



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE de TLEMCCEN
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers

Département De Biologie
*Laboratoire de Microbiologie Appliquée à l'Agroalimentaire, au
Biomédicale et à l'Environnement : LAMAABE*

MEMOIRE

Présenté par

BAICHE Samah et DINEDANE Kenza

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Microbiologie et Contrôle de Qualité

Thème

**Etude d'antagonisme in vivo des souches de *Penicillium*
vis-à-vis des champignons phytopathogènes isolées de la
pomme de terre**

Soutenu le 10 Septembre 2020, devant le jury composé de :

Président	Mme Malek Fadéla	MCA	Université de Tlemcen
Encadreur	Mme Brahim-Kholkhal Wahiba	MCB	Université de Tlemcen
Examinateur	Mme Bouafia-Amamou Fouzia	MCB	Université de Tlemcen

Année universitaire 2019/2020

Remerciement

Tout d'abord, nous remercions DIEU tout puissant qui nous a donné le courage et la patience d'accomplir de modeste travail.

Nos sincères remerciements s'adressent d'abord à nos honorable encadreur Mme **Brahimi-Kholkhal Wahiba** Maitre de conférences B au département de biologie pour ses conseils, ses encouragements, sa coopération, sa rigueur scientifique et pour la confiance qu'elle nous a accordé tout au long de cette étude.

Nos remerciements vont également à Mme **MalekFadéla** Maitre de conférences A au département de Biologie pour l'honneur qu'elle me fait en acceptant de présider de jury.

Un grand merci à Mme **Bouafia-Amamou Fouzia** Maitre de conférences B d'avoir accepté d'examiner ce mémoire.

Merci à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Merci à tous

Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

Mon cher père que Dieu bénisse son âme celui qui attendait le jour de ma soutenance mais le destin voulait qu'il parte avant que je lui plaise et la lumière qui a toujours éclaircie ma vie,
Ma mère.

Mes sœurs Manel, Hala, safaa

Mes cousines Nihed et Naziha

A mon binôme Kenza

Mes copines de cœur Nabia, Maroua, Hakima et Bouchra

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagnés durant mon chemin d'études supérieures, mes aimables amis, collègues d'étude Nacera, Wassila, Zoukha, Houda, Ilhem, Amina.

BAICHE Samah

Dédicace

Je dédie ce travail à celle qui m'a donné la vie,
Tendresse, à l'espoir de ma vie Maman la seule qui est avec moi dans tous les moments sans
conditions.

Et au soleil de ma vie Papa,
Que dieu les gardes et les protèges.

A ma adorable sœur INES,

A mon frère SOUFIANE

Et sans oublier mon grand frère ILYES que Dieu bénisse son âme.

Ainsi qu'à mes chers amis, et à ce qui ne sont pas présents dans les lignes mais présents dans
mon cœur et tous les étudiants de ma promotion.

DINEDANE KENZA

الملخص

إن هذه الدراسة قد تمت في إطار مكافحة البيولوجية ضد الفطريات المسببة لأمراض النبات من نوع *sp Fusarium* و *Aspergillus niger* .

تم عزل سلالة من جنس *Penicillium sp* من تربة مغارة "عين فزة" من طرف "عمر مجاجي و طاري خالد" (ماستر).

اعطت العينات نتائج مشجعة فيما يتعلق بالتنوع البيولوجي للفطريات. تم عزل العينات على وسطين PDA و MEA التي يسمح لنا تحديدها عينيا و مجهريا سمح لنا بالتعرف على جنسين (*Aspergillus niger* و *Fusarium*) . هناك 7 مستعمرات بنية فاتحة و 2 مستعمرة سوداء على وسط PDA و 23 مستعمرة بيضاء على وسط MEA.

في ما يخص المضاد الفطري، قمنا بعرض الأعمال السابقة و الخاصة بدراسة المضاد الفطري *Aspergillus spp* ضد *Pythium sp* في الجسم الحي (البطاطس).

إن *Pythium sp* هو عامل متعفن في درنات البطاطس، وبالإستناد على هذا العمل توصلنا الى نتائج مشجعة تتمثل في فعالية أفضلتم الحصول عليها عندما تم تطبيق المضادات بشكل وقائي (24 ساعة قبل التلقيح)، مع تقليل القطر الخارجي للعين بنحو 58 الى 74% مقارنة بـ 12 إلى 44% فقط في حالة التطبيق المتزامن مع *Pythium sp* والعزلات MC8 و CH2 من *A. terreus* و CH4 و CH8 من *Aspergillus sp* و CH1 و CH12 من *A. niger*. وبالمثل، تم تطبيق هذه العزلات كإجراء وقائي، حيث تبين أنها أكثر نشاطاً من خلال تقليل متوسط اختراق العامل الممرض من 63 إلى 86% مقابل 19 إلى 61% في التطبيق المتزامن .

الكلمات المفتاحية :

Penicillium sp ; *Fusarium sp* ; *Aspergillus niger* ; *Aspergillus spp*, *Phytium sp* ;
المضاد الفطري;
المكافحة البيولوجية.

Résumé

La présente étude a été effectuée dans le but de lutter contre les champignons phytopathogènes « *Fusarium sp* et *Aspergillus niger* ».

La lutte biologique contre ces champignons a été mise en évidence en utilisant des souches de genre *Penicillium* isolés par Medjadji Omar et Tari Khaled (Master) à partir du sol des grottes d'Ain Fezza.

Les échantillons ont donné des résultats encourageants concernant la biodiversité des champignons. Les échantillons ont été isolés sur deux milieux PDA et MEA dont l'identification macroscopique et microscopique nous a permis de les attacher à 2 genres (*Fusarium* et *Aspergillus niger*). Il y a 7 colonies de couleur marron clair et 2 colonies de couleur noir sur le milieu PDA et 23 colonies de couleur blanche sur le milieu MEA.

Pour les essais d'antagonisme *in vivo*, nous nous sommes référés à des travaux antérieurs, en particulier une étude portant sur l'antagonisme d'*Aspergillus spp.* vis-à-vis de *Pythium spp.*

Pythium sp est un agent de pourriture des tubercules de pomme de terre. D'après ce travail qui détermine qu'il y a une efficacité meilleure obtenue lorsque les agents antagonistes ont été appliqués en préventif (24 heures avant l'inoculation), avec une réduction du diamètre externe de la pourriture d'environ 58 à 74% contre seulement 12 à 44% en cas d'application simultanée avec *Pythium sp* et pour les isolats MC8 et CH2 d'*A. terreus*, CH4 et CH8 d'*Aspergillus sp*, CH1 et CH12 d'*A. niger*. De même, appliqués en préventif, ces isolats se sont montrés plus actifs en réduisant la pénétration moyenne du pathogène de 63 à 86% contre 19 à 61% en application simultanée.

Mots clés: *Penicillium sp*; *Fusarium sp*; *Aspergillus niger*; *Aspergillus spp*; *Pythium sp*; lutte biologique; antagoniste.

Abstract

This study was conducted to control the plant pathogenic fungi *Fusarium sp* and *Aspergillus niger*.

The biological control of these fungi was demonstrated using strains of *Penicillium* genus isolated by Medjadji Omar and Tari Khaled (Master) from the soil of the caves of Ain Fezza. The samples gave encouraging results concerning the biodiversity of the fungi.

The samples gave encouraging results concerning the biodiversity of fungi. The samples were isolated on two PDA and MEA media whose macroscopic and microscopic identification allowed us to attach them to 2 genera (*Fusarium* and *Aspergillusniger*). There are 7 light brown and 2 black colonies on the PDA medium and 23 white colonies on the MEA medium.

For in vivo antagonism trials, we referred to previous work, in particular a study on antagonism *Aspergilluspp* against *Pythium sp* in vivo.

Pythium sp is a rotting agent for potato tubers. According to this work who determines that better efficacy has been achieved when the antagonistic agent were applied as a preventive measure (24 hours before inoculation),with a reduction in the external diameter of the rot of approximately 58 to 74% against only 12 to 44% in the case of simultaneous application with *Pythium sp* and for the isolates MC8 and CH2 of *Aspergillus terreus*, CH4 and CH8 of *Aspergillus sp*, CH12 of *Aspergillus niger*. Similarly, appleid as a preventive measure, these isolates were more active by reducing the average penetration of the pathogen from 63 to 86% against 19 to 61% in simultaneous application.

Keywords: *Penicillium sp*; *Fusarium sp*; *Aspergillus niger*; *Aspergillus spp* ;*Phytiumsp* ; biological control; antagonist.

Liste des tableaux

Contenu	page
Tableau 01 : Quelques pays producteurs de pomme de terre	23
Tableau 02 : La production et la consommation de pomme de terre	23
Tableau 03 : La production de la pomme de terre en Algérie	23
Tableau 04 : Les résultats de l'isolement des champignons phytopathogènes de la pomme de terre	35
Tableau 05 : L'observation macroscopique des champignons phytopathogènes (<i>Aspergillus niger</i> et <i>Fusarium</i>)	38
Tableau 06: L'observation microscopique des champignons phytopathogènes (<i>Aspergillus niger</i> et <i>Fusarium</i>)	39
Tableau 07 : L'étude macroscopique et microscopique de <i>Penicillium</i>	40

Liste de figures

Contenu	Page
Figure 1 : <i>Aspergillus niger</i> (A) culture de 7 jours sur gélose au malt à 25°C aspect macroscopique et(B) aspect microscopique	10
Figure 2 : Aspect macroscopique et microscopique du genre <i>Fusarium</i>	12
Figure 3 : Caractères morphologiques des <i>Penicillium</i> (a) Pinceau monoverticillé (b) biverticillé (c) biverticillé fourchu (furcatum) (d) terverticillé	16
Figure 4 : Les colonies de <i>Penicillium</i>	16
Figure 5 : Cycle de vie de <i>Penicillium sp</i>	18
Figure 6 : Plante de la pomme de terre	22
Figure 7 : Mildiou de la pomme de terre (<i>Phytophthora infestans</i>)	25
Figure 8 : Rhizoctone noir (<i>Rhizoctonia solani</i>)	26
Figure 9 : Alternariose (<i>Alternaria solani</i> et <i>A. alternata</i>)	27
Figure 10: Fusariose (<i>Fusarium roseumvar</i>)	27
Figure 11 : La Verticilliose de la pomme de terre	28
Figure 12 :Un Tubercule de pomme de terreinfecté par les champignons Pathogènes	30
Figure 13 :Isolement des champignons phytopathogènes à partir de pomme de terre	31
Figure 14 : Résultats d'isolement des champignons phytopathogènes de la pomme de terre	36
Figure 15 : Les moisissures conservées	37

Liste des abréviations

PDA: Potato Dextrose Agar

MEA: Malt Extract Agar

PDT : pomme de terre

A.niger : *Aspergillus niger*

A.terreus : *Aspergillus terreus*

A. flavus : *Aspergillus flavus*

P. aphanidermatum : *Phytium aphanidermatum*

P. ultimum : *Phytium ultimum*

T.harzianum: *Trichoderma harzianum*

FAO: Food and Agriculture Organization.

FAO.STAT : Food and Agriculture Organization .Statistiques mondiale de pomme de terre.

Table des matières

Contenu	Page
Introduction	1
Première partie : Synthèse bibliographique	3
Chapitre I : Les champignons	5
1. Généralités	5
2. Taxonomie	5
3. Classification	6
4. Mode de vie	7
5. Mode de reproduction	7
5.1. La reproduction sexuée	8
5.2. La reproduction asexuée	8
6. Ecologie des champignons	8
7. La croissance des champignons	9
8. Les champignons phytopathogènes	9
8.1. Généralités	9
8.2. Les principaux champignons phytopathogènes	9
8.2.1. <i>Aspergillus niger</i>	10
8.2.2. <i>Fusarium</i>	11
Chapitre II : <i>Penicillium</i> agent de lutte biologique	14
1. La lutte biologique	14
2. Le genre <i>Penicillium</i>	14
2.1. Généralités	14
2.2. Morphologie	15
2.3. Taxonomie	16
2.4. Cycle de vie	17
2.5. Pouvoir antagoniste et mode d'action de <i>Penicillium</i>	18
Chapitre III : Pomme de terre	19
1. Description botanique	20
2. Origine	20
3. Classification	20
4. Description morphologique	21
4.1. Partie aérienne	21
4.2. Partie souterraine	21
5. Importance de la pomme de terre	22
5.1. L'importance mondiale	22
5.2. L'importance de pomme de terre dans l'Algérie	23
6. Valeur nutritionnelle	24
7. Dégâts des champignons sur pomme de terre	25
7.1. Les maladies cryptogamiques	25
7.1.1. Mildiou de la pomme de terre	25
7.1.2. Rhizoctone noir	25
7.1.3. Alternariose	26
7.1.4. Fusariose (la pourriture sèche)	27
7.1.5. Verticilliose	28
Deuxième partie : Matériel et Méthodes	29
1. Isolement des champignons phytopathogènes de la pomme de terre	30
1.1. Matériel végétal	30

1.2. La mise en culture	30
2. Purification	31
3. Conservation	31
4. Identification macroscopique et microscopique	31
4.1. Etude macroscopique	31
4.2. Etude microscopique	31
4.2.1. Observation directe	31
4.2.2. La technique de microculture	32
5. Test d'antagonisme <i>in vivo</i> de <i>Penicillium</i> contre <i>Aspergillus niger</i> et le genre <i>Fusarium</i>	32
5.1. Les champignons antagonistes (<i>Penicillium</i>)	32
5.2. Réalisation du test	32
Troisième partie : Résultats et interprétations	34
1. L'isolement des champignons phytopathogènes de la pomme de terre	35
2. Purification et conservation	37
3. Identification des champignons phytopathogènes	37
3.1. Etude macroscopique	37
3.2. Etude microscopique	39
4. Test d'antagonisme <i>in vivo</i>	40
4.1. L'étude macroscopique et microscopique de <i>Penicillium</i>	40
4.2. Test d'antagonisme <i>in vivo</i>	41
Discussion	43
Conclusion	47
Références bibliographiques	50
Annexes	60

Introduction

L'agriculture constitue la base de l'économie .Malheureusement, elle est soumise à plusieurs contraintes, d'ordres biotiques et abiotiques. Les producteurs sont confrontés à diverses maladies qui s'attaquent aux cultures (**Ghorri, 2015**), la majorité de ces maladies sont causées par les champignons phytopathogènes qui réduisent de 12 à 14% la production agricole mondiale. En provoquant des pourritures de cultures aussi ils endommagent de nombreuses espèces d'arbres forestiers (**Aouar, 2012 ;Gerhardson, 2002**).

Ils sont responsables de maladies cryptogamiques et de près de la moitié des maladies connues à ces jours chez les plantes cultivées (**Lepoivre, 2003**).

Les cultures de pomme de terre et les tubercules récoltés sont sujets à de nombreuses agressions fongiques.

Les microorganismes pathogènes sont difficiles à contrôler car ils peuvent survivre dans le sol pour de longues périodes (**Tschen, 1985**). Pour lutter contre ces maladies, l'application illimitée de pesticides dans les sols peut entraîner la pollution de l'environnement et les eaux souterraines et l'apparition de souches pathogènes résistantes. Une recherche sérieuse est nécessaire pour identifier des méthodes alternatives pour la protection des végétaux, qui sont moins dépendantes des produits chimiques et sont plus respectueuses de l'environnement (**Prapagdee et al, 2008**).

La lutte biologique est considérée comme une voie alternative à l'utilisation des produits chimiques car elle a une efficacité relative et demande plus de connaissances et d'observations, mais à long terme, elle est beaucoup plus intéressante sur le plan environnemental et économique (**Benbrook et al, 2008 ; Cook, 2014 ; Toussaint, 2007**).

La lutte biologique est l'utilisation d'organismes vivants ou leurs produits pour prévenir ou réduire les dégâts causés par les bio-agresseurs (**Fernandes ,2005**). L'efficacité de la lutte dépend du choix de souches antagonistes à partir des critères impliquant une bonne connaissance des particularités biologiques du matériel fongique utilisé, parmi eux les champignons de genre *Penicillium*.

Ce champignon fondamental fait partie des contaminants fongiques les plus couramment rencontrés. Il peut être responsable de la biodétérioration de nombreux produits (**Botton et al., 1990**).

Le genre *Penicillium* provoque des pourritures destructrices en produisant des mycotoxines (Visagie et al, 2014).

Ces champignons sont des contaminants fréquents, ils peuvent être isolés au laboratoire. Les espèces de *Penicillium* nécessitent une température inférieure à 30°C pour leur croissance, ce qu'ils les rendront très rarement impliqués en pathologie animale et humaine (Hennequin et Lavarde, 1998).

Notre travail s'intéresse sur l'isolement des champignons phytopathogènes des tubercules de la pomme de terre et la lutte biologique de ces champignons par les souches de *Penicillium* isolées des grottes d'Ain Fezza.

Cette étude repose sur des points importants :

- L'isolement des champignons sur milieu PDA et MEA.
- La purification et l'identification des isolats obtenus.
- La vérification du pouvoir antagoniste des souches de *Penicillium* contre les champignons phytopathogènes isolées (*Fusarium sp* et *Aspergillus niger*).

Ce travail est répartie en trois parties :

- Une partie relative à l'étude bibliographique : le 1^{er} chapitre parle sur les champignons en général et les champignons phytopathogènes de genre *Aspergillus niger* et *Fusarium* en particulier suivie d'un 2^{ème} chapitre parlant sur le genre *Penicillium* comme un agent de la lutte biologique et le dernier chapitre récapitulant des généralités sur la pomme de terre et les dégâts causés par les champignons à elle.
- La 2^{ème} partie présente les techniques et les méthodes utilisées dans cette étude.
- La dernière partie consacrée à la présentation des résultats obtenus et leur discussion.

Synthèse

Bibliographique

CHAPITRE I : Les champignons

CHAPITRE II : *Penicillium* agent de lutte biologique

CHAPITRE III: Pomme de terre

CHAPITRE I :
Les champignons

1. Généralités

Les champignons, encore appelés « Fungi » (du latin) ou mycètes (du grec mukes), constituent un large groupe diversifié qui possède des caractéristiques communes avec les plantes et les animaux moins évolués (**Blandeau, 2012**).

Ils sont des organismes eucaryotes uni- ou pluricellulaire. Ils sont des espèces macroscopiques (macromycètes) et d'autres microscopiques (micromycètes) d'aspect filamenteux ou lévuriforme (**Tabuc, 2007**), immobiles (**Chabasse et al., 1999**), aérobie strictes et rarement anaérobie (**Grigoriu, 1984**), thallophytes (car l'appareil végétatif est un thalle constitué par des cellules allongées qui peuvent se présenter de deux façons cloisonnées et articulées entre elles ; c'est le cas le plus fréquent ou pas de cloison les séparent les unes des autres ;on parle alors de structure coennocytique et de siphon. Ils ne possèdent pas de feuilles, ni tiges, ni racines) (**Boiron, 1996 ; Bouchet et al., 1999**), non chlorophylliens (**Bouchet et al., 2005**), chimio-hétérotrophes (**Larpen, 1997**), ils préfèrent les milieux à pH acides (**Jesu, 1998**).

Les mycètes sont composés de longs filaments fongiques appelés des hyphes qui forment le mycélium (**Raven et al., 2007**).

Tous les champignons ont une paroi constituée de (chitine, glucosane, chitinemananne, mananne-glucane, ...) (**Chabasse et al., 1999**) la présence de glycogène, comme substance de réserve (**Tabuc, 2007**).

Leur mode de nutrition se fait par absorption en libérant dans un premier temps des enzymes hydrolytiques dans le milieu extérieur (**Blandeau, 2012 ; Dufresne, 2018 ; Le Calvez, 2010 ; Tabuc, 2007**).

2. Taxonomie

Le règne des champignons, ou fungi, comprend des sous-ensembles appelés divisions ou phylums. Le nom de chaque division se termine par Mycotina, les phylums se divisent en classes, le nom de ces dernières se termine par « Mycètes », ensuite le suffixe « ale » est utilisé pour désigner les ordres, le suffixe « aceae » pour les familles. Chaque famille renferme les genres et les espèces qui représentent la base de la classification. Ainsi, chaque champignon est identifié par un nom binomial qui débute par le genre et qui se termine par l'espèce (**Chabasse, 2008**).

- Domaine : *Eukaryota*
- Règne : *Champignon (fungi)*
- Embranchement (Phylum) : *mycota*
- Sous-embranchement : *mycotina*
- Classe : *Mycète*
- Ordre : *ales*
- Famille : *aceae* (Bouchet et al., 2005).

3. Classification

L'ensemble des caractéristiques morphologiques (structure du mycélium) et le mode de reproduction permet le classement des champignons (**Dendouga, 2006 ; Tabuc, 2007**).

Les champignons comprennent quatre groupes (phyla) basés sur les différentes formes de la reproduction sexuée : les zygomycota, les ascomycota, les basidiomycota, la deutéromycota (**Evert et al., 2007**).

3.1. Les zygomycètes :

Les espèces de cette classe sont caractérisées par un mycélium non cloisonné. La reproduction asexuée se manifeste par la production de plusieurs sporangiospores, ils produisent des spores non flagellés.

La reproduction sexuée se fait par cystogamie avec formation des zygospores (**Dendouga, 2006**).

3.2. Les Ascomycètes :

Leurs appareil végétatif est un thalle à mycélium septé. La multiplication asexuée est réalisée par des conidiospores ; les spores sont non flagellés et celle de la reproduction sexuée par des ascospores dans des asques (**Bensmira, 2006 ; Dendouga, 2006 ; Tabuc, 2007**).

3.3. Les Basidiomycètes :

Elles sont caractérisées par un thalle à mycélium septé. La reproduction sexuée se manifeste par la formation des basidiospores, et celle de la reproduction asexuée par des conidiospores ; les spores sont non flagellés (**Dendouga, 2006**).

3.4. Les Deutéromycètes :

Ils sont appelés aussi les champignons anamorphes (=champignons imparfaits =champignons conidiens=champignons mitosporines) avec un système d'identification particulier essentiellement basé sur le mode de formation des spores, appelées conidies.

La reproduction asexuée se fait par des conidiospores non flagellés, parfois absence (mycélium stérile) (**Bensmira, 2006**).

Ils sont caractérisés par un thalle à mycélium septé ou unicellulaire (levures) et l'absence d'une reproduction sexuée connue (**Bensmira, 2006 ; Tabuc, 2007**).

4. Mode de vie

Saprophytes : ils se développent sur des déchets organiques au dépend de substrats inertes ou en voie de décomposition.

Parasites : ils vivent aux dépens des végétaux ou des animaux.

Symbiotiques : certaines espèces vivent en symbiose avec les plantes supérieures (mycorhizes), et avec les algues (lichens) (**Ameur, 2014 ; Bensmira, 2006 ; Dendouga, 2006**).

Quelques soit leur mode de vie, les champignons ont besoin :

D'eau, de sels minéraux (PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , NO_3^- ...) et d'oligoélément (Fe , Cu ...), d'une source de carbone organique (**Bouchet et al., 1989**)

5. Mode de reproduction

Une caractéristique majeure des champignons est leur mode de reproduction, ils se reproduisent grâce à des spores, ce qui leur assure un pouvoir de contamination considérable

(Tabuc, 2007). Ces spores sont issues soit d'une reproduction sexuée (champignon téléomorphe) ou d'une multiplication asexuée (champignon anamorphe). Certains champignons, chez lesquels, les deux formes coexistent sont appelés holomorphes (Nguyen Minh Tri, 2007 ; Tabuc, 2007).

5.1.La reproduction sexuée

La reproduction sexuée se base sur la fusion de deux gamètes haploïdes (n) donnant un zygote diploïde (2n). Une structure (+) à n chromosomes rencontre une autre structure (-) et la fusion des cytoplasmes donne naissance à un nouveau mycélium à 2n chromosomes (Lecellier, 2013).

5.2.La reproduction asexuée

Elle se fait sans fusion des gamètes. Elle correspond majoritairement à la dispersion des spores asexuées, permettant la propagation des moisissures afin de coloniser d'autres substrats ou par bourgeonnement, fission binaire ou par fragmentation. (Lecellier, 2013).

6. Ecologie des champignons

Les champignons ont développé des adaptations très diverses, de telle sorte qu'on les trouve dans pratiquement tous les milieux du monde. Les plus répandues sont les *Penicillium* et les *Aspergillus*. On les trouve sous tous les climats et sous toutes les latitudes (Florent, 1993 ;Tachenon, 1999).

Quelques espèces sont adaptées à la sécheresse, d'autres vivent au contraire dans les eaux douces, les océans, ou les eaux usées. Certains champignons supportent bien des pressions osmotiques élevées (par exemple dans les milieux très salés, ou très sucrés) et arrivent à contaminer les aliments (le miel, les confitures, ou les salaisons). Les champignons aimant la chaleur se trouvent dans les composts (à 70-75°C) mais on trouve aussi des champignons dans les toundras arctiques en haute montagne.

Dans des conditions défavorables (froid ou chaleur intense, manque d'eau), ce sont des spores particulières qui constituent les formes de résistance.

Les champignons peuvent pousser dans une obscurité complète (grotte), ils peuvent aussi vivre à des profondeurs de 3200 m dans le sol (Locquin, 1984 ;Tachenon, 1999).

7. La croissance des champignons

Pendant la phase végétative, qui correspond à la phase de croissance, l'appareil végétatif colonise le substrat par extension et ramification des hyphes. Cette phase correspond également à la phase de nutrition (**Diguta, 2010 ; Lecellier, 2003**).

La croissance et la nutrition vont se faire de façon contaminante ; la croissance sera réalisée par une extension de la paroi à l'apex, par un rapport continu de chitine (**Le Calvez, 2010**).

Les hyphes absorbent à travers leur paroi l'eau, ainsi que les éléments nutritifs contenus au sein du substrat tout en dégradant le substrat par émission d'enzymes et d'acides (**Lecellier, 2013**).

Les moisissures se développent sous forme de filaments (ou mycélium) parfois pigmentés en noir suivant les espèces. La forme mycélienne en expansion, qui constitue une phase active de développement, est responsable de la dégradation et de l'altération du substrat.

L'apparition de couleurs sur les surfaces moisies correspond à un stade avancé de développement des moisissures avec production de spores qui peuvent se retrouver dans l'air (**Anses, 2016 ; Lecellier, 2013**).

8. Les champignons phytopathogènes

8.1. Généralités

Plusieurs genres des champignons telluriques sont capables d'infecter les racines de plantes sauvages et de causer des dégâts. Il s'agit notamment des *Aspergillus*, des *Penicillium*, les *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Alternaria*, *Pythium*, *Verticilium*, *Botrytis*... L'ensemble de ces champignons provoquent des maladies sur diverses cultures maraîchères, céréales, plantes (**Agrios, 2005**). Ils sont responsables d'environ 70% des maladies des plantes cultivées (**Jim Deacon, 2005**).

8.2. Les principaux champignons phytopathogènes :

8.2.1 *Aspergillus niger* :

Aspergillus Niger est un champignon qui pousse sur la matière organique que l'on retrouve dans le sol, la litière et sur la matière végétale en décomposition. Il se développe à des températures entre 6 °C et 47 °C avec une température optimale entre

35 °C et 37 °C. Il est capable de pousser à des pH de 1,8 jusqu'à 9,8 (Schuster et al, 2002).

a-Caractères cultureux

Ce champignon pousse rapidement (2-3 jours) sur les milieux de culture ordinaires (géloses au malt et Sabouraud). La température optimale de croissance varie entre 25 et 30°C, mais *A. niger* peut se développer jusqu'à 42°C. Les colonies d'*A. niger* sont granuleuses, blanches au début, puis jaunes, et enfin elles deviennent noires. Le revers des colonies est incolore ou jaune pâle. Sur le milieu Czapek, il forme des colonies à mycélium blanc ou jaune, et revers souvent incolore (Figure 1) (Tabuc ,2007).

b-Morphologie microscopique

L'aspect microscopique met en évidence des têtes conidiennes, radiées, bisériées disposées en plusieurs colonnes brunâtres ou noires. Elles sont portées par de longs conidiophores atteignant 1,5-3 mm, lisses, hyalins ou brunâtres dans leur moitié supérieure. Les vésicules sont globuleuses et entièrement fertiles. Les phialides (7-10 x 3-3,5 µm) sont portées par des métules brunâtres, de dimensions variables. Les conidies sont globuleuses, parfois légèrement aplaties. Elles mesurent 3,5-5 µm de diamètre, sont brunes, échinulées à très verruqueuses. Les sclérotes parfois différenciés, sont crème à chamois foncé au début, puis virent au chamois vinacé (Figure 1).

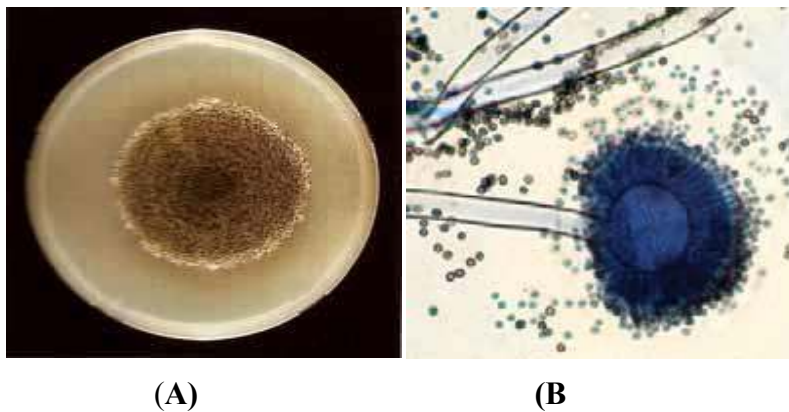


Figure 1 : *Aspergillus niger*(A) culture de 7 jours sur gélose au malt à 25°C aspect macroscopique et (B) aspect microscopique (Tabuc ,2007)

8.2.2. *Fusarium*

Le genre *Fusarium*, décrit pour la première fois par Linke en 1809, appartient à la famille des Tuberculariacées, dans le groupe des Hyphomycètes (champignons filamenteux).

L'absence de reproduction sexuée permet de rattacher ces moisissures aux Deutéromycètes (champignons imparfaits), regroupement artificiel de formes asexuées (anamorphes) variées, certaines espèces de *Fusarium* ont une forme sexuée, dite également forme parfaite ou téléomorphe, appartenant aux genres *Nectria* ou *Gibberella* (Gams et Nirenberg, 1989).

Les champignons du genre *Fusarium* regroupe plusieurs espèces pathogènes pour les plantes, l'homme et les animaux (Leslie et Summerell, 2006). Les espèces de ce genre sont très répandues dans la nature et peuvent être isolées de la plupart des sols, des insectes, des racines, des graines, de l'eau courante. La majorité des espèces de *Fusarium* sont susceptibles de produire des mycotoxines et sont impliquées dans des intoxications chez les animaux d'élevage. Les espèces pathogènes toxigènes les plus répandues sur le blé sont *Fusarium graminearum* et que *Fusarium verticillioides* ainsi *Fusarium culmorum* (Parry et al., 1995 ; Tabuc, 2007).

a- Caractères culturaux

Les *Fusarium* poussent sur milieu Sabouraud, mais se développent mieux sur gélose au malt ou sur milieu PDA (potato-dextrose-agar). Leur température optimale de croissance est comprise entre 22 et 37°C. Sur les milieux de culture, les *Fusarium* forment des colonies duveteuses ou cotonneuses de couleur variable (blanche, crème, jaune, rose, rouge, violette ou lilas) selon les espèces. Le revers peut être crème, rouge à pourpre, lilas ou violet. Les pigments diffusent souvent dans la gélose (Figure 2) (Chermette et Bussieras, 1993).

b- Morphologie microscopique

Le principal caractère morphologique des *Fusarium* est la présence de macroconidies fusiformes et cloisonnées (Figure 2).

- Les conidiophores, parfois très ramifiés, forment sur le thalle des coussinets (sporodochies) et portent des masses de spores
- Les phialides, sont plus ou moins allongées, présentent un site de bourgeonnement unique (monophialide) situé à l'extrémité d'un col allongé ou court et trapu.

Les phialides produisent deux types de conidies :

- microconidies : uni- ou bicellulaires, piriformes, cylindriques ou ovoïdes, fusiformes, isolées, solitaires ou groupées, disposées en verticille ou plus rarement en chaînettes.
- macroconidies : conidies pluricellulaires à cloisons seulement transversales, groupées en paquets. Ils sont fusiformes, souvent courbées, avec une cellule basale pédicellée, formant un sort de talon plus ou moins visible. Les chlamydoconidies, sont présentes en position terminale ou intercalaire (**Roquebert, 1998**).



Figure 2 : Aspect macroscopique et microscopique du genre *Fusarium* (Ferry, 2005)

CHAPITRE II:

Penicillium agent de lutte

biologique

1. La lutte biologique

Durant la fin du XIX ème siècle, une somme considérable de recherches a démontré qu'un large panel de microorganismes appartenant à diverses origines phylogénétiques présentes des aptitudes à inhiber divers agents pathogènes. Ces aptitudes sont à la base de la lutte biologique **(Ben amira, 2018)**.

La lutte biologique est un processus agissant au niveau des populations et par lequel la densité de population d'une espèce est abaissée en utilisant des organismes vivants ou de leurs produits qui agissent par prédation, parasitisme, pathogénicité ou compétition, ces agents biologiques sont principalement représentés par des champignons non phytopathogènes (*Penicillium sp*) **(Diguta, 2010 ; Kouassi, 2001)**.

La lutte biologique exploite des antagonistes ou des substances naturelles, elle connaît un regain d'intérêt grandissant en raison des risques potentiels de la lutte chimique sur l'environnement et sur la qualité et les perspectives nouvelles qu'offre cette approche pour la culture biologique **(Mebarki, 2016)**.

La lutte biologique a une efficacité relative et demande plus de connaissances et d'observation, mais à long terme, elle est beaucoup plus intéressante sur le plan environnemental et économique **(Corbaz, 1990 ; Toussait, 1996)**.

2. Le genre *Penicillium*

2.1. Généralités

Les *Penicilliums sp* sont les organismes dominants des « moisissures bleues et vertes » **(Rouviere, 2002)**.

Le genre *Penicillium* est un champignon qui fait partie des Ascomycètes dont il comprend environ 225 espèces. Les espèces de ce genre produisent des métabolites secondaires, y compris l'actif antibactérien, des substances antifongiques, les immunosuppresseurs, les agents de cholestérol-abaissement tandis que d'autres produisent des mycotoxines. Il a été utilisé en alimentation et en pharmaceutique **(Esther et al., 2009 ; Harjunpaa, 1996 ; Hocquette et al., 2005)**.

C'est un genre diversifié dans le monde entier et ses espèces jouent un rôle en tant que décomposeurs des matières organiques, il se retrouve dans une large gamme d'habitat tel que

la végétation, le sol et les produits alimentaires où il provoque des pourritures destructrices en produisant des mycotoxines (Visagie et al., 2014).

2.2. Morphologie

En général, les espèces se différencient surtout par la couleur des colonies et des pigments qu'elles sécrètent, l'organisation des structures conidiogènes, la taille et la forme des conidies et la vitesse de croissance en conditions standardisées.

- ❖ Aspect microscopique : Ils se distinguent par leur organisation en pinceau. Le thalle, formé de filaments mycéliens septés hyalins, porte des conidiophores lisses ou granuleux, simples ou ramifiés qui se terminent par un pénicille. Les conidiophores peuvent être groupés, isolés, en faisceaux lâche ou agrégés en corémies bien individualisés (Figure 3) (Anani et Bentaleb, 2016).
- ❖ Aspect macroscopique : Ils se développent rapidement sur les milieux de culture utilisés en routine (géloses au malt, Sabouraud). Ils se développent à des températures modérées de l'ordre de 20-27°C. Après 2 jours d'incubation, on remarque des petites colonies plates, formées de courts filaments aériens, habituellement blancs. Après 3 à 4 jours d'incubation, la sporulation va conférer aux colonies leur teinte, le plus souvent dans les tons vert, vert bleu, vert-gris, vert-jaune, gris-bleu mais aussi, pour certaines espèces, jaune, orange ou rouge.

Ils peuvent former des colonies floconneuses (*P. camembertii*, *P. nalgiovense*), funiculeuses (*P. funiculosum*), veloutées (*P. chrysogenum*, *P. citrinum*, *P. roquefortii*...), granuleuses (*P. expansum*, *P. griseofulvum*) (Figure 4) (Chermette et Bussieras, 1993).

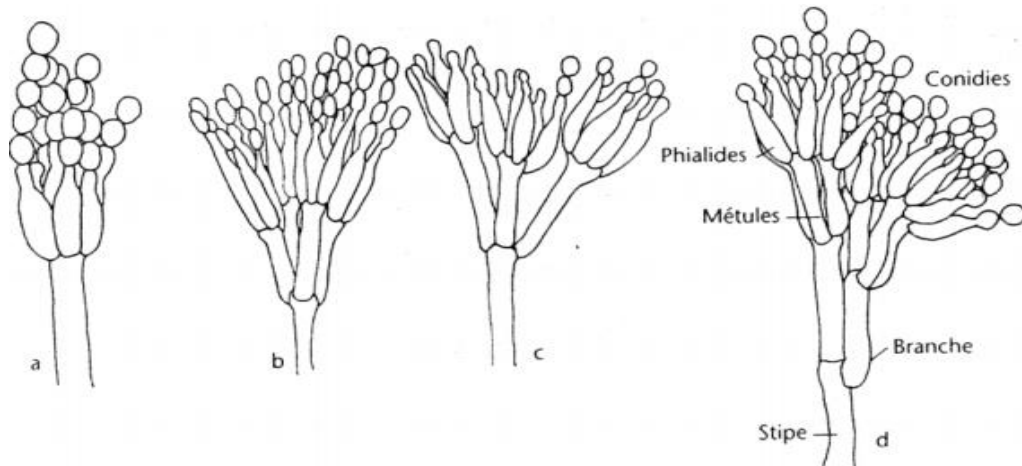


Figure 3 : Caractères morphologiques des *Penicillium* (a) Pinceau monoverticillé (b) biverticillé (c) biverticillé fourchu (furcatum) (d) terverticillé (Pitt ,1979 ; Raper et Thorn, 1968).

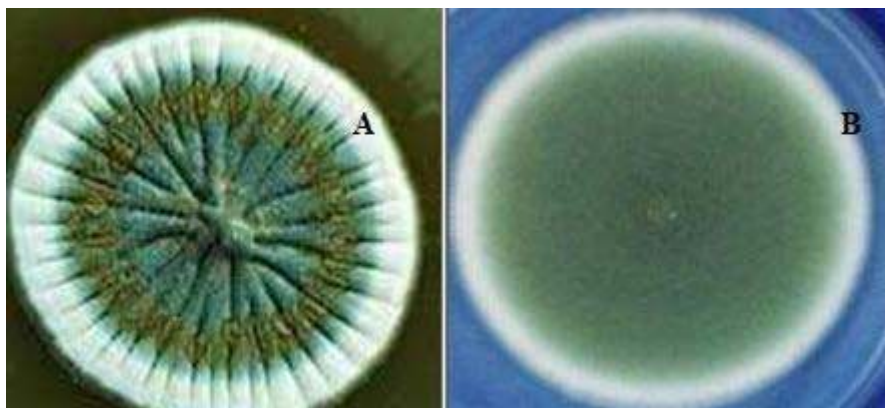


Figure 4 : Les colonies de *Penicillium*(Stephen et al., 2003).

Les couleurs permettent une première orientation dans l'identification des espèces (Chermette et Bussieras, 1993).

2.3. Taxonomie

Sa classification dans le monde des champignons selon (Bouchet et al ., 1999)

Règne : *Mycète*

Embranchement : *Amastigomycota*

Sous-embranchement : *Deuteromycotina*

Classe : *Hyphomycète*

Ordre : *Moniliales*

Famille : *Moniliaceae*

Genre : *Penicillium*

2.4. Cycle de vie :

Bien que de nombreux eucaryotes puissent se reproduire sexuellement, environ 20% des espèces fongiques présentent un mode de reproduction asexués. Toutefois, la capacité sexuelle des champignons a récemment été déterminée pour l'espèce *Penicillium Roqueforti* sur la preuve des gènes de types d'accouplement fonctionnels impliqués dans la compatibilité sexuelle fongique (**Bohm et al., 2013**).

Le cycle de vie du *Penicillium* se multiplie de manière végétative (conidiogénèse) en produisant sur les parties aériennes des conidiospores qui sont des spores non sexuées (conidies) et constituent chez la plupart des espèces, un thalle vert (**Dantigny et al., 2005**).

Les critères morphologiques utilisés en taxonomie reposent sur les aspects et les modalités de branchement des conidiospores et des conidies. La prolifération des conidies, produites en chaînes à partir de cellules appelées phialides est réalisée dans l'atmosphère ambiante. Dans des conditions favorables d'humidité et de température, les conidies gonflent et émettent des tubes germinatifs et ensuite du mycélium visible (Figure5) (**Botton et al., 1990**).

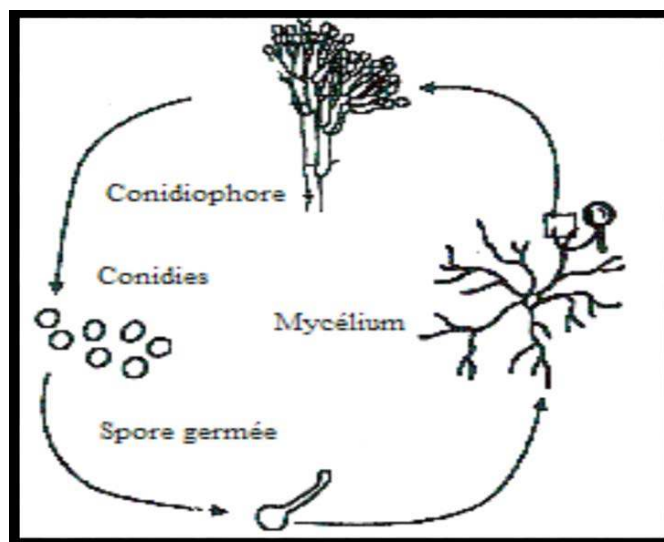


Figure 5 : Cycle de vie de *Penicillium sp* (Dantigny et al., 2005)

2.5. Pouvoir antagoniste et mode d'action de *Penicillium* :

Généralement, certaines espèces de *Penicillium* produisent la pénicilline tel que *P.chrysogenum*, cette molécule est très utilisée comme un antibiotique pour tuer ou arrêter le développement bactérien chez les êtres humain, les animaux et même les plantes (Kirk et al., 2008). Toutefois, ces espèces peuvent synthétiser à côté des métabolites secondaires, certains métabolites primaires tels que les glucides, les protéines et huiles.

La majorité des espèces du genre *penicillium* ont un potentiel toxicogène important, car elles ont la capacité de produire des mycotoxines de grande importance : l'acide cyclopiazonique (*Penicillium chrysogenum*) ; l'acide pénicillique (*Penicillium cyclopium*) ; la patuline ou la clavacine (*Penicillium expansum*, *Penicillium griseofulvum*) ; la citrinine (*Penicillium expansum*) ; l'ochratoxine A (*Penicillium verrucosum*) (Pitt, 2000).

Selon (Xavier Perret, 2013), l'antagonisme par antibiose est un mode d'action très répandu chez la *Penicillium*, la pénicilline comme d'autres antibiotiques de la classe des beta-lactames qui fragilise la paroi de nombreuses bactéries principalement celles du type à Gram positif.

CHAPITRE III :
Pomme de terre

1. Description botanique

Le nom botanique de la pomme de terre est *Solanum tuberosum*. Il a été donné par Gaspar Bauhin (1560-1624) naturaliste suisse en 1595 (Oswaldot, 2010). C'est une plante vivace, herbacée, dicotylédone et tubéreuse appartient à la famille des Solanacées, qui sont des plantes à fleurs, leurs tubercules riches en amidon et possédant des qualités nutritives (Boufares, 2012).

2. Origine

Il y a 6000 ans, les premières pommes de terre ont été cultivées près du lac Titicaca dans les montagnes des Andes de l'Amérique du sud, sur la frontière entre la Bolivie et le Pérou (C.I.P., 2008). Elle est apparue sur les hauts plateaux des Andes péruviennes et colombiennes.

Ensuite, elle était arrivée en Europe en sixième siècle lorsque les conquistadors espagnols découvrirent l'Amérique et la « papa » (la pomme de terre) (Saguez, 2007). Elle était introduite en Algérie en dix-neuvième siècle par les Maures Andalous qui ont propagées autres cultures dans la région : tomate, poivron, maïs, tabac... (Kechid, 2005).

3. Classification

La place de la pomme de terre dans le règne végétal est :

Section : *Petota*

Embranchement de classe : *Tuberosa*

Ordre : *Solanales*

Famille : *Solanaceae*

Genre : *Solanum*

Espèce : *Solanum tuberosum* L (Dominique, 2010)

4. Description morphologique

4.1. Partie aérienne

La pomme de terre est une plante composée d'une ou plusieurs tiges (principales et latérales) herbacées de port plus ou moins dressé et portant des feuilles alternes disposées en spirale. Comme les tiges et les feuilles, le fruit contient une quantité significative de solanine (Dominique, 2010 ; Rousselles et al., 1996). Le fruit est une baie sphérique contient une

quantité significative de solanine, un alcaloïde toxique avec des graines petites et plates. (Larousse agricole, 2002).

Les inflorescences sont des cymes axillaires, composées des fleurs qui sont autogames et ne produisent pas de nectar ; elles peuvent être visitées par les insectes et la fécondation croisée est presque inexistante dans la nature (Figure 6) (Dominique, 2010).

4.2. Partie souterraine

L'appareil souterrain comprend les tubercules qui donnent à la pomme de terre sa valeur alimentaire (Boufares, 2012). Cette partie composant le tubercule mère desséché avec des racines et des stolons qui prennent naissance au niveau des nœuds basaux des tiges (Larousse agricole, 2002).

Le tubercule de pomme de terre n'est pas une portion de racine, c'est une tige souterraine (Figure 6) (Boufares, 2012).

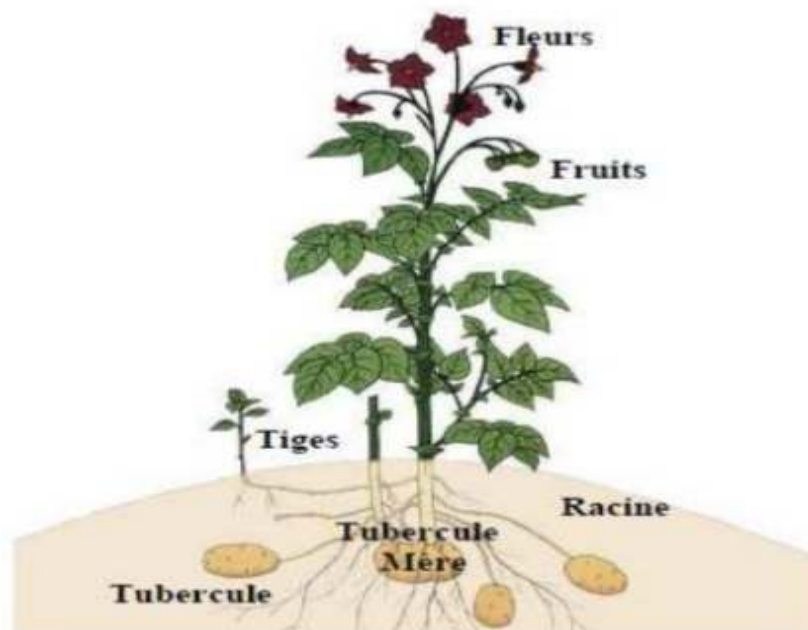


Figure 6 : Plante de la pomme de terre (Oswaldot, 2010).

5. Importance de la pomme de terre

5.1. L'importance mondiale

La pomme de terre est la quatrième production vivrière mondiale après le riz, le blé, le maïs mais première production non céréalière, Elle joue un rôle dans le système alimentaire mondial. C'est la principale denrée alimentaire non céréalière du monde. La production mondiale a

atteint le chiffre record de 385,074 millions de tonnes en 2014 (FAO, 2018). La consommation de pomme de terre augmente dans les pays développés et représente plus de la moitié de la récolte mondiale à cause de sa teneur énergétique élevée et facile à cultiver, c'est une culture commerciale précieuse pour des millions d'agriculteurs (Tableau 02) (Tria, 2011).

Le défi principal que doit relever la communauté internationale consiste, par conséquent, à garantir la sécurité alimentaire des générations présentes et futures, tout en protégeant la base des ressources naturelles dont nous dépendons. La pomme de terre sera un élément important des efforts déployés pour relever ces défis (Boufares, 2012).

Tableau 01 : Quelques pays producteurs de pomme de terre.

Pays	Quantité (tonnes)
Chine	90321442
Allemagne	8920800
France	7870973
Canada	5790838
Algérie	4653322
Belgique	3045443
Afrique du Sud	2467724
Japon	2261945
Maroc	1869149
Italie	1307598

(Source : FAOSTAT, 2018)

Les grands pays producteurs (Tableau 01), sont la Chine, Allemagne et France.

Tableau 02 : La production et la consommation de pomme de terre

	La production de pomme de terre			La consommation de pomme de terre	
	Surface récoltée(Ha)	Quantité rend (tonnes)	Rend (tonnes/Ha)	Total denrées alimentaire (Tonnes)	Kg/Hab
Afrique	1 541 498	16 706 573	10,8	12 571 000	13,9
Amérique latine	963 766	15 682 943	16,3	11 639 000	20,7
Amérique du Nord	615 878	25 345 305	41,2	19 824 000	60,0
Asie et Océanie	8 732 961	137 343 664	15,7	94 038 000	23,9
Europe	7 473 628	130 223 960	17,4	64 902 000	87,8
Monde	19 327 731	323 302 445	16,8	202 974 000	31,3

(Source : FAOSTAT, 2007 in BOUFARES, 2012)

5.2. L'importance de pomme de terre dans l'Algérie

L'Algérie est le premier producteur magrébin en volume de pomme de terre avec une production de 4,4 millions de tonnes, suivie par Maroc avec une production de 1,9 millions de tonnes et la Tunisie en dernière position avec une production de 0,34 millions de tonnes (FAO, 2014).

Selon les statistiques de la FAO en 2010, l'Algérie occupe la deuxième place, après l'Egypte dans la production de pomme de terre en Afrique. L'Egypte quant à elle réserve une superficie de deux millions d'hectares pour cultiver ce légume. Sa production est estimée à 4 millions de tonnes pour la même année.

Tableau 03 : La production de la pomme de terre en Algérie.

Exerce	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2013
						(5premiers mois)	(prévision)
Production (millions de tonnes)	2,2	2,6	3,2	3,85	4,22	1,9	4,9

(Source : MADR in fiche produit pomme de terre Algérienne, 2013)

Selon le rapport de la FAO en 2014, la production de la pomme de terre à une dynamique de croissance intéressante, la production a évolué entre 2,2 millions de tonnes en 2008 à 4,22 millions de tonnes en 2012, a frôlée les 4.9 millions de tonnes pour la saison 2012/2013 (Tableau 03).

6. Valeur nutritionnelle

Les caractéristiques morphologiques, chimiques et biochimiques du tubercule de pomme de terre varient principalement en fonction de la variété, mais dépendent également des techniques culturales et aussi les conditions climatiques et de l'âge physiologique de la pomme de terre (Delaplace, 2007).

La composition de la pomme de terre varie entre les différents cultivars, mais comprend en général 72 à 75% d'eau, 16-20% amidon, de 2 à 2,5 % de protéines, 0,15 % acide gras, de 1 à 1,8% de fibre (FAO, 2008). La pomme de terre, est un aliment beau aux nombreuses qualités nutritives (Oswaldot, 2010).

7. Dégâts des champignons sur pomme de terre

7.1. Les maladies cryptogamiques :

7.1.1. Mildiou de la pomme de terre :

L'ennemi juré du tubercule à l'échelle mondiale est dû à une moisissure aquatique (*Phytophthora infestans*), qui détruit feuilles, tiges et tubercules. Il se transmet par le vent (Dominique, 2010).

Ses symptômes :

- Sur les feuilles (apparition de petites taches brunes entourées d'un halo jaune sur la face supérieur, le dessèchement conduit rapidement à leurs destruction (Figure 7).
- Sur les tiges et bouquets terminaux (des taches brunes, parfois nécrotiques, et
- Sur le tubercule (des taches au contour mal défini, de couleur brune ou gris bleuâtre) (Figure7) (Maladie et ravageurs pris en compte dans le cadre du contrôle officiel des plants de pomme de terre, 2006).



Figure 7 : Mildiou de la pomme de terre (*Phytophthora infestans*) (Maladie et ravageurs pris en compte dans le cadre du contrôle officiel des plants de PDT, 2006).

7.1.2. Rhizoctone noir :

Il est provoqué par un champignon (*Rhizoctonia solani*), qui se développe à partir des sclérotés noirs fixés sur le tubercule-mère ou présents dans le sol. Ces sclérotés constituent la forme de conservation du champignon. Les tubercules contaminés portent à la surface de petits amas noirs très durs, appelés sclérotés, qui sont très visibles sur les tubercules lavés (Dominique, 2010).

Ses symptômes :

- Les stolons et les radicules présentent des taches brunes profondes. Le rhizoctone provoque un enroulement et un jaunissement de feuillages.
- Le tubercule contaminé porte à la surface de petits amas noirs très durs (Sclérotés)(Figure 8)(Maladie et ravageurs pris en compte dans le cadre du contrôle officiel des plants de pomme de terre, 2006).

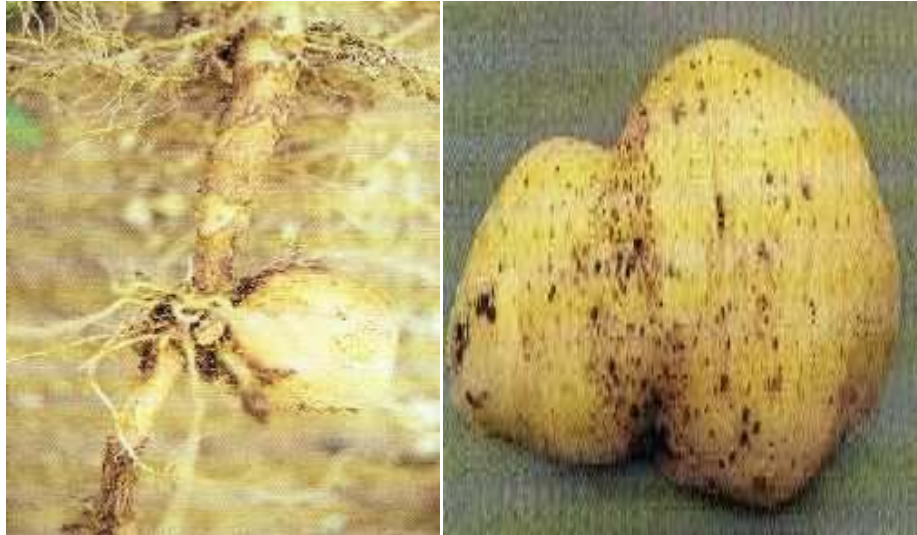


Figure 8 : Rhizoctone noir (*Rhizoctonia solani*) (Maladie et ravageurs pris en compte dans le cadre du contrôle officiel des plants de PDT, 2006).

7.1.3. Alternariose :

Il est Provoqué par les champignons *Alternaria solani* et *Alternaria alternata*. Il se transmet par le vent et la pluie. Ses symptômes :

- Sur les tubercules : des pourritures brunes à noires, très sèches avec une dépression.
- Sur les feuilles : des taches nécrotiques, bien délimitées, de taille variable, situées sur les feuilles du bas (Figure 9) (Maladie et ravageurs pris en compte dans le cadre du contrôle officiel des plants de pomme de terre, 2006).



Figure 9 : Alternariose (*Alternaria solani* et *A. alternata*) (Maladie et ravageurs pris en compte dans le cadre du contrôle officiel des plants de PDT, 2006).

7.1.4. Fusariose (la pourriture sèche) :

Elle est provoquée par des champignons du genre *Fusarium* (notamment *Fusarium caeruleum*). Cette maladie peut exceptionnellement être observée dès la récolte mais généralement, elle se manifeste en cours de conservation, provoquant la destruction du tubercule (**Dominiquie, 2010**). Ses symptômes :

- Sur le tubercule : les tissus touchés brunissent et dépriment, la coupe du tubercule montre une pourriture marron qui se développe vers l'intérieur (Figure 10) (**Maladie et ravageurs pris en compte dans le cadre du contrôle officiel des plants de pomme de terre, 2006**).



Figure 10 : Fusariose (*Fusarium roseum* var.) (Maladie et ravageurs pris en compte dans le cadre du contrôle officiel des plants de PDT, 2006)

7.1.5 Verticilliose :

Les deux champignons du genre *Verticillium* responsables de la maladie de la Verticilliose sont *Verticillium dahliae* et *Verticillium albo-atrum* ; ils proviennent du sol, de l'eau d'irrigation ou de ruissellement. Ses symptômes :

- Le jaunissement des feuilles suivi par flétrissement du feuillage qui se généralise à l'ensemble de la plante. Les feuilles tombent ou restent fixées à la tige qui conserve une couleur verte.
- Sur les tiges mortes : Il y a la présence de petits sclérotés noirs ou de mycélium suivant l'espèce de champignon.
- Sur les tubercules : Des taches brunes au niveau de l'anneau vasculaire (Figure 11) (**Maladie et ravageurs pris en compte dans le cadre du contrôle officiel des plants de pomme de terre, 2006**).



Figure 11 : La Verticilliose de la pomme de terre (Howard F.Schawrtz/ Wikimedia.org).

*Matériels et
Méthodes*

Le présent travail porte sur la lutte biologique contre des champignons phytopathogènes isolées de la pomme de terre (le genre *Fusarium* et *Aspergillus niger*) par l'utilisation d'un champignon antagoniste du genre *Penicillium*.

1. Isolement des champignons phytopathogènes de la pomme de terre :

1.1. Matériel végétal :

Nous avons pris un tubercule de la pomme de terre infecté par les champignons pathogènes à partir du marché le 02 Mars 2020.



Figure 12 : Un Tubercule de pomme de terre infecté par les champignons pathogènes

1.2. La mise en culture :

On prépare des petits fragments des pommes de terre dans un milieu bien aseptique à l'approche de bec benzène, puis on met cinq petits fragments de tubercule dans quatre boîtes de pétri (deux boîtes contiennent le milieu PDA et les deux autres contiennent le milieu MEA) à l'aide d'une pince stérilisée. L'incubation était effectuée à 25°C pendant 5 jours (Figure 13).



Figure 13 : Isolement des champignons phytopathogènes à partir de pomme de terre.

2. Purification :

Les trois colonies des isolats obtenus sont repiqués dans six nouvelles boîtes de pétri sur le milieu PDA. Ces repiquages ont été répétés jusqu'à l'obtention de colonies d'apparence pure.

3. Conservation :

Les souches sont conservées au froid à 4°C dans des tubes inclinés contenant le même milieu.

4. Identification macroscopique et microscopique :

4.1. Etude macroscopique : elle est basée sur les caractéristiques macroscopiques qui ont été déterminés par l'aspect, la couleur, la forme et revers.

4.2. Etude microscopique : elle fait appel aux caractères morphologiques des hyphes et des structures de reproduction.

4.2.1. Observation directe :

Qui consiste à adhérer à l'aide d'un bout de scotch une fraction mycélienne à partir d'une culture jeune et la coller sur une lame contenant quelques gouttes de bleu de méthylène. Les observations microscopiques sont effectuées aux grossissements ($G \times 10$, $G \times 40$ et $G \times 100$) à l'aide d'un microscope.

L'observation microscopique permet de détecter les caractéristiques des spores et la visualisation de la forme du mycélium.

4.2.2. La technique de microculture :

Qui consiste à cultiver les spores des moisissures sur une lame menée de petits carrés, de PDA acidifié et les recouvrir par une lamelle. Les spores sontensemencées sur les limites périphériques du milieu pour leur fournir un potentiel d'oxygène

nécessaire à leur germination , ensuite les conditionner dans une chambre stérile et humide et les incuber à 25°C pendant 3 à 5 jours.

Après l'incubation, on effectue les observations des lames grâce à un microscope de type Zeiss au grossissement $\times 10$, $\times 40$, $\times 100$ (Harris, 1989).

5-Test d'antagonisme *in vivo* de *Penicillium* contre *Aspergillus niger* et le genre *Fusarium*

5.1.Les champignons antagonistes (*Penicillium*) :

5.1.1. Origine des souches : deux souches de *Penicillium* ont été isolées par Medjadji Omar et Tari Khaled (Master) à partir du sol des grottes d'Ain Fezza.

5.1.2. Purification : les deux souches ont été repiquées sur milieux PDA en boîtes de Pétri afin de vérifier leur puretés.

5.2.Réalisation du test :

Le test d'activité antifongique des isolats purifiés de *Penicillium* consiste à rechercher leur effet antagoniste sur le développement des espèces phytopathogènes. On a utilisé cette méthode suivante :

Les tubercules de pomme de terre sont lavés à l'eau courante puis désinfectés par trempage dans une solution d'hypochlorite de sodium (10%) pendant trois minutes. Ils sont rincés par la suite trois fois par l'eau distillée stérile. Ces tubercules subissent des blessures de 6 mm de diamètre et de profondeur à l'aide d'une pipette pasteur. Une suspension de spores de l'antagoniste a été utilisée pour ce test où 100 μl ont été placés, dans la blessure occasionnée sur les tubercules. Un disque d'agar de 6 mm de diamètre portant le pathogène est placé au niveau de chaque blessure et ce, simultanément avec les traitements antagonistes ou 24 heures après. Ces tubercules ainsi traités et inoculés sont placés dans des boîtes plastiques couvertes à leur base par un papier filtre humecté avec de l'eau distillé stérile et incubés par la suite à 20°C. Le témoin positif est inoculé uniquement par le pathogène et le témoin négatif est non inoculé par le pathogène et non traité par les antagonistes testés. La notation des résultats est réalisée après 48 heures d'incubation. Le diamètre externe, la largeur (l) et la profondeur (p) de la pourriture ont été mesurés. Ces deux derniers paramètres ont été mesurés après

une coupe longitudinale du tubercule de pomme de terre. La pénétration du pathogène a été calculée par la formule suivante :

$$P \text{ (mm)} = [(l/2) + (p-6)] / 2.$$

Le taux de réduction du diamètre externe de la pourriture a été calculé selon la formule suivante :

$I\% = [(C2-C1)/C2]*100$ avec C2 : diamètre externe de la pourriture chez le témoin non traité et C1 : diamètre externe du pathogène en présence de l'antagoniste (Aydi *et al.*, 2013).

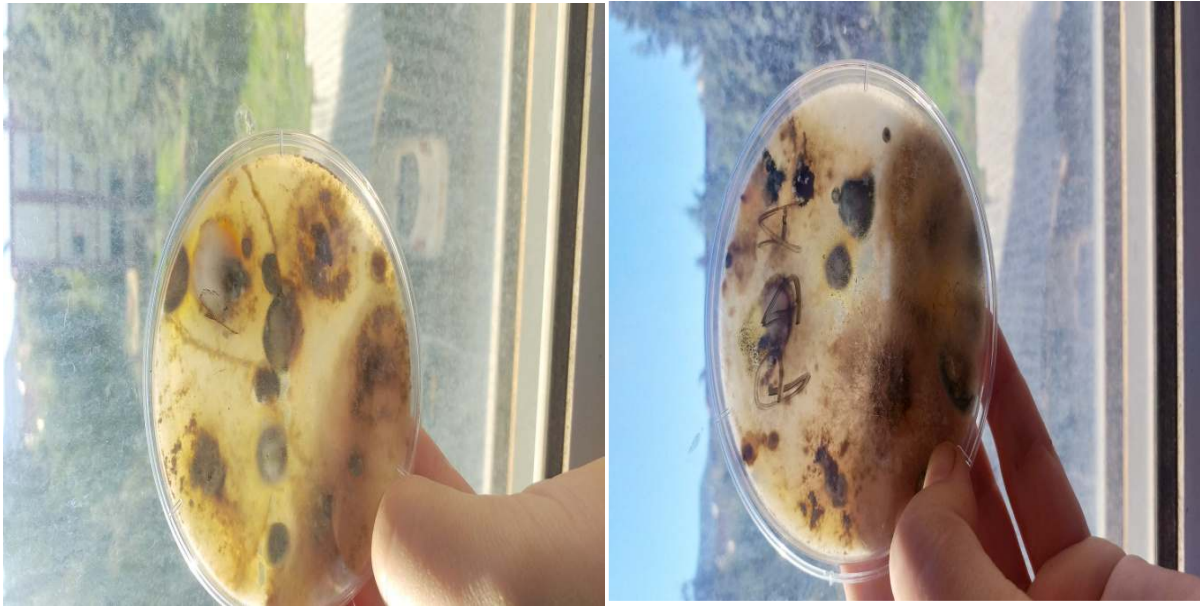
*Résultats et
interprétations*

1. L'isolement des champignons phytopathogènes de la pomme de terre :

Les résultats de l'isolement des champignons à partir de la pomme de terre sont représentés dans le tableau (04) et la figure (14).

Tableau 04 : les résultats de l'isolement des champignons phytopathogènes de la pomme de terre :

Echantillons	Milieus utilisés	Nombre de colonies	souches	Caractéristiques macroscopiques
Pomme de terre	PDA	7	1	Couleur marron clair
		2	2	Couleur noir
	MEA	23	3	Couleur blanche



(A)

(B)



(C)

Figure 14 : Résultats d'isolement des champignons phytopathogènes de la pomme de terre

(A) Colonie 1 ; (B) : colonie 2 ; (C) : colonie 3

2. Purification et conservation :

On a purifié et conservé la colonie 2 et la colonie 3 (Figure 15). Mais, en vue de la situation sanitaire liée au cov19 on n'a pas terminé la purification et la conservation de la colonie 1.



Figure 15 : Les moisissures conservées

3. Identification des champignons phytopathogènes :

L'identification des souches de champignons phytopathogènes isolées s'est basée sur l'étude macroscopique et microscopique en se référant aux clés de détermination des genres à savoir les caractères macroscopiques et microscopiques.





3.1.L'étude macroscopique :

L'aspect des colonies des souches de moisissures isolées à partir de pomme de terre est représenté dans le tableau (05)

Après 7 jours de culture à 25°C, l'identification macroscopique a révélé la présence de 2 genres de moisissures : *Aspergillus* et *Fusarium*.

Résultats et interprétations

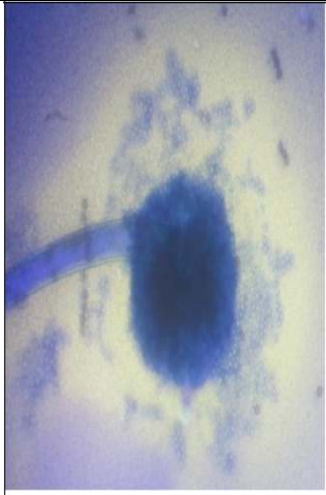

Tableau 05 : L'observation macroscopique des champignons phytopathogènes (*Aspergillus niger* et *Fusarium*)

	Champignons	Milieu	Description	Aspect macroscopique
Souche à identifier (colonie2)	<i>Aspergillus niger</i>	PDA	<p>Couleur : noire tourné par un cercle blanc</p> <p>Aspect : cotonneuse à poudreuse</p> <p>Revers : pas de pigment</p>	
Souche de référence		Gélose au malt (Tabuc, 2007)	<p>Couleur : blanches au début, puis jaunes, et enfin elles deviennent noires.</p> <p>Aspect : granuleuses</p> <p>Revers : incolore ou jaune pâle</p>	
Souche à identifier (colonie3)	<i>Fusarium</i>	MEA	<p>Couleur : blanche centré par jaune clair</p> <p>Aspect : cotonneuse</p> <p>Revers : pas de pigment</p>	
Souche de référence		gélose au malt ou PDA	<p>couleur : variable (blanche, crème, jaune, rose, rouge, violette ou lilas) selon les espèces</p> <p>Aspect : duveteuses ou cotonneuses</p> <p>Revers : peut être crème, rouge à pourpre, lilas ou violet.</p> <p>(Chermette et Bussieras, 1993).</p>	 <p>(Ferry, 2005)</p>

3.2.L'étude microscopique :

Vu la situation sanitaire, on n'a pas terminé l'étude microscopique de ces moisissures pour cela on va prendre celle utilisée par d'autres mémoires (Tableau 06).

Tableau 06 : L'observation microscopique des champignons phytopathogènes (*Aspergillus niger* et *Fusarium*)

Champignons	Aspect microscopique		Références
<i>Aspergillus niger</i>		<p>Hyphes : hyalines (claire).</p> <p>Les conidiophores : (Stipes).</p> <p>Les conidies : sont globulaires, de couleur brune à noire.</p>	Kourta et Chounae, 2019).
<i>Fusarium sp</i>		<p>Macrospialides : sont groupées en sporodochies.</p> <p>Les chlamydospores</p> <p>Les macroconidies</p>	(Boudersa et Lamraoui, 2014)

Aspergillus niger est formé des hyphes septés, haploïdes et ramifiés. Il est caractérisé par un conidiophore possédant une extrémité renflée qui porte des phialides. Ces derniers sont plus ou moins allongés, présentent plusieurs sites de bourgeonnement.

Le principal caractère microscopique de reconnaissance des *Fusarium* réside dans la présence de macroconidies fusiformes et cloisonnées. Les différentes espèces se distinguent


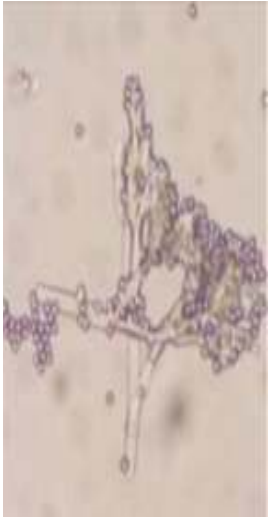

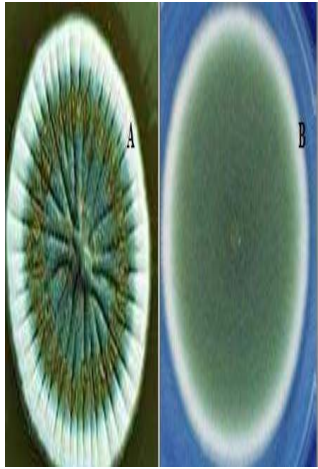
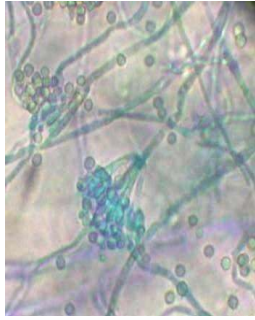
Résultats et interprétations

par la forme de leurs conidies. Les conidiophores sont très ramifiés et forment sur le thalle des coussinets (sporodochies) et portent des grappes de spores (Gauthier, 2016 ; Tabuc, 2007).

4. Test d'antagonisme in vivo :

4.1. L'étude macroscopique et microscopique de *Penicillium* :

Tableau 07 : L'étude macroscopique et microscopique de *Penicillium*

Les champignons	L'aspect macroscopique		L'aspect microscopique		
Souche à identifier	<i>Penicillium 1</i>		<p>Croissance : Rapide</p> <p>Couleur : bleu verdâtre</p> <p>Aspect : Cotonneuse avec exsudat</p> <p>Revers : pas de pigment</p>		<p>Mycélium est ramifié</p> <p>Les hyphes sont cloisonnés</p> <p>Conidiophores sont ramifiés et disposés en longue chaîne.</p> <p>Phialides ovoïdes à ellipsoïdales</p>
	<i>Penicillium 2</i>		<p>Croissance : rapide</p> <p>Couleur : blanche jaunâtre</p> <p>Aspect : cotonneuse</p> <p>Revers : pas de pigment</p>		
Souche de référence	Les espèces de <i>Penicillium</i> (Biourge, 1923 ; Chermette et Bussieras, 1993 ; Gauthier, 2016 ; Stephen et al., 2003).		<p>Croissance : Rapide sur géloses au malt, Sabouraud</p> <p>Couleur : vert, vert bleu, vert-gris, vert-jaune, gris-bleu mais aussi, pour certaines espèces, jaune, orange ou rouge.</p> <p>Aspect : floconneuses, funiculeuses, veloutées ou granuleuses.</p>		<p>Le thalle cloisonné</p> <p>Conidiophores simples ou ramifiés groupés en faisceaux lâches ou rassemblés en corémies (colonne de conidiophores)</p> <p>Phialides disposées en verticilles à l'extrémité des conidiophores. Ils donnent naissance aux spores qui se positionnent alors en chaînes.</p>

4.2. Test d'antagonisme in vivo

La lutte biologique contre les souches fongiques, fait largement appel à l'utilisation de test d'antagonisme. L'efficacité de la lutte dépend du choix de souches antagonistes performantes à partir de critères impliquant une bonne connaissance des particularités biologiques du matériel fongique utilisé.

Pour cette partie nous nous sommes référés aux résultats de travaux antérieurs, à cause du contexte exceptionnel de la pandémie COV 19.

D'après (Aydi et al., 2013), dont le travail porte sur l'isolement et l'identification des isolats et l'étude de test d'antagonisme des espèces d'*Aspergillus* (*A. niger*, *A. terreus*, *A. flavus* et *Aspergillus sp*) vis-à-vis *Pythium sp*.

Dans cette étude, l'optimisation du pouvoir antagoniste des *Aspergillus spp in vivo* a prouvé que les quatre espèces d'*Aspergillus* ont été testées sur les tubercules de pomme de terre en traitement curatif (simultané avec le pathogène) ou préventif (24 heures avant l'inoculation par *Pythium sp*). L'analyse de variance a révélé une variation significative du diamètre externe de la pourriture et de la pénétration du pathogène, enregistrés après 48 heures d'incubation à 20°C et selon le traitement testé et le moment d'application du traitement antagoniste. Une interaction significative (à $P \leq 0,05$) a été enregistrée entre les deux facteurs étudiés.

L'effet des *Aspergillus spp* sur la sévérité de la pourriture causée par *Pythium sp* sur les tubercules de pomme de terre tel que testé par Aydi et al. (2013) a montré que le diamètre externe de la pourriture a varié significativement de 56 à 59% avec les traitements biologiques à base des isolats MC2 d'*A. niger*, MC5 d'*A. flavus*, MC8 d'*A. terreus*, CH4 et CH3 d'*Aspergillus sp* et ce, quel que soit le moment de leur application (Figure 16a). Cependant, la pénétration moyenne a été limitée de 29 à 32% avec les isolats MC8 d'*A. terreus* et MC2 d'*A. niger* comparés au témoin inoculé et non traité.

D'après Aydi et al. (2013), l'effet du moment d'application sur le pouvoir inhibiteur des *Aspergillus spp in vivo* influence les résultats obtenus. Une efficacité meilleure a été obtenue lorsque les agents antagonistes ont été appliqués en préventif (24 heures avant l'inoculation), avec une réduction du diamètre externe de la pourriture d'environ 58 à 74% contre seulement 12 à 44% en cas d'application simultanée avec le pathogène et pour les isolats MC8 et CH2

d'*A. terreus*, CH4 et CH8 d'*Aspergillus sp* et CH1 et CH12 d'*A. niger*. De même, appliqués en préventif, ces isolats se sont montrés plus actifs en réduisant la pénétration moyenne du pathogène de 63 à 86% contre 19 à 61% en application simultanée.

La plus importante réduction du diamètre externe de la pourriture a été induite par les isolats CH8 d'*Aspergillus sp.*, CH1 d'*A.niger* et MC8 d'*A. terreus*, appliqués 24 heures avant le pathogène; soit une réduction de 60,61%, 72,73% et 71,38%, respectivement, contre seulement 11,95%, 31,13% et 44,02% en application simultanée. Ces mêmes isolats ont aussi limité la pénétration du pathogène lorsqu'ils ont été appliqués en préventif (24 heures avant le pathogène) qu'en traitement curatif (simultanément avec *Pythium sp.*). En effet, la pénétration a été réduite de 85,93%, 70,35% et 84,17% en préventif contre seulement 18,73%, 28,80% et 48% en cas d'application simultanée avec le pathogène et ce pour les isolats CH1 d'*A. niger*, CH8 d'*Aspergillus sp* et MC8 d'*A.terreus*, respectivement.

Discussion

Les résultats d'isolement des champignons à partir de pomme de terre ont montré que les champignons sont partout.

En effet, les champignons ont développé des adaptations très diverses, on les trouve dans tous les milieux du monde et sous tous les climats et toutes les latitudes (**Florent, 1993 ;Tachenon, 1999**).

L'abondance des champignons dans le sol et leurs diverses activités sont influencées par des facteurs abiotiques tels que le contenu de matières organiques du sol et sa texture, le pH et l'humidité ; la température...; par les interactions microbiennes ; et même par l'interaction de ces facteurs avec les différents groupes microbiens (**Alexandre, 1994**).

Ils se développent sur la matière organique en décomposition, dans le sol, le compost, les denrées alimentaires, les céréales. De nombreuses espèces d'*Aspergillus* sont présentes dans l'environnement humain, notamment dans la poussière et l'air (**Morin, 1994**).

Les *Fusarium* ont une croissance optimale à une température entre 22 et 37 °C. La majorité des moisissures se développent bien dans un milieu humide, les *Fusarium* se croissent dans un milieu très humide, ce qui explique leur présence dans les champs et sur les plantes vivantes (**Castegnaro et Pfohl-Leszkowicz, 2002**).

Penicillium est un genre diversifié dans le monde entier et ses espèces jouent un rôle important en tant que décomposeurs des matières organiques, il se retrouve dans une large gamme d'habitat tel que le sol, la végétation et divers produits alimentaires où il provoque des pourritures destructrices en produisant des mycotoxines (**Visagie et al, 2014**).

Par ailleurs, l'isolement des souches appartenant aux genres *Penicillium*, *Aspergillus* et *Fusarium* est tout à fait normal car ils sont les habitats normaux du sol (**Benali Fatima Zohra et Ouanane Kenza, 2019**).

L'antagonisme se manifeste généralement soit par une compétition, un hyper parasitisme, une production de sidérophores ou une antibiose (**Soufiane, 1998**).

En 2012, Daami-Remadi et al ont enregistré une inhibition *in vivo* de *Pythium ultimum* et *Pythium aphanidermatum* même à 25°C en utilisant comme antagonistes *Trichoderma sp*, *Penicillium* et *Aspergillus spp*.

La sévérité de la pourriture aqueuse due à *Pythium sp* a été contrôlée sur tubercules de pomme de terre par les *Aspergillus spp*. En effet, ces agents ont réduit significativement le diamètre externe de la pourriture et la pénétration moyenne du pathogène quel que soit le moment de leur application (Aydi et al., 2013).

Des conclusions similaires ont été tirées par (Daami-Remadi et al., 2012) dans le cas de *P. ultimum* et *P. aphanidermatum* traités avec *Aspergillus spp*, *Penicillium sp* et *Trichoderma sp*. De plus, la réduction de la pourriture des tubercules de pomme de terre a été assurée par *T. harzianum* (Triki, 1997).

Les résultats de cet essai peuvent être expliqués par le fait que tous les champignons utilisés secrètent des substances volatiles à effet antifongique contre le développement de *Pythium sp*. Testés *in vivo*, le pouvoir antagoniste des *Aspergillus spp* a varié significativement selon les traitements antagonistes testés et leurs moments d'application.

Aspergillus sp ont été utilisés comme agents biologiques grâce à leurs différents mécanismes d'action durant l'antagonisme notamment mycoparasitisme par lyse mycélienne et antibiose par synthèse des substances volatiles ou non volatiles (Aydi et al., 2013).

Grâce aux capacités hydrolytiques importantes d'*Aspergillus niger* et sa tolérance à l'acidité, il permet d'éviter les contaminations bactériennes au cours des processus biotechnologiques (Jaraï et Buxton, 1994).

A. niger a pu exercer une activité inhibitrice sur le développement des colonies de *Pythium sp* ceci s'expliquerait par l'aptitude d'agent antagoniste à produire des substances volatiles qui provoqueraient la lyse du mycélium et des spores du pathogène et sont capables de limiter et de stopper le développement de l'agent pathogène.

Pour *Aspergillus niger*, la chitine est un constituant essentiel de la paroi qui entoure et protège les cellules fongiques vis-à-vis de l'environnement. La paroi cellulaire est donc essentielle pour la croissance fongique et pour la résistance du champignon aux agressions externes. Son altération liée à la virulence de l'inoculum par exemple, entraînerait une altération du mycélium, filament qui forme de longues chaînes de cellules qui se traduira par une agrégation, une rétraction et une vacuolisation du cytoplasme (**Benhamou, 1996**) ce qui illustre le pouvoir hautement myco-parasitaire que possède *Aspergillus niger*, une importante lyse au niveau du mycélium (**Daami-Remadi et El Mahjoub 2001**) ou une dissolution du cytoplasme (**Howell, 2003**).

Conclusion

Le but de notre travail était d'une part d'isoler des souches de champignons phytopathogènes à partir d'une pomme de terre et d'autre part de tester le pouvoir antagoniste des souches de *Penicillium sp* contre ces champignons dans le cadre de la lutte biologique.

L'isolement est réalisé sur deux milieux PDA et MEA et la purification est réalisé sur milieu PDA. L'identification macroscopique et microscopique des moisissures ont mis en évidence 2 souches fongiques : *Fusarium*, *Aspergillus niger*.

En vue de la situation sanitaire liée au cov19, on n'a pas fait le test d'antagoniste *in vivo* des souches de *Penicillium* contre *Fusarium* et *Aspergillus niger*.

Le test d'activité de l'antagonisme *in vivo* réalisée par **Aydi et al ., 2013** a révélé que les espèces d'*Aspergillus sp* ont un effet inhibiteur sur *Phytium sp*.

La plus importante réduction du diamètre externe de la pourriture a été induite par *Aspergillus sp*, *A. niger* (MC2), *A. flavus* (MC5) et *A. terreus* (MC8). La plus faible pénétration du pathogène a été observée sur les tubercules traités par *A. niger* (MC2) et *A. terreus* (MC8). En effet, les champignons antagonistes *A. niger* (CH1, CH12), *A. terreus* (MC8, CH2) et *Aspergillus sp* (CH8, CH4) se sont montrés plus efficaces en traitement préventif qu'en traitement curatif dans la réduction du diamètre externe de la pourriture et de la pénétration du pathogène.

De cette étude globale sur les phytopathogènes de pomme de terre, il peut être conclure que la plupart des agents pathogènes envahissent l'hôte alors que les conditions humides sont présentés lors de leur stockage. Les champignons pathogènes qui causent la perte de la culture de pomme de terre sont pour la plupart la microflore du sol inhérente, mais dans des circonstances particulières. Il faut sensibiliser le consommateur au risque de mycotoxines sur la santé humain et l'éleveur pour les animaux.

Pour minimiser au maximum l'affection des pommes de terre par les maladies fongiques et limiter la progression des autres agents phytopathogènes redoutables, et à la face négligences des fongicides d'une part et de leur utilisation d'autre part, on propose une stratégie de lutte préventive qui est exprimé en :

- Utiliser des variétés résistantes.
- Planter des semences saines.

- Récolter les tubercules par temps sec.
- Eviter de laisser les tubercules exposés au soleil et à la pluie.
- Assurer une bonne ventilation du magasin et une température basse.
- Fertilisation raisonnée, en tentant d'éviter les manques d'azote et les carences en Mg, Mn et S.
- Pulvérisations préventives par l'utilisation des fongicides.

Mais toujours, il faut contrôler les champs de la pomme de terre et quand on regarde des phénomènes anormaux sur la plante et rapidement on appelle des spécialistes pour identifier les problèmes et trouver les solutions optimales.

En se basant sur ces résultats, il est d'intérêt primordial de fixer les points suivants comme perspectives :

- L'utilisation d'autres denrées alimentaires infectées par les champignons pathogènes.
- L'activité d'antagonisme des souches de *Penicillium* isolées sur une gamme plus large de champignons phytopathogènes.
- L'utilisation d'autres tests d'antagonisme *in vivo*.

Références

Bibliographiques

- **Agrios, G.N. (2005).** Plant Pathology. 5 th ed. Elsevier Academic Press, USA UK.
- **Alexander, M. (1994).** Biodegradation and bioremediation. Academic press, New York. 302p.
- **Ameur, H. (2014).** Effet d'osmoprotecteurs naturels sur la restauration de croissance de *Streptomyces* et de plantes d'intérêt agricole sur sol salé ou aride. Thèse de doctorat en science microbiologique. Université Ferhat Abbas Sétif 1.
- **Anani B et Bentaleb S. (2016).** Production des protéases extracellulaire des moisissures du sol : effets de pH et de température. Mémoire du master. sciences de la nature et de la vie. Université des frères Mentouri. Constantine.
- **Anses (Agence nationale de sécurité sanitaire alimentation, environnement, travail). (2016).** Moisissures dans le bâti. Avis de l'Anses Rapport d'expertise collective. Edition scientifique. Maisons-Alfort.
- **Aouar Lamia, Sylvain Lerat, Ammar Ouffroukh, Abderrahmane Boulahrouf & Carole Beaulieu. (2012).** Taxonomic identification of rhizospheric actinobacteria isolated from Algerian semi- arid soil exhibiting antagonistic activities against plant fungal pathogens. « Canadian Journal of plant Pathology ». 165-176
- **Aydi, R., Hassine, M., Jabnoun-Khiarreddine, H., Ben jannet, H., & Daami-Remadi, M.** Valorisation des *Aspergillus* spp. Comme agents de lutte biologique contre *Pythium* et optimisation de leur pouvoir antagoniste in vitro et in vivo.
- **Ben amira, M. (2018).** Etude de la relation mycoparasitaires *Trichoderma harzianum* avec *Fusarium solani* chez l'Olivier ; caractérisations moléculaires et fonctionnelles des aquaporines chez *Trichoderma harzianum*. Génétiques des plantes. Université clermont Auvergne. Français. NNT : 2018 CLFAC009.
- **Benali, F. et Ouanane, K. (2019).** Etude d'antagonisme in vitro des souches de *Trichoderma* isolées du sol et des roches vis-à-vis des champignons phytopathogènes.
- **Benbrook C.M., Groth E., Halloran J.M., Hansen M.K. and Marquardt S. (2008).** Pest management at the crossroads, Consumers Union, Yonkers. 272.
- **Benhamou N. and Chet.L. (1996).** Parasitism of sclerotia of *Sclerotium rolfsii* by *Trichoderma harzianum* ultrastructural and cytochemical aspects of the interaction. Phytopathology 86, p. 405-416.

- **Bensmira, S. (2006).** Isolement et caractérisation de souches fongiques de milieux extrêmes (sol et sebkha de la région de Biskra) productrices de cellulase thermostable à intérêt industriel. Mémoire pour l'obtention de diplôme de magistère en Biochimie – Microbiologie appliquées. Université Mentouri-Constantine.
- **Blandeau, E. (2012).** Etat des lieux du potentiel anticancéreux de neuf champignons macroscopiques. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université Angers.
- **Bohm, M., Collen, B., Baillie, J.E.M., Bowles, P., Chanson, J., Cox, N., ... zug, G. (2013).** The conservation status of the world's reptiles. *Biological Conservation*, 157, 372-385.
- **Boiron, P. (1996).** Organisation et biologie des champignons. Edition Nathan. Paris.
- **Botton B, Breton A, Fevre M, Gauthier S, Guy PH, Larpent JP, Reymond P, Sanglier JJ, Vayssier Y et Veau P. (1990).** Moisissures utiles et nuisibles, importance industrielle. 2meEd. Masson. 426p.
- **Bouchet P H, Guignard J L, Villard J. (1999).** Les champignons, Mycologie fondamentale et appliquée. Ed. Masson : Paris. 194 p.
- **Bouchet, P., Guirgnard, J. L. et Pouchus, Y. V. (2005).** Les champignons mycologie fondamentale et appliquée. Masson Paris.
- **Bouchet, P.H., Guigard, J. L., Madulo Leblond, G. et Regli, P. (1989).** Mycologie générale et médicale Masson Paris p1-2-3-4-5.
- **Boudersa, S. et Lamraoui , K.(2014).** Etude de l'activité antagoniste des souches fongiques isolées à partir du sol de la forêt brûlé d'Oued Ziad. Thèse de Master en biologie. Université Constantine 1.
- **BOUFARES K. (2012).** Comportement de trois variétés de pommes de terre (Spunta, Désirée et Chubak) entre deux milieux de culture substrat et hydroponique, Thèse Magistère en Agronomie « Amélioration de la production végétale et biodiversité », Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen. P3, P5-6, P8, P10, P12, P77, P 108.
- **Boughedid, k. et Filali, M. (2015).** Isolement et identification des champignons antagonistes des champignons phytopathogènes de l'orge. Thèse de Master en biologie. Université des frères Mentouri Constantine.
- **C.I.P. (2008).** About potatoes. <<http://www.cipotato.org/potato>> (Accessed 20.04.2012).

- **Calvez, T. (2009).** Diversité et fonctions écologiques des champignons en écosystème hydrothermal marin profond. Interactions entre organismes. Université Rennes 1.Français.
- **CASTEGNARO M., PFOHL-LESZKOWICZ A. (2002).**Les mycotoxines : contaminants omniprésents dans l'alimentation animale et humaine, dans la sécurité alimentaire du consommateur, Lavoisier, Tec&Doc.
- **Chabasse, D.(2008).** Classification des champignons d'intérêt médicale ency med, chir (Edition, scientifiques et médicales elsevier SAS, Paris) maladie infectieuse 8-088-B-10-9p.
- **Chabasse, D., Guiguen, C. L. et Audonneau, C. N.(1999).** Mycologie médicale Masson Paris p22.
- **Chermette R., Bussieras J. (1993).** Parasitologie vétérinaire. Mycologie, Edité par le Service de Parasitologie de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Maisons-Alfort.
- **Cook R.J. (2014).** Making greater use of introduced microorganisms for biological control of plant pathogens. *Annu. Rev. Phytopathol.* 31, p. 53–80.
- **Corbaz, R. (1990).** Principe de phytopathogènes et de lutte contre les maladies des plantes. Presse polytechniques et universitaires romandes. D'actinomycètes antagonistes aux champignons phytopathogènes. Canada, pp56.
- **Daami-Remadi, M. el Mahjoub. (2001).** Lutte biologique contre la pourriture aqueuse des tubercules de pomme de terre par *Trichoderma harzianum*. *Ann. L'INRAT* 74, p.167-186.
- **Dantigny, P., Tchobanov, I., Bensoussan, M. et Zwietering, M. (2005).** Modelling the effect of ethanol vapor on germination time of *penicillium chrysogenum*. *Journal of Food Protection*.
- **Defrense, O. (2018).** Identification des champignons d'importance médicale. Stage de laboratoire .Institut national de santé publique Québec.
- **Delaplace P, Fauconnier ML et du Jardin P. (2008).** Méthodes de mesure de l'âge physiologique des tubercules semences de pomme de terre (*Solanum tuberosum L.*). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 12(2), 171-184.
- **Dendouga, W. (2006).** Isolement et identification de moisissures productrices de protéases à partir de milieux extrêmes. Extraction et étude des propriétés de la protéase produite. Diplôme de Magister. Université de Mentouri, Constantine, Algérie.

- **Diguta, C.F. (2010).** Ecologie des moisissures présentes sur les baies de raisin. Alimentation et Nutrition. Université de Bourgogne. Français. DOI : 10.1186/s12866-018-1244-2.
- **Dominique M. (2010).** Les productions légumières. 3^{éd.} Educagri, France, p.p. 93-98.
- **Esther M. F., Lucas M., Abreu Ludwig H. , Pfenning J A., Philippe P. (2009).** Novel antimicrobial secondary metabolites from a *Penicillium* sp. Isolated from Brazilian cerrado soil Electronic Journal of Biotechnology ISSN: 0717-3458 Vol.12 No.4
- **FAO. (2008).** Food and Agriculture Organization.
- **FAO.(2014).** Food and Agriculture Organization.
- **FAO. (2018).** Food and Agriculture Organization.
- **FAO.STAT. (2007).** Food and Agriculture Organization .Statistiques mondiale de pomme de terre.
- **FAO.STAT. (2018).** Food and Agriculture Organization .Statistiques mondiale de pomme de terre.
- **Faurie, C., Ferra, Medori, P., Dévaux, J .et Hemptienne, J.L. (2003).** Ecologie Approche scientifique et pratique. 5^{éd.} Lavoisier.450p.
- **Fernandes, B. (2005).** Lutte biologique.PHM% Revue horticole, 465, pp.31.
- **Ferry, (2005).** Production et commercialisation de la datte dans le monde. Situation et perspectives. Symposium international sur le développement agricole durable des systèmes oasiens 08-10mars 2005, erfoud, maroc, inram.
- **Fiche produit pomme de terre Algérienne. (2013).** Direction Analyse des produits ALGEX, Ed : Ministère du commerce « Agence national de développement et de l'investissement », p1-2, p5, p10, p12.
- **Florent. J. (1993).** Microbiologie industrielle, Les microorganisme d'intérêt industriels. Ed. Lavoisier Tec et Doc.612p
- **GAMS W & NIRENBERG H.I. (1989).** A contribution to the genetic definition Fusarium. Mycotaxon 35:407-416.
- **Gauthier, A. (2015).** Les mycotoxines dans l'alimentation et leur incidence sur la santé. Thèse de doctorat. Université de Bordeaux U.F.R. Des Science Pharmaceutiques.
- **Gerhardson B. (2002).** Biological substitutes for pesticides. Trends in Biotechnology.20. (8) : 338-343.

- **Ghorri S. (2015).** Isolement des microorganismes possédant une activité anti-*Fusarium*. Thèse présentée pour l'obtention du Diplôme de Doctorat En Bioprocédés et Biotechnologies, Applications Mycologiques. Université frères Mentouri-Constantine.
- **Grigoriu, D. et Delacretaz, B. D.(1984).** Traité de Mycology Medicale Doin editeurs Paris edition Payot Lausanne suisse p 21.
- **Harjunpaa V., Teleman A., Koivula A., Ruohonen L., Teeri T T., Teleman O., Harrigan W.F. & McCance M.E.(1996).** Laboratory methods in food and dairy microbiology. Academic press. London. P. 21-277.
- **Harris, A. W., Young, J. W., Bowell, E., Martin, L. J., Millis, R. L., Poutanen, M., ... & Zeigler, K. W . (1989).** Photoelectric observations of asteroids 3, 24, 60, 261, and 863. *Icarus*, 77(1), 171-186.
- **Hawksworth, D. L., Sutton, B.C. et Ainsworth, G. C. (1995).** Ainswoeth and Bisby's dictionary of the fungi. Commonwealth Mycological Institute, Kew.
- **Hennequin C., Lavarde V. (1998).** Infections à *Penicillium*, *Encycl. Med. Chir.* (Elsevier, Paris) Maladies Infectieuses 8-580-A-10.
- **HOCQUETTE A., GRONDIN M., BERTOUT S et MALLIE M. (2005).** Les champignons des genres *Acremonium*, *Beauveria*, *Chrysosporium*, *Fusarium*, *Onychocola*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Scedosporium* et *Scopulariopsis* responsables de hyalohyphomycoses *Acremonium*, *Beauveria*, *Chrysosporium*, *Fusarium*, *Onychocola*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Scedosporium* and *Scopulariopsis* fungi responsible for hyalohyphomycosis. *Journal de Mycologie Médicale*. 15 136–149.
- **Howard F.Schawrtz/ Wikimedia.org.**
- **Howell CR. (2003).** Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts. *Plant Dis.* 87, p.4–10.
- **Jarai G. et Buxton F. (1994).** Nitrogen, carbon and pH regulation of extracellular acidic protease of *Aspergillus niger*. *Current Genetics*. 26: 238-244
- **Jesu, A. (1998).** Isolement, identification physiologie des champignons thermophile en vue de la production de Lipases par fermentation en milieu solide.
- **Jim Deacon. (2005).** « Chapter 14 : Fungi as plant pathogens », Blackwell Publishing (consulté le 25 mars 2014)

- **Kechid M. (2005).** Physiologie et biotechnologie de la microtubérisation de la pomme de terre *Solanum tuberosum.L.* Thèse de Magister en biotechnologie végétale. Université Mentouri de constantine, département des sciences de la nature et de la vie, Constantine, 158p.
- **Kirk, P.M., Cannon, P.F., Minto, D.W.et Stalpert, J.A. (2008).** Dictionary of the fungi. 10th Edition. CAB international, Wallingford, UK.LUTTE
- **Know-chung, K. J. ET Bennet, J. E.(1992).** Medical mycology. Lea and Febiger, Philadelphia.
- **Kouassi, M. (2001).** La lutte biologique : une alternative viable à l'utilisation des pesticides. Vertig O-la revue en science de l'environnement sur le web, Vol 2 No2.
- **Kourta, M.et Chouane, F.(2019).** Identification des champignons phytopathogènes de l'oranger *citrus sinensis* associés aux attaques de la mouche des fruits *Ciratitis capitata* en vue d'une lutte biologique par *Bacillus* dans la région de Lakhdaria. Thèse de master en biologie. Université Akli Mohand Oulhadj- Bouira.
- **Lacellier, A. (2013).** Caractérisation et identification des champignons filamenteux par spectroscopie vibrationnelle, Thèse de doctorat. Biologie-biophysique. Université de REIMS CHAMPAGNE-ARDENNE école doctorale science technologie santé.
- **Larousse agricole. (2002).** Larousse Agricole. Ed. Larousse, Paris, P498-501.
- **Larpent, J.P. et Larpent, G.M. (1997).**Mémoire technique de microbiologie. 3^{ème} édition, technique et documentaire Lavoisier, Paris. PP : 217-240.
- **Lepoivre P. (2003).** Phytopathologie.1st Edition, De Boeck, Bruxelles (Belgium), pp111-159.
- **Leslie J.F. & Summerell B.A. (2006).** The Fusarium Laboratory Manual. Blackwell Publishing Professional, Ames, Iowa, USA.
- **Loquin, M. (1984).** Mycologie générale et structurale. Bd. Masson P.551.
- **Maladies et ravageurs pris en compte dans le cadre du contrôle officiel des plants de pomme de terre. (2006).** Fiches descriptives des maladies et ravageurs de la pomme de terre, FNPPPT (Fédération national des producteurs de plants de pomme de terre) p1-3, p5, p13-14, p17-19, p24, p27, p29, p33-35.
- **Mebarki, L. (2016).** Recherche d'activité biologique de molécules végétales pour la lutte contre *Fusarium oxysporum f.sp.* Albedinis. Thèse de doctorat en sciences en

biotechnologie. Université des sciences et de la technologie d'Oran Mohamed Boudiaf.

- **Minh Tri, N. (2007).** Identification des espèces de moisissures, potentiellement productrices de mycotoxines dans le riz commercialisé dans cinq provinces de la région centrale du Vietnam étude des conditions pouvant réduire la production des mycotoxines. Doctorat, institut national polytechnique de Toulouse. France.
- **Nakajima, T. (2010).** Fungicides application against Fusarium head blight in wheat and barley for ensuring food safety. DOI: 10.5772/130.
- **Oswald T. (2010).** Hommage à la pomme de terre. Filière nutrition et diététique. Haute, école de santé Genève, Suisse. 11p.
- **Ourari, A. (2017).** Contribution à l'étude comparative des activités antibactériennes des deux extraits bruts (antibiotique et l'huile) synthétisés par *Penicillium sp* isolés des sols des zones Abd-El- Malek- Ramden et de Hassi Mamèche (Mostaganem). Thèse de Master en biologie. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.
- **Parry, D. W., Jenkinson, P. and Mcleod, L. (1995).** Fusarium ear blight (scab) in small grain cereals. Plant Pathol.44, 207–238.
- **Pitt, I.I. (1979).** The Genus *Penicillium* and its Teleomorphic States *Eupenicillium* and *Talaromyces*. pp. 4, 16-23. Academic Press, London.
- **Pitt, J.I. (2000).** Toxigenic fungi and mycotoxins, Br.Med.Bull. 56(1), 184-192.
- **Prapagdee B., Kuekulvong C. and Mongkolsuk S. (2008).** Antifungal potential of extracellular metabolite produced by *Streptomyces hygroscopicus* against phytopathogenic fungi. Int. J. Biol. Sci. 4, 330-337.
- **Quatreous, N. (2011).** Aspergillose humaine épidémiologie, diagnostic biologique, contrôle. Thèse de doctorats en pharmacie, Université de Limoges.
- **Raper, K. B. and Thorn, C. (1968).** *Gliocladium*, *Paecilomyces* and *Scopulariopsis*, In "A Manual of the *Penicillia*", P. 688.
- **Raven, P. H., Evert, R. F. et Eichhorn. (2007).** Biologie végétale. Boeck université édition p261-286.
- **Ripert, C. (2013).** Mycologie médicale. Lavoisier Tec and Dec. Paris.690 p.
- **Roquebert M.F. (1998).** Taxonomie des moisissures ; Méthodes de culture et techniques d'observation ; Identification", in "Moisissures des aliments peu hydratés", Ed. Tec & Doc, 39-95
- **Rousselle P., Robert Y., Crosnier J.C. (1996).** La pomme de terre, INRA Paris.

- **Rouviere M. (2002).** Ochratoxine A : Nature, origine et toxicité. Thèse de Doctorat. Sciences vétérinaires. Université Paul Sabatier. Toulouse.
- **Saguez J. (2007).** Dérégulation des activités chitinasés : vers de nouvelles perspectives de lutte contre les aphides. Thèse de Doctorat en science et santé. Université de Picardie, Faculté des sciences, Jule Verne. 119p.
- **SCHUSTER E., DUNN-COLEMAN N., FRISVAD J C., VAN DIJCK P. W. M. (2002).** On the safety of *Aspergillus niger* – a review. Appl Microbiol Biotechnol 59,426–435
- **Soufiane B. (1998).** Isolement à partir de la rhizosphère des conifères de Bactéries et d'actinomycètes antagonistes aux champignons phytopathogènes. Canada, pp56.
- **Stephen R., Decker William S., Adney Jennings E., Vzant T B.,Himmel M E. (2003).** Automated Filter Paper Assay for Determination of Cellulase Activity-Applied Biochemistry and Biotechnology, Volume 107, Issue 1.3, p: 689-704.
- **Tabuc C. (2007).** Incidence of *Fusarium* species and of their toxins in the compound feeds for poultry. In *International Scientificsymposium "Performances and competitiveness in animal production* (pp.26-27).
- **Tabuc, C. (2007).** Flore fongique de différents substrats et conditions optimales de production des mycotoxines. Thèse de docteur de l'institut national polytechnique de Toulouse et de l'université de Bucarest. Thèse présentée à l'université de Montpellier science et techniques du Languedoc pour obtenir le diplôme de doctorat.
- **Tabuc, C. (2007).** Flore fongique de différents substrats et conditions optimales de productions des mycotoxines. UPSP de mycotoxicologie : Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Laboratoire Biologie Animale, IBNA Balotesti.
- **Tachenon, A.(1999).** La science des champignons. <http://www.Tachenon.com>.
- **Toussaint, V. (1996).** Caractérisation d'un antibiotique produit par la souche d'actinomycète EF-76 antagoniste à Phytophthora Fragariaevar. Rubicausant le pourridié des racines du framboisier. Mémoire de Maitrisées science. Université de Shebrooke, Québec, Canada.
- **ToussaintV. (2007).** Caractérisation d'un antibiotique produit par la souche d'actinomycète EF-76antagoniste à Phytophthora Fragariaevar. rubicausant le pourridié des racines du framboisier. Mémoire de Maitrise dès science. Université de Sherbrooke, Québec, Canada

- **Tria S. (2011).** Influence des fréquences d'arrosage sur le comportement de la pomme de terre dans la région du Souf. Mémoire d'ingénierie. Université d'Ouargla. 78p
- **Tschen, J.S.M. et Kuo, W.L. (1985).** Antibiotic inhibition and control of *Rhizoctonia solani* by *Bacillus subtilis*. *Chih wu pao hu hsueh hui kan=plant protection bulletin*.
- **Visagie C M, Houbraken J., Frisvad J C., Hongs B., Klaassen C H W., Perrone G., Seifert K A., Varga J., Yaguchi T and Samson R A. (2014).** Identification and nomenclature of the genus *Penicillium* STUDIES IN MYCOLOGY 78. 343–371.
- **Xavier, P. (2013).** Le mode d'action de pénicilline. Université de Genève.
- **Yekhlef, S. (2014).** Suivi des maladies fongiques de pomme de terre *Solanum tuberosum L* dans la région d'EL-Oued. Thèse de master en biologie. Université Kasdi Merbah Ouargla.
- **Zerbita, I. et Ferragji, A. (2017).** Comparaison entre l'effet fongicide de *Trichoderma harzianum* et celui de fongicide chimique. Thèse de master en biologie. Université des frères Mentouri Constantine.

Annexes

Composition du milieu

Milieu PDA : Potato Dextrose Agar

Poudre 21g

Eau distillée 500 ml

Acide lactique 1 ml

Milieu MEA : Malt Extract Agar

Poudre 6,8g

Eau distillée 200 ml

Mode d'emploi :

Préparation de milieu PDA :

Préparé 21g de poudre PDA dans 500 ml d'eau distillée, chauffer et bien mélanger avec l'agitation, les milieux étaient stérilisés dans une cocotte pendant 20min pour éviter la contamination bactérienne, le milieu PDA est acidifié en lui ajoutant 1ml d'acide lactique par un flacon.

Préparation de milieu MEA :

Préparé 6,8g de poudre PDA dans 200 ml d'eau distillée, chauffer et bien mélanger avec l'agitation, les milieux étaient stérilisés dans une cocotte pendant 20min pour éviter la contamination bactérienne.

الملخص

إن هذه الدراسة قد تمت في إطار مكافحة البيولوجية ضد الفطريات المسببة لأمراض النبات من نوع *sp Fusarium Aspergillus niger*. تم عزل سلالة من جنس *Penicillium sp* من تربة مغارة "عين فزة" من طرف "عمر مجاجي و طاري خالد" (ماستر). أعطت العينات نتائج مشجعة فيما يتعلق بالتنوع البيولوجي للفطريات. تم عزل العينات على وسطين PDA و MEA التي يسمح لنا بتحديد عينا و مجهريا سمح لنا بالتعرف على جنسين (*Fusarium* و *Aspergillus niger*). هناك 7 مستعمرات بنية فاتحة و 2 مستعمرة سوداء على وسط PDA و 23 مستعمرة بيضاء على وسط MEA. في ما يخص المضاد الفطري، قمنا بعرض الأعمال السابقة و الخاصة بدراسة المضاد الفطري *Aspergillus spp* ضد *Pythium sp* في الجسم الحي (البطاطس). ان *Pythium sp* هو عامل متعفن في درنات البطاطس، وبالاستناد على هذا العمل توصلنا الى نتائج مشجعة تتمثل في فعالية أفضلتم الحصول عليها عندما تم تطبيق المضادات بشكل وقائي (24 ساعة قبل التلقيح)، مع تقليل القطر الخارجي للعفن بنحو 58 الى 74% مقارنة بـ 12 إلى 44% فقط في حالة التطبيق المتزامن مع *Pythium sp* والعزلات MC8 و CH2 من *A. terreus* و CH4 و CH8 من *Aspergillus sp* و CH1 و CH12 من *A. niger*. وبالمثل، تم تطبيق هذه العزلات كإجراء وقائي، حيث تبين أنها أكثر نشاطاً من خلال تقليل متوسط اختراق العامل الممرض من 63 إلى 86% مقابل 19 إلى 61% في التطبيق المتزامن .

الكلمات المفتاحية :

Penicillium sp ; Fusarium sp ; Aspergillus niger ; Aspergillus spp, Phytiumsp; المضاد الفطري; مكافحة البيولوجية.

Résumé

La présente étude a été effectuée dans le but de lutter contre les champignons phytopathogènes « *Fusarium sp* et *Aspergillus niger* ».

La lutte biologique contre ces champignons a été mise en évidence en utilisant des souches de genre *Penicillium* isolés par Medjadji Omar et Tari Khaled (Master) à partir du sol des grottes d'Ain Fezza.

Les échantillons ont donné des résultats encourageants concernant la biodiversité des champignons. Les échantillons ont été isolés sur deux milieux PDA et MEA dont l'identification macroscopique et microscopique nous a permis de les attacher à 2 genres (*Fusarium* et *Aspergillus niger*). Il y a 7 colonies de couleur marron clair et 2 colonies de couleur noir sur le milieu PDA et 23 colonies de couleur blanche sur le milieu MEA.

Pour les essais d'antagonisme *in vivo*, nous nous sommes référés à des travaux antérieurs, en particulier une étude portant sur l'antagonisme d'*Aspergillus spp*. vis-à-vis de *Pythium spp*.

Pythium sp est un agent de pourriture des tubercules de pomme de terre. D'après ce travail qui détermine qu'il y a une efficacité meilleure obtenue lorsque les agents antagonistes ont été appliqués en préventif (24 heures avant l'inoculation), avec une réduction du diamètre externe de la pourriture d'environ 58 à 74% contre seulement 12 à 44% en cas d'application simultanée avec *Pythium sp* et pour les isolats MC8 et CH2 d'*A. terreus*, CH4 et CH8 d'*Aspergillus sp*, CH1 et CH12 d'*A. niger*. De même, appliqués en préventif, ces isolats se sont montrés plus actifs en réduisant la pénétration moyenne du pathogène de 63 à 86% contre 19 à 61% en application simultanée.

Mots clés: *Penicillium sp; Fusarium sp; Aspergillus niger; Aspergillus spp; Phytiumsp*; lutte biologique; antagoniste.

Abstract

This study was conducted to control the plant pathogenic fungi *Fusarium sp* and *Aspergillus niger*.

The biological control of these fungi was demonstrated using strains of *Penicillium* genus isolated by Medjadji Omar and Tari Khaled (Master) from the soil of the caves of Ain Fezza. The samples gave encouraging results concerning the biodiversity of the fungi.

The samples gave encouraging results concerning the biodiversity of fungi. The samples were isolated on two PDA and MEA media whose macroscopic and microscopic identification allowed us to attach them to 2 genera (*Fusarium* and *Aspergillus niger*). There are 7 light brown and 2 black colonies on the PDA medium and 23 white colonies on the MEA medium.

For *in vivo* antagonism trials, we referred to previous work, in particular a study on antagonism *Aspergillus spp* against *Pythium sp* *in vivo*.

Pythium sp is a rotting agent for potato tubers. According to this work who determines that better efficacy has been achieved when the antagonistic agent were applied as a preventive measure (24 hours before inoculation), with a reduction in the external diameter of the rot of approximately 58 to 74% against only 12 to 44% in the case of simultaneous application with *Pythium sp* and for the isolates MC8 and CH2 of *Aspergillus terreus*, CH4 and CH8 of *Aspergillus sp*, CH12 of *Aspergillus niger*. Similarly, applied as a preventive measure, these isolates were more active by reducing the average penetration of the pathogen from 63 to 86% against 19 to 61% in simultaneous application.

Keywords: *Penicillium sp; Fusarium sp; Aspergillus niger; Aspergillus spp; Phytiumsp* ; biological control; antagonist.

