root endophytes. In: B Schulz, C Boyle, T Sieber, eds. *Microbial root endophytes*. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 191–206.
135. **Lumbsch H T., Lindemuth R. et Schmitt I.** 2000. Evolution of filamentous ascomycetes inferred from LSU rDNA sequence data. *Plant Biology* 2: 525-529.
136. **Lutzoni F., Khaff F., Cox, C.J., Laughlin MCD., Celio G., Bryn Dentinger. et al., 2004.** Assembling the fungal tree of life: progress, classification, and evolution of subcellular traits. *American Journal of botany*. 91(10): 1446- 1480.
137. **Lv Y.L., Zhang F.S., Chen T., Cui J.L., Xing Y.M., Li, X.d., ET Guo S.X.** 2010. Diversity and Antimicrobial Activity of Endophytic Fungi Associated with the Alpine plant *Saussurea involuwrata*. *Biol. Pharm. Bull.* 33(8) 1300-1306.
138. **Macia-Vicente, J. G., Jansson, H. B., Abdullah, S. K., Descals, E., Salinas, J., & Lopez-Llorca, L. V. (2008).** Fungal root endophytes from natural vegetation in Mediterranean environments with special reference to *Fusarium* spp. *FEMS microbiology ecology*, 64(1), 90-105.
139. **Massimo NC., Nandi Devan MM., Arendt KR., Wilch MH., Riddle JM., Furr SH., Arnold AE., 2015.** Fungal endophytes in aboveground tissues of desert plants: Infrequent in culture, but highly diverse and distinctive symbionts. *Microb.*

Références bibliographique

- Ecol. 70, 61–76.
140. **Mechiah F. 2015.** Approche des symbioses racinaires de de *Pistacia atlantica* Desf. de Dayate El Gouffa (Laghouat, Algérie). Option : Ecologie végétale Appliquée et Gestion de l'Environnement. Faculté des Sciences Biologique ; et Sciences Agronomiques. Département de Biologie animale et végétales UMMTO. 98-125.
141. **Medjeber. M. (2019).** Diversité et activité antimicrobienne des champignons endophytes associés aux feuilles de *Limoniastrum feei* (de Gir.) Batt. Oued Aghlal (Béchar, Algérie). Thèse de doctorat en Biologie. Spécialité Biologie et santé. Université Saad Dahlab. Blida 1, Blida, Algérie. 186p
142. **Mekdache. A, Messaoudi. A. (2017).** Inventaire des Champignons endophytes des rameaux de *Zizyphus lotus* de la région de Djebba (Tizi-Ouzou, Algérie). Master en Science biologique. Spécialité Diversité et Adaptation de la Flore Méditerranéenne. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou. 60p.
143. **Mezache N. (2010).** Détermination structurale et évaluation biologique de substances naturelles de quelques espèces de la famille Asteraceae : *Senecio giganteus* Desf. et *Chrysanthemum myconis* L. Thèse Doctorat: Phytochimie: Constantine : Université Mentouri Constantine, 4-5.
144. **Miadlikowska, J., Kauff, F., Högnabba, F., Oliver, J. C., Molnár, K., Fraker, E., ... & Stenroos, S. (2014).** A multigene phylogenetic synthesis for the class Lecanoromycetes (Ascomycota): 1307 fungi representing 1139 infrageneric taxa, 317 genera and 66 families. *Molecular Phylogenetics and evolution*, 79, 132-168.
145. **Mioulane, P. 2004.** Encyclopédie universelle des 15000 plantes et fleurs de jardin. Larousse. Ed : ISBN, Paris
146. **Moreau PA., Daillant O., Corriol G., Gueidan C., Courtecuisse R. 2002.** Inventaire des champignons supérieurs et des lichens sur 12 placettes du réseau et dans un site atelier de l'INRA/GIP ECOFOR – Résultats d'un projet pilote (1996-1998). Office National des Forêts, Fontainebleau, France, 142 p.
147. **Morton JB, Benny GL, (1990),** Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes): a new order Glomales and Gigasporineae and two new families

Références bibliographique

- Acaulosporaceae and Gigasporaceae with an emendation of Glomaceae. *Mycotaxon* 37: 471-491.
148. **Mueller G.M., Schmit J.P.** 2007. Fungal biodiversity: what do we know ? What can we predict? *Biodiversity and Conservation*. 16: 1-5.
149. **Neubert. K , Mendgen. k, Brinkmann.H, Wirsal.G, 2006.** Only a few fungal species dominate highly diverse mycofloras associated with the common reed. *Microbiologie appliquée et environnementale*.Vol. 72, n° 2
150. **Nisa H., Kamili AN., Nawchoo IA., Sha S., Shameem N., Bandh SA., 2015.** Fungal endophytes as prolific source of phytochemicals and other bioactive natural products: A review. *Microbi al Patho genesis* 82: 50-59.
151. **Ouali .M ,Yaddaden N., (2019).** Diversité des champignons du sol sous *Pistacia atlantica* Desf. dedayate El-Gouffa (Laghouat, Algérie). MEMOIRE DE MASTER en Sciences de la Nature et de la Vie, Spécialité Biodiversité et Ecologie Végétale.
152. **Ouzid,A.(2018).**Diversitédeschampignonsendophytesassociés àlaplantemédicinaleArtemisiaherba-albadanslarégionestdel'Algérie.*Journal del'UniversitéKingSaud-Science*,30(1),105-111.
153. **Paoletti, M., Rydholm, C., Schwier, E. U., Anderson, M. J., Szakacs, G., Lutzoni, F., ... & Dyer, P. S. (2005).** Evidence for sexuality in the opportunistic fungal pathogen *Aspergillus fumigatus*. *Current Biology*, 15(13), 1242-1248.
154. **Paoletti, M., Rydholm, C., Schwier, E. U., Anderson, M. J., Szakacs, G., Lutzoni, F., ... & Dyer, P. S. (2005).** Evidence for sexuality in the opportunistic fungal pathogen *Aspergillus fumigatus*. *Current Biology*, 15(13), 1242-1248.
155. **Park, J. H., Choi, G. J., Jang, K. S., Lim, H. K., Kim, H. T., Cho, K. Y. and Kim, J. C. (2005).** Antifungal activity against plant pathogenic fungi of chaetoviridins isolated from *Chaetomium globosum*. *FEMS Microbiology Letters*, 252:309-313.
156. **Patil RH., Patil MP., Maheshwari VL., 2016.** Bioactive secondary

Références bibliographique

- metabolites from endophytic fungi: a review of biotechnological production and their potential applications. *Stud Nat Prod Chem.* 49:189–205.
157. **Petrini O. 1991.** Fungal endophytes of tree leaves. In: Andrews, J.H., Hirano, S.S. *Microbial Ecology of Leaves.* Springer-Verlag. New York, USA. Pp. 179-197.155.
158. **Porras-Alfaro A, Herrera J, Sinsabaugh RL, Odenbach KJ, Lowrey T, Natvig DO. 2008.** Novel root fungal consortium associated with a dominant desert grass. *Appl Environ Microbiol.*74(9) : 2805–13.
a. *Portland*, 97 (890), 176-178.
159. **Quézel P et Santa.** 1962-1963- Nouvelles flores de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. TII. Ed. C.N.R.S., Paris, 1170.
160. **Quezel P. 1976.** Les forêts du pourtour Méditerranéen UNESCO, programme hommebiosphère MAB.1-35p.
161. **Rapior S., Fons F., 2007.** Annales de la société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'hérault. Le regne fongique pp 31.
162. **Raven PH., Evert E., et Eichorn., 2007.** Biologie végétale 2^{ème} édition De Boeck et Larcier s.a. Editions de Boeck université.
163. **Roberts C. A., Benedict H. R., Hill N. S., Kjallenbach R. L. and Rottinghaus G.** E.Determination of ergot alkaloid content in tall fescue by nearinfected spectroscopy. *Crop Science* 2005; 45: 778-783.
164. **Rodrigues KF et Samuels GJ., (2004).** Etude préliminaire des champignons endophytes dans un palmier tropical. *Mycol Res.* , 94: 827 – 830.
165. **Rodriguez R.J., (2009).** Fungal endophytes: diversity and functional roles
166. **Rodriguez R.J., White J.F., Arnold A.E., et Redman R.S., (2009).** Fungal endophytes• diversity and functional roles. *New Phytologist* 182 : 314–330.
167. Rodriguez RJ., White JFJ., Arnold AE., Redman RS., 2009. Fungal endophytes: Diversity and functional roles. *New Phytol.* 182, 314–330.
168. **Rodriguez-Galvez E, Mendgen K. 1995.** The infection process of *Fusarium oxysporum* in cotton root tips. *Protoplasma* 189: 61–72.
169. **Roehl T. 2017.** Characteristics of Division Glomeromycota. *FUNGUS FACT*, 015
170. **Runa, F., Park, M. S., & Pryor, B. M. (2009).** Ulocladium systematics revisited:

Références bibliographique

- phylogeny and taxonomic status. *Mycological progress*, 8, 35-47.
171. **S.A.** 2007. Ecological implications of anti-pathogen effects of tropical fungal endophytes and mycorrhizae. *Ecology*. 88 (3): 550-558.
172. **Saikkonen K., Saari S., Helander M.** 2010. Defensive mutualism between plants and endophytic fungi?. *Fungal Diversity*. 41:101-113.
173. **Saikkonen K., Wäli P., Helander M., Faeth S.H.,** 2004. Evolution of endophyte-plant symbioses. *Trends in Plant Science*. 9:275–280.
174. **Samson, R.A, Hoekstra, E.S, et Frisvad, J.C.** 2004. Introduction to food and airborne fungi. 7th, -389 p. Baarn, Centralalbureau voor Schimmellcultures, Institute of the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences
175. **Schüber A., Schwarzott D., Walker C.** 2001. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. *Mycological Research*. 105: 1413-1421.
176. **Schulz B.J.E., Boyle C.J.C., Sieber T.N.** 2006. Microbial root endophytes: Springer Berlin Heidelberg.
177. **Sélosse MA., Gibert A.,** 2011. Des champignons qui dopent les plantes. *La Recherche*. Novembre : 72–5.
178. **Selvanathan, S., Indrakumar, I., et Johnpaul, M.,** (2011). Biodiversity Of The Endophytic Fungi Isolated From *Calotropis Gigantea* (L.) R.BR. *Recent Research in Science and Technology* 3(4) : 94-100.
179. **Sénéquier-Crowet ., Canard B ,** 2016. Les champignons endophytes : impact sute les ecosystemes et production de molecules d’interettherapeutique. *Science pharmaceutique*. Université Grenoble Alpes.
180. **Shankar. N. B and Shashikala. J,** (2008). Diversity and structure of fungal endophytes in some climbers and grass species of Malnad region, Western Ghats, Southern India. *Mycosphere* 1: 265-274.
181. **Siqueira. J.O., Sylvia D.M., Gibson. J. and Hubbell.,**1985. **D. H.** Canadian Journal of Microbiology. V (31), n°11.
182. **Smith C.K., Coyea M.R., Munson A.D.**2000. Soil carbon, nitrogen and phosphorus stocks and dynamics under disturbed black spruce forest. *Ecol. App.* 10

Références bibliographique

- :75-78.
183. **Smith SE, Read DJ. 1997.** Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press, Cambridge.
184. **Soytong, K. and Quimio, T. H. (1989).** A taxonomic study on the Philippine species of *Chaetomium*. The Philippine agriculturist , 72:59-72.
185. **Soytong, K., Kanokmedhakul, S., Kukongviriyapa, V. and Isobe, M. (2001).** Application of *Chaetomium* species (Ketomium®) as a new broad spectrum biological fungicide for plant disease control: A review article. Fungal Diversity, 7:1-15
186. **Stefanova M., Leiva A., Larrinaga L., Coronado M.F. (1999).** Actividad Metabólica de Cepas de Trichoderma Spp Para El Control de Hongos Fitopatógenos Del Suelo. Rev. Fac. Agron., 16: 509–516.
187. **Stephenson Tsui., et Rollins., 2013.** Stephenson SL, Tsui C, Rollins AW. Methods for sampling and analyzing wetland fungi. Dordrecht: Springer Netherlands. pp. 93–121.
188. **STREETER D.** Guide Delachaux des fleurs de France et d'Europe. France: Delachaux et Niestlé; 2011.
189. **Strobel G , Daisy B. 2003 .** Bioprospection pour endophytes microbiennes et leurs produits naturels. Microbiol Mol Biol Rev 67: 491 - 502 .
190. **Sylvain D. 1996.** Dégradation de la caféine par *Aspergillus* sp. ET *Penicillium* sp. Université Montpellier étude physiologique et biochimique. Montpellier : ORSTOM, 211 p.
191. **Sylvain. D, 1996.** Dégradation de la caféine par *aspergillus* sp. Et *Penicillium* sp. Thèse doctorale science des aliments. Montpellier 2.1
192. **Tabuc C. 2007.** Flore fongique de différents substrats et conditions optimales de production des mycotoxines. Thèse de doctorat, Spécialité : Pathologie, Mycologie, Génétique et Nutrition. Institut national polytechnique de Toulouse et de l'Université de Bucarest. 190 p.
193. **Taylor JW., Spatafora J., O'Donnell K., Lutzoni F., James T., Hibbett D S., Geiser D. 2014.** The fungi. In Assembling the Tree of Life (Joel Cracraft, Michel J.

Références bibliographique

- Donoghue eds). Oxford University Press,
194. **Tedersoo L., Abarenkov K. 2018.** High-level classification of the Fungi and a tool for evolutionary ecological analyses. *Fungal Diversity* .1:135–159.
195. **THYN M. 1998.** Les plantes médicinales, leur utilisation pour la santé de l'homme et des plantes. Mouvement de culture Bio-dynamique. France.P 175.
196. **Wang B. et Qiu Y.L.2008.** Phylogenetic and evolution of mycorrhizas in land plants.*Mycorrhiza*, 16(5) : 299-363 nt.24, 151-157.
197. **Wang Y. et Guo L. D. 2007.** A comparative study of endophytic fungi in needles, bark, and xylem of *Pinus tabulaeformis*. *Can J Bot.* 85 :911-917.
198. **Waqas M., Latif Khan A., Kamran M., Hamayun M., Kang S. M., Kim Y. H. et Lee I. J.2012.**Endophytic Fungi Produce Gibberellins et Indoleacetic Acid Promotes Host Plant Growth during Stress. *Molecules*, 17: 10754-10773.
199. **Waquas M., Khan A.L., Kamran M., Hamayun M., Kang S.M., Kim Y.H. et Lee I.J. 2012.** Endophytic Fungi Produce Gibberellin and Indoleacetic Acid and Promotes Host-Plant Growth during Stress. *Molecules*. 17, 10754-10773.
200. **White MM., James TY., O'Donnell K., Cafaro MJ., Tanabe Y., SugiyamaJ. 2006.**Phylogeny of the Zygomycota based on nuclear ribosomal sequence data. *Mycologia*. 98(6) : 872-884.
201. **White,F.(1986).** La végétation de l'Afrique. Paris : Orstom-Unesco, 303p.
202. **Wilson D. 1995.** Endophytes, the evolution of the term, a clarification of its use and definition. *Oikos*. 73:274-276.
203. **Wilson D. 2000.** Ecology of Woody Plant Endophytes. *Microbial Endophytes with Antibacterial, Antifungal, Antiviral, and Cytotoxic Properties– an Overview: Forsch, , Part III(15):389-420.*
204. **Wilson M., et Lindow SE., 1993.** Interaction between the biological control agent *Pseudomonas fluorescens* strain A506 and *Erwinia amylovora* in pear blossoms. *Phytopathology*83:117-123.

Références bibliographique

205. **Woudenberg J.H.C., Groenewald J.Z., Binder M. et Crous P.W. (2013).** *Alternaria* redefined. *Studies in Mycology*, 75: 171–212.
206. **Woudenberg J.H.C., Groenewald J.Z., Binder M., Crous P.W. 2013.**
207. **Yan L., Zhao H., Zhao X., Xu X., Di Y., Jiang C., Shi J., Shao D., Huang Q., Yang H., Jin M., 2018.** Production of bioproducts by endophytic fungi: chemical ecology, biotechnological applications, bottlenecks, and solutions. *Appl Microbiol Biotechnol.* 102: 6279–6298.
208. **Yennek N. 2010.** Effets des facteurs d'élevage sur la production et la qualité du lait de vaches en région montagneuses. Mémoire de Magistère en productions animales, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie, 84.
209. **Zabalgoeazcoa I. 2008.** Fungal endophytes and their interaction with plant pathogens. *Spanish Journal of Agricultural Research*; 6: 138-146.
210. **Zareb A. 2014.** Contribution à l'étude des mycoendophytes foliaires du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) de dayate Aiat (Timzerth, Laghouat, Algérie). Mémoire de Magister. Spécialité: Sciences Agronomiques. Option: Sciences de la vigne et préservation des ressources phytogénétiques. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. UMMTO. 146 p.
211. **Zhang H.W., Song Y.C., et Tan R.X. 2006.** Biology and chemistry of endophytes.
212. **Zhang, H. and Yang, Q. (2007).** Expressed sequence tags-based identification of genes in the biocontrol agent *Chaetomium cupreum*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 74:650-658.
213. **ZOUKH MERIEM, 2009,** investigation ethnopharmacologique de la wilaya de Médéa et mise en activité antimicrobienne de *l Artemisia herba alba* , *Carthamus cearuleus*, *Ruta montana* et *Thymus serpyllum*. thèse de Magister, Université Médéa Yahia Feres, institut des sciences de l'ingénieur, Département de génie des procédés, option : génie des procédés pharmaceutiques. Thème : P-30. 532p.