



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA  
RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ FRÈRES MENTOURI CONSTANTINE  
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DÉPARTEMENT DE MYCOLOGIE ET BIOTECHNOLOGIE  
FONGIQUE



*Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master*

*Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie*

*Filière : Biotechnologie*

*Spécialité : Mycologie et Biotechnologie Fongique*

*Thème*

***Etude de l'activité antimicrobienne des  
souches fongiques isolées d'un sol  
agricole***

**Présenté par :** Benchikh Elhoucine Anfel    **Date :** 22/06/2023

Boutaf Aya Rahil

Marmi Amira

**Jury d'évaluation :**

**Président :** Dr. CHERFIA Radia (MCB- Université Frères Mentouri, Constantine 1).

**Encadrant :** Dr. GHORRI Sana (MCA- Université Frères Mentouri, Constantine 1).

**Examineur :** Dr. MILET Asma (MCB- Université Frères Mentouri, Constantine 1).

Année universitaire

2022 - 2023

# Remerciement



*Tous d'abord nous tenons à remercier le bon Dieu tout  
puissant et  
miséricordieux de nous avoir donné la force et le courage de  
mener à bien  
ce modeste travail*

*Nous tenons à exprimer notre vif remerciement pour notre  
encadreur Dr. GHORRI Sana pour toute son aide et  
conseils, ainsi que pour sa grande patience et sa gentillesse  
jusqu'à la fin de ce mémoire*

*Nos remerciements vont aux membres du jury Dr.  
CHERFIA Radia et  
Dr. MILET Asma qui nous ont fait l'honneur d'accepter de  
jurer notre travail*

*Enfin nous exprimons nos plus profonds remerciements à  
nos familles, nos chers amis et collègues pour leur affection,  
leur amitié et leur fidélité*

*Amira Anfel Rahil*

# *Dédicace*



*Je remercie tout d'abord, Allah le tout puissant et clément de  
m'avoir aidé à réaliser ce travail que*

*Je dédie à :*

*Mes très chères parents : Saïd et Warda : Je les remercie  
pour tout ce qu'ils m'ont apporté tout au long mes années  
d'études, je vous aime tellement.*

*Mes chères sœurs : Chourouk, Ritedje, Ines et ma nièce  
Iline.*

*Mon chère frère : Hamdi.*

*Mes chères binômes : Anfel et Rahil.*

*Toute ma grande famille et mes amis.*



**AMIRA. M**

# *Dédicace*



*C'est avec un grand plaisir que je dédie  
mémoire :*

*A Mes parents qui sont ma source de  
lumière d'inspiration, Mon Père  
ABDALLAH en témoignage de ses  
sacrifices, ma Mère NADIA pour ses  
sacrifices depuis qu'elle m'a mis au  
monde, et qui N'a pas cessé de  
m'encourager, de me soutenir dans les  
moments difficiles*

*A Mes chères sœurs : MERIEM, Wafa et  
AMINA*

*A Mon chère frère : MOHAMED*

*A Ma chère amis : LAMIS*

*A mes très chers Binômes : AMIRA, ANFEL*

*A toutes les personnes que j'aime et qui m'aime  
et tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin*



**RAHIL. B**

# *Dédicace*



*En témoignage d'amour et d'affection, je dédie ce modeste  
travail avec une*

*grande fierté à tous ceux qui me sont chers :*

*A mes très cher parant : ma mère RABIA et mon père ZIAD  
qui m'ont soutenu et encouragé durant ces années d'études*

*A ma frère et mes sœurs : OUSSAMA, MAROUA, ASMA,  
RAYEN, RITADJE,*

*A tous les membres de la famille Ben CHIKH EL  
HOUCINE.*

*A mes très chers Binômes AMIRA, et RAHIL*

*A mes Amis AMANI, MAROUA,...*

*A tous ceux qui me sont chers et proches... Que ce travail  
soit le*

*Témoignage sincère et affectueux de ma profonde pour tout  
ce que vous*

*Avez fait pour moi*

*ANFEL .B*



## Table des matières

Résumé	
Abstract	
ملخص	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale.....	01

### Revue bibliographique

#### Chapitre 1 : les micro-organismes du sol

1. Le sol.....	04
1.1 Les bactéries.....	05
1.2 Les champignons.....	06
1.2.1 Les levures.....	07
1.2.2 Les moisissures.....	08
1.3 Mode de vie des champignons.....	08
1.4 Classification des champignons.....	09
1.5 Les Caractéristiques morphologiques des champignons.....	10
1.6 Les champignons phytopathogènes .....	11

#### ***Chapitre 2 : L'activité antimicrobienne des souches fongiques***

1. <i>L'activité antibactérienne</i> .....	13
1.1 <i>Les antibiotiques</i> .....	13
1.1.1. <i>Classification</i> .....	13
1.1.2. <i>Mode d'action</i> .....	13
1.2 <i>L'Aspergillus</i> .....	14
1.2.1. <i>Définition</i> .....	14
1.3.2. <i>Classification</i> .....	14

1.3.3. L'activité antibactérienne d' <i>Aspergillus</i> .....	15
1.3 <i>Penicillium</i> .....	15
1.3.1. Définition.....	15
1.3.2. Classification .....	16
1.3.3. L'activité antibactérienne du <i>Penicillium</i> .....	16
2. L'activité antifongique .....	16
2.1. Définition.....	16
2.2. <i>Paecilomyces</i> .....	17
2.2.1. Définition.....	17
2.2.2. Classification.....	17
2.2.3. L'activité antifongique du <i>Paecilomyces</i> .....	17
2.3. <i>Trichoderma</i> .....	18
2.3.1. Définition.....	18
2.3.2. Classification.....	19
2.3.3. L'activité antifongique du <i>Trichoderma</i> .....	19

### **Matériels et Méthodes**

1. Echantillonnages.....	22
2. Isolement et purification .....	22
3. Identification des champignons.....	24
3.1. Identification macroscopiques .....	24
3.2. Identification microscopiques .....	24
4. L'activité antimicrobienne.....	25
4.1. L'activité antifongique.....	25
4.1.1. Préparation des souches phytopathogènes.....	25
4.1.2. La méthode de confrontation directe .....	25
4.1.3. Evaluation de l'inhibition exercée par les antagonistes.....	26
4.2. L'activité antibactérienne.....	26
4.2.1. Souches bactériennes.....	26
4.2.2 Préparation des bactéries tests.....	27
4.2.3 Technique des cylindres d'agar.....	27

### **Résultats et discussion**

1. Isolement des isolats fongiques .....	29
--	----

2. <i>Identification macroscopique et microscopique</i> .....	30
3. <i>Identification des quatre souches phytopathogènes</i> .....	34
4. <i>Mise en évidence de l'activité antimicrobienne</i> .....	35
4.1. <i>L'activité antifongique</i> .....	35
4.2. <i>L'activité antibactérienne</i> .....	41
Conclusion et perspectives.....	48



## *Liste des Figures*

<b>Figure</b>	<b>Titres</b>	<b>Page</b>
<b>Figure01 :</b>	Schématisation de la reproduction asexuée et sexuée d'une moisissure.	07
<b>Figure02 :</b>	Les classes de mycètes.	10
<b>Figure03 :</b>	Des plantes infectées par des champignons.	12
<b>Figure04 :</b>	Schématisation d'une tête d' <i>Aspergillus</i> .	14
<b>Figure05 :</b>	Caractères morphologique des <i>Penicillium</i> .	15
<b>Figure06 :</b>	électronique à balayage de <i>Paecilomyces</i> .	17
<b>Figure07 :</b>	<i>Trichoderma</i> culture en PDA.	18
<b>Figure08 :</b>	Sol agricole Elbaaraouia	22
<b>Figure09 :</b>	Préparation des suspensions des dilutions décimales.	23
<b>Figure10 :</b>	Confrontation entre le pathogène et l'antagoniste par contact direct sur milieu gélosé.	25
<b>Figure11 :</b>	Principaux genres des souches fongiques d'un sol agricole.	34
<b>Figure12 :</b>	Activité antifongique des souches isolées à partir d'un sol agricole contre des souches phytopathogènes.	39

## *Liste des Tableaux*

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau1</b>	caractéristiques des principaux embranchements des matières.	09
<b>Tableau2</b>	Les différents bactéries tests et leurs milieu convenable	27
<b>Tableau3</b>	Les souches fongiques isolées de plante et de sol agricole.	29
<b>Tableau4</b>	Identification macroscopique et microscopique des souches fongiques isolées d'un sol agricole.	30
<b>Tableau5</b>	Les caractères macro et microscopique des souches isolées de sol agricole.	33
<b>Tableau6</b>	Identification des quatre souches phytopathogènes.	35
<b>Tableau07</b>	Test de l'activité antifongique des antagonistes contre <i>Aspergillus niger</i> .	36
<b>Tableau08</b>	Test de l'activité antifongique contre <i>Alternaria sp.</i>	36
<b>Tableau09</b>	Test de l'activité antifongique des antagonistes contre <i>Penicillium sp.</i>	37
<b>Tableau10</b>	Test de l'activité antifongique des antagonistes contre <i>Fusarium sp.</i>	37
<b>Tableau11</b>	Pourcentage d'inhibition de l'activité antagoniste des souches fongiques.	39
<b>Tableau12</b>	L'activité antifongique des souches fongiques isolées d'un sol agricole contre <i>Candida sp.</i>	40
<b>Tableau13</b>	Diamètres des zones d'inhibition (mm) des bactéries vis-à-vis des souches fongiques isolées d'un sol agricole.	43

<b>Tableau14</b>	L'activité antibactérienne des souches fongiques isolées d'un sol agricole contre <i>Bacillus cereus</i> .	44
<b>Tableau15</b>	L'activité antibactérienne des souches fongiques isolées d'un sol agricole contre <i>Staphylococcus aureus</i> .	44
<b>Tableau16</b>	L'activité antibactérienne des souches fongiques isolées d'un sol agricole contre <i>klebsiella sp.</i>	45

## *Liste des Abréviations*

mm : millimètre.

mm : centimètres.

ml : millilitre.

g : gramme.

min : minute.

nm : nanomètre.

PDA : Potato Dextrose Agar.

OGA : Ordinary Gélose Agar.

ARNr : Acide ribonucléique.

Aw : Activité de l'eau.

PH : Potentiel Hydrogène.

°C : Degrés celsius.

# **Introduction générale**

Le sol est l'habitat naturel pour des myriades de microorganismes et d'autres formes vivantes, formant des populations de différents genres. Le nombre et l'activité de ces populations changent d'une région à une autre, influencé par le contenu de matières organiques du sol, la texture du sol, le pH, l'humidité, la température, l'aération et d'autres facteurs (Ruark and Zarnoch, 1992 ; Madigan *et al*, 1997 ; Subler and Kirsch, 1998 ; Peuk, 2000 ; Smith *et al*, 2000). Quant à l'évaluation de la biomasse microbienne, cette dernière a montré que dans la plupart des sols, les mycètes sont le composant principale (Bååth and Söderström, 1980 ; Schnürer *et al*, 1985).

Les moisissures, ou les mycètes ou les champignons filamenteux, sont des acteurs importants du monde microbien. Ils sont impliqués dans une multitude de processus biologiques de l'environnement. Ils présentent, en outre, un intérêt économique, en raison à la fois de leur utilité et de leurs activités néfastes multiples : altérations des produits alimentaires et détériorations dans de nombreux autres domaines : production de mycotoxines, vie parasitaire aux dépens de l'homme, des animaux et des plants. Par ailleurs, les moisissures synthétisent un grand nombre de substances complexes économiquement très importantes : acides organiques, alcaloïdes, antibiotiques, terpènes et enzymes (Sheikh, 2010 ; Mehravar et Sardari, 2011 ; Pereira *et al*, 2013).

Aujourd'hui, la connaissance de la biologie des moisissures est encore partielle ; cependant, la compréhension des métabolismes primaires et secondaires et de la génétique de ces microorganismes permet de maîtriser de mieux en mieux leurs capacités de biosynthèse et leur mise à profit pour l'homme. A l'heure actuel, il n'existe pas en Algérie de données scientifiques significatives sur les variétés de mycètes, leur écologie et leur potentiel de production de métabolites secondaires (Abdalaziz, 2006).

Dans ce contexte, nous nous proposons, dans ce modeste travail, de mettre en évidence la flore fongique d'un sol agricole à Constantine et d'essayer d'évaluer l'activité antimicrobienne de certains de ses genres vis-à-vis des souches fongiques phytopathogènes et de bactéries.

Ainsi, cette étude comprend les parties suivantes :

➤ **Partie 1** : une synthèse bibliographique, qui rassemble des données générales, partagée en deux chapitres ayant trait aux généralités du sol, moisissures et l'activité antibactérienne de la flore fongique.

➤ **Partie 2** : une description des protocoles expérimentaux utilisés, d'une part, lors des

prélèvement, isolement, purification sur différents milieux de cultures, identification des souches fongiques et d'autre part, lors de la mise en évidence, *in vitro*, de l'activité antimicrobienne.

➤ **Partie 3** : consacrée à la présentation des résultats obtenus et leur interprétation

**Revue**  
**bibliographique**



### 1 le sol

La biologie du sol est une composante importante de la qualité du sol et les micro-organismes jouent un rôle vital dans fertilité des sols et production primaire par la matière organique décomposition et cycle des nutriments. (Oliveira et Pampulha ,2006)

Le sol est le fondement de la plupart des formes de vie sur Terre et est d'une complexité sans précédent. Le matériau, considéré comme essentiellement minéral et relativement homogène, contient une quantité incalculable d'organismes vivants, ainsi que des quantités variables d'air et d'eau. Un gramme de sol contient généralement des dizaines à des millions d'espèces de champignons et de bactéries, ainsi que des milliers d'espèces végétales et animales différentes. (Andrew S et al ,2006)

La structure normale d'un sol apte à la culture est une structure fragmentaire : le sol est constitué de petits grains ou agrégats, eux - mêmes agglomérés en mottes structure est bonne si, dans un sol sec exposé à la pluie, les agrégats n'éclatent pas sous l'action des gouttes. L'éclatement d'un agrégat en sous - unités qui elles - mêmes se dispersent peut en effet entraîner la formation d'une croûte et l'obturation des pores dans la partie supérieure du profil. La stabilité de la structure dépend en partie de phénomènes ioniques et électrostatiques : un sol riche en ions Cat est moins sol où les cations monovalents sont abondants. Mais la structure dépend aussi de la constitution des agrès gats. Chacun des petits grains (macro - agrégats) est formé par l'assemblage d'éléments de base, de taille inférieure ou égale à 250 um : le micro - agrégats. (Davet p ,1996)

Les propriétés chimiques, biologiques et physiques du sol jouent un rôle important dans la qualité du sol et sont liées à l'augmentation de la teneur en matière organique, de l'activité microbiologique du sol, de la teneur et de la disponibilité des éléments nutritifs des plantes. Une nouvelle génération d'amendements de sol, contenant des micro-organismes spécifiques du sol, suscite un grand intérêt dans le monde entier (urys et Feiziené. D, 2021)

Les sols jouent un rôle essentiel dans de nombreux défis environnementaux auxquels le monde est confronté. Les sols sont indispensables à la vie sur terre. Les gens ne s'en rendent peut-être pas compte, mais ils deviennent de plus en plus dépendants des fonctions écologiques du sol. Le sol joue six rôles clés dans l'écosystème : soutenir la croissance des plantes, contrôler en grande partie le flux d'eau à travers le cycle hydrologique, recycler les déchets de la société et la nature, modifier la composition et les propriétés de l'atmosphère, fournir habitat pour une énorme diversité d'organismes, et fonctionnant dans des environnements bâtis comme matériaux de construction et support pour les fondations des bâtiments. (Brady et al, 2008).

### 1.1 Les bactéries

Depuis les années 1970, (Carl R. Woese) et ses collègues ont étudié Procaryotes en cataloguant l'ARNr 16s, connaissance Dans la phylogénie des procaryotes, il existe de nombreux Froissé. En utilisant cette approche d'ARNr 16s, ils montrent clairement que la vie peut être divisée en Les trois principaux clans, connus aujourd'hui sous le nom de Domaines archéens, bactériens et eucaryotes (Busse et al ,1996)

Les bactéries, qui sont des micro-organismes procaryotes, sont les organismes les plus abondants et les plus simples dans le monde tel que nous le connaissons (Mohamad et al ,2014)

Les bactéries diffèrent par leur taille, leur forme, leurs caractéristiques cellulaires et leurs caractéristiques génétiques. Les cellules bactériennes ont trois formes de base : sphérique, en forme de bâtonnet ou incurvée. Les bactéries sphériques, appelées cocci, se présentent sous différentes formes et tailles. Certains cocci se rassemblent en grappes en forme de cube, tandis que d'autres, comme les streptocoques, se rassemblent en longues chaînes. Les bactéries ou bacilles en forme de bâtonnets sont courants dans le sol et l'eau. Contrairement aux cocci, qui sont généralement regroupés par paires, les bacilles sont souvent isolés sous forme de cellules uniques. Cependant, dans certains cas, ils peuvent se combiner pour former de longues chaînes. . Les bactéries courbes peuvent être en forme de virgule, souvent appelées vibrions, ou en forme de spirale, caractéristiques des spirilles et des spirochètes. Les bactéries tordues sont responsables de maladies telles que le choléra, la fièvre des morsures de rat et la maladie de Lyme. Les bactéries sont si minuscules, les plus petits des organismes vivants, que les scientifiques ont besoin de puissants microscopes électroniques pour voir leur structure interne. Les scientifiques utilisent souvent une technique de coloration appelée coloration de Gram pour visualiser les bactéries. (Kara , 2011)

La température de l'environnement est l'un des facteurs décisifs pour la croissance et le développement des cellules bactériennes. Thermophiles, mésophiles et psychrophiles adaptés à leur existence dans les conditions écologiques correspondantes (MIKHAILOVNA ; 2020)

Les bactéries ont une incroyable capacité à prospérer dans une grande variété d'environnements. Par exemple, certaines bactéries connues sous le nom de bactéries aérobies obligatoires ont besoin d'oxygène pour se développer. D'autre part, les anaérobies obligatoires ne peuvent se développer que dans un environnement pauvre en oxygène. Certaines bactéries ont la capacité de s'adapter à leur environnement en fonction de la quantité d'oxygène disponible. Connues sous le nom d'anaérobies facultatifs, ces bactéries utilisent la respiration

lorsqu'elles sont exposées à l'oxygène et la fermentation lorsqu'elles survivent dans des environnements hypoxiques. En plus de l'oxygène, la température, le pH, la salinité et l'eau sont également des facteurs qui affectent la croissance et la survie des bactéries. La capacité des bactéries à coloniser et à affecter presque n'importe quel environnement est incroyable. (Kara, 2011)

### 1.2 Les champignons

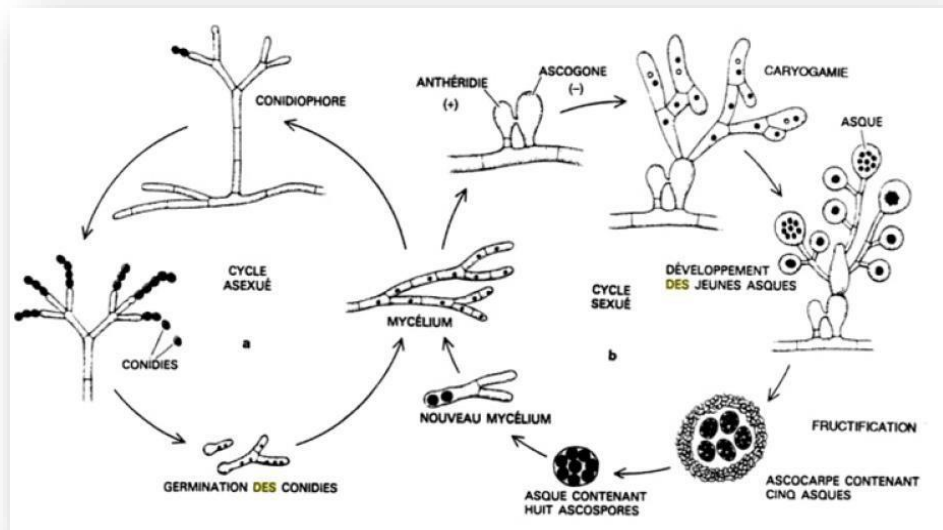
Les champignons ou mycètes est un organisme eucaryote, uni- ou pluricellulaire, dépourvu de chlorophylle (Chabasse *et al.*, 1999). Aérobie strictes et rarement anaérobies (Benserradj, 2014). Sa structure est constituée d'un thalle (ou mycelium), certains restent unicellulaires (levures). Le champignon est un organisme hétérotrophe, il se nourrit par absorption. Dans la nature les (macro- ou micro- mycètes) colonisent les organismes morts ou en décomposition (végétaux ou animaux), trouvant dans cette source les nutriments essentiels à leur vie (carbone, azote, sels minéraux, etc.). Les champignons des êtres immobiles qui compensent ce handicap apparent par la production d'un nombre considérable de spores habituellement, non flagellées. (Chabasse *et al.*, 1999).

Les champignons sont omniprésents dans l'environnement, se prolifèrent dans tous les écosystèmes terrestres et aquatiques. Ils y ont évolué parmi les bactéries, les plantes et les animaux, en dépendance, comme partenaires ou comme parasites. Ils existent sous de multiples formes : des filaments parcourant les sols, des spores volant au vent. De fines couches autour de la matière en décomposition ou encore des organes de fructification dont le diamètre peut mesurer de quelques micromètres à plusieurs décimètres (Jean, 2012). On recense environ 69000 espèces de champignons (macro et micromycètes) (Chabasse *et al.*, 1999).

Les champignons se développent à pH légèrement acide (3 et 7) et à une température optimale comprise entre 20°C et 30°C, cependant certaines espèces sont psychrophiles, se développant à des températures très basses <15°C ou même parfois à <0°C. (Benserradj, 2014).

Les champignons se reproduisent selon deux modes : sexué et asexué. La reproduction sexuée est réalisée en trois phases (plasmogamie, caryogamie et méiose) et résulte en la formation de spores (méiospores) portant différents noms selon le groupe de champignons considéré. Les champignons se reproduisent également de façon asexuée, Ce mode de reproduction, pouvant également mener à la production de spores (mitospores), n'implique pas les processus de plasmogamie, de caryogamie et de méiose rencontrés au cours de la

reproduction sexuée. Parmi les mitospores figurent notamment les sporangiospores et les conidies (Thibault et Russell, 2016).



**Figure 01 :** schématisation de la reproduction sexuée et asexuée d'une moisissure (Lecellier, 2013).

### 1.2.1 Les levures

Les levures ont été utilisées par l'homme depuis des millénaires, le terme levure, selon (Phaff *et al.*, 1968), provient du mot latin « levare » qui se traduit Par lever.

Les levures sont Champignons microscopiques unicellulaire de quelques millièmes de millimètres de largeur, se détachant facilement les unes des autres, immobiles, non photosynthétiques chimio-hétérotrophes (Henky, 2000).

Les levures possèdent toutes une membrane plasmique protégée des agressions extérieures par une paroi cellulaire. En tant qu'eucaryotes, elles possèdent un noyau clairement délimité et différents chromosomes. On y trouve aussi des mitochondries, organites cellulaires capables de fournir de l'énergie à partir du dioxygène. Les levures réalisent la reproduction sexuée ou asexuée en fonction du contexte.

Il en existe un grand nombre de variétés :

- Certaines sont pathogènes c'est-à-dire capables de provoquer des maladies.
- D'autres sont inoffensives et ne sont pas utilisées par l'homme.

- D'autres encore sont exploitées par l'homme.

### 1.2.2 Les moisissures

Les moisissures sont des champignons microscopiques, ubiquistes à croissance Filamenteuse qui regroupent des milliers d'espèces (Bush ; 2004). La plupart sont phytopathogènes et se développent en saprophyte dans la terre et sur les plantes ou les débris végétaux en voie de putréfaction, elles se retrouvent aussi bien dans l'air que sur le sol et les surfaces, dans l'alimentation et parfois dans l'eau (Meghazi, 2015).

Ce sont des eucaryotes, thallophytes, dépourvus de chlorophylle, hétérotrophes, qui peuvent être utiles ; ayant une Importance industrielle et environnementale, ou nuisibles (Leyral et Vierling, 2007 ; Guiraud, 1998). Elles appartiennent au règne des fungi ou des eumycota. Les champignons filamenteux se reproduisent grâce à leurs spores, selon deux modes : sexué et asexué.

### 1.2.3 Mode de vie des champignons

Les champignons adoptent des modes de vie uniques qui leur permettent d'obtenir de l'environnement des molécules organiques essentielles à leur croissance et à leur développement. De nombreux champignons se nourrissent de matière organique morte ou en décomposition, adoptant un mode de vie appelé saprophyte. Ces champignons sont impliqués dans la décomposition de la matière organique et jouent des rôles importants dans les cycles biogéochimiques et les chaînes trophiques. D'autres champignons se lient à différents organismes pour répondre à leurs besoins nutritionnels. La symbiose mycorhizienne, lien symbiotique entre les champignons filamenteux et les racines des plantes vertes, est un exemple de ce type de relation, où les champignons privent les plantes de molécules organiques pour répondre à leurs besoins nutritionnels. En contrepartie, la résistance de la plante, notamment aux stress biotiques (pathogènes) et abiotiques (environnementaux), et sa capacité à absorber l'eau et les minéraux sont renforcées. Un autre exemple d'interrelation est le lichen, une relation symbiotique entre les champignons et les algues vertes ou les cyanobactéries. Ce type de relation n'est pas seulement atteint dans les organismes photosynthétiques. Certains champignons forment en fait des associations. Socialisation réciproque avec les animaux (insectes et ruminants). De nombreux champignons acquièrent les nutriments dont ils ont besoin pour se développer en sacrifiant leurs hôtes (plantes, animaux, champignons) pour survivre, adoptant un mode de vie appelé parasitisme. Certains champignons parasites peuvent provoquer

des maladies mortelles chez leurs hôtes. Ces champignons sont appelés pathogènes (Russell J et Thibault, 2016).

### 1.2.4 Classification des champignons

La classification des champignons s'est d'abord fondée sur les caractéristiques morphologiques du thalle et les organes de reproduction sexuée (Abdelkader, 2012). Seuls les Eumycota constituant maintenant le règne des champignons. On y distingue actuellement cinq divisions ou embranchements (Amirouche, et al, 2009) :

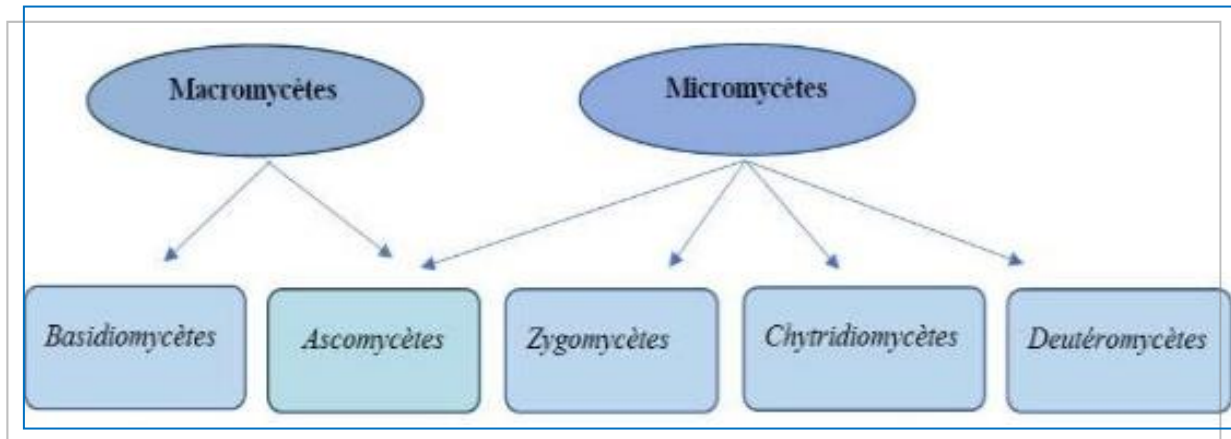
- Les Zygomycètes.
- Les Chytridiomycètes.
- Les Basidiomycètes.
- Les Deutéromycètes ou fungi imperfecti (Leyral et Vierling, 2007)
- Les Glomeromycota.

**Tableau 01** : caractéristiques des principaux embranchements des mycètes (Tebibel *et al.*, 2012)

	Divisions	Classes
<b>Fungi</b>	<b>Deutéromycota</b> (Adelomycètes) : reproduction asexuée seule connue (Fungi Imperfecti)	<i>MyceliaSterilia</i> Coelomycètes Hyphomycètes Blastomycètes
	<b>Chytridiomycota</b> : espèces aquatiques dont les zoospores portent un flagelle.	Chytridiomycètes
	<b>Glomeromycota</b> : reproduction asexuée ; mycélium siphonné.	Gloméromycètes
	<b>Zygomycota</b> : reproduction asexuée ; espèce à spores non flagellées, mycélium siphonné.	Zygomycètes Trichomycètes
	<b>Ascomycota</b> : reproduction sexuée ; hyphes septés.	Ascomycètes

**Basidiomycota** : reproduction  
sexuée ; hyphes septées, spores  
portées par des basides.

Basidiomycètes



**Figure 02** : Les classes de Mycètes (Chabasse, 2009).

### 1.2.5 Les caractéristiques morphologiques des champignons

- **La paroi**

Les cellules fongiques sont enveloppées par la paroi cellulaire, une structure complexe de polysaccharides et de protéines interconnectés. En général, la couche interne de la paroi cellulaire fongique est composée d'une matrice de chitine-glucane hautement réticulée constituée de chaînes de B-1,3- et 6-1,6-glu- pouvant être suivie d'une couche externe riche en dans les protéines mannosylées (Fig. 1). Dans la paroi cellulaire fongique, la chitine, unpoe N-acetylglucosamine à liaison B-1,4, s'assemble en micro fibrilles en raison de la liaison hydrogène entre les chaînes et adopte une structure cristalline (Tanaka, et al. 2021).

- **Le mycélium**

Les champignons partagent une structure anatomique générale composée d'une partie végétative, le mycélium (et, périodiquement, d'organes de reproduction le mycélium la partie végétative des champignons est composée de filaments tubulaires habituellement ramifiés : les hyphes qui peuvent atteindre plusieurs mètres de longueur. Les hyphes sont le plus souvent cloisonnés, mais forment un tube continu chez certains champignons microscopiques, en particulier les Zygomycètes. Les hyphes non cloisonnés forment des siphons (elles sont dites

siphonnées) coenocytiques, ce qui signifie qu'elles contiennent plusieurs noyaux partageant le même cytoplasme. Le mycélium a pour fonction principale de produire des enzymes digestives qui permettent aux champignons d'absorber les éléments nutritifs indispensables à leur survie et à leur reproduction (Després. 2012).

### 1.2.6 champignons phytopathogènes

Les champignons Phytopathogènes ont une importance économique énorme car ils menacent la production de cultures déjà en croissance dans les champs et peuvent provoquer des maladies post-récolte. Les estimations suggèrent qu'environ 10 % de la production agricole sont perdus chaque année en raison d'infections fongiques. Avec les conséquences croissantes du changement climatique, ces pertes devraient augmenter (Presti, et al. 2015).

Les espèces des champignons phytopathogènes se trouvent principalement dans les phylums Ascomycota et Basidiomycota. Parmi les Ascomycetes, les phytopathogènes appartiennent à différentes classes telles que les Dothideomycetes (ex. *Cladosporium spp.*), les Sordariomycetes (ex. *Mag-naporthe spp.*) ou les Leotiomycetes (ex. *Botrytis spp.*). Les basidiomycetes sont représentés par les deux plus grands groupes d'agents phytopathogènes : les rouilles (Pucciniomycetes) et les charbons (Doehlemann, et al. 2017).

La gamme d'hôtes collective de certaines espèces fongiques, telles que *Fusarium oxysporum* (*F. oxysporum*), peut être très large, mais les souches individuelles sont souvent limitées à infecter une ou quelques espèces végétales seulement (Li et al, 2020).

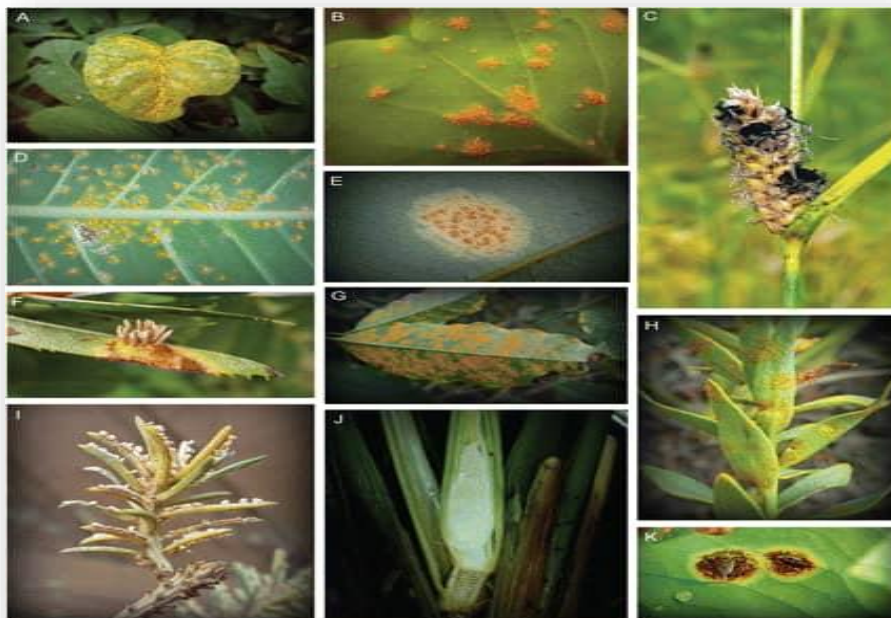
Les phytopathogènes fongique sont divisés en deux groupes principaux : les pathogènes biotrophes, qui forment des interactions intimes avec les plantes et peuvent persister et utiliser les tissus vivants, et les pathogènes nécrotrophes, qui tuent les tissus pour en extraire les nutriments (elle provoque le nécrose). En plus de ces deux groupes, les membres d'un autre groupe, les pathogènes hemibiotrophes, commencent comme biotrophes puis deviennent nécrotrophes. (Doehlemann et al, 2017).

Pour de nombreux champignons phytopathogènes, l'invasion des tissus végétaux est précédée par la production de structures d'infection spécialisées, telles que des appressoriums ou des coussins d'infection. Cependant, cela ne signifie pas nécessairement que ces structures sont nécessaires à la croissance invasive à l'intérieur de la plante. Les infections des parties aériennes des plantes commencent généralement par les conidies, mais la capacité de produire



des conidies n'est pas une exigence pour se développer de manière invasive dans les tissus végétaux. (von der Doer, et al. 2017).

Dans des conditions favorables, le cycle d'infection des champignons phytopathogènes commence par la germination des spores et la formation de tubes germinatifs filamenteux, qui nécessitent une reprogrammation cellulaire complète et des réseaux de régulation spécifiques. Lors de la germination des spores, les hyphes des coureurs présentent une croissance cellulaire polarisée et une croissance le long de la surface de la plante hôte, qui dépend de la reconnaissance de stimuli physiques distincts (dureté de surface, hydrophobicité) et chimiques (monomères de cutine, cires de feuilles) (Doehlemann et al. 2017).



**Figure 03** : Des plantes infectées par des champignons (Crous, 2021).

## **Chapitre 2 : L'activité antimicrobienne des souches fongiques**

### **1 L'activité antibactérienne**

Un antibactérien est une substance active utilisée pour lutter contre des bactéries, les gênantes, qui détruit les bactéries avec une action bactéricide.

Lorsque l'on parle d'activité antibactérienne, on distingue deux sortes d'effets :

- Une activité létale (bactéricide), c'est la propriété de tuer les bactéries dans des Conditions définies.
- Une inhibition de la croissance (bactériostatique), c'est l'inhibition momentanée de La multiplication d'une population (Hammer, 1999).

Le but de cette activité est de mettre en évidence la sensibilité ou la résistance des produits synthétisés contre des bactéries pathogènes et comparer leur efficacité avec des Antibiotiques spécifiques pour chaque type de bactéries.

#### **1.1 Les antibiotiques**

Un antibiotique est une substance chimique, produite par des micro-organismes, il a la capacité d'inhiber la croissance et même de détruire les bactéries et autres micro-organismes. Les microbes sont sélectifs, certains organismes sont affectés et d'autres pas du tout ou seulement dans une mesure limitée ; ainsi chaque antibiotique est Possède un spectre antibactérien spécifique (Bentley et Bennett ,2003).

##### **1.1.1 Classification**

Il existe de nombreuses façons de classer les antibiotiques. Les schémas de classification les plus courants sont basés sur ceux-ci Structure moléculaire, mode d'action et spectre d'activité. D'autres incluent Voie d'administration (injection, voie orale, topique).

Les antibiotiques appartenant à la même classe structurale sont généralement présentent un schéma similaire en termes d'efficacité, de toxicité et d'effets secondaires allergènes potentiels.

Certaines classes d'antibiotiques courantes sont basées sur : La structure chimique ou moléculaire comprend des  $\beta$ -lactamines, macrolides, tétracyclines, quinolones, aminoglycosides, Sulfamides, glycopeptides, oxazolidinones (Etebu et Arikekpar ,2016)

##### **1.1.2 Mode d'action**

Les antibiotiques tuent, désactivent ou ralentissent la croissance des bactéries nocives ciblées qui causent la maladie. Ces médicaments répondent à quatre grands mécanismes d'action. Ils peuvent ainsi :

- Perturber la formation de la paroi bactérienne : Pénicillines, Céphalosporines, Vancomycine, Polymyxines.

## Chapitre 2 : L'activité antimicrobienne des souches fongiques

- Inhiber la synthèse protéique : Chloramphénicol, Streptomycine, Erythromycine.
- Bloquer la réplication de l'ADN bactérien : Quinolones, ou la synthèse de l'ARN : Rifampicine.
- Modifier le métabolisme énergétique de la bactérie : Sulfamides, Triméthoprime. (KONATE, N. A. 2005)

### 1.2 L'*Aspergillus*

#### 2.1- Définition

*Aspergillus* signifie « aspersoir » due à la forme de ses têtes aspergillaires (Galinas, 1995). Ils sont trouvés beaucoup plus dans les denrées Alimentaires, la poussière de maison et dans les endroits peu accessibles au nettoyage et ils sont également retrouvés dans les climatiseurs, les humidificateurs, les solutions liquides, les vêtements (Mallea M et al, 1982).

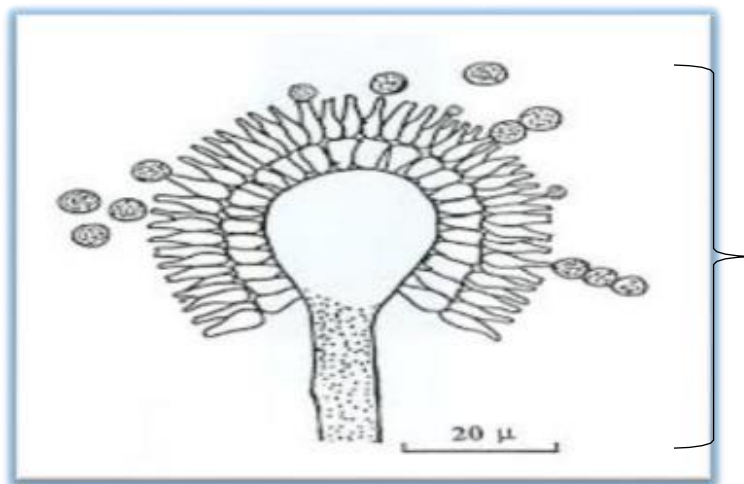


Figure 04 : Schéma d'une tête d'*Aspergillus* (Anonyme, 2012).

#### 2.2 Classification

La taxonomie du genre *Aspergillus* a été mise en place pour la première fois en 1729, par Micheli. L'appartenance des espèces du genre *Aspergillus* au règne des Fungi, à l'embranchement des Ascomycota qui regroupe des champignons à Mycelium cloisonné présentant une reproduction sexuée avec formation d'asques contenant des ascospores, et par une multiplication asexuée par phialides produisant des phialoconidies. Les *Aspergillus* sont inclus dans le sous-embranchement des pezizomycotina, la classe des Eurotiomycetes, la sous-classe des Eurotiomycetidae, et l'ordre des Eurotiales qui est caractérisé par des asques contenus dans des ascocarpes de type cleistothèce ou plus rarement gymnothèce (Hibbett et al.,

## Chapitre 2 : L'activité antimicrobienne des souches fongiques

2007, Bennett, 2010), à la famille des Eurotiales qui comprend 56 genres. Le genre *Aspergillus* comprend 250 espèces, regroupées au sein de 18 sections : *Flavi*, *Nigri*, *Circumdati*, *Terrei*, *Fumigati*, *Clavati*, *Nidulantes*, *Candidi*, *Usti*, *Restricti*, *Flavipedes*, *Cremeri*, *Cervini*, *Sparsi*, *Ornati*, *Warcupi* et *Zonati* (H. Kaya-Celiker, et al, 2015).

### 2.3 L'activité antibactérienne d'*Aspergillus*

Une expérience sur les souches d'*Aspergillus* isolés de sédiments fluviaux. La majorité des souches d'*Aspergillus* ont montré une activité antibactérienne contre *Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline, *Escherichia coli* producteur de bêta-lactamase à spectre étendu, *Enterococcus faecalis* résistant à la vancomycine. L'isolement guidé par bio essai des métabolites secondaires d'*Aspergillus fumigatus* a conduit à l'identification de la gliotoxine. (K. Stefan Svahn et al, 2018).

### 1.3 *Penicillium*

#### 1.3.1- Définition

*Penicillium* est l'un des groupes de champignons bien connus, contenant plus de 200 espèces réparties dans le monde entier. (Kim et al, 2012). *Penicillium* est un groupe phénotypiquement diversifié d'ascomycètes filamenteux, comprenant des espèces importantes pour l'environnement et plusieurs secteurs économiques tels que la biotechnologie et la médecine (Barbosa et al, 2020).

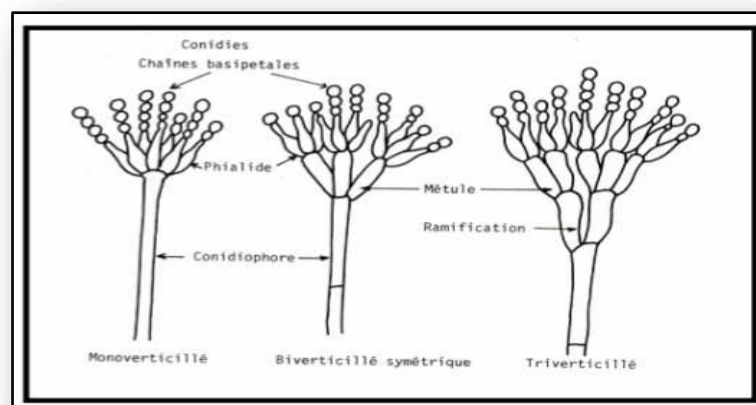


Figure 05 : Caractères morphologiques de *Penicillium* (Botton et al, 1990)

#### 1.3.2 Classification

## Chapitre 2 : L'activité antimicrobienne des souches fongiques

- Règne : Champignons.
- Division : Ascomycètes.
- Classe : Eurotiomycètes.
- Commande : Eurotiales.
- Famille : Trichocomacées.
- Genre: *Penicillium* (Johann Heinrich Friedrich, 1809).

### 1.3.3 Activité antibactérienne du *Penicillium*

Le genre *Penicillium* a été reconnu comme riche source de métabolites bioactifs, il produit une gamme de métabolites importants sur le plan médical, notamment des antimicrobiens (Idris et al ,2013).

Le genre *Penicillium* est surtout connu pour son métabolite antibiotique, la pénicilline, largement utilisé en clinique depuis sa découverte dans les années 1920, et les métabolites bioactifs de ce genre fongique restent attractifs. Ces métabolites ont divers types structuraux, tels que les polycétides, les dérivés de l'acide téramique et les alcaloïdes, qui restent des sources potentielles de prodrogues antitumorales et antibactériennes (Yang et al ,2017).

Filtrats de culture acellulaire de ces espèces de *Penicillium*, ont également présenté une activité antibactérienne significative contre les quatre bactéries testées *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Salmonella typhimurium* à 60 µl/boîte. 40 µl/plaque de *Penicillium citrinum* est également efficace contre ces bactéries (Idris et all ,2013), *Penicillium sp* elle a une activité antibactérienne contre les bactéries Gram - négatives multirésistantes aux médicaments telles que *Vibrio cholerae* et *Shigella flex neri* (Silva et al, 2004).

## 2 L'activité antifongique

### 1-1- Définition

L'histoire des antifongiques débute en 1939 avec la découverte de la griséofulvine. Les antifongiques sont des molécules capables de détruire spécifiquement les différents champignons impliqués en mycologie médicale (fongicide), ou au moins de réduire leur prolifération (fongistatique). Malgré la recherche permanente de nouvelles cibles cellulaires, l'arsenal thérapeutique Disponible pour lutter contre les infections fongiques est relativement limite puisque seules quatre classes de molécules, ciblant trois voies métaboliques distinctes, Il existe actuellement cinq classes d'agents antifongiques utilisés dans le traitement des mycoses systémiques : Polyènes (amphotéricine B), azoles (fluconazole, itraconazole, posaconazole, voriconazole et Isavuconazole), échinocandines (caspofongine, micafungine et

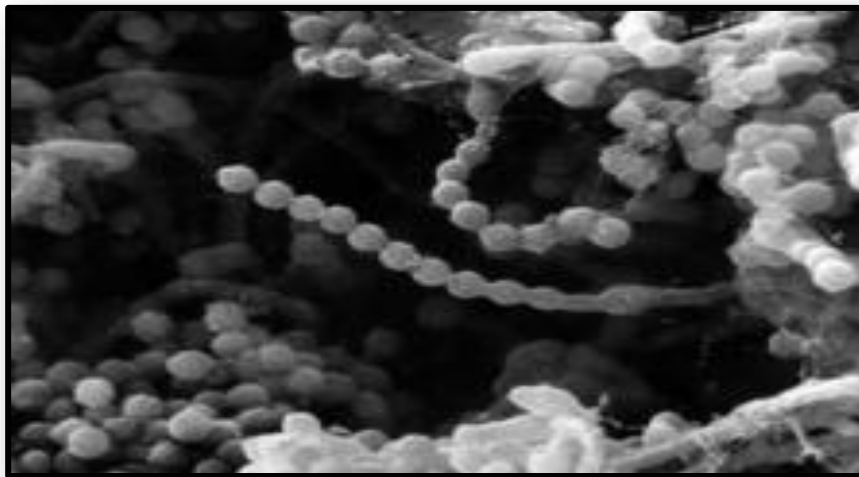
## Chapitre 2 : L'activité antimicrobienne des souches fongiques

anidulafungine), allylamines (terbinafine), Et des antimétabolites (flucytosine). (Gintjee et al, 2020).

### 1-2- *Paecilomyces*

#### 2-2-1- Définition

*Paecilomyces* présente un intérêt clinique en raison de sa pathogénicité et résistance aux agents antifongiques. *Paecilomyces* est un hyphomycète hyalin qui existe dans le monde entier. Il peut être récupéré du sol et aérien (Pastor et Guarro ,2006).



**Figure 06** : Micrographie électronique à balayage de *Paecilomyces*  
(Samson ,1974)

#### 2-2-2- Classification

- Règne : Fungi.
- Sous-règne : Dikarya.
- Division : Ascomycota.
- Sous-division : Pezizomycotina.
- Classe : Eurotiomycetes.
- Sous-classe : Eurotiomycetidae.
- Ordre : Eurotiales.
- Famille : Trichocomaceae. (Bainier, 1907)

#### 2-2-3- L'activité antifongique de *Paecilomyces*

## Chapitre 2 : L'activité antimicrobienne des souches fongiques

Le filtrat acellulaire de *Paecilomyces lilacinus* (pt361) provoquait une inhibition de 65 % de la croissance radiale de *Seclerotinia sclerotiorum*, comme démontré en utilisant le test de double culture, avec une zone d'inhibition de 5,9 mm. De plus, il a été rapporté que, sans aucun contact physique, *Paecilomyces lilacinum* était capable d'inhiber la croissance de *Penicillium digitatum* de 68,2 % sur la base du test de double culture. Il a été suggéré que cette inhibition indique la présence de métabolites fongistatiques produits par *Paecilomyces lilacinum* cultivé sur le milieu. La production de molécules organiques volatiles, telles que les acides, les alcools, les alcènes, les aldéhydes, les esters, les terpènes, les cétones, les benzénoïdes et les pyrazines, ainsi que la production de métabolites bioactifs, d'enzymes et de toxines, peut provoquer une relation d'antagonisme entre les champignons. Sans contact physique. Ces substances contribuent de manière significative aux effets antagonistes et aux systèmes de reconnaissance fongique via la signalisation chimique (Hawar et al ,2023).

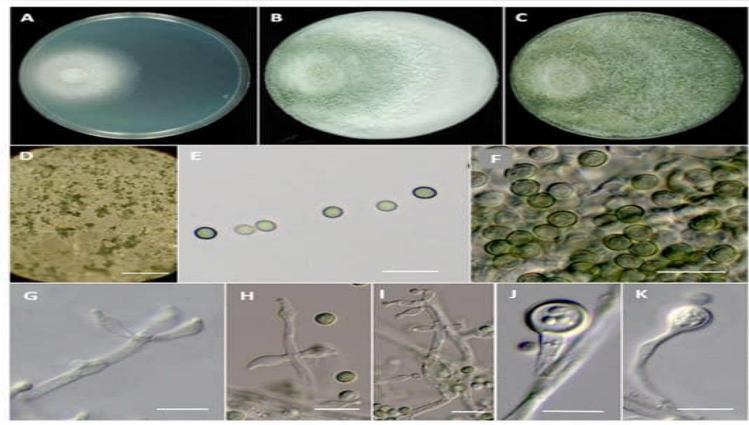
Les résultats révèlent que *Paecilomyces lilacinus* 112 a présenté l'activité antifongique la plus élevée contre l'isolat de *Cladosporium* T2 (inhibition de 66,3 %), suivi de *R. solani* (52,53 %) et de *Sclerotinia sclerotiorum* (50,23 %). L'activité la plus faible a été trouvée contre *A. alternata* et *B. allii* (Constantin et al ,2022).

### 1-3- *Trichoderma*

#### 2-3-1- Définition

Les espèces d'ascomycètes filamenteux du genre *Trichoderma* sont parmi les espèces saprophytes les plus couramment isolées. Ils se trouvent fréquemment dans le sol et poussent sur le bois, l'écorce d'autres champignons démontrant leur fort potentiel opportuniste et leur adaptabilité à diverses conditions écologiques. La nomenclature de ces champignons est compliquée en raison de leur pléiomorphisme qui est, certaines d'entre elles peuvent exister à deux stades morphologiquement et physiologiquement différents. Le stade sexuel (téleomorphe) est connu sous le nom générique d'*Hypocrea*, tandis que le stade asexué (anamorphe ou mitosporique) est appelé *Trichoderma* (Druzhinina et al, 2011).





**Figure07** : *Trichoderma* cultures en PDA (J.Pollard-Flamand, 2022)

### 2-3-2- Classification

- Règne : Champignons.
- Sous embranchement : Ascomycota.
- Classe : Sordariomycètes.
- Ordre : Hypocréales.
- Genre : *Trichoderma*. (Rifai, 1969).

### 2-3-3- L'activité antifongique de *Trichoderma*

Le genre *Trichoderma spp* présente des activités antifongiques contre les champignons à cause de la sécrétion de nombreux métabolites bioactifs :

#### 1/ Le gliotoxine

En 1975, Hussain et al ont également isolé ce composé de *Trichoderma hamatum*. Les gliotoxines présentent une bioactivité contre *Aspergillus fumigatus*. La gliotoxine isolée de *Trichoderma virens* ITC-4777 était active contre *Rhizoctonia bataticola*, *Macrophomina phaseolina*, *Pythium deharyanum*, *Pythium aphanidermatum*, *Sclerotium rolfsii* et *Rhizoctonia solani*.

#### 2/ La gliovirine

est une toxine, produite principalement par une souche de *Trichoderma virens*. Il a montré une activité antifongique contre *Rhizoctonia solani*. Les souches de *Trichoderma nirens* qui produisent de la gliotoxine ont également montré une activité antagoniste contre *Rhizoctonia solani*.



## Chapitre 2 : L'activité antimicrobienne des souches fongiques

### 3/ Les peptaibols

Trois peptaibols, les trichokonines VI, VII et VIII, obtenus à partir de *Trichoderma koningii*, a une activité antifongique contre *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Verticillium dahliae* et *Botrytis cinerea*. Trichokonine VI. Isolé de *Trichoderma pseudokoningii* a montré une activité contre *Ascochyta citrullina*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum* et *Phytophthora parasitica*.

### 4/ les pyrones

Le pyrone 6-PP a été découvert pour la première fois dans un bouillon de culture de *Trichoderma viride*, après quoi il a également été signalé qu'il était produit par *Trichoderma koningii* et *Trichoderma harzianum*. Il a une activité contre *Fusarium oxysporum* et *Rhizoctonia solani*, de *Trichoderma harzianum*, *Botrytis cinerea*. *Trichoderma harzianum* s'est avéré produire trois analogues bioactifs de la pyrone 6-PP. L'analogue (12) était actif contre *Candida albicans*, *Penicillium spp.* *Cryptococcus neoformans* et *Aspergillus fumigatus*.

### 5/ Buténolides

l'harzianolide, a été isolé à partir de trois souches de *Trichoderma harzianum*. Tous ces composés ont montré une activité antifongique contre *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*.

### 6/ Pyridones :

L'harzianopyridone antifongique a été isolée pour la première fois à partir de *Trichoderma harzianum* en 1999. La forme racémique de l'harzianopyridone (20) a montré une forte activité contre *Pythium ultimum*, *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, *Rhizoctonia solani* et *Botrytis cinerea*.

### 7/ Azaphilone

Deux composés de type araphilone, harziphilone et fleephilone, ont été signalés comme étant produits par *Trichoderma harzianum*. Ces composés ont montré une activité antifongique significative contre *Pythium ultimum*, *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* et *Rhizoctonia solani*.

### 8/ Trichothécènes

Il a été isolé de *Trichoderma harzianum* et a montré des activités contre *Cochliobolus miyabeanus*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Thanatephorus cucumeris* et *Colletotrichum glonasgorioides*. (Khan RAA et al, 2020).

*Trichoderma longibrachiatum* T6 à un effet antagoniste contre l'espèce : *Valsa mali*, par production des composés antifongiques 1, 2-Benzenedicarboxylic acid, bis (2-methylpropyl) ester et 1, 2-Benzenedicarboxylic acide, mono (2-éthylhexyl) ester. (Shuwu et al, 2018).

# **Matériel et méthodes**

Notre recherche porte sur l'étude de L'activité antimicrobienne ; antibactérienne et antifongique de quelques souches fongiques isolées à partir d'un sol agricole de la région d'El Baaraouia, Elkhroub, Constantine.

Toutes les étapes de ce travail ont été réalisées au sein de Laboratoire de Mycologie de Biotechnologie et de l'Activité Microbienne (LaMy BAM), situé Chaaba à Université Mentouri Constantine

### 1- Echantillonnages

Les prélèvements du sol de 2 régions (baaraouia) sont réalisés à l'aide d'une tarière stérilisée par l'alcool (pour éviter tout risque de contamination), tout en écartant la couche supérieure, puis on a prélevé les échantillons à partir d'une profondeur de 10 cm. Les sols prélevés sont ensuite recueillis dans des flacons en verre stérile (beziane, 2019).



**Figure 08** : Sol agricole de la région d'El-baaraouia, Elkhroub Constantine

### 2 Isolement et purification

La préparation des dilutions consiste, tout d'abord, à préparer la solution mère du sol. Un gramme du sol est suspendu dans 9 ml d'eau physiologique stérile et homogénéisé pendant 10 minutes à l'aide d'un vortex. Cette dilution représente la solution mère à partir de laquelle d'autres dilutions sont préparées jusqu'à  $10^{-4}$  (dilution décimale) (Botton et al, 1990). Un volume de 0,1 ml de chaque dilution est étalé à la surface des milieux gélosés, Additionnés d'un antibiotique, la gentamicine (50ppm) pour inhiber la croissance Bactérienne.

D'autres boîtes contenant le milieu précédent sont ensemencées par des feuilles des plantes infectées après leur désinfection par l'éthanol (96° de pureté) pendant 5min puis par un rinçage dans l'eau distillée stérile pendant 5min. (Davet et Rouxel ,1997). Les boîtes de Pétri sont incubées à 30°C pendant 7 jours (Leghlimi, 2013).

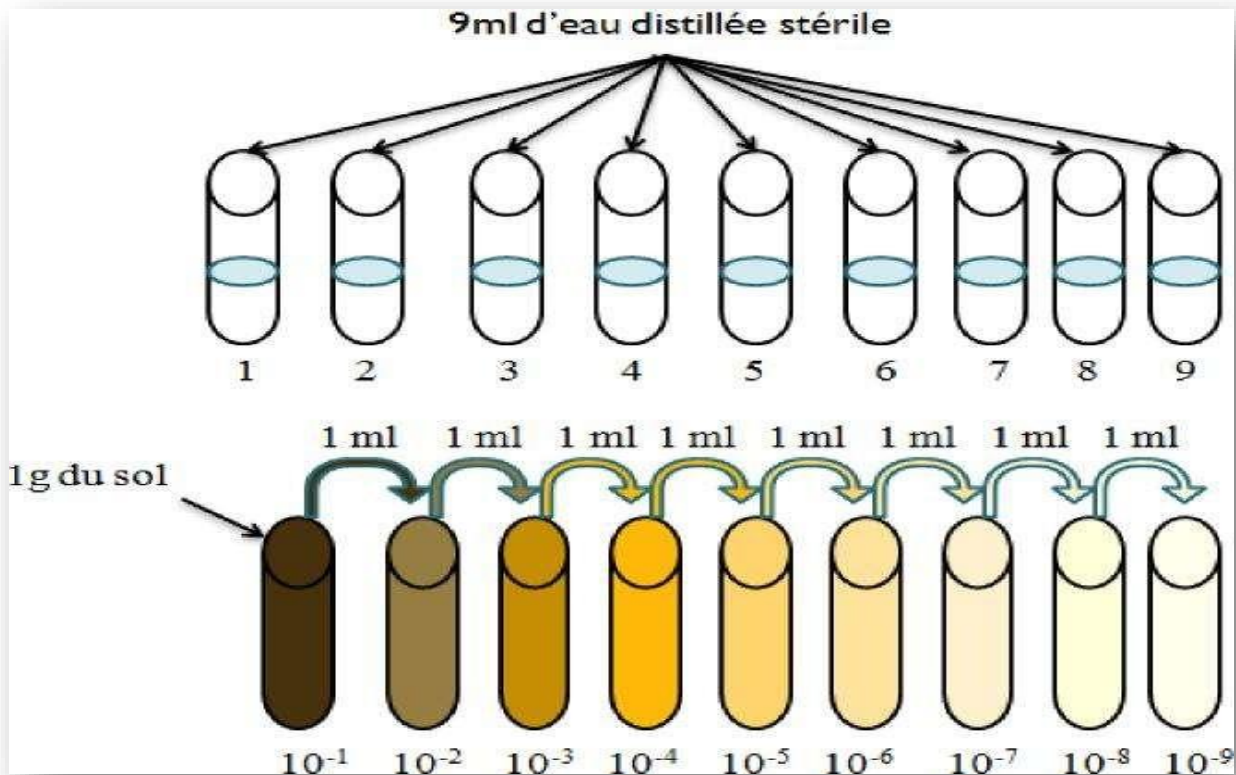


Figure 09 : Préparation des dilutions décimales

La purification a concerné principalement les colonies dont les caractères cultureux sont Différents. Il s'agit donc de prélever quelques spores ou une petite bouture mycélienne à la marge du thalle et de l'ensemencer de manière aseptique dans des boîtes de Pétri contenant le PDA (voir l'annexe). Afin d'obtenir un développement typique du champignon, l'inoculation est Réalisée en un seul point au centre de la boîte (Almi, 2016).

### 3 Identification des champignons

L'identification de routine des champignons filamenteux repose essentiellement sur l'analyse des caractéristiques morphologiques macroscopiques et microscopiques. Ces méthodes L'identification peut être complétée par une analyse moléculaire.

### 3-1- Identification macroscopique

Dans l'analyse macroscopique des colonies obtenues après culture de champignons Divers aspects des organes végétatifs filamenteux sont observés.

- **Aspect** : Duveteux, laineux, cotonneux, velouté, poudré, granuleux ou glabre. - **Relief** : plat, plissé ou en forme de cerveau.

- **Taille** : Petite, étendue ou envahissante.

- **Couleur** : blanche, crème ou colorée (verte, brune, orangée, violette, grises...). La présence d'un pigment diffusant dans la gélose ainsi que certains paramètres telle la vitesse de la pousse des colonies ou la température de développement peuvent être de bons indicateurs pour l'identification d'une moisissure.

### 3-2- Identification microscopique

Lors de l'analyse microscopique des colonies, plusieurs structures des champignons filamenteux sont observées comme l'appareil végétatif, les organes de fructification et les spores :

- **le thalle végétatif** : septé (diamètre étroit et régulier de 2 à 5  $\mu\text{m}$ ) ou siphonné (filaments peu ou pas ramifiés, diamètre large et irrégulier de 5 à 15  $\mu\text{m}$ ), paroi pigmentée (mélanisée) ou non (hyaline).

- **les organes de fructifications** : présence ou non d'organes protecteurs des conidies, modes de formation des conidies (issues directement du thalle, solitaires (aleuriospores) ou en chaînes (arthrospores), ou produites par bourgeonnement et regroupées soit en grappes, en masse, en têtes ou en chaînes basipètes ou acropètes), modes d'implantation des cellules conidiogènes [indifférenciée ou peu indifférenciée, différenciées (sur le filament végétatif, porté sur les conidiophores dispersés ou groupés)].

- **les spores** : endogènes (endospores) ou exogènes (conidiospores ou conidies), l'aspect des spores [améropores (unicellulaires et de petite taille), didymospores (bicellulaires) (Aurélié ,2013).

## 4-Etude de l'activité antimicrobienne des isolats fongiques

Pour rechercher l'activité antimicrobienne des champignons du sol, deux méthodes ont été utilisées. La première est la méthode de la confrontation directe pour l'activité antifongique, et la deuxième est la méthode de cylindre d'agar pour l'activité antibactérienne et anti levurienne.

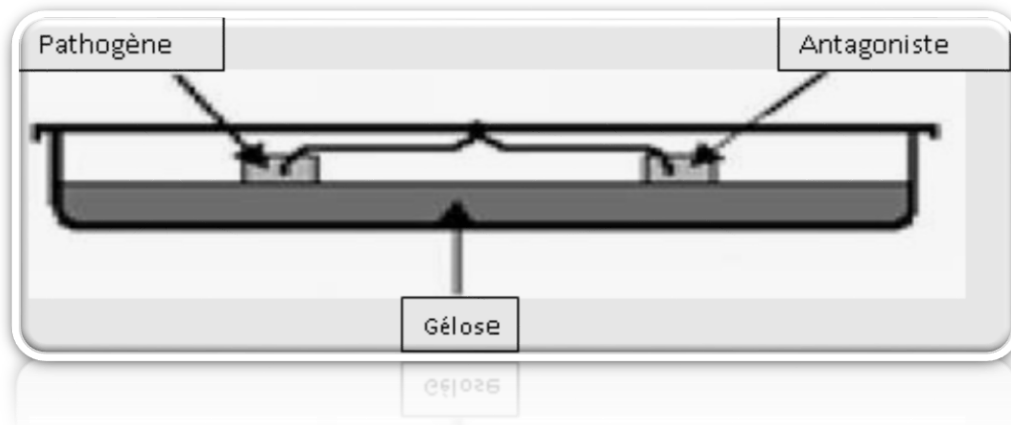
### 4-1- Activité antifongique

#### 4.1.1- Réactivation des souches phytopathogènes

Les souches fongiques phytopathogènes utilisées dans le test antifongique, ont été fournies par Dr. BRAMKI A. (Ecole Nationale Supérieure de Biotechnologie, Constantine 3), et sont en l'occurrence : *Fusarium sp.* ; *Aspergillus niger*, et *Penicillium sp1* et une souche *Alternaria sp* isolée d'une plante de blé. Les souches ont été réactivées sur gélose Sabouraud à 25°C pendant cinq à sept jours.

#### 4.1.2- La méthode de confrontation directe

Cette technique consiste à placer dans la même boîte de Pétri contenant un milieu de culture Sabouraud dextrose agar (voire l'annexe), deux pastilles gélosées mesurant 6 mm de diamètre, l'une portant l'espèce antagoniste et l'autre le pathogène. Les deux pastilles sont placées suivant un axe diamétral à 3 cm et à équidistance du centre de la boîte. Les repiquages sont effectués en même temps (Benhamou et Chet, 1996). L'incubation est réalisée à 28 °C pendant six jours (Hibar et al, 2005). L'évolution de la croissance mycélienne est effectuée toutes les 24 heures par la mesure des diamètres de la colonie mycélienne au millimètre près (Moussaoui, 2010). Le témoin est constitué du pathogène seul (figure 10).



**Figure 10** : Confrontation entre le pathogène et l'antagoniste par contact direct sur milieu gélosé.

#### 4.1.3 Evaluation de l'inhibition exercée par les antagonistes

L'évaluation de l'inhibition exercée par les antagonistes est estimée par le calcul du Pourcentage d'inhibition de la croissance mycélienne du pathogène (Hmouni et al, 1996) selon la formule suivante :

$$I (\%) = (1 - C_n/C_o) \times 100$$

Où :

- $C_n$  : est le diamètre moyen des colonies en présence de l'antagoniste ;

- Co : est le diamètre moyen des colonies témoins.
- Le témoin représente un repiquage du pathogène au centre de la boîte

#### 4-2- L'activité antibactérienne

Toutes les souches fongiques isolées ont été dépistées pour voir leur activité antibactérienne vis-à-vis des bactéries à Gram positif et négatif et ceci par l'utilisation de la méthode des cylindres d'agar.

##### 4.2.1 Souches bactériennes

La collection bactérienne utilisée est composée de six souches bactériennes, quatre souches ATCC (American Type Culture Collection), qui sont en l'occurrence :

- *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923)
- *Bacillus subtilis* (ATCC 6633)
- *Escherichia coli* (ATCC 25922)
- *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853)

Et une souche clinique, à savoir : *Klebsiella sp*

Toutes ces souches nous ont été fournies aimablement par Dr. BRAMKI A. (ENSB)

La réactivation des bactéries est faite par ensemencement sur des milieux de culture convenables (Annexe 1) pour chaque bactérie (Tableau 5) selon la méthode des quadrants. L'incubation est effectuée à 37°C pendant 24h.

**Tableau 2** : Les différentes bactéries tests et leurs milieux convenables.

Bactérie	Milieu de culture
<i>S. aureus</i>	Chapman
<i>B. subtilis</i>	Trypticase Soy Agar (TSA)
<i>E. coli</i>	Hecktoen
<i>P. aeruginosa</i>	Gélose au cétrimide
<i>Klebsiella sp.</i>	Hecktoen

### 5.2.2 Préparation des bactéries tests

Des suspensions bactériennes ont été préparées à partir des cultures jeunes (de 18 à 24 h), la densité cellulaire de chaque suspension a été ajustée par dilution dans l'eau physiologique (0.9 % NaCl) stérile et en comparaison avec la solution 0.5 Mc Farland (une densité optique égale à 0.2 à 650 nm. Annexe 2) de façon à obtenir une concentration finale de  $10^6$  UFC/mL (Cavalla et Eberlin, 1994).

### 5-2-3- Technique des cylindres d'agar

Inoculer la souche fongique sur un milieu PDA. Après 14 jours d'incubation 28°C, à l'aide d'un emporte-pièce, percer un cylindre de gélose de 6 mm de diamètre, Puis déposé sur la surface du milieu Mueller Hinton préalablementensemencé Écouvillons utilisant la technologie NCCLS (National Council for Clinical Laboratories standard) pour passer les bactéries de test. Des boîtes de Pétri contenant des cylindres de gélose ont été placées sur 4h à 4°C pour permettre la diffusion des substances bioactives développées souches fongiques, puis incubées à 37°C pendant 18 à 24 heures (*BRAMKI Amina,2019*).



# **Résultats et discussion**




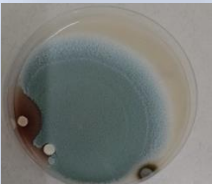

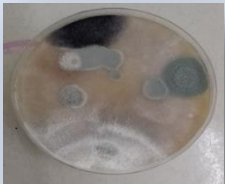



## Résultats et discussion

Notre recherche porte sur l'étude de l'activité antimicrobienne ; antibactérienne et antifongique de quelques souches fongiques isolées d'un sol agricole de la région d'Elbaaraouia, Elkhroub, Constantine.

### 1- Isolement des isolats fongiques

On a fait l'isolement d'un sol agricole et de la plante du blé sur milieu PDA et OGA à 30 °C pendant 14 jours.

**Tableau 03 :** Les isolats fongiques isolés de plante et sol agricole.

Isolats fongiques	Souches		
			
Sol agricole			
			

## Résultats et discussion

### Plante



Le **tableau 3** représente les isolats fongiques isolés du sol agricole et de la plante du blé.



On obtient différents isolats sur le milieu PDA et OGA avec couleurs, formes et textures différentes.

### 2- Identification macroscopique et microscopique


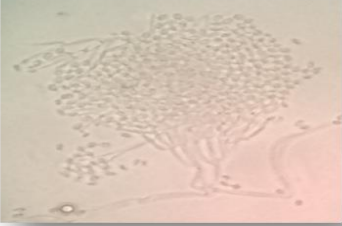
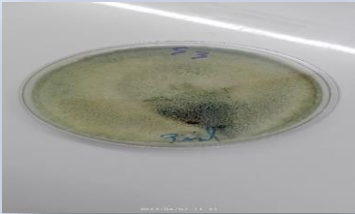


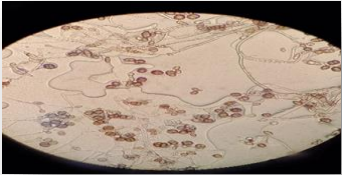
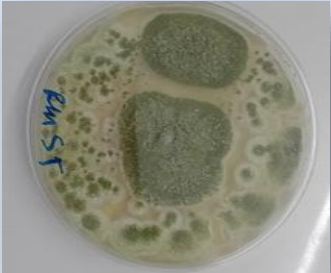
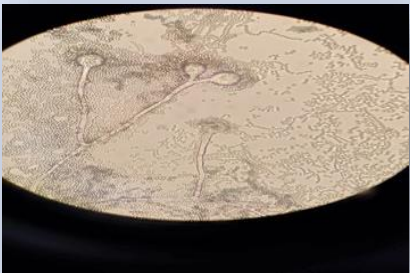

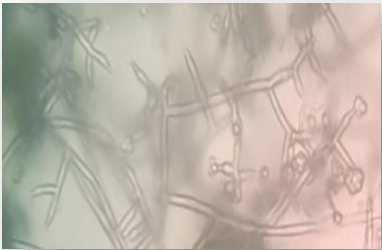
L'identification des isolats fongiques est réalisée en tenant compte de leurs caractères macroscopiques (couleur, aspect de colonie de son revers) sur milieu (PDA) et microscopiques (forme de thalle et des spores).

Les résultats de l'observation macro-microscopique des isolats fongiques sont représentés dans le tableau 03.

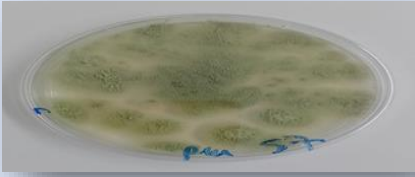

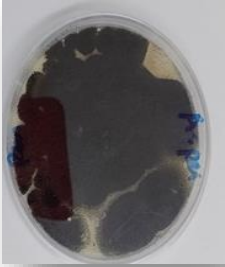

**Tableau 04 :** Identifications macroscopique et microscopique des souches fongiques isolées du sol agricole.

Les souches fongiques	Identification macroscopique	Identification microscopique
S01 : <i>Penicillium</i> <i>sp</i>		

## Résultats et discussion

<p>S02 : <i>Botrytis sp</i></p>		
<p>S03 : <i>Trichoderma sp1</i></p>		
<p>S04 : <i>Cladosporium lebrasiae</i></p>		
<p>S05 : <i>Aspergillus sp1</i></p>		
<p>S06 : <i>Trichoderma sp2</i></p>		

## Résultats et discussion

<p>S07 : <i>Aspergillus</i> <i>sp2</i></p>		
<p>S08 : <i>Aspergillus</i> <i>sp3</i></p>		

Le tableau 4 représente l'identification macroscopique et microscopique des souches fongiques isolées d'un sol agricole.

D'après l'observation macro-microscopique on a identifié les 8 souches comme suite :

- S1: *penicillium sp.*
- S2: *Botrytis sp*
- S3: *Trichoderma sp.*
- S4: *Cladosporium.*
- S5: *Aspergillus sp1.*
- S6: *Trichoderma sp.*
- S7: *Aspergillus sp2.*
- S8: *Aspergillus sp3.*

## Résultats et discussion

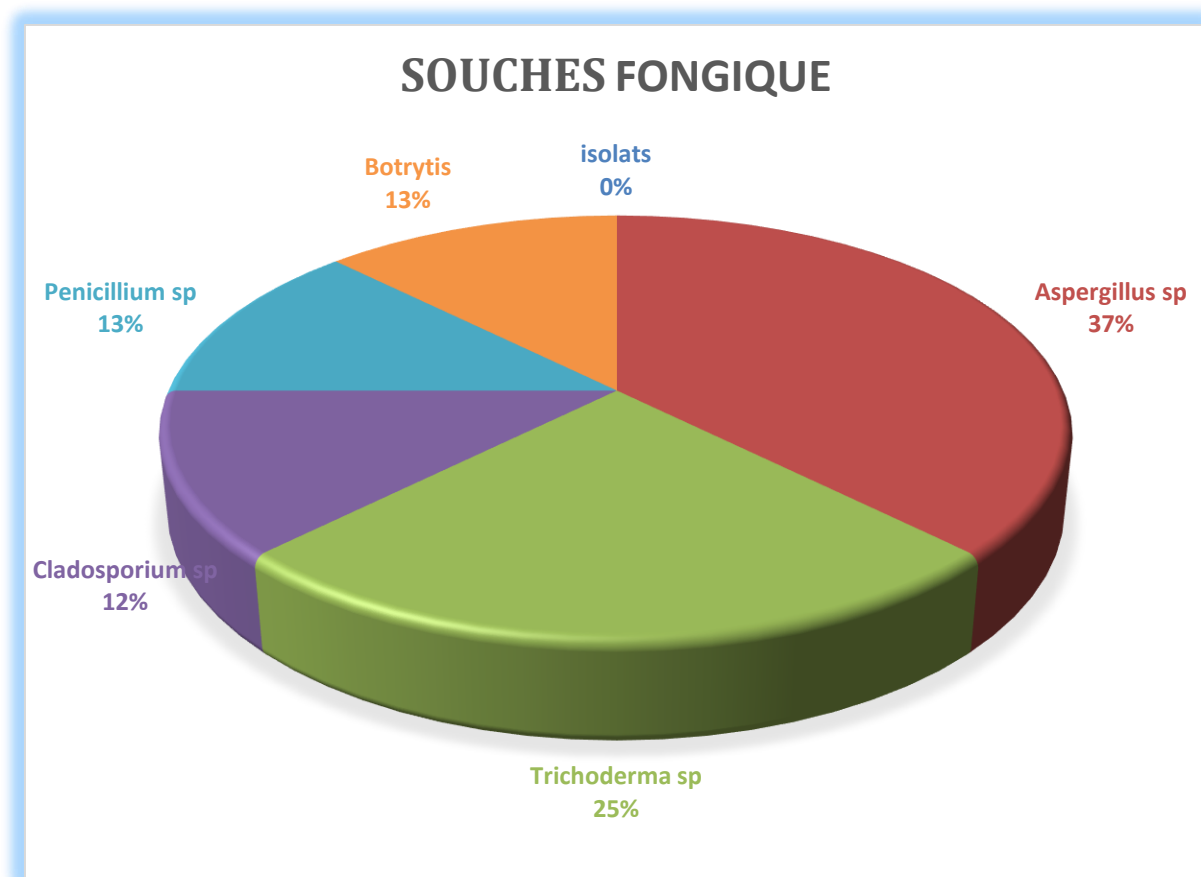
### - Caractères macro-microscopiques

**Tableau 05** : Les caractères macro-microscopique des souches isolées du sol agricole.

Caractères Souches	Couleurs	Texture	Revers	Thalles	Conidies	Croissances
<b>S01 :</b> <i>Penicillium sp</i>	Blanche	Cotonneuse	Incolore	Septé	Ramifiées Les phialides sont à l'extrémité des ramifications	Moyenne
<b>S02 :</b> <i>Botrytis sp</i>	Blanche	Crèmeuse	Incolore	Septé	-	Rapide
<b>S03 :</b> <i>Trichoderma sp</i>	Vert, des bordures blanches	Duveteuse à poudreuse	Incolore	Septé	Les conidiophores produisent des spores rondes	Rapide
<b>S04 :</b> <i>Cladosporium sp</i>	Vert olive très foncé	Floconneuse	Noir	Septé	Grand taille uni ou pluricellulaire	Très lente
<b>S05 :</b> <i>Aspergillus sp</i>	Blanche puis vert	Poudreuse	Incolore	Cloisonné	Globulaire	Rapide
<b>S06 :</b> <i>Trichoderma sp</i>	Vert des bordures blanches	Duveteuse à poudreuse	Jaune orange	Septé	Lisse Globuleuse	Rapide
<b>S07 :</b> <i>Aspergillus sp</i>	Vert	Poudreuse	Incolore	Septé	Globulaire	Rapide
<b>S08 :</b> <i>Aspergillus sp</i>	Noir	Granuleuse	Pale	Cloisonné	Têtes conidiennes sphériques et noire	- Rapide

D'après l'isolement du sol on obtient 5 genres fongiques, représentés dans la **figure 11**.

## Résultats et discussion



**Figure 11 :** Pourcentage des principaux genres fongiques isolés.

L'histogramme représente le pourcentage des principaux genres fongiques isolés.

Le genre le plus abondant c'est *Aspergillus* avec un pourcentage de 37%.

Le genre *Trichoderma* avec un pourcentage de 25%.

Le genre *Penicillium* avec un pourcentage de 13%.

Le genre *Cladosporium* avec un pourcentage de 13%.

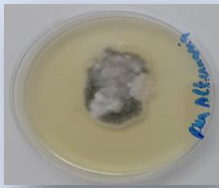


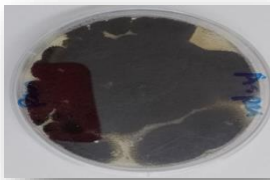


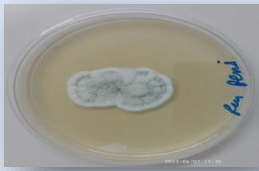

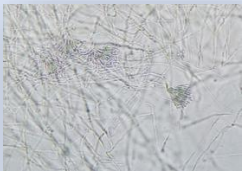



Le genre *Botrytis* avec un pourcentage de 13%.

### 3- Identification des quatre souches phytopathogènes :

D'après l'observatoire macro et microscopique de la souche isolée du plante du blé (*Alternaria sp*) et les souches phytopathogènes fournis (*Fusarium sp*, *Penicillium sp1*, *Aspergillus niger*, on obtient les résultats représente dans le tableau (**Tableau 6**).

## Résultats et discussion

**Tableau 06** : identification macro-microscopique des souches phytopathogènes.

Les phytopatogènes	Recto	Verso = Revers	Microscopique
<i>Alternaria</i>			
<i>Aspergillus niger</i>			
<i>Penicillium</i>			
<i>Fusarium</i>			

### 4- Mise en évidence de l'activité antimicrobienne

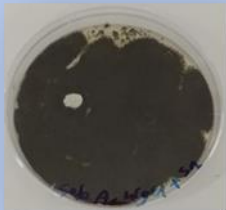
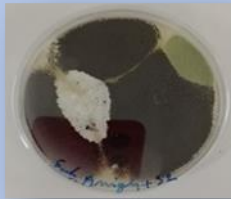
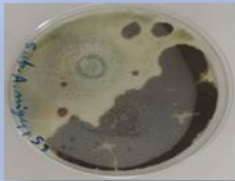
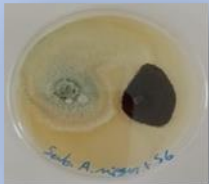
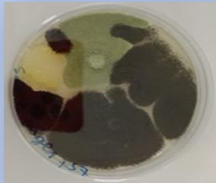
#### 4-1- L'activité antifongique

Dans cette expérience nous avons étudié l'activité antifongique d'un totale de 08 souches appartenant aux genres de *Penicillium*, *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Cladosporium* et *Botrytis* vis-à-vis les quatre souches phytopathogènes (4 moisissure : *Penicillium*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Aspergillus niger*).

**Tableau 07** : Test de l'activité antifongique des antagonistes contre *Aspergillus niger*



## Résultats et discussion

Antagoniste	Témoin	S01	S03
Phytopathogène			
<i>Aspergillus niger</i>	S06	S07	
			

**Tableau 08 :** Test de l'activité antifongique des antagonistes contre *Alternaria sp.*

Antagoniste / Phytopathogène	S01	S03	S06
<i>Alternaria sp</i>			

## Résultats et discussion

**Tableau 09 :** Test de l'activité antifongique des antagonistes contre *Penicillium sp.*

Antagoniste / Phytopathogène	S03	S05	S07
<i>Penicillium sp</i>			

**Tableau 10 :** Test de l'activité antifongique des antagonistes contre *Fusarium sp*

Antagoniste / Phytopathogène	S02	S03	S06	S07
<i>Fusarium sp</i>				

Dans cette étude nous avons testé l'activité antifongique de 8 souches appartenant aux genres : *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Botrytis*, *Cladosporium* et *Penicillium*, vis à vis 5 souches phytopathogènes (3 moisissures : *penicillium sp*, *Fusarium sp*, *Aspergillus niger* et *Alternaria sp* et la levure : et *Candida albicans*).

Tous les 8 souches fongiques isolées (*Aspergillus sp1*, *Aspergillus sp2*, *Aspergillus niger*, *Trichoderma sp*, *Trichoderma sp2*, *Penicillium sp1*, *Cladosporium sp*, *Botrytis* et *Penicillium*) sont données une activité antifongique contre au moins un seul champignon.

La lecture de résultats se fait par la mesure de diamètre des colonies des souches phytopathogènes en présence de l'antagoniste et en leur absence : c'est le cas de Témoins, et l'estimation du pourcentage d'inhibition (I(%)).

Les diamètres des témoins des souches phytopathogènes :

1\_ *Aspergillus niger sp1*: 85 mm.

## Résultats et discussion

---

2\_ *Fusarium sp*: 40 mm.

3\_ *Alternaria sp*: 50 mm.

4\_ *Penicillium sp1*: 35 mm.

La souche la plus performante c'est *Aspergillus sp3* qui donne une forte activité effet avec un pourcentage de 100% contre les *Alternaria sp* et *Penicillium sp1*, et le pourcentage d'inhibition le plus faible c'est 30% : avec *Fusarium sp*

*Trichoderma sp1* donne un grand effet contre *Fusarium sp* avec un pourcentage d'inhibition égale à 100%, ce qui joint avec les résultats de Dabire et al (Dabire et al.2016).

*Trichoderma sp2* a une bonne activité contre *Penicillium sp1* (I : 70%) ce qui joint aux résultats de Bendjaddou et Ben Settiti (Bendjadou et Ben Settiti. 2021).

*Trichoderma sp2* a une bonne activité contre *Aspergillus niger* avec un pourcentage d'inhibition égal à 70%, ce qui joint aux résultats de (Dabire et al. 2016).

*Trichoderma sp2* donne un grand effet contre *Alternaria sp* (I% égal à 70%).

La souche *Botrytis cenerae* donne une activité antifongiques contre *Alternaria sp*, le diamètre de Témoins c'est : 50 mm et le diamètre à la présence du l'antagoniste : 22 mm donc un pourcentage d'inhibition égale 60%.

La souche *penicillium sp1* donne une bonne activité antifongique contre *Alternaria sp* avec un pourcentage d'inhibition : 70%, contre *Penicillium sp1* avec un pourcentage d'inhibition égale à : 57%, et donne une très faible activité : 25% contre *Fusarium sp*.

La souche *Aspergillus sp2* donne une bonne activité contre *Alternaria sp* et *Fusarium* avec les pourcentages successive (70%, 50%).

La souche *Aspergillus niger* donne une activité contre *Penicillium sp1* et *Alternaria sp*,

Le diamètre de Témoin de *penicillium* c'est 35 mm et le diamètre à la présence de l'antagoniste c'est 15 mm donc le pourcentage d'inhibition égale à 57%, et 54% avec *Alternaria sp*.

Dans notre etude de l'activité anti fongique les trois souches d'*Aspergillus* ont donné une Forte activité antifongique contre *Fusarium*, ce qui jointre avec l'étude d'Ayadi-Ben Abdaalla Et al, 2014 auteur le pouvoir antifongique des *Aspergillus spp*. Et de leurs filtrats de cultures et Extraits organique contre *Fusarium sambucinum* « Une réduction significative du diamètre des colonies de *Fusarium sambucinum* a été notée avec tous les *Aspergillus spp*. Testés L'*Aspergillus niger* est montré la réduction la plus importante. L'effet antifongique d'*Aspergillus sp*. Est attribué soit à la production d'antibiotiques soit à la production d'enzymes Lytique».

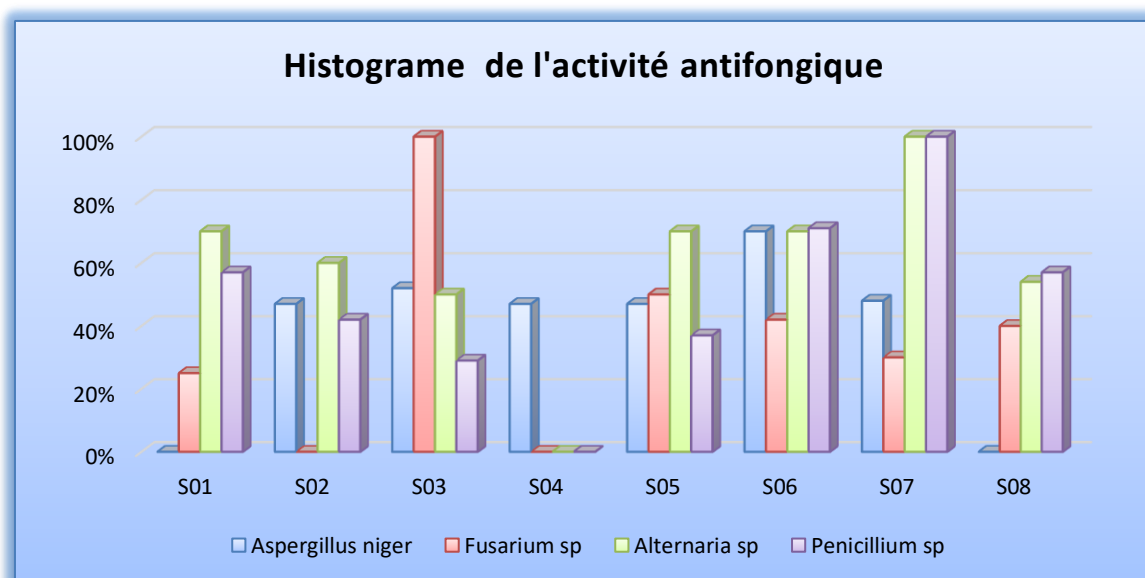
## Résultats et discussion

La *Cladosporium sp* ne donne qu'un seul faible effet antagoniste, c'est avec *Aspergillus niger*, le diamètre de Témoins c'est 85 mm et le diamètre à la présence de l'antagoniste c'est 45 mm donc le pourcentage d'inhibition égale : 47%.

**Tableau 11** : Pourcentages d'inhibitions de l'activité antifongiques des souches fongique

Antagoniste / souches	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08
<i>Aspergillus niger</i>	0%	47%	52%	47%	47%	70%	48%	0%
<i>Fusarium sp</i>	25%	0%	100%	0%	50%	42%	30%	40%
<i>Alternaria sp</i>	70%	60%	50%	0%	70%	70%	100%	54%
<i>Penicillium sp</i>	57%	42%	29%	0%	37%	71%	100%	57%

Le tableau 11 représente les pourcentages d'inhibition des souches fongiques isolées d'un sol agricole contre les 4 souches phytopathogènes.



**Figure 12** : Activité antifongique des souches fongiques isolées à partir d'un sol agricole contre des souches phytopathogènes.

## Résultats et discussion

La figure 12 représente un histogramme des pourcentages d'inhibition des souches fongiques isolées d'un sol agricole contre 4 champignons Phytopathogènes.

L'espèce *Aspergillus sp2* a une grande activité contre *Penicillium sp1* et *Alternaria sp* avec un pourcentage d'inhibition égal à 100%.

L'espèce *Trichoderma sp1* a un grand effet contre *Fusarium sp* avec un pourcentage d'inhibition égal à 100%.




L'espèce *Trichoderma sp2* a une grande activité contre (*Aspergillus niger*, *Penicillium sp1*, *Alternaria sp*) avec un pourcentage égal à 70%.

L'espèce *Penicillium sp2* a une grande activité contre *Alternaria sp* (70%).

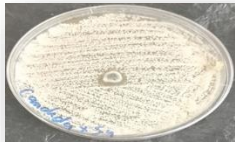
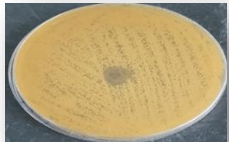


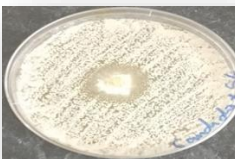



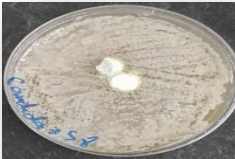
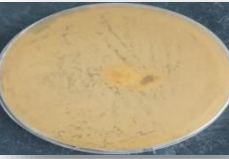
L'espèce *Aspergillus sp1* a un effet contre *Alternaria sp* (70%) et contre *Fusarium sp* (50%).

L'espèce *Botrytis sp* a un effet contre *Alternaria sp* avec un pourcentage de 60%.

**Tableau 12 :** L'activité antifongique des souches fongique isolées à partir d'un sol agricole contre *Candida sp*.

<i>Candida sp</i>	Recto	Verso	Diamètre (mm)
S01 :			---
S02 :			---
S03 :			22 mm

## Résultats et discussion

S04 :			18 mm
S05 :			---
S06 :			25 mm
S07 :			---
S08 :			---

3 souches fongiques *donnent* une activité antifongique contre *candida albicans* :

1-*Trichoderma sp1* avec un diamètre de : 22 mm.

2-*Trichoderma sp2* avec un diamètre de : 20 mm.

3-*Cladosporium sp* avec un diamètre de : 18 mm.

### 4-2- L'activité antibactérienne

Dans ce travail nous avons expérimentés l'activité antibactérienne de 8 souches des champignons : *Botrytis sp*, *Aspergillus sp* (1, 2,3), *Trichoderma. sp* (1et2) et *Cladosporium sp* et *Penicillium sp* vis-à-vis de cinq souches bactériennes (*Escherichia coli*, *Pseudomonas*

## Résultats et discussion

*aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* et *Klebsiella pneumonia*).Après incubation, la présence des zones d'inhibition indique un résultat positif. Cette zone a été observée autour des disques de champignons ce qui signifie que ces isolats fongiques produisent des molécules antibactériennes capable de stopper la croissance des bactéries testes.

Le (Tableau 13) représente les résultats de l'activité antibactérienne, Parmi les 8 souches fongiques, ils ont développé une activité antibactérienne avec les 3 souches bactérienne (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* et *Klebsiella pneumonia*).

Les trois souches qui montrent un effet contre la bactérie *Klebsiella pneumonia* sont : *Botrytis sp*, *Trichoderma. sp1* et *Trichoderma.sp2*.

Les 7 souches qui montrent un effet contre la bactérie *Bacillus cereus* sont : *Botrytis cinerea*, *Penicilium.sp*, *Trichoderma.sp1*, *Cladosporium lebrasiae*, *Aspergillus.sp1*, *Trichoderma.sp2*, *Aspergillus.sp3*.

Les 6 souches qui montrent une activité antibactérienne contre la bactérie *Staphylococcus aureus* sont : *Botrytis sp*, *Penicilium.sp*, *Trichoderma.sp1*, *Cladosporium lebrasiae*, *Aspergillus.sp1*, *Aspergillus.sp3*.

Le reste des souches ne montre aucun effet contre les 2 bactéries : *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*.

**Tableau 13** : Diamètres des zones d'inhibition (mm) des bactéries par des souches fongiques isolées du sol.

Champignons Bactéries	<i>Escherichia Coli</i>	<i>Pseudomonas Aeroginose</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Klebsiella pneumonia</i>	<i>Bacillus cereus</i>
S01 : <i>Penicillium sp</i>	---	---	11	---	1
S02 : <i>Botrytis sp</i>	---	---	13	7	8
S03 : <i>Trichoderma sp1</i>	---	---	15	7	7
S04 : <i>Cladosporium sp</i>	---	---	12	---	23




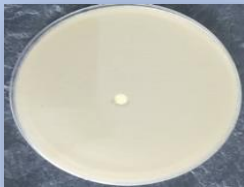



## Résultats et discussion

S05 : <i>Aspergillus sp1</i>	---	---	15	---	9
S06 : <i>Trichoderma sp2</i>	---	---	---	7	9
S7 : <i>Aspergillus sp2</i>	---	---	---	---	---
S8 : <i>Aspergillus sp3</i>	---	--	16	---	18

A partir des résultats de ce tableau précédent on trouve que les champignons phytopathogènes ont une grande activité antibactérienne contre les bactéries qui possèdent un Gram négatif et non pour les Gram positif, c'est à cause de leur paroi rigide, qui lui donne une résistance contre les antagonistes.

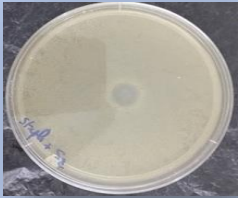
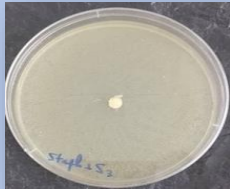

**Tableau 14** : l'activité antibactérienne des souches fongiques isolées d'un les agricole contre *Bacillus cereus*

Antagoniste	S01	S02	S03
Bactéries			
<i>Bacillus cereus</i>	S05	S06	
			



## Résultats et discussion

**Tableau 15 :** L'activité antibactérienne des souches fongique isolées d'un sol agricole contre *Staphylococcus aureus*

Antagoniste		S02	S03
Bactéries			
<i>Staphylococcus aureus</i>			
			

**Tableau 16 :** Activité antifongique des antagonistes contre *Klebseilla sp*

Antagonistes		S02	S03	S06
Bactéries				
<i>Klebseilla sp</i>				

La zone d'inhibition de *Bacillus subtilis* par *Aspergillus sp* 18 mm de diamètre, ces résultats accordent avec ceux obtenus Bramki en 2019, ou le diamètre de la zone d'inhibition de *Bacillus subtilis* par l'*Aspergillus sp* environ 30 mm.

Toutes les souches bactériennes utilisées sont insensibles au *Cladosporium* utilisé à l'exception de *B.cereus* 23 mm .ces résultats accordent avec ceux obtenus Ouzid en 2018, ou le diamètre

## Résultats et discussion

---

de la zone d'inhibition de *B. cereus* par *Cladosporium* environ de  $9,89 \pm 35$  mm est notée après 48h et *Staphylococcus aureus* avec laquelle une zone d'inhibition de 12mm.

La zone d'inhibition de *Bacillus subtilis* par différents espèces de *Trichoderma.sp* est entre 7et 9mm par contre pour la bactérie *klebsiella* la zone d'inhibition environ 7mm. Pour la bactérie *Staphylococcus cereus* la zone d'inhibition par *Trichoderma.sp1* environ 15mm par contre *Trichoderma.sp2* n'existe aucun zone d'inhibition.

La zone d'inhibition de *Bacillus subtilis* par l'espèce de *Botrytis cinerea* est 8mm montrent une activité antibactérienne moyenne.

Le diamètre de la zone d'inhibition de *Staphylococcus aureus* par *Botrytis cinerea* environ de 13mm montre une forte activité antibactérienne.

Une faible activité antibactérienne de *Botrytis cinerea* contre *Klebsiella pneumonia* environ de 7mm.

La bactérie *Staphylococcus aureus* est sensible au *penicillium. sp* avec laquelle une zone d'inhibition de 11mm.

*Penicillium sp* produisent une large gamme de métabolite importants du point de vue médical, notamment des antimicrobiens.

Potentiel de préacquisition par rapport au résultat négatif de cette activité Résistance des souches bactériennes aux souches fongiques.

# **Conclusion et perspectives**

Dans ce modeste travail, des souches fongiques ont été isolées d'un sol agricole (dans le mois de mars) de la région d'Elbaaraouia à Elkhroub Constantine. Après identification, 8 souches fongiques ont été obtenues et réparties sur 5 genres différents qui sont en l'occurrence : (*Aspergillus*, *Trichoderma*, *penicillium*, *Cladosporium*, et *penicillium*).

Les 8 souches ont été soumises à une étude antimicrobienne (antibactérienne et antifongique) :

L'étude de l'activité antibactérienne a été faite en utilisant la technique de cylindre d'agar vis à vis 5 souches bactériennes (quatre souches ATCC et une souche clinique).

Les résultats montrent que toutes les souches fongiques isolées présentent une activité contre au moins une des bactéries tests.

L'étude de l'activité antifongiques a été effectuée par la technique de confrontation directe sur milieu gélosé, contre cinq champignons test 4 moisissures à savoir : *Aspergillus niger*, *Alternaria sp*, *penicillium sp1*, *Fusarium sp* et une levure *Candida albicans*. On a pu constater que tous les 8 souches antagoniste ont une activité antifongique contre au moins un champignon Phytopathogènes, mais seulement les 4 souches (*Trichoderma sp1*, *Trichoderma sp2*, *Aspergillus sp2*, *Aspergillus sp3*) qui ont un effet antagoniste contre les 4 champignons Phytopathogènes, avec un pouvoir d'inhibition très important varie de 50% jusqu'à 100%.

3 souches fongiques ont montré une activité contre *C. albicans*, sont : *Trichoderma sp1*, *Trichoderma sp2* et *Cladosporium sp*, avec des diamètres d'inhibition : 22mm, 20mm, 18mm respectivement.

À l'instar de ces résultats on peut fixer les points suivants comme perspectives :

1. L'identification moléculaire des souches fongiques isolées
2. L'élargissement des gammes des microorganismes test
3. La production, l'extraction et l'identification des molécules bioactives à activité antimicrobienne

## **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

---

- ❖ Abdelkader, F. (2012). Etude comparative de l'infection des sols par quelques champignons Pathogènes en conditions de semis direct et de travail conventionnel. Mémoire Pour obtenir le Diplôme de Magister. Université de Sétif 1-Ferhat Abbas, Sétif.
- ❖ Almi, H. 2016. Etude des myco-pathogènes de *Lens culinaris* et évaluation de l'effet de Deux souches de *Trichoderma harzianum*.
- ❖ Andrew S. Ball, Cheryl Palm, Erick F, Hans Herren, Janice Thies, Jules Pretty, Mark Laing, Norman Uphoff, Nteranya Sanginga, Olivier Husson, Pedro Sanchez. (2006). *Biological Approaches to Sustainable Soil Systems..* United States: CRC Press.
- ❖ Anonyme., (2012). *Aspergillus flavus* et autres moisissures productrices D'aflatoxines, ANSES, 3p.
- ❖ Aurélie, L. (2013). Caractérisation et identification des champignons filamenteux par spectroscopie vibrationnelle. These : Biologie-Biophysique. Ecole Doctoral Sciences Technologie Sante : L'université de Reims Champagne- Ardene, 196 p.
- ❖ Barbosa, R. D. N., Bezerra, J. D. P., Santos, A. C. D. S., Melo, R. F. R., Houbraken, J., Oliveira, N. T., & Souza-Motta, C. M. D. (2020). Brazilian tropical dry forest (Caatinga) in the spotlight: an overview of species of *Aspergillus*, *Penicillium* and *Talaromyces* (Eurotiales) and the description of *P. vascosobrinhou* sp. nov. *Acta Botanica Brasilica*, 34, 409-429.
- ❖ BENDJEDDOU, M. E. A., & BENSETTITI, A. W. (2021). Recherche de l'effet antagoniste de *Trichoderma* spp. A l'égard de *Penicillium digitatum* et *Penicillium italicum* agents de la pourriture des agrumes (Doctoral dissertation).
- ❖ Bennett J., (2010). An Overview of the Genus *Aspergillus*. In M. Machida and K. Gomi (ed.), *Aspergillus Molecular Biology and Genomics*.
- ❖ Benserradj, O. (2014). Evaluation of *Metarhizium Anisopliae* A Titre d'agent De Lutte Biologique Contre Les Larves De Moustiques. These de Doctorat, Université Freres Mentoun Constantine 1. 175 p.

## Références bibliographiques

---

- ❖ Bentley, R., & Bennett, J. W. (2003). What is an antibiotic? Revisited. *Advances in applied microbiology*, 52, 303-332.
- ❖ Bezane, A. (2019) . Activite antifongique et antibacterienne des extraits bruts de *Trichoderma atroviride*". Mémoire of master, University Mohamed Khider-Biskra): 28 p.
- ❖ 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. P : 34-428.
- ❖ Botton B., Bretton A., Fever M., Gautier S., Guy Ph., Larpent J.P., Reymond P., Sanglier
- ❖ BRADY, Nyle C., WEIL, Ray R., et WEIL, Ray R. (2008). *The Nature and Properties of Soils*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall. 13. (662-710).
- ❖ Bramki. A, (2019). Isolement et identification de souches d'Aspergillus de différents écosystèmes productrices de substances à activité antibactérienne et caractérisation partielle des molécules élaborées. Thèse En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat 3ème Cycle : Biochimie Appliquée. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie Département de Biochimie et Biologie Moléculaire et Cellulaire : Université des Frères Mentouri-Constantine1, 173 p .
- ❖ Busse, H.J., Denner, E.B., & Lubitz, W. (1996). Classification and identification of bacteria: current approaches to an old problem. Overview of the methods used in bacterial systematics. *Journal of Biotechnology*, 47(1), 3-38p
- ❖ CHABASSE, D., BOUCHARA. J-P., DE GENTILE .L., BRUN. S ., CIMON .B ET PENN .P. 2002. Les moisissures d'intérêt médical, cahier de formation en biologie médicale .n°25.p78.
- ❖ Chabasse, D., Contet-Audonneau, N., Guiguen, C. (1999). *Mycologie medicale*. France: Masson. 200 p.m
- ❖ Constantin, M., Raut, I., Gurban, A. M., Doni, M., Radu, N., Alexandrescu, E., & Jecu, L. (2022). Exploring the Potential Applications of *Paecilomyces lilacinus* 112. *Applied Sciences*, 12(15), 7572.

## Références bibliographiques

---

- ❖ Crous, P. W., Rossman, A. Y., Aime, M. C., Allen, W. C., Burgess, T., Groenewald, I. Z., & Castlebury, L. A. (2021). Names of phytopathogenic fungi: a practical guide. *Phytopathology*, 111(9), 1500-1508.
- ❖ Dabire, T. G., Bonzi, S., Somda, I., & Legreve, A. (2016). Evaluation in vitro de l'activité antagoniste d'isolats de *Trichoderma harzianum* Pers. Contre trois espèces fongiques pathogènes de l'oignon au Burkina Faso. *Tropicicultura*, 34(3).
- ❖ Davet P., & Rouxel F. 1997. Détection et isolement des champignons du sol. Quae.
- ❖ Davet, P. (1996). Vie microbienne du sol et production végétale. France: Quae.383p.
- ❖ Després, J. (2012). L'univers des champignons. Canada: Presses de l'University de Montréal.
- ❖ Devaraju R., Satish S. (2011). Endophytic Mycoflora of L. and Studies on Antimicrobial Activity of its Endophytic sp. *Society of Applied Sciences*, 2, 75-79
- ❖ Doehlemann, G., Okmen, B., Zhu, W., & Sharon, A. (2017). Plant pathogenic
- ❖ Etebu, E., & Arikekpar, I. (2016). Antibiotics: Classification and mechanisms of action with emphasis on molecular perspectives. *Int. J. Appl. Microbiol. Biotechnol. Res*, 4(2016), 90-101. *Microbiology spectrum*, 5(1), 5-1.
- ❖ Gelinas P., (1995). Répertoire des micro-organismes pathogènes transmis par Les aliments, Edisem, St Hyacinthe, Québec.
- ❖ Hammer, K. A. (1999). Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology*, 86-985-990.
- ❖ Hawar, S. N., Taha, Z. K., Hamied, A. S., Al-Shmgani, H. S., Sulaiman, G. M., & Elsilik, S. E. (2023). Antifungal Activity of Bioactive Compounds Produced by the Endophytic Fungus *Paecilomyces* sp.(JN227071. 1) against *Rhizoctonia solani*. *International Journal of Biomaterials*, 2023.



## Références bibliographiques

---

- ❖ Hencké S. (2000). Utilisation alimentaire des levures. Diplôme de Docteur : Pharmacie. Université Henri Poicare – Nancy I.
- ❖ Hibar K., Daami-Remadi M., Khiareddine H., El Mahjoub M. 2004. Effet inhibiteur in vitro Et in vivo du *Trichoderma harzianum* sur *Fusarium oxysporum* f. sp. *Radicislycopersici*. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2005 9 (3), 163–171.
- ❖ Hibbett D. S., Binder M., Bischoff J. F et al., (2007). A higher level Phylogenetic classification of the Fungi. *Mycol Res* 111 :509-47
- ❖ Idris, A. M., Al-tahir, I., & Idris, E. (2013). Antibacterial activity of endophytic fungi extracts from the medicinal plant *Kigelia africana*. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences, G. Microbiology*, 5(1), 1-9.
- ❖ J-J., Vayssier Y. et Veau P. (1990). Moisissures utiles et nuisibles, importance industrielle,(edn) Masson, Paris
- ❖ JRussell J, T., Thibault, M. (2016). Champignons: Molécules bioactives d'intérêt médical et pharmacologique. Canada: Éditions MultiMondes.590p
- ❖ Jurys, A., & Feizienè, D. (2021). The Effect of Specific Soil Microorganisms on Soil Quality Parameters and Organic Matter Content for Cereal Production. *Plants*, 10(10), 2000.
- ❖ Kara, R . (2011) . *Bacteria and Viruses* . États-Unis: Britannica Educational Pub.216p
- ❖ Kara, R . (2011) . *Bacteria and Viruses* . États-Unis: Britannica Educational Pub.216p
- ❖ Khan, R. A. A., Najeeb, S., Hussain, S., Xie, B., & Li, Y. (2020). Bioactive secondary metabolites from *Trichoderma* spp. against phytopathogenic fung. *Microorganisms*.8(6), 817.
- ❖ Kim, H. Y., Park, H. M., & Lee, C. H. (2012). Mass spectrometry-based chemotaxonomic classification of *Penicillium* species (*P. echinulatum*, *P. expansum*, *P. solitum*, and *P. oxalicum*) and its correlation with antioxidant activity. *Journal of*

microbiological methods, 90(3), 327-335.

- ❖ Kutateladze L.Y., et Sadunishvili T.A., (2016). Microscopic fungi spread in different types of soils in western Georgia. 14.227-232. <http://doi.org/10.1016/j.aasci>
- ❖ KONATE, N. A. (2005). *Etude de la prescription et de la dispensation des antibiotiques à l'hôpital Gabriel Touré* (Doctoral dissertation, thèse de pharmacie, 2004-2005).
- ❖ Leghlimi H. 2013. Cellulases de souches fongiques issues du sol d'un milieu extrême (sol proche de sources thermales). Sélection des souches et étude des caractéristiques des Enzymes. Thèse de doctorat d'état, Reims.
- ❖ LEYRAL, G. VIERLING, E. 2001. Microbiologie et toxicologie des aliments. Hygiène de Sécurité alimentaire. 3ème édition, P 267).
- ❖ LEYRAL, G. VIERLING, E. 2001. Microbiologie et toxicologie des aliments. Hygiène de Sécurité alimentaire. 3ème édition, P 267).
- ❖ Li, J., Cornelissen, B., & Rep, M. (2020). Host-specificity factors in plant pathogenic fungi. *Fungal Genetics and Biology*, 144, 103447.
- ❖ Lo Presti, L., Lanver, D., Schweizer, G., Tanaka, S., Liang, L., Tollot, M., & Kahmann, R. (2015). Fungal effects and plant susceptibility. *Annual review of plant biology*, 66, 513-545.
- ❖ Mallea M., Renard M., Charpin J., (1982). La flore fongique des Habitations. *Rev Fr Mal Respir.* 10 : 121-130
- ❖ Meghazi N. 2015. Activité antifongique de quelques huiles essentielles sur les Moisissures du blé stocké. Thèse de doctorat d'état. *microbial agents for food biopreservation- A review. Microorganisms*, 5, article 37
- ❖ Mikhailovna Somova, L. (2020). The Ultrastructure of Pathogenic Bacteria under Different Ecological Conditions. Royaume-Uni: CAMBRIDGE SCHOLARS PUBLIS. 221p.
- ❖ Mohamad, N.A., Jusoh, N.A., Htike, Z.Z., & Win, S.L. (2014). Identification of bacteria from microscopic morphology: a survey. *International Journal of Software Computing*,

Artificial Intelligence and Applications (IJSCAI), 3(1), 2319-1015 .

- ❖ MOUSSAOUI M . 2010. Développement et extraction des métabolites secondaires de *Trichoderma viride* et leurs effets biologiquement actifs. Mémoire. Université Mentouri. Constantine.
- ❖ Oliveira, A., & Pampulha, M.E (2006). Effects of long-term heavy metal contamination on soil microbial characteristics. *Journal of Biosciences and Bioengineering*, 102(3), 157-161.
- ❖ Pastor, F. J., & Guarro, J. (2006). Clinical manifestations, treatment and outcome of *Paecilomyces lilacinus* infections. *Clinical Microbiology and Infection*, 12(10), 948-960.
- ❖ Peng, Y., Li, S. J., Yan, J., Tang, Y., Cheng, J. P., Gao, A. J., ... & Xu, B. L. (2021). Research progress on phytopathogenic fungi and their role as biocontrol agents. *Frontiers in Microbiology*, 12, 670135.
- ❖ Phaff H J, Starmer WT. (1968). Yeasts associated with plants, insects and soil. In : Rose A.H., Harrison J.S. Eds, *The Yeasts. Biology of yeasts*. Academic, London, p : 123–180.
- ❖ Rihani, A. (2018). Isolation and identification of all kinds of lipase extracellular products destinées a bio-decontamination. These de Doctorat, Université Badji Stracquadanio, C., Quiles, J. M., Meca, G., & Cacciola, S. O. (2020).
- ❖ Salas M.L, Mounier J, Valence F, Coton M, Thierry A, Coton E. (2018). Antifungal
- ❖ Sharma D., Pramanik A., Agrawal P. K. (2016). Evaluation of bioactive secondary metabolites from endophytic fungus *Pestalotiopsis neglecta* BAB-5510 isolated from leaves of *Cupressus torulosad*. *Don. 3 Biotech.6 (2).*(2016), 1-14.
- ❖ Silva, M. G., Furtado, N. A. J. C., Pupo, M. T., Fonseca, M. J. V., Said, S., da Silva Filho, A. A., & Bastos, J. K. (2004). Antibacterial activity from *Penicillium corylophilum* Dierckx. *Microbiological research*, 159(4), 317-322
- ❖ Stracquadanio, C., Quiles, J. M., Meca, G., & Cacciola, S. O. (2020). Antifungal activity of bioactive metabolites produced by *Trichoderma asperellum* and *Trichoderma*

*atroviride* in liquid medium. *Journal of Fungi*, 6(4), 263.

- ❖ Svahn, K. S., Göransson, U., El-Seedi, H., Bohlin, L., Larsson, D. J., Olsen, B., & Chryssanthou, E. (2012). Antimicrobial activity of filamentous fungi isolated from highly antibiotic-contaminated river sediment. *Infection ecology & epidemiology*, 2(1), 11591.
- ❖ Tanaka, S., & Kahmann, R. (2021). Cell wall-associated effectors of plant-colonizing fungi. *Mycologia*, 113(2), 247-260.
- ❖ Thibault, M., Russell J, T. (2016). *Champignons: Molécules bioactives d'inter medical et pharmacologique*. Canada: Editions MultiMondes. 182 p.
- ❖ Van der Does, H. C., & Rep, M. (2017). Adaptation to the host environment by plant pathogenic fungi. *Annual Review of Phytopathology*, 55, 427-450.
- ❖ Yang, M. H., Li, T. X., Wang, Y., Liu, R. H., Luo, J., & Kong, L. Y. (2017). Antimicrobial metabolites from the plant endophytic fungus *Penicillium* sp. *Fitoterapia*, 116, 72-76.
- ❖ Zhang, S., Xu, B., Zhang, L., & Gan, Y. (2015), Identification of the antifungal activity of *Trichoderma longibrachiatum* 16 and assessment of bioactive substances in controlling phytopathogens. *Pesticide biochemistry and physiology*, 147, 59-66.

# Annexe

## Milieux de culture

### 1/ Pomme de terre Dextrose Agar (PDA)

- Composition :
  - Pomme de terre 200g
  - Saccharose 20g
  - Gélose 20g
  - Eau distillée stérile 1000 ml.
- Préparation :

- Laver la pomme de terre et la couper en petit cubes
- Mettre dans 500 ml d'eau distillée et porter à ébullition pendant 1 heure
- D'autre part faire fondre l'agar dans 500 ml d'eau distillé
- Ecraser et filtrer la pomme de terre pour obtenir l'extrait, puis ajouter à la solution d'agar
- ajouter le saccharose.
- Agiter ce milieu jusqu'à homogénéisation
- stériliser par autoclavage à 120°C / 20 min

### 2/ PDA commercialisé

Trente-neuf grammes de PDA (Sigma) ont été dissous dans un litre d'eau distillée. Le milieu a été porté à ébullition et stérilisé à 120°C pendant 20 min.

### 3/ Milieu Sabouraud :

- Peptone 10 g
- Dextrose 20 g
- Agar 15 g
- Eau distillée 1000 mL
- pH = 7
- Milieu Chapman
- Peptone 10 g
- Extrait de viande de bœuf 1 g
- Mannitol 10g

- Chlorure de sodium 75 g
- Bacto Agar 15 g
- Rouge de phénol 0,025 g
- Agar 15 g
- Eau distillée 1000 mL

pH final : 7,4

#### **4/ Milieu Muller-Hinton**

- Extrait de viande de boeuf 2 g
- Peptone de caséine 17.5 g
- Amidon de maïs 1.5 g
- Agar 17 g
- Eau distillée 1000 mL

pH=7.4

#### **5/ Solution d'eau Physiologique**

- Nacl 9 g
- Eau distillée 1000 mL
- Solution Mc-Farland 0.5
- Chlorure de baryum à 1% (10g/L) 0.05 mL
- Acide sulfurique à 1% (10mL/L) 9.95 MI

#### **6/ Milieu OGA :**

- Extrait de levure : 5 g
- D glucose : 20 g
- Agar agar : 15 g

PH final 6.6

#### **7/ Milieu Chapman**

- Peptone 10 g
- Extrait de viande de bœuf I g
- Mannitol 10g
- Chlorure de sodium 75 g

- Bacto Agar 15 g
- Rouge de phenol 0.025 g
- Gélose 15 g
- Eau distillée 1000 mL

pH final : 7,4

### **8/ Gélose Hecktoen**

- Peptone de protéose 12 g
- Extrait de levure 3 g
- Sels biliaires 9 g
- Lactose 12 g
- Saccharose 12 g
- Salicine 2g
- Chlorure de Sodium 5 g
- Thiosulfate de sodium 5 g
- Citrate ferrique d'ammonium 1,5 g
- Agar 14 g
- Bleu de bromothymol 0,065 g
- Fuschine 0,1 g
- Gélose 14 g
- Eau distillée 1000 mL

pH final : 7,5

### **9/ Gélose au céramide**

- Peptone 20 g
- Chlorure de magnésium 1,4 g
- Sulfate dipotassique 10 g
- Cétrimide 0,3 g
- Glycérol 10 mL.
- Gélose 13,6 g
- Eau distillée 1000 mL.

pH final : 7,2

## **10/ Milieu TSA (Trypticase Soja Agar)**

- Hydrolysate enzymatique de caséine 5 g
- Peptone de soja 5 g
- Chlorure de sodium 5 g
- Gélose 12 g
- Eau distillée 1000 mL

pH=7.3



## الملخص

تعتبر دراسة النشاط المضاد للميكروبات مهمة في البحث العلمي، لأنها تلعب دورًا فعالًا في مختلف المجالات، ولا سيما مكافحة البيولوجية. الهدف من عملنا هو دراسة النشاط المضاد للميكروبات لسلاسل فطرية معزولة من التربة الزراعية. ولتحقيق ذلك قمنا بأخذ عينات من تربة الحبوب (البعراوية) الواقعة في بلدية الخروب بولاية قسنطينة. تم العزل بواسطة تقنية التخفيفات العشرية المصنفة على وسط PDA وفقًا للتحديد المجهرى والميكروسكوبى، هناك 8 سلالات فطرية تنتمي إلى الأجناس: *Aspergillus* ، *Cladosporium* ، *Botrytis* ، *Penicillium* ، *Trichoderma* أظهر التحليل الإحصائي أن الجنس الأكثر وفرة هو *Aspergillus* بنسبة 37.5% ، ثم جنس *Trichoderma* بنسبة 25% ، بعد أجناس *Botrytis* ، *Penicillium* ، *Cladosporium* بنسبة 12.5%. بعد ذلك تمت دراسة النشاط المضاد للفطريات لكل سلالة بتقنية المواجهة المباشرة ضد 4 فطريات ممرضة للنبات *Aspergillus niger* ، *Fusarium sp. sp* ، *Alternaria sp* و *Penicillium sp* و *Conidia Albicans*. تظهر النتيجة أن السلالات الثمانية تعطي نشاطًا مضادًا للفطريات، خاصة الرشاشيات SP3 ضد *Alternaria Sp* و *Penicillium SP1* ، و *Trichoderma SP2* ضد *Alternaria* و *Trichoderma Sp1* مقابل *Aspergillus Niger* و *Alternaria* و *Penicillium* وأخيرًا ، درسنا النشاط المضاد للبكتيريا للسلالات التي تمت دراستها ضد 5 سلالات بكتيرية ، وأظهرت نتائجنا أن سلالات الاختبار الثماني لها نشاط مضاد للجراثيم ضد العصيات ، فقط السلالات الثلاثة *Cladosporium* و *Trichoderma SPI* و *Trichoderma SP2* تعطي نشاطًا ضد *Klebsiella* ، 5 سلالات لها تأثير مضاد ضد المكورات العنقودية هي : *Penicillium SP2* ، *Botrytis SP* ، *Trichoderma SP1* ، *Cladosporium SP* ، *ASPERGILLUS SP2* ، *Aspergillus SP4* و 6 سلالات من الفطريات تعطي نشاطًا مضادًا للميكروبات ضد *E.coli* ، وهي *Botrytis SP* : *Trichoderma* ، *Aspergillus Sp3* ، *Aspergillus SP2* ، *Cladosporium Sp* ، *Trichoderma Sp2*

الكلمات المفتاحية : التربة - الفطريات - النشاط المضاد للفطريات و النشاط المضاد للبكتيريا.

## **Abstract :**

The study of antimicrobial activity is important in scientific research, since it plays an effective role in various fields, in particular biological control. The objective of our work is to study the antimicrobial activity of fungal strains isolated from agricultural soil. In addition, to achieve this, we carried out a sampling from a cereal soil (ELBAARAQUIA) located in the commune of ELKHAROUB wilaya of CONSTANTINE. The isolation is done by the technique of decimal dilutions seeded on PDA medium. According to the macroscopic and microscopic identification there are 8 fungal strains, belongs to the genera: *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Botrytis*. Statistical analysis showed that the most abundant genus is *Aspergillus*, with a percentage of 37.5%, then the genus *Trichoderma* with a percentage of 25%, after the genera *Cladosporium*, *Botrytis*, *Penicillium* with a percentage of 12.5%. Afterwards, the antifungal activity of each strain was studied with the direct confrontation technique against 4 phytopathogenic fungi: *Aspergillus niger*, *Fusarium sp. penicillium sp*, *Alternaria sp* and a candida albicans yeast. The result shows that the 8 strains give antifungal activity, especially *Aspergillus sp3* against (*Alternaria sp* and *Penicillium sp1*), and *Trichoderma sp2* against *Alternaria*) and *Trichoderma spl* against (*Aspergillus niger*, *Alternaria* and *Penicillium*).

And finally, we studied the antibacterial activity of the strains studied against 5 bacterial strains, and our results demonstrated that the 8 test strains have antibacterial activity against *Bacillus*, only the 3 strains: (*Cladosporium*, *Trichoderma sp1* and *Trichoderma sp2*) gives activity against *Klebsiella*, 5 strains have an antagonistic effect against *staphylococcus* are: (*Penicillium sp2*, *Botrytis sp*, *Trichoderma sp1*, *Cladosporium sp*, *Aspergillus sp2*, *Aspergillus sp4*) and 6 strains fungi gives antimicrobial activity against *Escherichia coli*, are: *Botrytis s* *Trichoderma spl*, *Trichoderma sp2* *Cladosporium sp*. *Aspergillus sp2* *Aspergillus sp3*.

**key words** : soil- fungi antifungal- activity antibacterial activity.

Année universitaire : 2022-2023

Présenté par : Marmi amira

Benchikh Elhoucine Anfel

Boutaf Aya Rahil

## Etude de l'activité antimicrobienne des souches fongiques isolées d'un sol agricole

### Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Mycologie et Biotechnologie Fongique

#### Résumé

L'étude de l'activité antimicrobienne est importante dans la recherche scientifique, puisqu'elle joue un rôle efficace dans différents domaines notamment la lutte biologique. L'objectif de notre travail est l'étude de l'activité antimicrobienne des souches fongiques isolées d'un sol agricole. Et pour réaliser ça, nous avons effectué un échantillonnage à partir d'un sol céréalier (ELBAARAOUIA) situé à la commune d'ELKHAROUB wilaya de CONSTANTINE. L'isolement se fait par la technique des dilutions décimales ensemencées sur milieu PDA. Selon l'identification macroscopique et microscopique on trouve 8 souches fongiques, appartenant aux genres : *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Botrytis*. L'analyse statistique a montré que le genre le plus abondant c'est *Aspergillus*, avec un pourcentage de 37.5% puis le genre *Trichoderma* avec un pourcentage de 25%, après les genres *Botrytis*, *Penicillium*, *Cladosporium* avec un pourcentage de 12.5%. Après on a étudié l'activité antifongique de chaque souche avec la technique de confrontation directe contre 4 champignons phytopathogènes : *Aspergillus niger*, *Fusarium* sp, *penicillium* sp, *Alternaria* sp et une levure *Candida albicans*. Le résultat montre que les 8 souches donnent une activité antifongique, surtout *Aspergillus* sp3 contre (*Alternaria* et *Penicillium* sp1), et *Trichoderma* sp2 contre (*Alternaria*) et *Trichoderma* sp1 contre (*Aspergillus niger*, *Alternaria* et *Penicillium*). Et enfin, nous avons fait l'étude de l'activité antibactérienne des souches étudiées vis-à-vis 5 souches bactériennes, et nos résultats ont démontré que les 8 souches testées ont une activité antibactérienne vis-à-vis *Bacillus*, seulement les 3 souches : (*Cladosporium*, *Trichoderma* sp1 et *Trichoderma* sp2) donnent une activité vis-à-vis *Klebsiella* Sp, 5 souches ont un effet antagoniste contre *Staphylococcus* sont : (*penicillium* sp2, *Botrytis* sp, *Trichoderma* sp1, *Cladosporium* sp, *Aspergillus* sp2, *Aspergillus* sp4) et 6 souches fongiques donnent une activité antimicrobienne vis-à-vis *Escherichia coli*, sont : *Botrytis* sp, *Trichoderma* sp1, *Trichoderma* sp2, *Cladosporium* sp, *Aspergillus* sp2, *Aspergillus*.

**Mots-clefs : Sol – Les champignons - L'activité antifongique - l'activité antibactérienne.**

**Laboratoires de recherche :** Laboratoire de Mycologie, de Biotechnologie et de l'Activité Microbienne. (Université Frères Mentouri, Constantine 1).

**Président :** Dr. CHERFIA Radia (MCB- Université Frères Mentouri, Constantine 1).

**Encadrant :** Dr. GHORRI Sana (MCA- Université Frères Mentouri, Constantine 1).

**Examineur :** Dr. MILET Asma (MCB- Université Frères Mentouri, Constantine 1).