



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine 1  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : MICROBIOLOGIE

قسم :. الميكروبيولوجيا

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Mycologie et Biotechnologie Fongique (MBF)

Intitulé :

---

## **Identification des espèces phytopathogènes appartenant au genre *Fusarium***

---

Présenté et soutenu par :

Le :08/09/2019

M<sup>lle</sup> BOUTABA Amira

M<sup>lle</sup> CHAOUICHE Khadidja

Jury d'évaluation :

Présidente du jury : M<sup>lle</sup> ABDELAZIZ Ouided (M.C.B - UFM Constantine I).

Rapporteuse : M<sup>lle</sup> MERIANE Ilhem (M.A.A - UFM Constantine I).

Examinatrice: M<sup>me</sup> MERGOUD Lilia (M.A.A - UFM Constantine I).

*Année universitaire*

2018 - 2019

## Remerciements

Avant tous, on remercie ALLAH le tout puissant de nous avoir aidées à surmonter toutes les difficultés lors de la réalisation de ce modeste travail.

On remercie vivement notre encadreur M<sup>elle</sup> MERIANE Ilhem, M.A.A .UFM Constantine I, d'avoir accepté d'encadrer ce travail.

Nos remerciements vont également aux membres du jury, pour l'évaluation de ce travail. Qu'elles trouvent ici, notre reconnaissance la plus sincère.

Á Mlle ABDELAZIZ Ouided, M.C.B.UFM Constantine I, qui nous avoir fait l'honneur d'accepter de présider ce jury.

Á Mme MERGOUD Lilia, M.A.A .UFM Constantine I, qui nous a fait l'honneur d'accepter d'examiner notre travail.

Merci infiniment à tout les enseignants du Département de Microbiologie ; ainsi qu'aux ingénieurs des laboratoires : 09 et de Microbiologie.

Merci

# Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail :*

*Aux deux personnes, les plus chers au monde que je ne  
remercierais jamais assez : leur aide, encouragements,  
Soutien, sacrifices et leur patience pendant toute ma vie*

*À mes chers parents : Abdelmadjid et Leila*

*À ma chère sœur : Fatima Zohra pour la confiance et  
l'espoir qu'elle a mis en moi. elle m'a toujours réconfortée  
et poussée en avant.*

*Mes chers frères : Larbi , Khaled et Mohammed Nadir,  
Que ce travail soit pour eux un exemple de persévérance de  
ma part.*

*Khadidja*

## Dédicaces

*À mes chers parents Salim et Fatima, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.*

*À mes chers frères Wassim et Theb pour leur appui et leur encouragement.*

*Mon mari Abdassalem pour ses sacrifices, son soutien moral et matériel, sa gentillesse, son profond attachement qui m'ont permis de réussir mes études.*

*Mon oncle Kaabouche Sami*

*Pour son soutien moral au cours de ma carrière universitaire.*

*Je remercie également toutes mes chères amies et collègues*

*À Mes enseignants qui m'ont éclairée à la route du savoir et aux ingénieurs de laboratoires de Microbiologie et du laboratoire 9 qui ont contribué à la réalisation de ce modeste travail.*

*Amira*

## Table des matières

Remerciement

Dédicace

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction.....1

### Revue bibliographique

1. Généralités sur le genre *Fusarium* .....2

2. Évolution taxonomique et classification récente.....2

3. Fusariose et mécanisme d'invasion des plantes.....3

4. Pouvoir pathogène et potentiel toxinogène.....3

5. Principales espèces phytopathogènes du genre *Fusarium*.....5

5.1. *Fusarium oxysporum*.....5

5.2. *Fusarium solani* .....6

5.3. *Fusarium proliferatum*.....7

5.4. *Fusarium graminearum*.....8

5.5. *Fusarium nivale*.....9

**6. Mécanisme de résistance et de défense des plantes .....10**

**Matériel et méthodes**

**1- Matériel biologique utilisés .....11**

**2-Purification et conservation des espèces phytopathogènes appartenant au genre *Fusarium*.....12**

**3-Identification des espèces phytopathogènes appartenant au genre *Fusarium*.....12**

**3.1-Étude macroscopique.....12**

**3.2-Étude microscopique.....13**

**Résultats et discussion**

**1/ Identification des espèces phytopathogènes appartenant au genre *Fusarium* .....16**

**1.1 Étude macroscopique.....16**

**1.2 Étude microscopique.....44**

**Conclusion et perspectives.....56**

**Références bibliographiques.....58**

**Annexe**

**Résumés**

## Liste des abréviations

**%**      pourcentage

**PDA**    Potato-Dextrose-Agar

**CZ**      Czapek Yeast Agar

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1:</b> Classification du genre <i>Fusarium</i> .....	03
<b>Tableau 2 :</b> Exemples d'espèces de <i>Fusarium</i> phytopathogènes .....	04
<b>Tableau 3:</b> Clé d'identification des espèces appartenant au genre <i>Fusarium</i> selon Pitt et Hocking , 2009.....	14
<b>Tableau 4:</b> Description macroscopique du contrôle réalisé sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3 <sup>ème</sup> , 5 <sup>ème</sup> , 7 <sup>ème</sup> et 12 <sup>ème</sup> jours d'incubation .....	16
<b>Tableau 5:</b> Description macroscopique de la souche (S1) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3 <sup>ème</sup> , 5 <sup>ème</sup> , 7 <sup>ème</sup> et 12 <sup>ème</sup> jours d'incubation .....	20
<b>Tableau 6 :</b> Description macroscopique de la souche (S2) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3 <sup>ème</sup> , 5 <sup>ème</sup> , 7 <sup>ème</sup> et 12 <sup>ème</sup> jours d'incubation .....	24
<b>Tableau 7 :</b> Description macroscopique de la souche (S3) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3 <sup>ème</sup> , 5 <sup>ème</sup> , 7 <sup>ème</sup> et 12 <sup>ème</sup> jours d'incubation .....	28
<b>Tableau 8 :</b> Description macroscopique de la souche (S4) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3 <sup>ème</sup> , 5 <sup>ème</sup> , 7 <sup>ème</sup> et 12 <sup>ème</sup> jours d'incubation .....	32
<b>Tableau 9 :</b> Description macroscopique de la souche (S5) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3 <sup>ème</sup> , 5 <sup>ème</sup> , 7 <sup>ème</sup> et 12 <sup>ème</sup> jours d'incubation .....	37
<b>Tableau 10:</b> Description macroscopique de la souche (S6) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3 <sup>ème</sup> , 5 <sup>ème</sup> , 7 <sup>ème</sup> et 12 <sup>ème</sup> jours d'incubation .....	40
<b>Tableau 11:</b> Description microscopique de la souche S1 de <i>Fusarium</i> cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck.....	44
<b>Tableau 12:</b> Description microscopique de la souche S2 de <i>Fusarium</i> cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck.....	45
<b>Tableau 13:</b> Description microscopique de la souche S3 de <i>Fusarium</i> cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck.....	46
<b>Tableau 14:</b> Description microscopique de la souche S4 de <i>Fusarium</i> cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck.....	48

<b>Tableau 15:</b> Description microscopique de la souche S5 de <i>Fusarium</i> cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck.....	50
<b>Tableau 16:</b> Description microscopique de la souche S6 de <i>Fusarium</i> cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck .....	51

## Liste des figures

<b>Figure 01 :</b> <i>Fusarium oxysporium</i> en milieu PDA (Summerell <i>et al</i> ,2003).....	05
<b>Figure 02 :</b> Observation microscopique de l' espèce <i>Fusarium oxysporium</i> .....	05
(Sciortino, 2017).	
<b>Figure 03 :</b> <i>Fusarium oxysporium</i> en milieu PDA ( Sciortino,2017).....	07
<b>Figure 04 :</b> observation microscopique de l'espèce <i>Fusarium solani</i> en milieu PDA ( Sciortino,2017).....	07
<b>Figure 05 :</b> <i>Fusarium proliferatum</i> en milieu PDA (Pitt et Hocking ,2009).....	08
<b>Figure 06 :</b> Observation microscopique de l'espèce <i>Fusarium proliferatum</i> (Pitt et Hocking ,2009).....	08
<b>Figure 07 :</b> <i>Fusarium roseum</i> en milieu PDA ( Sciortino, 2017).....	09
<b>Figure 08 :</b> Observation microscopique de l'espèce <i>Fusarium roseum</i> ( Sciortino, 2017).....	10
<b>Figure 09:</b> Répartition des espèces du genre <i>Fusarium</i> selon l'abondance.....	52

# **Introduction**

## Introduction

---

Le terme de phytopathologie désigne les troubles et les maladies de la plante causés par l'action d'êtres vivants végétaux (maladies parasitaire), de virus (viroses), d'agents externes (maladies non parasitaires) ou ceux résultant d'un défaut de fonctionnement de la plante elle-même (désordres physiologiques) (**Huguenin, 1966**).

Les champignons phytopathogènes sont des champignons parasites qui provoquent des maladies chez des plantes variées . Ils appartiennent aux différents règnes fongiques (**Deacon, 2005**). Ces champignons sont capables d'infecter n'importe quel tissu végétal à n'importe quel stade de croissance de la plante, en suivant un cycle biologique complexe qui peut comporter des stades de reproduction sexuée ou asexuée (**Garrido et al., 2012**). Pour coloniser ces plantes et provoquer diverses maladies, ces champignons utilisent diverses stratégies. Certains , par exemple, tuent leurs hôtes et se nourrissent de matériel mort (nécrotrophes) tandis que d'autres colonisent le tissu vivant (biotrophes) (**Doehlemann et al., 2017**).

La propriété des champignons phytopathogènes est leur capacité de s'adapter très rapidement à des modifications de leur environnement, ce qui rend difficile de trouver un moyen de lutte efficace contre eux (**Andanson, 2010**).

*Fusarium* est l'un des genres les plus agressifs et les plus pathogènes, il attaque des plantes variées causant ainsi une maladie grave connue sous le nom de fusariose (**Kra et al., 2011 ; Bashyal et al., 2016**).

Des travaux récents menés en Algérie ont démontré l'incrimination de plusieurs espèces dans la fusariose qui touchait nombreuses espèces végétales cultivées comme *Fusarium oxysporum* (tomate) (**Smahi, 2008**) , *Fusarium solani* , *Fusarium oxysporum* et *Fusarium verticilloides* (palmier, blé , maïs , haricot , olivier) (**Ghorri, 2015**) , *Fusarium solani* (lentille) (**Almi, 2016**).

Dans la même optique, nous avons cherché à identifier quelques souches de *Fusarium* phytopathogènes.

La première partie de ce travail comprend l'historique, la taxonomie, l'écologie du genre *Fusarium* ainsi que son importance en phytopathologie.

La seconde partie s'intéresse à l'identification morphologique de quelques souches de *Fusarium* par un examen macroscopique et microscopique.

Les résultats obtenus sont comparés et discutés dans la troisième partie.

Enfin, la dernière partie concernera la conclusion finale et soulignera les perspectives de ce travail.

# **Revue bibliographique**

### 1. Généralités sur le genre *Fusarium*

Les espèces de *Fusarium* sont des champignons filamenteux cosmopolites, comprenant des pathogènes opportunistes infectant les plantes du monde entier, mais pouvant également se développer en tant que saprophytes dans diverses zones climatiques (Stępień *et al.*, 2019). On distingue près de 40 espèces largement répandues dans la nature. Certaines sont phytopathogènes et capables de produire de dangereuses toxines contaminant les denrées alimentaires et provoquant ainsi des maladies graves chez les animaux (et parfois chez l'homme) qui les consomment (mycotoxicoses) comme *F. graminearum* (Chabasse *et al.*, 2002 ; Stępień *et al.*, 2019). Elles sont aussi largement répandues dans le sol, en particulier le sol cultivé, et sont actives dans la décomposition de matières végétales celluloseuses. Elles sont une des principales causes de pourriture des fruits et des légumes et sont généralement associées aux céréales et aux légumineuses, qu'elles envahissent généralement avant la récolte comme *F. oxysporum* et *F. solani* (Pitt *et al.* 2009 ; Stępień *et al.*, 2019).

### 2. Évolution taxonomique et classification récente

Le genre *Fusarium* a été décrit pour la première fois en 1809 par Link. Au cours des 100 années suivantes, plus de 1000 espèces ont été décrites. Les premiers travaux majeurs dans la classification du genre *Fusarium* ont été entrepris par Wollenweber et Reinking dans les années 1930 et leur publication ; en 1935 ; a été le point de départ des systèmes taxonomiques modernes de *Fusarium*. Dans cette publication, ils ont organisé le genre en 65 espèces avec 55 variétés et 22 formes sous-spécifiques en 16 sections. Entre les années 1940 et 1950, Snyder et Hansen ont réduit le nombre d'espèces à neuf seulement. Leur système a simplifié l'identification mais il a regroupé ensemble de nombreux génotypes de phénotypes très variables. Au cours des décennies suivantes, plusieurs chercheurs ont publié d'autres systèmes taxonomiques soit en apportant des modifications au système de Snyder et Hansen, soit en créant un système hybride entre les deux systèmes précédents ; notamment Gordon, qui a publié une série d'articles sur *Fusarium spp.* au Canada dans lesquelles il a décrit 26 espèces, en utilisant des concepts de Wollenweber et Reinking et de Snyder et Hansen. Ou Booth qui a divisé le genre en 44 espèces dans une publication nommée «The Genus *Fusarium*» ; en 1971 ; en suivant les concepts de Wollenweber et Reinking (Munkvold, 2017).

**Tableau 1:** Classification du genre *Fusarium* (O'Donnell *et al.*, 2015).

Phylum	Ascomycota
Classe	Pezizomycotina
Ordre	Hypocreales
Famille	Nectriaceae
Genre	<i>Fusarium</i>

### 3. Fusariose et mécanisme d'invasion des plantes.

La fusariose est une maladie causée par les espèces appartenant au genre *Fusarium* qui vivent généralement dans le sol sous forme de mycélium, de périthèces dans les débris infectés et de chlamydospores (qui peuvent persister jusqu'à quatre ans) puis attaquent de nombreuses plantes (Caron, 1993). Ces agents pathogènes infectent les plantes via les racines qu'elles pénètrent directement ou par des blessures d'origine mécanique ou biologique. L'infection commence généralement à partir du sol, touche d'abord les racines et/ou le collet, et peut par la suite, remonter jusqu'aux autres organes telles les tiges et les feuilles, ce qui provoque des modifications du métabolisme des cellules hôtes, la destruction des tissus et, éventuellement, le développement de nombreuses maladies. Une fois, l'agent pathogène forme son mycélium sur la plante infectée et libère ses conidies, ces dernières peuvent être transportées par le vent et/ou la pluie jusqu'à atteindre toute la partie de la plante (Jeunot, 2005 ; Nasraoui, 2008 ; Stepien *et al.*, 2019). Les conditions optimales pour le développement de la fusariose dépendent des espèces du *Fusarium*, mais souvent une humidité faible et une température autour de 20°C sont des conditions favorables pour l'apparition de la maladie (Nasraoui, 2008).

### 4. Pouvoir pathogène et potentiel toxigène

De nombreuses espèces de *Fusarium* sont saprophytes mais peuvent être des parasites ou des agents pathogènes de plantes en infectant les fruits, légumes, les céréales et les semences telles que *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *F. proliferatum*...etc (tableau 1) (Aoki *et al.*, 2014 ; Askun, 2018). Certaines espèces telles que *Fusarium graminearum*, *F. culmorum* et *F. equiseti* peuvent produire plusieurs types de toxines dont les plus connues sont la zéaralénone, la fumonisine, la moniliformine et les trichothécènes (toxine T-2 / HT-2, déoxynivalénol, diacétoxyscirpénol, nivalénol) (Gallotti et Frey, 2006 ; Babadoost, 2018).

; Jimenez-Garcia *et al.*, 2018). Ces mycotoxines contaminent préférentiellement les céréales comme le maïs, l'orge, le riz, le blé et l'avoine. La contamination peut survenir avant la récolte lorsque la plante cultivée est en pleine croissance ou après la récolte pendant la transformation. Le stockage des céréales à des températures supérieures à 37 ° C augmente l'humidité ce qui favorise la croissance de moisissures et la sécrétion des mycotoxines (Jimenez-Garcia *et al.*, 2018).

Les mycotoxines fusariennes ont un effet toxique chez l'homme et chez l'animal. Elles peuvent en fait entraîner des anomalies congénitales, des avortements et même des cancers (Babadoost, 2018).

**Tableau 2: Exemples d'espèces de *Fusarium* phytopathogènes (Aoki *et al.*, 2014 ; Askun, 2018).**

Espèce végétale hôte	Espèces de <i>Fusarium</i> phytopathogènes
Banane	<i>F. oxysporum f. sp. Cubense</i>
Coton	<i>F. oxysporum f. sp. Vasinfectum</i>
Légumes	<i>F. avenaceum</i> , <i>F. oxysporum</i> et <i>F. solani</i>
Maïs	<i>F. graminearum</i> , <i>F. proliferatum</i> , <i>F. subglutinans</i> , <i>F. verticillioides</i>
Riz	<i>F. fujikuroi</i>
Blé, orge, avoine	<i>F. culmorum</i> , <i>F. graminearum</i> et <i>F. pseudograminearum</i>

## 5. Principales espèces phytopathogènes du genre *Fusarium*

### 5.1. *Fusarium oxysporum*

#### ▪ Pathogénicité

*Fusarium oxysporum* est un agent pathogène de nombreuses plantes cultivées, y compris la patate douce, le chou, le concombre, le melon, les palmiers dattiers, l'ananas, la tomate, les pois et le coton. Il infecte également les céréales, y compris le maïs, le riz et l'orge et les noix comme les arachides, les pacanes, les noisettes et les noix (Pitt et Hocking, 1997 ; Leslie et Summerell, 2006). *Fusarium oxysporum* produit la moniliformine, l'estvéricine et les fumonisines de type B de type C (Moretti *et al.*, 2002 ; Proctor *et al.*, 2004 ; Pitt et Hocking, 2009).

### ▪ Caractères cultureux

**Sur le milieu Czapek**, le diamètre des colonies est de 50 à 70 mm, couvrant parfois la boîte Pétri. Le mycélium est blanc à gris; avec un revers gris à vert pâle.

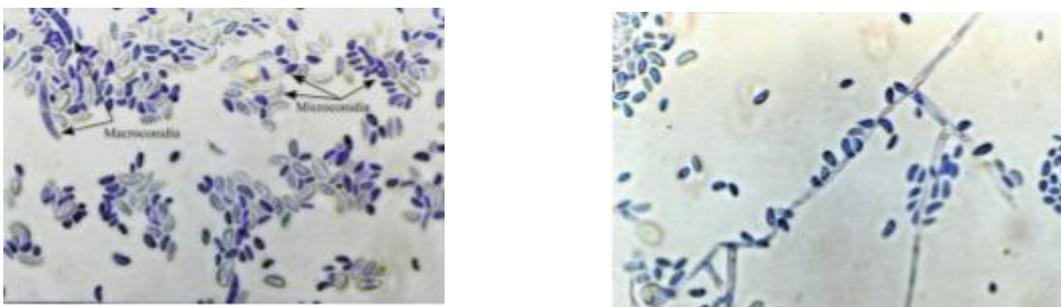
**Sur le milieu PDA**, le mycélium est blanc au départ, puis devient saumon pâle, rose pâle ou mauve pâle; avec un revers violet ou mauve plus foncé. Son aspect est duveteux à floconneux (Chabasse *et al.*, 2002 ; Pitt et Hoching, 2009).



**Figure 01 : *Fusarium oxysporium* en milieu PDA (Summerell *et al.*, 2003).**

### ▪ Caractères microscopiques

L'espèce est caractérisée par la présence de macroconidies abondantes, incurvées, avec une cellule basale bien marquée ; elles contiennent 3 à 5 septa (23 à 54  $\mu\text{m}$  de long sur 3 à 4.5  $\mu\text{m}$  de large), de microconidies abondantes, fusiformes ou en forme de reins, produites dans de fausses têtes à partir de monophialides courtes, robustes et solitaires (8 à 20  $\mu\text{m}$  de long sur 3 à 5  $\mu\text{m}$  de large), de nombreuses chlamydospores produites isolées ou par paire (Chabasse *et al.*, 2002 ; Pitt et Hoching, 2009).



**Figure 02 : Observation microscopique de l'espèce *Fusarium oxysporium* (Sciortino, 2017).**

### 5.2. *Fusarium solani*

#### ▪ Pathogénicité

*Fusarium solani* a été isolé des cultures souterraines telles que la pomme de terre et l'arachide mais également les cucurbitacées, notamment les melons, ainsi que des légumineuses telles que les haricots, le soja et les pois (Peters *et al.*, 2008 ; Pitt et Hocking, 2009). *Fusarium solani* produit de l'acide fusarique et la cyclosporine (Pitt et Hocking, 2009).

#### ▪ Caractères cultureux

**Sur le milieu Czapek** : le diamètre des colonies se situe entre 60 et 65 mm, le mycélium est blanc moyennement dense, recouvert de très fines gouttelettes d'exsudat ; le revers est pâle avec parfois de zones bleuâtres ou verdâtres.

**Sur le milieu PDA**: les colonies sont duveteuses ou cotonneuses, le mycélium est blanc à crème en au centre alternant souvent avec des sporodochies de couleur crème ou gris bleuâtre jusqu'à la périphérie ; le revers est pâle ou avec des zones grises turquoise ou brunes violettes pâles (Chabasse *et al.*, 2002 ; Pitt et Hocking, 2009).

#### ▪ Caractères microscopiques

L'espèce est caractérisée par la présence de macroconidies abondantes, corpulentes, à paroi épaisse, avec trois à quatre ou moins communément cinq septa, droites, à faces parallèles, des cellules apicales arrondies, des cellules basales arrondies, ou parfois en forme de pied, des microconidies généralement abondantes, ellipsoïdales, fusiformes ou en forme de rein, produites par de fausses têtes sur de très longues phialides droites. Les chlamydospores sont présentes et souvent en abondances. Elles sont isolées ou en courtes chaînes terminales ou intercalaires (Chabasse *et al.*, 2002 ; Pitt et Hocking, 2009 ; Campbel *et al.*, 2013). Cette espèce est morphologiquement très similaire à *F. oxysporum*. Cependant, les phialide chez *F. solani* sont beaucoup plus longs que ceux de *F. oxysporum* (Pitt et Hocking, 2009).

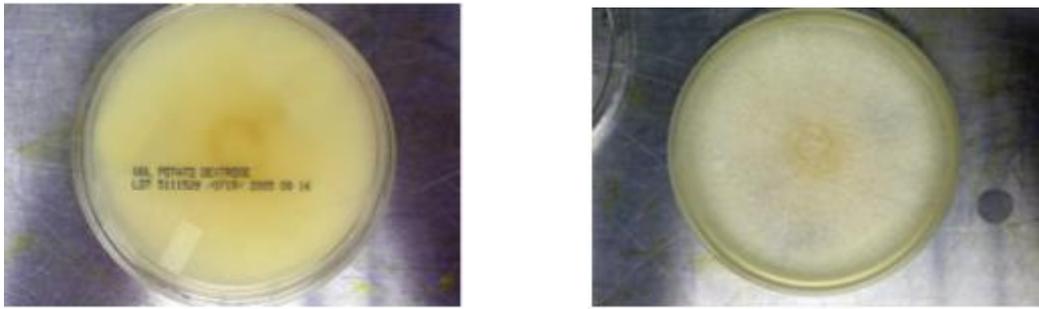


Figure 03 : *Fusarium oxysporium* en milieu PDA ( Sciortino,2017).



Figure 04 : observation microscopique de l'espèce *Fusarium solani* en milieu PDA ( Sciortino,2017).

### 5.3. *Fusarium proliferatum*

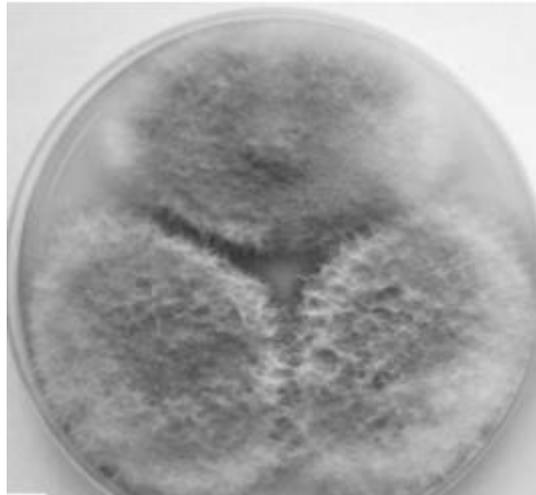
#### ▪ Pathogénicité

*Fusarium proliferatum* est un agent pathogène du blé, de la banane, des oignons, de l'ail et des asperges ( Leslie et Summerell, 2006). Il est un important producteur des fumonisines : types B1, B2 et B3 (Leslie et al., 2004). Les autres mycotoxines produites incluent la moniliformine, la beauvéricine et la fusarine (Pitt et Hocking, 2009).

#### ▪ Caractères cultureux

**Sur le milieu Czapek :** la croissance de l'espèce est rapide d'où le mycélium couvre toute la boîte de Petri, d'aspect floconneux, de couleur orange pâle, et un revers orange clair à rouge pastel.

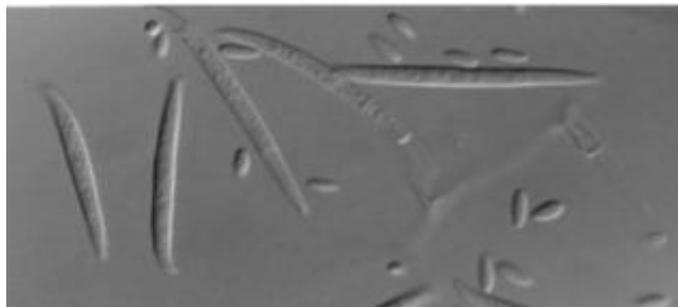
**Sur le milieu PDA:** les mêmes caractéristiques que sur le milieu Czapeck , le revers est orange clair à rouge grisâtre (**Chabasse *et al.*, 2002 ; Pitt et Hocking, 2009**).



**Figure 05 :** *Fusarium proliferatum* en milieu PDA (**Pitt et Hocking ,2009**).

### ▪ Caractères microscopiques

L'espèce est caractérisée par la présence de macroconidies arrondies, légèrement incurvées, avec trois à quatre septa, et des parois minces et lisses , de microconidies ellipsoïdales ou en forme de haricot, non séparées, présentant un ou plusieurs septa, avec des parois minces et lisses , à partir de monophialides et des polyphialides. Les chlamydospores ne sont pas produites (**Leslie et Summerell, 2006**).



**Figure 06 :** Observation microscopique de l'espèce *Fusarium proliferatum* (**Pitt et Hocking ,2009**).

### ▪ Physiologie

La température optimale pour la croissance de *Fusarium proliferatum* se situe 5,5 et 258 ° C . L'aw minimum pour la germination est de 0,88. Cette espèce peut également se développer dans un atmosphère contenant jusqu'à 60% de CO2 avec 20% d'oxygène, bien que le temps de latence soit plus long et le taux de croissance plus lent que celui des témoins (Samapundo *et al.*, 2007 ).

### 5.4. *Fusarium graminearum*

#### ▪ Pathogénicité

*F. graminearum* attaque spécifiquement les céréales comme le blé et le maïs (Leslie et Summerell, 2006).

#### ▪ Caractères cultureux

**Sur le milieu czapek :** le mycélium est dense, floconneux, couvrant toute la boîte de Pétri, de couleur jaune pâle ou rose grisâtre ; avec un revers rouge orangé au parfois rose pâle ou brun.

**Sur le milieu PDA :** le mycélium est dense, floconneux, couvrant toute la boîte de Pétri, de couleur brun olive, brun jaunâtre, brun rougeâtre ou saumon pâle, ou en combinaison de ces couleurs; parfois avec une masse centrale de sporodochies brunes rouges à oranges ; le revers est rubis, foncé au centre, parfois brun viole (Chabasse *et al.*, 2002 ; Pitt et Hocking, 2009).

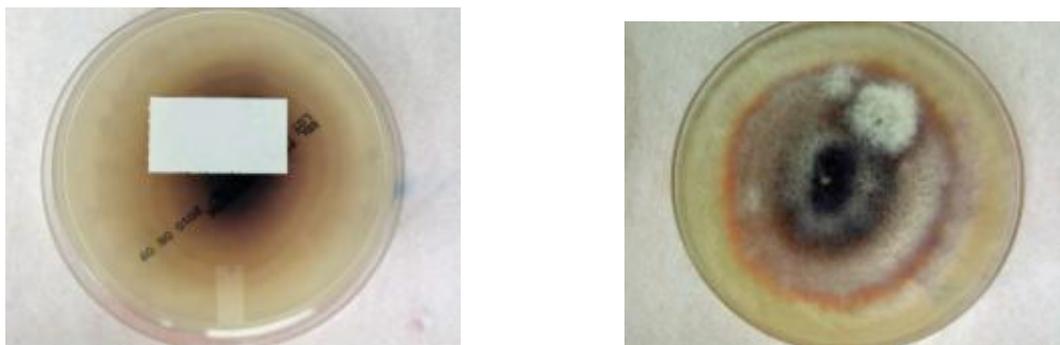


Figure 07 : *Fusarium roseum* en milieu PDA ( Sciortino, 2017).

#### ▪ Caractères microscopiques

L'espèce est caractérisée par la présence de macroconidies , généralement à cinq septa, parfois moins, à parois épaisses, droites légèrement incurvées, avec une surface ventrale presque

droite et une surface dorsale légèrement arquée; une cellule basale distinctive en forme de pied et une cellule apicale effilée. Les chlamydospores sont formées tardivement dans certains isolats. Les microconidies sont absentes.

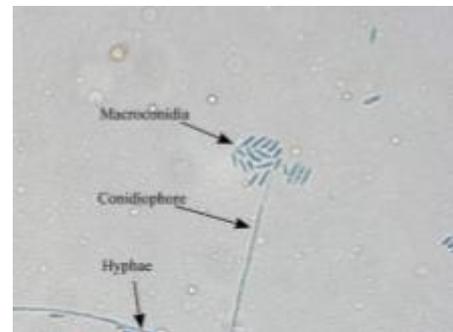
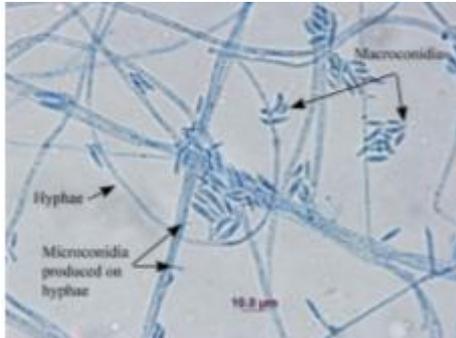


Figure 08 : Observation microscopique de l'espèce *Fusarium roseum* (Sciortino, 2017).

### ▪ Physiologie

La température optimale pour la croissance de *Fusarium graminearum* est comprise entre 24 et 268 ° C sur les milieux liquides et solides à pH 6,7-7,2. L' $a_w$  minimum pour la croissance est proche de 0,90 (Pitt et Hocking , 2009).

### 5.5. *Fusarium nivale*

#### ▪ Pathogénicité

*Fusarium nivale* est capable d'attaquer tous les organes de la plante

#### ▪ Caractères culturaux

**Sur le milieu PDA:** *F. nivale* a une croissance relativement lente. Les colonies sont d'abord blanches et deviennent roses à oranges en vieillissant. Des sporodochies orange peuvent apparaître. Le revers est incolore à orange pâle (Nelson *et al.*, 1983).

#### ▪ Caractères microscopiques

L'espèce est caractérisée par la présence de petites macroconidies , septées, incurvées et avec des cellules terminales collées les unes des autres. La cellule basale n'est jamais en forme de pied, qui naissent à partir des monophialides non ramifiés et ramifiés. Les microconidies et les chlamydospores sont absentes (Nelson *et al.*, 1983).

### ▪ Physiologie

*Fusarium nivale* est la seule espèce qui pousse et sporule mieux à des températures inférieures ou égales à 18 ° C (Nelson *et al*, 1983).

## 6. Mécanisme de résistance et de défense des plantes

Les plantes réagissent instantanément à l'agent phytopathogène. Cet effet se manifeste par la sécrétion de diverses protéines, telles que des enzymes (Askun, 2018).

Si une plante est stimulée par un agent pathogène, les réactions de défense locales précoces (une mort cellulaire locale) sont suivies de réponses systémiques (le signal est transmis du tissu infecté à la plante entière). À la fin, l'expression globale du gène de la défense est induite. Par conséquent, la perception du signal est essentielle pour que les plantes combattent les agents pathogènes (Askun , 2018).

De nombreuses études ont été menées sur les gènes de transport des plantes pour améliorer la résistance à *Fusarium spp*. Un gène de transporteur de saccharose (IbSWEET10) de la famille de gènes SWEET, obtenu à partir de la lignée de patate douce ND98, a été testé à cette fin. Il a été prouvé que cette surexpression du gène réduisait les taux de sucre et pouvait potentiellement réduire les niveaux de glucides et augmenter la résistance de la plante (Askun , 2018).

Un élément de la résistance des plantes au *Fusarium* et à leurs toxines est lié à la capacité des tissus végétaux de produire des métabolites primaires et secondaires. Des études récentes ont mis en évidence une variété de métabolites tels que les acides gras, les acides aminés, les glucides, les amines et polyamines, les terpénoïdes, les dérivés de benzoxazinoïdes et les phénylpropanoïdes qui sont impliqués dans la défense des plantes et contribuent à la résistance à *Fusarium* et à l'accumulation de leurs mycotoxines (Jimenez-Garcia *et al.*, 2018).

# **Matériel et méthodes**

### 1/ Matériel biologique utilisés

Six (6) souches phytopathogènes appartenant au genre *Fusarium* ont été utilisées dans notre étude, dont cinq (5) ont été fournies par le Laboratoire de Mycologie de l'Institut National de la Protection des Végétaux, Région Est, Annaba ( S1 , S2 , S3 , S4 et S5 ) et une (1) par Madame ALMI Hiba affiliée au Laboratoire de Mycologie , de Biotechnologie et de l'Activité Microbienne (5). Toutes les souches ont été identifiées comme étant appartenant au genre *Fusarium*. Les premières souches ont été responsables de la fusariose de blé ( tiges et feuilles ) et de l'orange tandis que la dernière souche a provoqué la pourriture racinaire du blé dur.

Ces souches phytopathogènes ont été maintenues et conservées sur la gélose au malt ou PDA ( S1 , S2 , S3 , S4 , S5 et S6 ) et en suspension dans de l'eau physiologique ( S6 ).

### 2/ Purification et conservation des souches

Les souches de *Fusarium* ont subi une purification, en réalisant des repiquages successifs sur le milieu PDA jusqu'à l'obtention de souches pures (**Pitt et Hoching, 2009**).

Elles ont été aussiensemencées sur gélose PDA en tubes inclinées puis incubées pendant 7 jours à 28°C et stockées à 4°C.

### 3/ Identification des souches

L'identification des souches phytopathogènes s'est basée essentiellement sur l'étude de leurs caractéristiques macroscopiques et microscopiques (**Campbell et al., 2013**).

#### 3.1/ Étude macroscopique

Cette étude est basée sur l'observation des colonies qui ont développés sur le milieu PDA et le milieu Czapeck (annexe) à l'œil nu .L'observation des caractères porte sur :

- La vitesse de croissance (par mesure de diamètre de la colonie fongique après 3, 5, 7 , 10 et 12 jours d'incubation).
- L'aspect et la texture de la colonie (duveteux, floconneux, soyeux, cotonneux ..etc).
- La couleur de la surface (recto) et du revers de la boîte (verso).
- La présence ou l'absence de gouttelettes sur le mycélium.
- La production de pigments diffusibles.

### 3.2/ Étude microscopique

Pour cela, et à l'aide d'une anse de platine stérile on prélève un fragment de la colonie fongique que l'on dépose sur une lame. Cet échantillon sera ensuite coloré par le bleu du lactophénol ou le bleu Cotton. La lame est ensuite recouverte d'une lamelle, puis observée au microscope optique au grossissement G x 40 (**Chabasse et al., 2002**).

L'observation des caractères porte sur :

- Type des hyphes : cloisonnés ou non.
- Présence de macroconidies, leurs caractéristiques (nombre de loges, forme peu ou pas incurvée, forme de la cellule basale) et leurs abondance.  
Ce sont des spores pluricellulaires fusiformes plus ou moins courbées. La cellule apicale est plus ou moins crochue et la cellule basale est pédicellée.
- Présence ou absence de microconidies, leurs nombre et abondance ainsi que leurs caractéristiques (leurs disposition sur le mycélium ou libre, leur forme variable (microconidies fusiformes, piriformes, ellipsoïdes, ovoïdes ou subglobuleuses)).
- Présence ou absence de chlamydospores et leurs disposition : terminales ou intercalaires, isolées ou en groupes ou en Chaînes.
- Caractéristiques des phialides portées par l'extrémité du conidiophore : leurs nombres (monophialides ou polyphialides), leurs taille ou largeur : étroites plus ou moins effilées (**Chabasse et al., 2002**).

Les caractéristiques morphologiques (macroscopiques et microscopiques) des souches ont été comparées avec ceux déterminées dans différents livres et guides pratiques de l'identification morphologique des espèces de *Fusarium* tels que : « Les moisissures d'intérêt médical, 2002 », « Champignons pathogènes de l'Homme et de l'animal, 2002 », « Champignons et détérioration des aliments, 2009 », « Guide d'identification des champignons pathogènes, 2013 » et « Atlas des champignons d'intérêt clinique, 2017 ».

Un exemple des clés d'identification des espèces appartenant au genre *Fusarium* est mentionné dans le tableau 3 ci-dessous.

**Tableau 2 : clé d'identification des espèces appartenant au genre *Fusarium* selon Pitt et Hocking , 2009**

1		
Microconidies abondantes		2
Microconidies rares ou absentes		9
2		
Colonies sur PDA avec mycélium et / ou rose grisâtre ou bordeaux		3
Colonies sur PDA dans les tons crème, saumon pâle ou violet		5
3		
Microconidies sphériques à apiculées, portées seulement sur des monophialides <i>F. poae</i>		
Microconidies ellipsoïdales, claviformes , fusiformes et / ou pyriformes, reposant sur des polyphialides ou à la fois sur des polyphialides et des monophialides		4
4		
Microconidies claviformes uniquement, produites à profusion, donnant aux colonies un aspect poudré sur PDA	<i>F. chlamydosporum</i>	
Microconidies de différentes formes : claviformes, pyriformes et en fuseau <i>F. sporotrichioides</i>		
5		
Microconidies produites dans des chaînes longues ou courtes		6
Microconidies produites seules ou en fausses têtes		7
6		
Microconidies produites uniquement à partir de monophialides	<i>F. verticillioides</i>	
Monophialides et polyphialides présents	<i>F. proliferatum</i>	
7		
Colonies crème ou bleuâtre, présence de sporodochies de couleur crème	<i>F. solani</i>	
Colonies saumon pâle ou violet, présence de sporodochies de couleur saumon		8
8		
Microconidies portées par des monophialides courts et robustes; présence de chlamydospores <i>F. oxysporum</i>		
Microconidies provenant de polyphialides et de monophialides minces; absence de chlamydospores	<i>F. subglutinans</i>	
9		
Colonies de couleur crème, saumon pâle ou brune		10
Colonies grisâtres transformées en bordeaux		11
10		
Macroconidies en forme de cigare ou de fuseau, produit dans le mycélium aérien <i>F. semitectum</i>		
Macroconidies incurvées, produites dans des sporodochies	<i>F. equiseti</i>	
11		
Macroconidies robustes, côté ventral droit; mycélium aérien brun		12
Macroconidies minces, légèrement ou nettement incurvées, mycélium aérien blanc ou rosâtre		
13		
12		

## Matériel et méthodes

---

Macroconidies courtes et corpulentes, jusqu'à 7 $\mu\text{m}$ d'épaisseur	<i>F. culmorum</i>
Macroconidies plus longues et plus étroites, épaisseur maximale de 5,5 $\mu\text{m}$	<i>F. graminearum</i>
13	
Macroconidies ayant une cellule basale allongée et une cellule apicale longue et en forme de fouet	<i>F. longipes</i>
Macroconidies à cellules basales et apicales non-allongées	14
14	
Macroconidies en forme d'aiguilles avec des côtés parallèles	<i>F. avenaceum</i>
Macroconidies à courbure légère	<i>F. acuminatum</i>

# **Résultats et discussion**

## Résultats et discussion

### V00421/ Identification des espèces phytopathogènes appartenant au genre *Fusarium*

#### 1.1 Étude macroscopique

Les résultats de l'examen macroscopique effectué après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation sont mentionnés dans les tableaux 4,5, 6,7,8,9 et 10 consécutivement.

**Tableau 4: Description macroscopique du contrôle réalisé sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation**

Code de la souche	Contrôle négatif (3 <sup>ème</sup> jours)	
Milieux d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	Aucun développement de la souche fongique (le milieu a gardé son aspect et sa couleur).	Aucun développement de la souche fongique (le milieu a conservé son aspect et sa couleur).
Photographies	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		

## Résultats et discussion

Tableau 4: Description macroscopique du contrôle réalisé sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation (suite)

Code de la souche	Contrôle négatif (5 <sup>ème</sup> jours)	
Milieux d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	Aucun développement de la souche fongique (le milieu a gardé son aspect et sa couleur).	Aucun développement de la souche fongique (le milieu a conservé son aspect et sa couleur).
Photographies	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		

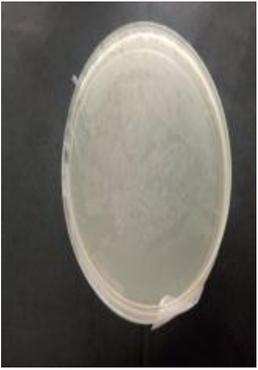
## Résultats et discussion

Tableau 4: Description macroscopique du contrôle réalisé sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation (suite)

Code de la souche	Contrôle négatif (7 <sup>ème</sup> jours)	
Milieu d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	Aucun développement de la souche fongique (le milieu a gardé son aspect et sa couleur).	Aucun développement de la souche fongique (le milieu a conservé son aspect et sa couleur).
Photographies	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		

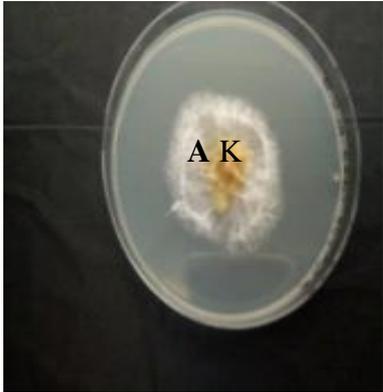
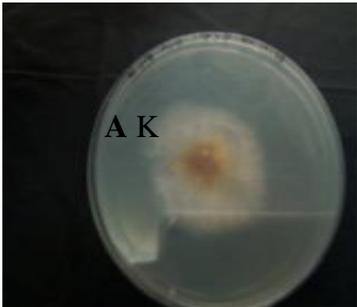
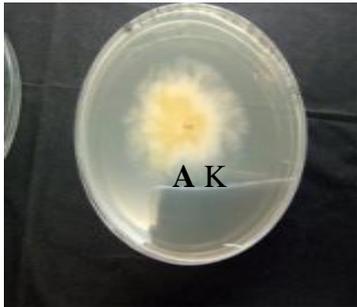
## Résultats et discussion

**Tableau 4: Description macroscopique du contrôle réalisé sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation (suite)**

Code de la souche	Contrôle négatif (12 <sup>ème</sup> jours)	
Milieux d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	Aucun développement de la souche fongique (le milieu a gardé son aspect et sa couleur).	Aucun développement de la souche fongique (le milieu a conservé son aspect et sa couleur).
<b>Photographies</b>	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		

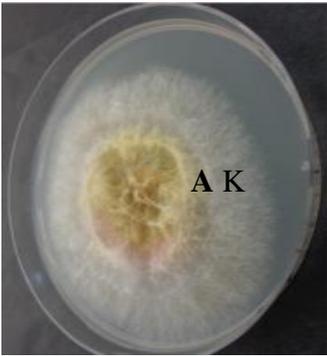
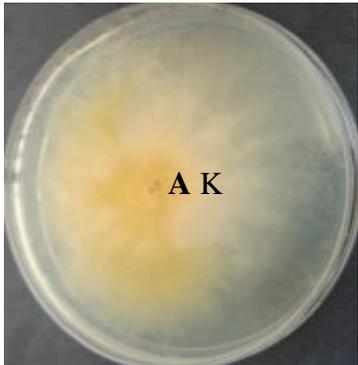
## Résultats et discussion

**Tableau 5: Description macroscopique de la souche (S1) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation**

Code de la souche	S1 (3 <sup>ème</sup> jours)	
Milieux d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Croissance: moyenne.</li> <li>-Diamètre :45mm.</li> <li>-Aspect : cotonneux.</li> <li>-Relief : bombé.</li> <li>-Couleur :*au recto : jaune au centre, blanche à la périphérie. * au verso : orange pâle à jaune au centre et crème à la périphérie.</li> <li>-Absence de production de pigments.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Croissance: moyenne.</li> <li>-Diamètre :50mm.</li> <li>-Aspect : cotonneux</li> <li>-Relief : sur élevé</li> <li>-Couleur :*au recto : couche épais blanche avec fils jaune au centre et couche mince blanche à la périphérie. *au verso : jaune au centre et crème à la périphérie.</li> <li>- Absence de Production de pigments.</li> </ul>
Photographies	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		

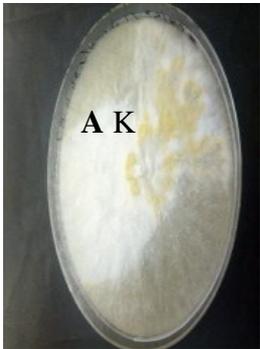
## Résultats et discussion

**Tableau 5: Description macroscopique de la souche (S1) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation (suite)**

Code de la souche	S1 (5 <sup>ème</sup> jours)	
Milieux d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Croissance: rapide.</li> <li>-Diamètre :24mm</li> <li>-Aspect : cotonneux</li> <li>-Relief : bombé</li> <li>-Couleur :*au recto : marron au centre et rose, blanche à la périphérie</li> <li style="padding-left: 40px;">*au verso : marron au centre, jaune, rose et crème à la périphérie</li> <li>- Absence de Production de pigments</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Croissance: rapide.</li> <li>-Diamètre :70mm</li> <li>-Aspect : cotonneux</li> <li>-Relief : bombé</li> <li>-Couleur :*au recto : blanche au centre et jaune, crème à périphérique</li> <li style="padding-left: 40px;">*au verso : jaune au centre et crème à la périphérie</li> <li>- Absence de Production de pigments</li> </ul>
Photographies	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		

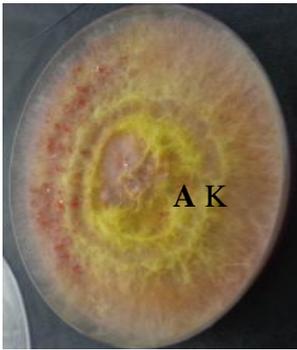
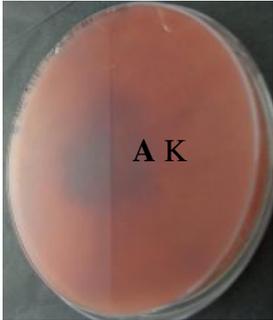
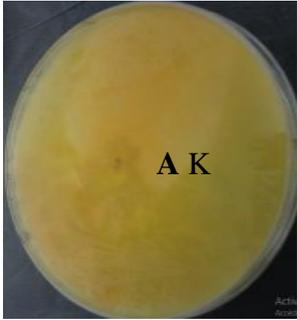
## Résultats et discussion

**Tableau 5: Description macroscopique de la souche (S1) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation (suite)**

Code de la souche	S1 (7 <sup>ème</sup> jours)	
Milieux d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Croissance: très rapide.</li> <li>-Diamètre : envahissante.</li> <li>-Aspect : cotonneux.</li> <li>-Relief : bombé</li> <li>-Couleur :*au recto : jaune au centre avec des points orange à la périphérie.</li> <li style="padding-left: 40px;">*au verso : marron foncé au centre et orange pâle au jaune à la périphérie.</li> <li>-Absence de production de pigments.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Croissance: très rapide.</li> <li>-Diamètre : envahissante.</li> <li>-Aspect : cotonneux</li> <li>-Relief : bombé</li> <li>-Couleur :*au recto : blanche au centre et crème avec des fils jaunes à la périphérie.</li> <li style="padding-left: 40px;">*au verso : jaune.</li> <li>-Absence de production de pigments.</li> </ul>
Photographies	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		

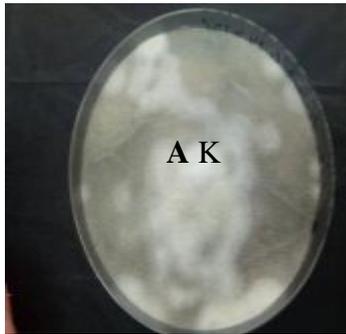
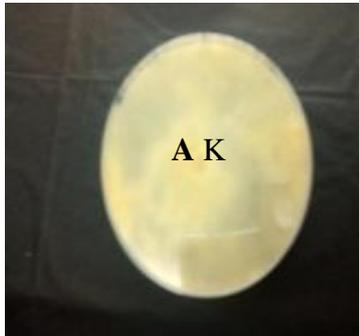
## Résultats et discussion

**Tableau 5: Description macroscopique de la souche (S1) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation (suite)**

Code de la souche	S1 (12 <sup>ème</sup> jours)	
Milieux d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Croissance: très rapide.</li> <li>-Diamètre : envahissante.</li> <li>-Aspect : cotonneux.</li> <li>-Relief : bombé.</li> <li>-Couleur :*au recto : rose, jaune au centre et rose, blanche à la périphérie.</li> <li style="padding-left: 20px;">*au verso : marron au centre et orange à la périphérie.</li> <li>-Absence de production de pigments.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Croissance : très rapide.</li> <li>-Diamètre : envahissante.</li> <li>-Aspect : cotonneux.</li> <li>-Relief : bombé.</li> <li>-Couleur :*au recto : blanche et jaune, au centre, crème à la périphérie.</li> <li style="padding-left: 20px;">-Verso : jaune</li> <li>-Absence de production de pigments.</li> </ul>
Photographies	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		

## Résultats et discussion

**Tableau 6: Description macroscopique de la souche (S2) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation**

Code de la souche	S2 (3 <sup>ème</sup> jours)	
Milieux d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Croissance: très rapide.</li> <li>-Diamètre : envahissante</li> <li>-Aspect : cotonneux</li> <li>-Relief : bombé</li> <li>-Couleur : *au recto : blanche au centre et gris-crème à la périphérie..</li> <li style="padding-left: 20px;">*au verso : crème au centre et jaune à la périphérie.</li> <li>-Absence de Production de pigments.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Croissance: rapide.</li> <li>-Diamètre : envahissante</li> <li>-Aspect : cotonneux</li> <li>-Relief : bombé</li> <li>-Couleur : *au recto : blanche au centre et gris-crème à la périphérie.</li> <li style="padding-left: 20px;">*au verso : jaune à crème.</li> <li>-Absence de Production de pigments.</li> </ul>
Photographies	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		

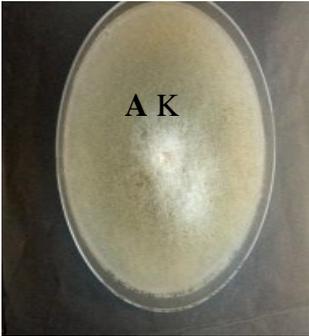
## Résultats et discussion

**Tableau 6: Description macroscopique de la souche (S2) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation (suite)**

Code de la souche	S2 (5 <sup>ème</sup> jours)	
Milieux d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Croissance :très rapide.</li> <li>-Diamètre : envahissante.</li> <li>-Aspect : cotonneux.</li> <li>-Relief : bombé.</li> <li>-Couleur :*au recto : marron, Blanche au centre et gris-crème à la périphérie.</li> <li style="padding-left: 40px;">*au verso : marron, jaune au centre et crème à la périphérie.</li> <li>-Absence de Production de pigments.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Croissance :très rapide.</li> <li>-Diamètre : envahissante.</li> <li>-Aspect : cotonneux.</li> <li>-Relief : bombé.</li> <li>-Couleur :*au recto : blanche au centre et gris-crème à la périphérie. .</li> <li style="padding-left: 40px;">*au verso : jaune au centre et crème, jaune à la périphérie.</li> <li>-Absence de Production de pigments.</li> </ul>
Photographies	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		

## Résultats et discussion

**Tableau 6: Description macroscopique de la souche (S2) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation (suite)**

Code de la souche	S2 (7 <sup>ème</sup> jours)	
Milieux d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Croissance : très rapide.</li> <li>-Diamètre : envahissante.</li> <li>-Aspect : cotonneux.</li> <li>-Relief : bombé.</li> <li>-Couleur : *au recto : blanche au centre et vert à gris à la périphérie.</li> <li style="padding-left: 20px;">*au verso : jaune au centre et crème à la périphérie.</li> <li>-Absence de production de pigments.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Croissance : très rapide.</li> <li>-Diamètre : envahissante.</li> <li>-Aspect : cotonneux.</li> <li>-Relief : bombé.</li> <li>-Couleur : *au recto : blanche au centre et crème à la périphérie.</li> <li style="padding-left: 20px;">*au verso : jaune.</li> <li>-Absence de production de pigments.</li> </ul>
Photographies	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		

## Résultats et discussion

Tableau 6: Description macroscopique de la souche (S2) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation (suite)

Code de la souche	S2 (12 <sup>ème</sup> jours)	
Milieu d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	<p>-Croissance : très rapide.            -Diamètre : envahissante.            -Aspect : cotonneux.            -Relief : bombé.            -Couleur : *au recto : blanche au centre et crème-gris à la périphérie.                              *au verso : jaune au centre et crème à la périphérie.            -Absence de production de pigments.</p>	<p>-Croissance: très rapide.            -Diamètre : envahissante.            -Aspect : cotonneux.            -Relief : bombé.            -Couleur : -Recto : blanche au centre et crème à la périphérie.                              -Verso : jaune.            -Absence de production de pigments.</p>
Photographies	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		

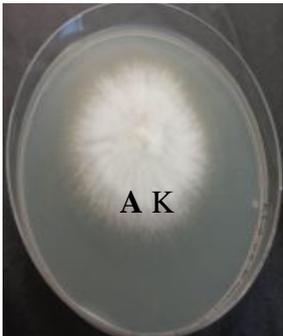
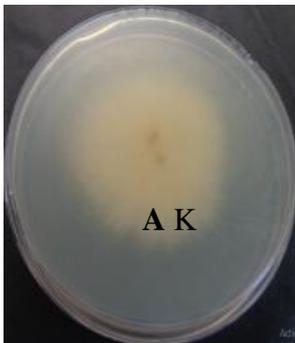
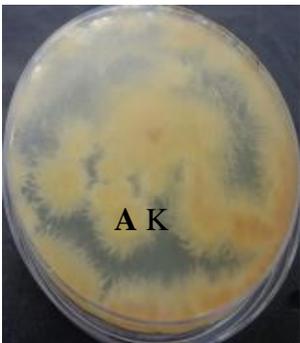
## Résultats et discussion

**Tableau 7: Description macroscopique de la souche (S3) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation**

Code de la souche	S3 (3 <sup>ème</sup> jours)	
Milieux d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	<p>-Croissance: relativement lente.                      -Diamètre : 38mm.                      -Aspect : cotonneux.                      -Relief : bombé.                      -Couleur :*au recto : blanche avec un halo crème.                                        *au verso : jaune au centre et Crème abricot pâle à la périphérie.                      -Absence Production de pigments.</p>	<p>-Croissance: moyenne.                      -Diamètre :20mm.                      -Aspect : floconneux.                      -Relief : plate à sur élevé.                      -Couleur :*au recto : blanche au centre et à la périphérie.                                        *au verso : jaunâtre au centre et abricot pâle à la périphérie.                      -Absence Production de pigments.</p>
Photographies	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		

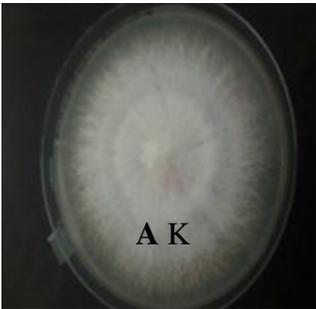
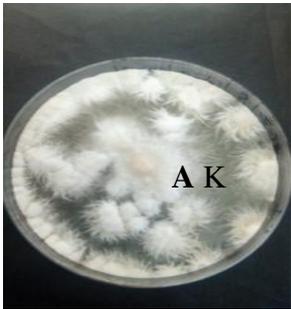
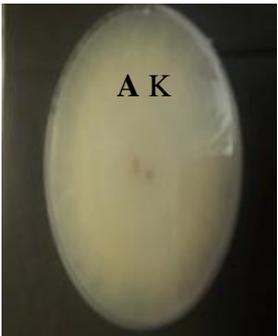
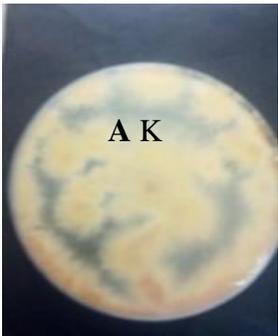
## Résultats et discussion

**Tableau 7: Description macroscopique de la souche (S3) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation (suite)**

Code de la souche	S3 (5 <sup>ème</sup> jours)	
Milieux d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Croissance: moyenne.</li> <li>-Diamètre :55mm.</li> <li>-Aspect : cotonneux.</li> <li>-Relief : bombé.</li> <li>-Couleur :*au recto : blanche avec un halo crème. .</li> <li style="padding-left: 20px;">*au verso : jaune au centre et Crème abricot pâle à la périphérie.</li> <li>-Absence de production de pigments.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Croissance: rapide.</li> <li>-Diamètre :25 mm.</li> <li>-Aspect : floconneux.</li> <li>-Relief : plate- sur élevé.</li> <li>-Couleur :*au recto : blanche, crème au centre et à la périphérie.</li> <li style="padding-left: 20px;">*au verso : jaunâtre au centre et abricot pâle à la périphérie.</li> <li>-Absence Production de pigments.</li> </ul>
Photographies	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		

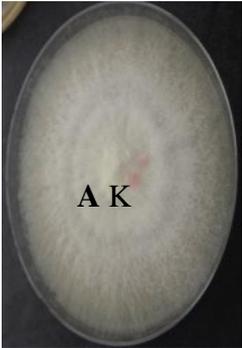
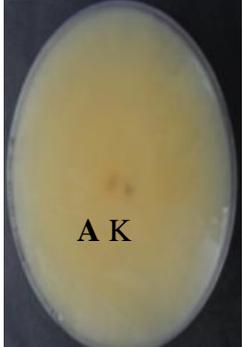
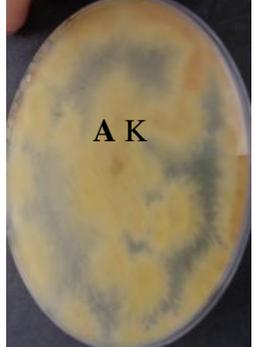
## Résultats et discussion

Tableau 7: Description macroscopique de la souche (S3) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation (suite)

Code de la souche	S3 (7 <sup>ème</sup> jours)	
Milieux d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Croissance: très rapide.</li> <li>-Diamètre : 78 mm.</li> <li>-Aspect : cotonneux.</li> <li>-Relief : bombé.</li> <li>-Couleur :* au recto : colonie ronde blanche avec un halo gris au centre de cercle, anneau crème à la périphérie.</li> <li style="padding-left: 20px;">-*au verso : orange pâle au centre et crème à l'abricot pâle à la périphérie.</li> <li>-Absence de production de pigments.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Croissance: très rapide.</li> <li>-Diamètre : envahissante.</li> <li>-Aspect : floconneux.</li> <li>-Relief : sur élevé.</li> <li>-Couleur :-blanche.</li> <li style="padding-left: 20px;">-*au verso : jaunâtre à crème l'abricot pâle au centre et orange pâle à la périphérie.</li> <li>-Absence de production de pigments.</li> </ul>
Photographies	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		

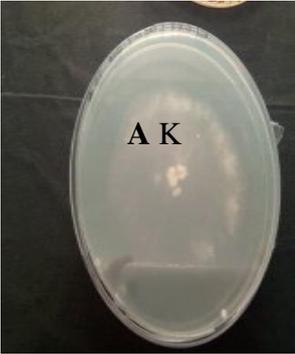
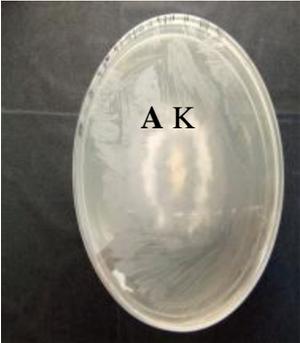
## Résultats et discussion

**Tableau 7: Description macroscopique de la souche (S3) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation (suite)**

Code de la souche	S3 (12 <sup>ème</sup> jours)	
Milieux d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Croissance: très rapide.</li> <li>-Diamètre : envahissante.</li> <li>-Aspect : cotonneux.</li> <li>-Relief : bombé.</li> <li>-Couleur : *au recto : blanche au centre et crème à la périphérie. *au verso : marron au centre et crème, jaune à la périphérie.</li> <li>-Absence de production de pigments.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Croissance : très rapide.</li> <li>-Diamètre envahissante.</li> <li>-Aspect : cotonneux.</li> <li>-Relief : bombé.</li> <li>-Couleur : *au recto : blanche à crème au centre et blanche à la périphérie. -Verso : marron au centre et jaune à orange à la périphérie.</li> <li>-Absence de production de pigments.</li> </ul>
Photographies	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		

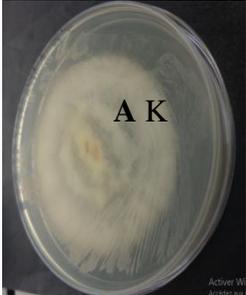
## Résultats et discussion

**Tableau 8: Description macroscopique de la souche (S4) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation**

Code de la souche	S4 (3 <sup>ème</sup> jours)	
Milieux d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Croissance: moyenne .</li> <li>-Diamètre : 55mm.</li> <li>-Aspect : floconneux.</li> <li>-Relief : plate.</li> <li>-Couleur :*au recto : halo blanche et pas de croissance au centre.</li> <li style="padding-left: 40px;">*au verso : halo crème pâle inversée.</li> <li>-Absence de Production de pigments.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Croissance: relativement lente.</li> <li>-Diamètre : 43mm.</li> <li>-Aspect : cotonneux.</li> <li>-Relief : bombé.</li> <li>-Couleur :*au recto : jaune au centre avec un halo blanche à la périphérie</li> <li style="padding-left: 40px;">*au verso : jaune au centre avec un halo crème à la périphérie.</li> <li>-Absence de Production de pigments.</li> </ul>
Photographies	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		

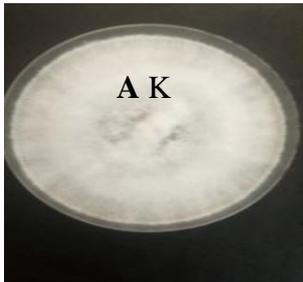
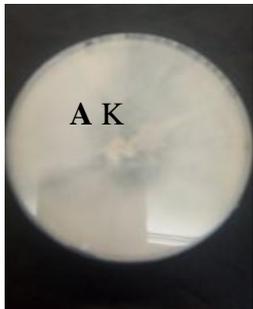
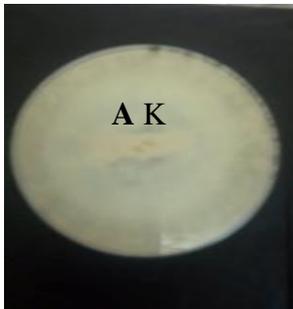
## Résultats et discussion

**Tableau 8: Description macroscopique de la souche (S4) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation (suite)**

Code de la souche	S4 (5 <sup>ème</sup> jours)	
Milieux d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Croissance: très rapide.</li> <li>-Diamètre : 70mm.</li> <li>-Aspect : cotonneux.</li> <li>-Relief : bombé.</li> <li>-Couleur :*au recto : pas de croissance au centre avec un halo blanc à la périphérie.</li> <li style="padding-left: 40px;">*au verso : halo crème pâle inversée.</li> <li>-Absence de production de pigments.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Croissance: moyenne.</li> <li>-Diamètre : 62mm.</li> <li>-Aspect : cotonneux.</li> <li>-Relief : bombé.</li> <li>-Couleur :*au recto : crème au centre avec un halo blanche à la périphérie.</li> <li style="padding-left: 40px;">*au verso : jaune au centre avec un halo crème à la périphérie.</li> <li>-Absence de production de pigments.</li> </ul>
Photographies	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		

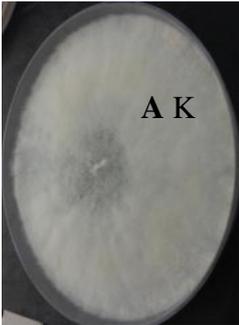
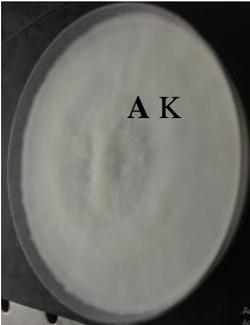
## Résultats et discussion

**Tableau 8: Description macroscopique de la souche (S4) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation (suite)**

Code de la souche	S4 (7 <sup>ème</sup> jours)	
Milieux d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Croissance : très rapide.</li> <li>-Diamètre : envahissante</li> <li>-Aspect : cotonneux</li> <li>-Relief : bombé.</li> <li>-Couleur :*au recto : blanche et couche mince blanche au centre. *au verso : crème et couche mince crème au centre.</li> <li>-Absence de production de pigments.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Croissance :très rapide.</li> <li>-Diamètre : envahissante</li> <li>-Aspect : cotonneux</li> <li>-Relief : bombé.</li> <li>-Couleur :*au recto : blanche avec un halo blanc mince au centre et anneau blanc à la périphérie. *au verso : crème jaunâtre au centre avec un cercle crème et halo crème jaunâtre à la périphérie.</li> <li>-Absence de production de pigments.</li> </ul>
Photographies	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		

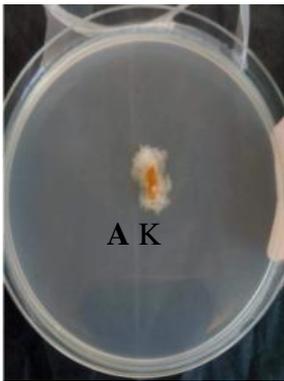
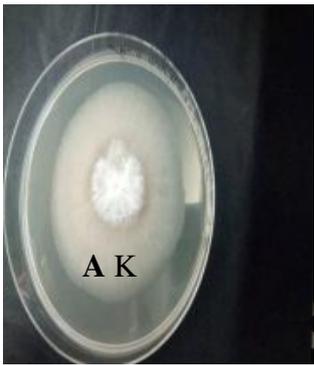
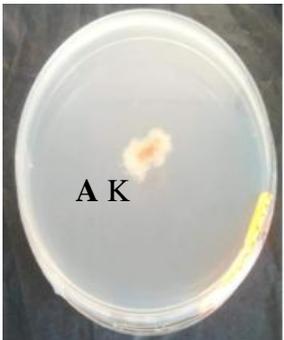
## Résultats et discussion

**Tableau 8: Description macroscopique de la souche (S4) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation (suite)**

Code de la souche	S4 (12 <sup>ème</sup> jours)	
Milieux d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Croissance: très rapide.</li> <li>-Diamètre : envahissante.</li> <li>-Aspect : cotonneux.</li> <li>-Relief : bombé.</li> <li>-Couleur: *au recto: blanche. *au verso : blanche à crème.</li> <li>-Absence de production de pigments.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Croissance: très rapide.</li> <li>-Diamètre : envahissante.</li> <li>-Aspect : cotonneux.</li> <li>-Relief : bombé.</li> <li>-Couleur :*au recto : blanche. *au verso : jaune au centre et crème à la périphérie.</li> <li>-Absence de production de pigments.</li> </ul>
Photographies	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		

## Résultats et discussion

**Tableau 9: Description macroscopique de la souche (S5) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation**

Code de la souche	S5 (3 <sup>ème</sup> jours)	
Milieux d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Croissance: très lente.</li> <li>-Diamètre: 15mm .</li> <li>-Aspect: cotonneux.</li> <li>-Relief : plate.</li> <li>-Couleur :*au recto : jaunâtre au centre et crème à la périphérie.</li> <li style="padding-left: 20px;">*au verso : jaune au centre et crème à la périphérie.</li> <li>-Absence de Production de pigments.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Croissance: rapide.</li> <li>-Diamètre :66mm</li> <li>-Aspect : cotonneux.</li> <li>-Relief : bombé.</li> <li>-Couleur :*au recto : blanche au centre avec un halo marron claire et crème et anneau gris à la périphérie.</li> <li style="padding-left: 20px;">*au verso : marron jaune au centre, crème à la périphérie.</li> <li>-Absence de Production de pigments.</li> </ul>
Photographies	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		

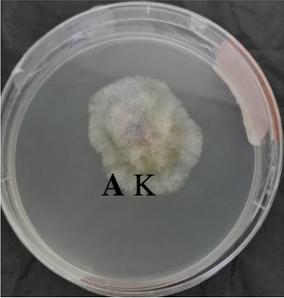
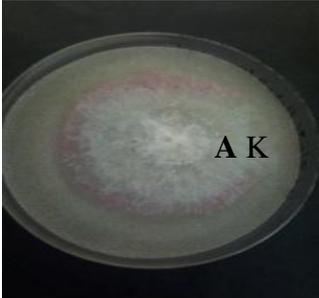
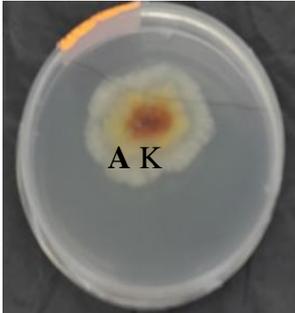
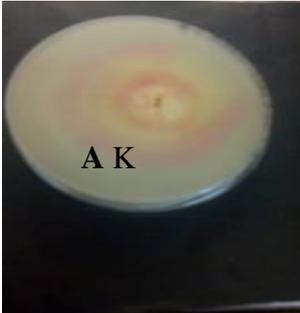
## Résultats et discussion

**Tableau 9: Description macroscopique de la souche (S5) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation (suite)**

Code de la souche	S5 (5 <sup>ème</sup> jours)	
Milieux d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Croissance : moyenne</li> <li>-Diamètre : 17 mm.</li> <li>-Aspect : cotonneux.</li> <li>-Relief : plate.</li> <li>-Couleur :*au recto : marron au centre et crème à la périphérie.</li> <li style="padding-left: 20px;">*au verso : marron au centre et blanche à la périphérie.</li> <li>-Absence de production de pigments.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Croissance : très rapide.</li> <li>-Diamètre : envahissante</li> <li>-Aspect : cotonneux.</li> <li>-Relief : bombé</li> <li>-Couleur :*au recto : blanche au centre et gris-crème à la périphérie.</li> <li style="padding-left: 20px;">*au verso : marron, jaune au centre et crème à la périphérie.</li> <li>-Absence de production de pigments.</li> </ul>
Photographies	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		

## Résultats et discussion

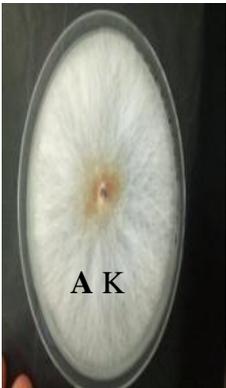
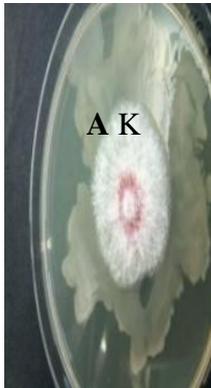
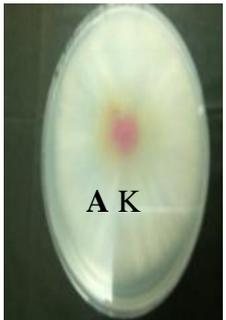
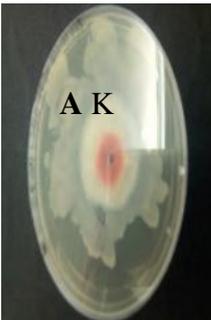
**Tableau 9: Description macroscopique de la souche (S5) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation (suite)**

Code de la souche	S5 (7 <sup>ème</sup> jours)	
Milieux d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	<p>-Croissance : moyenne.                      -Diamètre :75mm.                      -Aspect : cotonneux.                      -Relief : plate                      -Couleur :*au recto: blanc, crème au centre et blanche à la périphérie.                                        *au verso : marron puis devient Jaune au centre et crème à la périphérie.                      -Absence de production de pigments.</p>	<p>- Croissance : très rapide.                      -Diamètre :62mm.                      -Aspect : cotonneux.                      -Relief : bombé.                      -Couleur :*au recto : cercle blanche au centre avec un halo rose puis anneau crème et gris à la périphérie.                                        *au verso : crème à rose pourpre puis halo crème au centre, et anneau rose, crème à la périphérie.                      -Absence de production de pigments.</p>
Photographies	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		



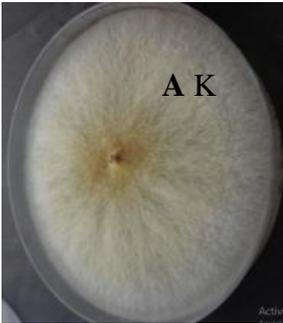
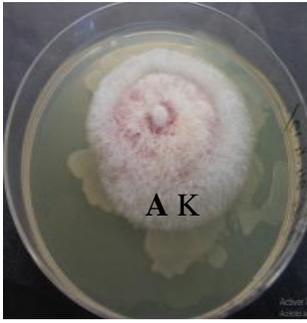
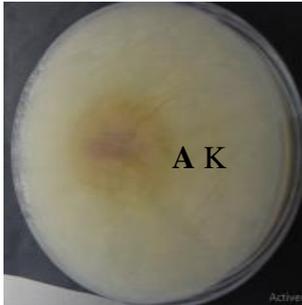
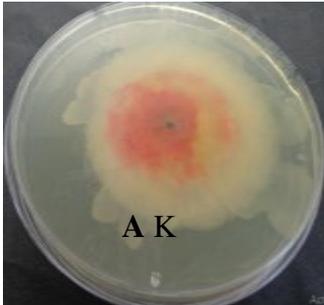
## Résultats et discussion

**Tableau 10: Description macroscopique de la souche (S6) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation**

Code de la souche	S6 (3 <sup>ème</sup> jours)	
Milieux d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Croissance: très rapide.</li> <li>-Diamètre : envahissante</li> <li>-Aspect : cotonneux.</li> <li>-Relief : bombé.</li> <li>-Couleur :*au recto : rose à orange au centre et blanche à la périphérie.</li> <li style="padding-left: 20px;">*au verso : cercle orange foncé puis devint pâle au centre et crème à la périphérie.</li> <li>-Absence de Production de pigments.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Croissance: relativement lente.</li> <li>-Diamètre : 35 mm</li> <li>-Aspect : cotonneux.</li> <li>-Relief : bombé.</li> <li>-Couleur :*au recto : blanche au centre avec un cercle rouge et blanche en périphérie.</li> <li style="padding-left: 20px;">*au verso : cercle orange pâle au centre avec un halo blanche à crème à la périphérie.</li> <li>-Absence de Production de pigments.</li> </ul>
Photographies	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		

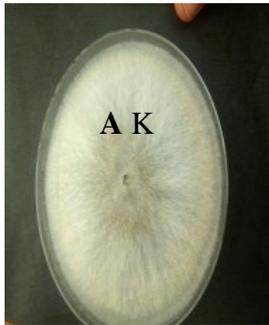
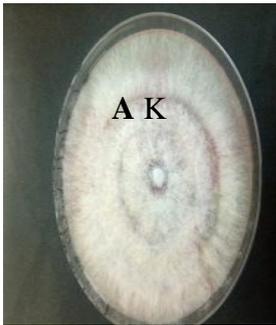
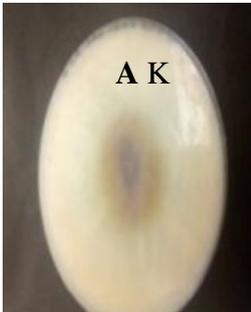
## Résultats et discussion

Tableau 10: Description macroscopique de la souche (S6) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation (suite)

Code de la souche	S6 (5 <sup>ème</sup> jours)	
Milieu d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	<p>-Croissance : très rapide.                      -Diamètre : envahissante.                      -Aspect : cotonneux.                      - Relief : bombé.                      -Couleur : *au recto : marron à jaune au centre et blanche à crème à la périphérie.                      *au verso : marron puis devient jaune au centre et crème à la périphérie.                      -Absence de production de pigments.</p>	<p>-Croissance : moyenne.                      -Diamètre : 55mm.                      -Aspect : cotonneux.                      -Relief : bombé.                      -Couleur : *au recto : blanche au centre avec un cercle rouge au centre et blanche à la périphérie.                      *au verso : cercle orange pâle au centre avec un halo crème à la périphérie.                      -Absence de production de pigments.</p>
Photographies	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		

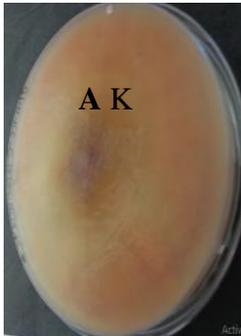
## Résultats et discussion

**Tableau 10: Description macroscopique de la souche (S6) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation (suite)**

Code de la souche	S6 (7 <sup>ème</sup> jours)	
Milieux d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Croissance: très rapide.</li> <li>-Diamètre : envahissante.</li> <li>-Aspect : cotonneux.</li> <li>-Relief : bombé.</li> <li>-Couleur :*au recto : halo crème au centre et blanche à la périphérie.</li> <li style="padding-left: 40px;">*au verso : jaune à marron au centre et crème à la périphérie.</li> <li>-Absence de production de pigments.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Croissance: très rapide.</li> <li>-Diamètre : envahissante</li> <li>-Aspect : cotonneux.</li> <li>-Relief : bombé.</li> <li>-Couleur :*au recto : cercles blanche séparées avec halo crème.</li> <li style="padding-left: 40px;">*au verso : crème jaunâtre mélange à orange rouille et rouge pourpre.</li> <li>-Absence de production de pigments.</li> </ul>
Photographies	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		

## Résultats et discussion

**Tableau 10: Description macroscopique de la souche (S6) cultivée sur les deux milieux PDA et Czapeck après 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jours d'incubation (suite)**

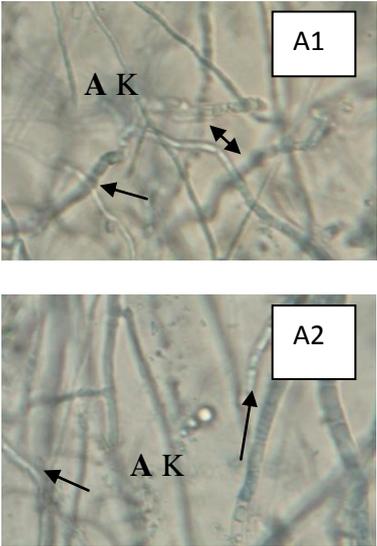
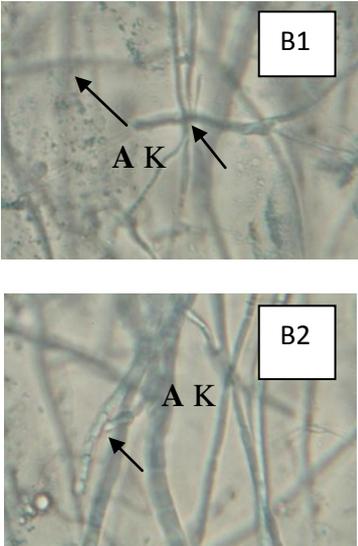
Code de la souche	S6 (12 <sup>ème</sup> jours)	
Milieux d'identification	PDA	Czapeck
Description macroscopique	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Croissance : très rapide.</li> <li>-Diamètre : envahissante.</li> <li>-Aspect : cotonneux.</li> <li>-Relief : bombé.</li> <li>-Couleur : *au recto : jaune à pourpre au centre et blanche à la périphérie.</li> <li style="padding-left: 20px;">*au verso : marron au centre et jaune à orange à la périphérie.</li> <li>-Absence de production de pigments.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Croissance : très rapide.</li> <li>-Diamètre envahissante.</li> <li>-Aspect : cotonneux.</li> <li>-Relief : bombé.</li> <li>-Couleur : *au recto : blanche au centre et blanche à orange à la périphérie.</li> <li style="padding-left: 20px;">*au verso : marron au centre et Orange, jaune à la périphérie.</li> <li>-Absence de production de pigments.</li> </ul>
Photographies	Au recto	Au recto
		
	Au verso	Au verso
		

## Résultats et discussion

### 1.2 Étude microscopique

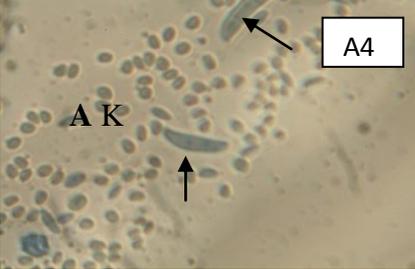
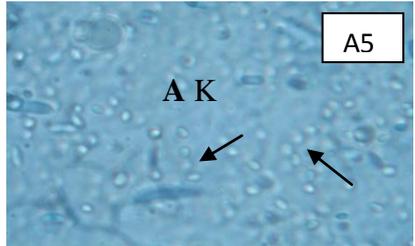
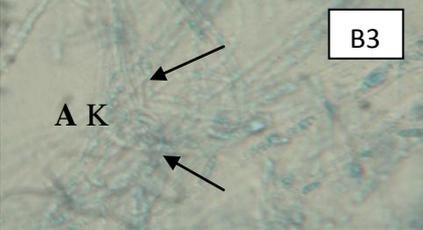
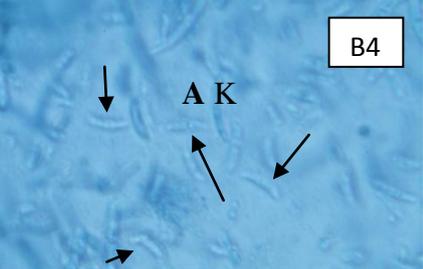
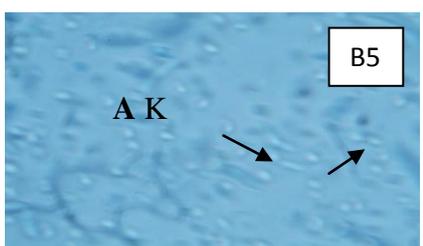
Les résultats de l'examen microscopique effectué à partir des souches développées sur les deux milieux PDA et Czapeck sont mentionnés dans les tableaux 11,12,13,14,15 et 16 consécutivement ci-dessous.

**Tableau 11: Description microscopique de la souche S1 de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck.**

Code de la souche	S1	
<b>Description macroscopique</b>	Lames préparée à partir milieu PDA	Lames préparée à partir du milieu Czapeck
	1-Mycélium cloisonnée (A1). 2- Macroconidies longues et minces à 4 cloisons (A2). 3- Absence du microconidies. 4-Absence de chlamydo-spores. 5-Monophialides non ramifiés et ramifiés	1-Mycélium cloisonnée. (B1). 2-Macroconidies longues et minces à 4 cloisons (B2). 3-Absence du microconidies. 4-Absence de chlamydo-spores. 5-Monophialides non ramifiés et ramifiés
<b>Photographies</b>		

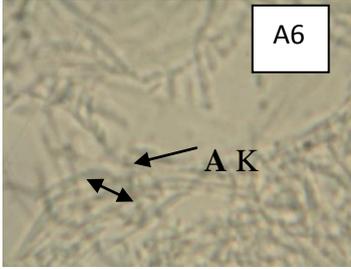
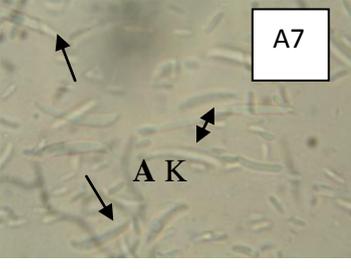
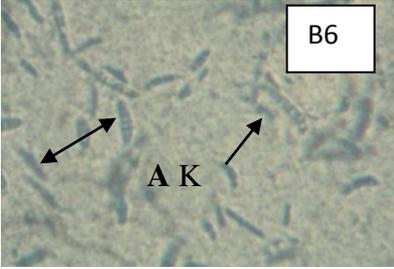
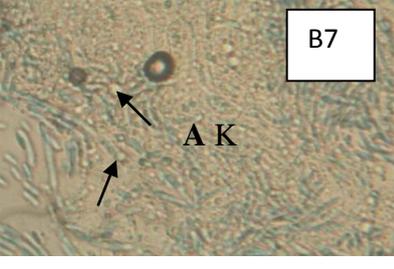
## Résultats et discussion

**Tableau 12: Description microscopique de la souche S2 de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck.**

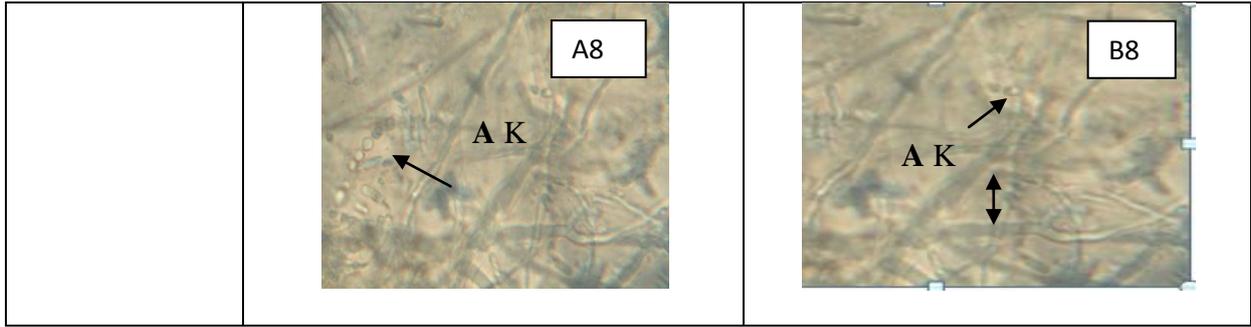
Code de la souche	S2	
	Lames préparée à partir milieu PDA	Lames préparée à partir du milieu Czapeck
<b>Description macroscopique</b>	<p>1- Mycélium cloisonné (A3).                      2-Présence de macroconidies à 3 cloisons légèrement incurvées (A4).                      3-Microconidies abondantes, petites, libres, nées dans des chaînes et de fausses têtes de monophialides ou de polyphialides (A5).                      4-Absence de chlamydozspores.</p>	<p>1-Mycélium cloisonné (B3).                      2- Macroconidies abondantes à 3cloisons légèrement incurvées (B4).                      3-Microconidies abondantes, petites,libres, nées dans des chaînes et de fausses têtes de monophialides ou de polyphialides (B5).                      4-Absence de chlamydozspores.</p>
<b>Photographies</b>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">    </div>	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;">    </div>

## Résultats et discussion

**Tableau 13: Description microscopique de la souche S3 de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck.**

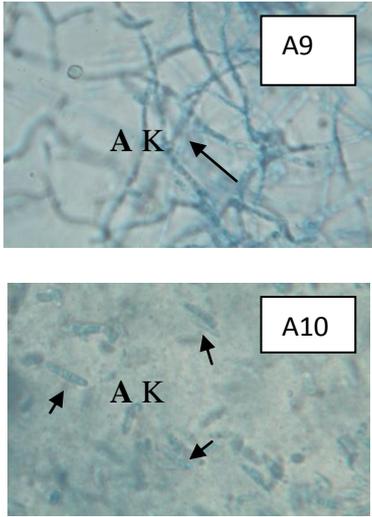
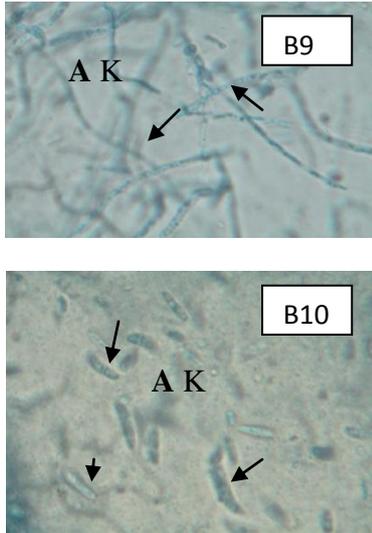
Code de la souche	S3	
	Lames préparée à partir milieu PDA	Lames préparée à partir du milieu Czapeck
<b>Description macroscopique</b>	<p>1-Mycélium cloisonné (A6).                      2 -Macroconidies abondantes à 3 cloisons , directement incurvées (A7).                      3- Microconidies abondantes, petites, fusiformes à en forme de rein produite dans de fausses têtes à partir de monophialides courts et robustes. (A8).                      4-Présence de chlamydozspores.                      5- Les phialides (monophialides) sont courtes et solitaires.</p>	<p>1-Mycélium cloisonné (B6).                      2- Macroconidies abondantes à 4cloisons, incurvées (B7).                      3- Microconidies abondantes,petites, fusiformes à en forme de rein produite dans de fausses têtes à partir de monophialides courts et robustes. (B8).                      4-Présence de chlamydozspores.                      5-Les phialides (monophialides) sont courtes et solitaires.</p>
<b>Photographies</b>	<div style="text-align: center;">  <p>A6</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>A7</p> </div>	<div style="text-align: center;">  <p>B6</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>B7</p> </div>

## Résultats et discussion

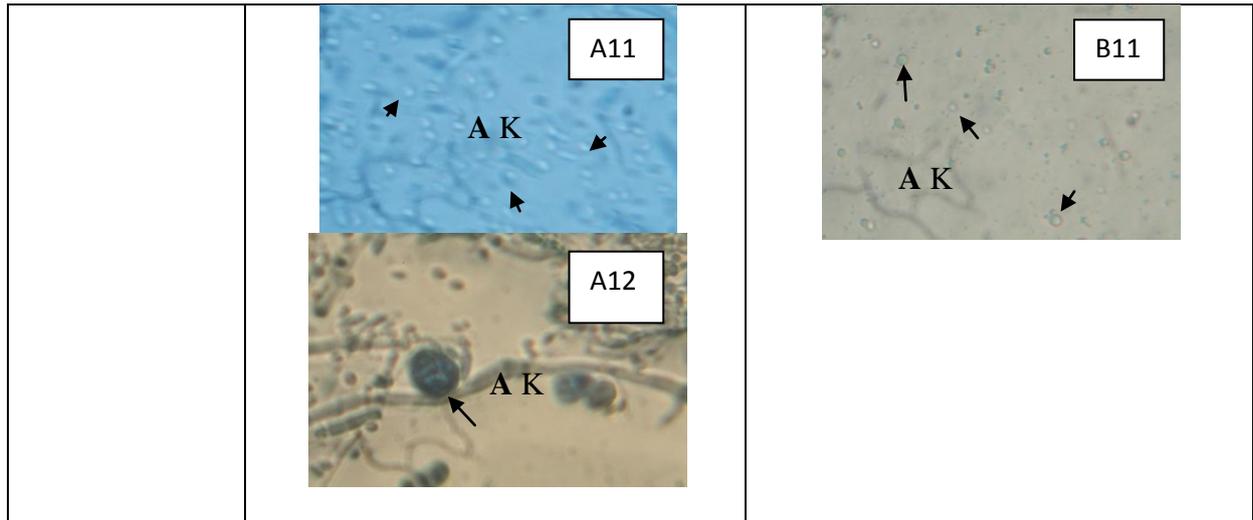


## Résultats et discussion

Tableau 14: Description microscopique de la souche S4 de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck.

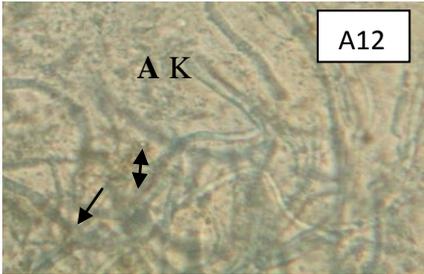
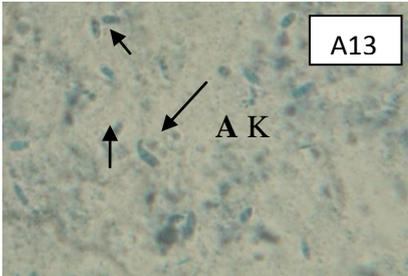
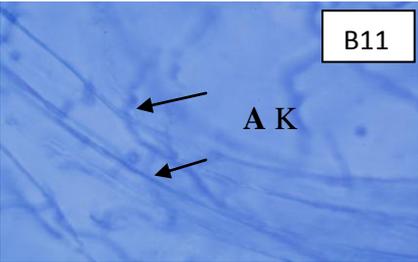
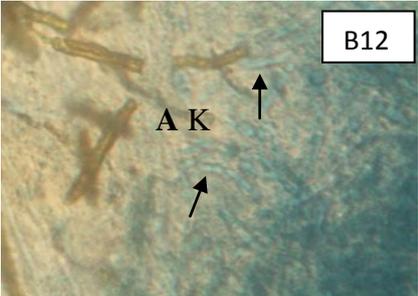
Code de la souche	S4	
	Lames préparée à partir milieu PDA	Lames préparée à partir du milieu Czapeck
<b>Description macroscopique</b>	<p>1-Mycélium cloisonnée (A9).            2-Macroconidies abondantes à 4 cloisons, corpulentes. (A10).            3-Microconidies abondantes,petites, ellipsoïdales, fusiformes, produites par de fausses têtes sur de très longues phialides droites. (A11).            4- Présence du chlamydozspores(A12).</p>	<p>1-Mycélium cloisonnée (B9).            2-Macroconidies abondantes à 3 cloisons, corpulentes (B10).            3-Microconidies abondantes,petites, ellipsoïdales, fusiformes, produites par de fausses têtes sur de très longues phialides droites. (B11).            4- Présence du chlamydozspores.</p>
<b>Photographies</b>		

## Résultats et discussion



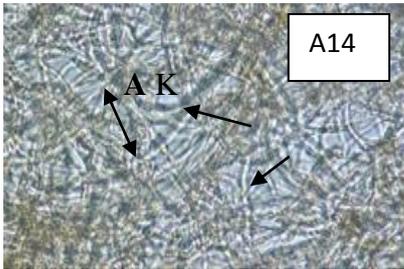
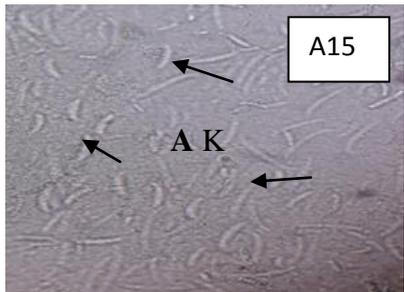
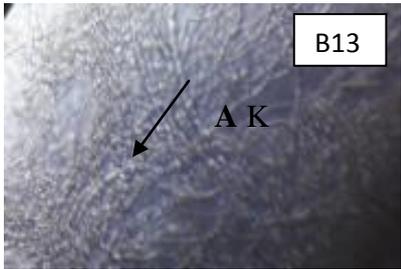
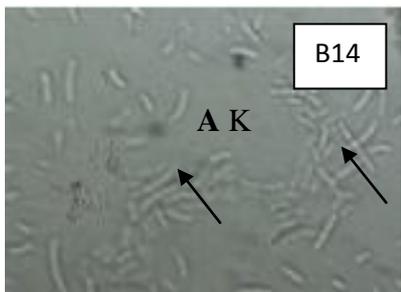
## Résultats et discussion

**Tableau 15: Description microscopique de la souche S5 de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck.**

Code de la souche	S5	
	Lames préparée à partir milieu PDA	Lames préparée à partir du milieu Czapeck
Description macroscopique	1-Mycélium cloisonnée (A12). 2- Macroconidies Longue,minces à 3 cloisons (A13). 3- Absence de microconidies. 4- Absence de chlamydozoospores. 5-Monophialides non ramifiés et ramifiés	1-Mycélium cloisonnée (B11). 2- Macroconidies longue minces à 3cloisons (B12). 3-Absence de microconidies. 4- Absence de Chlamydozoospores. 5-Monophialides non ramifiés et ramifiés
Photographies	 	 

## Résultats et discussion

**Tableau 16: Description microscopique de la souche S6 de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck .**

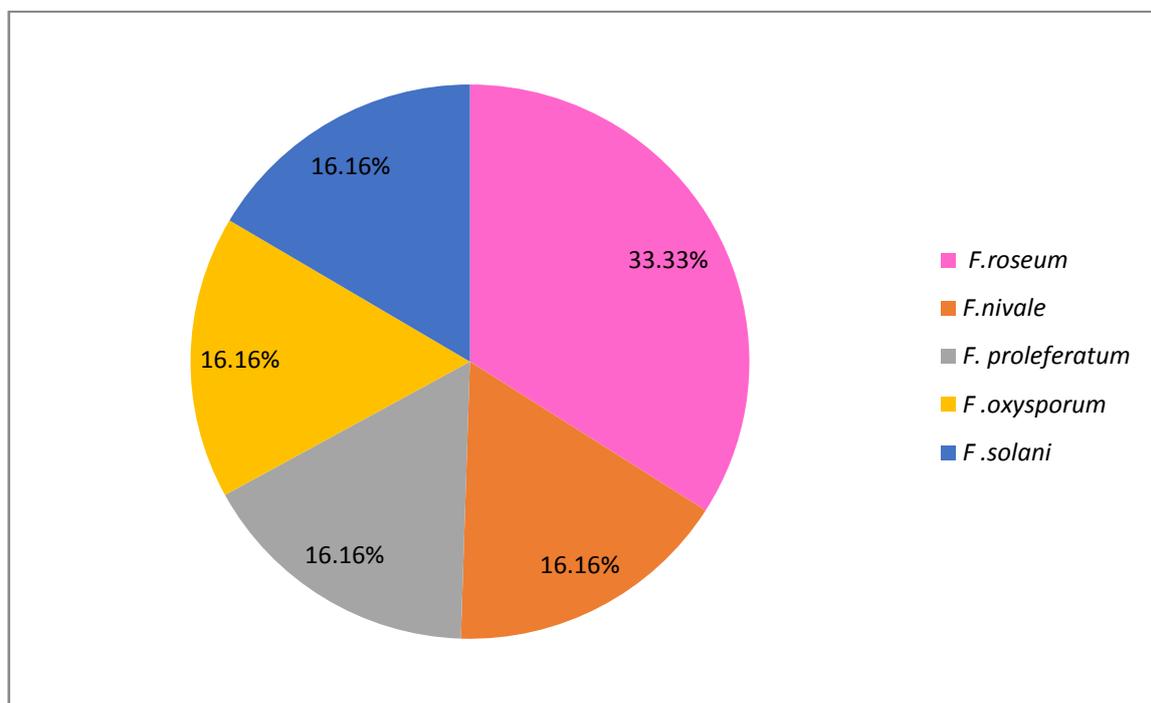
Code de la souche	S6	
	Lames préparée à partir milieu PDA	Lames préparée à partir du milieu Czapeck
Description macroscopique	<p>1-Mycélium cloisonné(A14).                      2- Macroconidies abondantes,petite, incurvées à 1-3 cloisons(A15).                      3- Absence de microconidies.                      4-Absence de chlamydozspores.</p>	<p>1-Mycélium cloisenné(B13).                      2-Macroconidies abondantes, petite,incurvé à 1-3cloisons abondantes (B14).                      3-Absence de microconidies.                      4-absence de chlamydozspores.</p>
Photographies	 	 

## Résultats et discussion

Les caractères morphologiques étudiés (macroscopiques et microscopiques) nous ont permis d'identifier les espèces appartenant au genre *Fusarium* comme suit :

- Souche 01 : *Fusarium roseum*
- Souche 02 : *Fusarium proliferatum*
- Souche 03 : *Fusarium oxysporum*
- Souche 04 : *Fusarium solani*
- Souche 05 : *Fusarium roseum*
- Souche 06 : *Fusarium nivale*

La répartition de ces espèces selon leur abondance est schématisée dans la figure n° 01 ci-dessous.



**Figure : 09 : Répartition des espèces du genre *Fusarium* selon l'abondance.**

Cette figure indique que l'espèce la plus abondante est *Fusarium roseum* avec un pourcentage de **33.33%**, viennent ensuite les espèces : *Fusarium proliferatum*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* et *Fusarium nivale* avec un même pourcentage de **16.16%**.

## Résultats et discussion

---

L'espèce dominante dans notre étude *Fusarium roseum*, n'a pas été rapportée comme étant un agent phytopathogène dans divers travaux menés en Algérie selon notre recherche bibliographique, de même que *Fusarium proliferatum*.

Concernant *Fusarium nivale*, nos résultats sont en accord avec ceux obtenus par **Hamel, 2016**. En fait, l'isolement effectué à partir des plantes de blé dur a permis l'obtention de trois (3) souches fongiques : *Fusarium nivale* (2) et *Fusarium tricinctum* (1). L'étude a mentionné que ces souches ont une croissance rapide et a décrit les deux souches de *Fusarium nivale* comme suit :

- Souche 1: couleur violacée de mycélium avec un aspect cotonneux. L'examen microscopique a révélé la présence de macroconidies épaisses, courtes et en forme de croissant dont le nombre de cloisons varie entre 2 à 3 cloisons. Ces conidies mesurent au moyenne 10×3µm.
- Souche 2 : colonie cotonneuse d'une couleur rose fuchsia. L'examen microscopique a révélé la présence de macroconidies amincies aux deux extrémités dont la cellule apicale est plus pointue que la cellule basale, de dimension uniformes de 9×2µm. Elles comportent 1 à 3 cloisons, avec absence totale de microconidies et de chlamydozspores.

La majorité des études menées en Algérie ont mentionné que les deux espèces *Fusarium solani* et *Fusarium oxysporum* sont les plus connus.

En fait, il a été mentionné que les deux espèces *Fusarium solani* et *Fusarium oxysporum*

Sont les plus connus comme étant phytopatogènes et attaquent une diversité de plantes agricoles :

- *Fusarium solani* : le palmier, le blé, le maïs, l'haricot et l'olivier (**Ghorri,2015**); la lentille (**Lens culinaris**) (**Almi,2016**); et le pois-chiche (**Abed,2017**).
- *Fusarium oxysporum* : tomate (**Smahi, 2008; Hamini, 2011; Bachir Bouiadjra, 2017**); et le palmier dattier (Phoenix dactylifera L.)(**Boulenouar et al., 2009**).

## Résultats et discussion

---

Les fusarioses peuvent poser des problèmes économiques considérables dans le cas où elle touchent une quantité importante de récoltes; d'autant plus que certains espèces sont productrices de toxines potentiellement dangereuses pour l'homme et l'animal telles que *Fusarium roseum* (zéaralénones)(Gallotti et al.,2006);*Fusarium proliferatum* (fumonisine) (Stępień, 2019) et *Fusarium nivale* (nivalénol)( Jimenez-Garcia et al.,2018).

La lutte biologique constitue l'un des moyens les plus surs et les plus recherchés en Algérie, pour mettre fin à tout type de fusariose.

Des travaux récents réalisés dans cette optique ont montré qu'il existe plusieurs microorganismes antagonistes des espèces de *Fusarium* phytopatogènes.

Parmi lesquels **les moisissures**, en fait, il a été constaté que la majorité des souches antagonistes appartiennent au genre *Trichoderma* telles que *Trichoderma album*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma virens*, *Trichoderma longibrachiatum* et *Trichoderma viride* qui inhibaient la croissance mycélienne du *Fusarium solani* , *F oxysporum* et *F . verticilloides* agents pathogènes du palmier, du blé , de maïs , de l'haricot et de l'olivier ( Ghorri , 2015) , *Trichoderma harzianum* qui était efficace contre *Fusarium solani* , qui a affecté la lentille (Almi , 2016) et *Trichoderma sp* qui s'est montrée active contre *Fusarium sp* , un agent pathogène du blé (Hamel , 2016).

D'autres moisissures antagonistes appartiennent au genre *Fusarium spp*. D'après les travaux de Mahdi,2011, *Fusarium oxysporum* et *F.solani* sont capables d'induire la défense du palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) atteint de *Fusarium oxysporum f.sp.albedinis* , l'agent causal d'une fusariose appelée bayoud.

Parmi les bactéries antagonistes, figurent **des bactéries à Gram positif** telles que le groupe des actinomycètes . En fait, un travail mené par Aioune , 2018 a élucidé le rôle de *Streptomyces* comme agent antagoniste de *Fusarium oxysporum* et *Fusarium culmorum* responsables de la fusariose de blé.

## Résultats et discussion

---

Il en est de même que pour le genre *Bacillus* , qui inhibait la croissance mycélienne du *Fusarium oxysporum f.sp. ciceris* un agent pathogène du pois-chiche ( **Abed , 2017**) et *Fusarium sp* , un agent pathogène du blé et d'olive ( **Bouzerouata , 2017**).

Parmi les **bactéries à Gram négatif**, il a été mentionné que le genre *Pseudomonas* exerce un effet inhibiteur contre *Fusarium oxysporum f.sp. ciceris* un agent pathogène du pois-chiche ( **Abed , 2017** ) notamment l'espèce *P. aeruginosa* qui possédait une activité **anti-Fusarium oxysporum f.sp.lycopersici , un agent responsable de la pourriture de la tomate (**Smahi , 2008**).**

## Résultats et discussion

---

# **Conclusion et perspectives**

D'après notre recherche bibliographique le principal agent responsable de la détérioration des plantes agricoles en Algérie sont des souches appartenant au genre *Fusarium*

En effet, le genre *Fusarium* regroupe différentes espèces phytopathogènes, susceptibles d'induire la fusariose, une maladie très répandue chez de nombreuses plantes telles que les céréales (maïs, blé, orge ...etc ), les légumes et les fruits ainsi que les légumineuses ( lentille).

Le but de notre travail a été d'un part d'identifier six (06) souches de *Fusarium* phytopathogènes dont cinq (5) proviennent du laboratoire de Mycologie de l' Institut National de la Protection des Végétaux, région Est Annaba et une (1) fournie par Mme ALMi Hiba , laboratoire de Mycologie, de Biotechnologie et de l'Activité Microbienne , Université des Frères Mentouri , Constantine 1 et d'autre part de tester le pouvoir antagoniste de quelques souches actinomycétales vis-à-vis ces souches dans le cadre de la lutte biologique.

Les souches de *Fusarium* ont été purifiées puis identifiées selon des méthodes d'identification classiques macroscopiques et microscopiques. L'examen macroscopique a montré que les colonies présentent deux aspects différents à savoir, cotonneux et floconneux. Les couleurs, aussi, étaient différentes et variaient entre le blanc, le crème, l'orange, le pourpre et le saumon pâle. L'examen microscopique a montré que toutes les souches possèdent un filament septé et des macroconidies fusiformes courbées et pluriseptées (2 à 6 septums). En fait, le caractère morphologique distinctif du *Fusarium* est la présence de macroconidies fusiformes et cloisonnées. En plus, le nom de *Fusarium* vient du latin « *fusus* » car les spores de ces moisissures sont en forme de fuseau.

Certaines souches comprennent des chlamydospores intercalaires. Tandis que les autres possèdent de petites microconidies ovoïdes et abondantes.

Ces souches étudiées appartenaient à cinq (5) espèces de *Fusarium* en l'occurrence ; *F. roseum* (2) , *F.solani* (1) , *F. oxysporum* (1) , *F.nivale* (1) et *F. proliferatum* (1).

Le second objectif ( activité anti-*Fusarium* de quelques souches actinomycétales) n'a pas été atteint vu les contaminations successives des boîtes de Pétri lors du test d'antagonisme (par confrontation directe) par la moisissure *Aspergillus* au niveau des deux laboratoires : de zoologie et pédagogique n°9.

## Conclusion et perspectives

---

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

- ✓ D'identifier avec exactitude les souches en étudiant leurs caractéristiques biochimiques, physiologiques et moléculaires approfondies.
- ✓ D'étudier le pouvoir anti-*Fusarium* de quelques souches actinomycétales et d'autres souches compétitives.

# **Références bibliographiques**

### A

- **Abed H (2017).** Dépistage et utilisation des rhizobactéries antagonistes (*Pseudomonas* et *Bacillus*) dans la lutte biologique contre la fusariose du pois chiche induite par *Fusarium oxysporum f.sp. ciceris* . Thèse de Doctorat 3<sup>ème</sup> cycle , Filière ; Biologie , Spécialité : Microbiologie . Université Ferhat Abbas, Sétif 1 . 191 pages.
- **Aioun H (2018).** Isolement des souches d'Actinomycètes à partir du sol inondé, développant une activité antagoniste, in vitro et in vivo, vis-à-vis des agents responsables de la Fusariose racinaire de blé dur .Mémoire de Master ,Filière ; Sciences Biologiques ,Spécialité : Microbiologie . Université des Frères Mentouri Constantine 1 .75P.
- **Almi H (2016).** Etude des myco-pathogènes de *Lens culinaris* et évaluation de l'effet de deux souches de *Trichoderma harzianum*: cas de la Fusariose et de la Cylindrosporiose. Thèse de Doctorat. Bioprocédés et Biotechnologies, Applications Mycologique. Constantine. Université des Frères Mentouri P 4-14-27.
- **Andanson A (2010).** Evolution de l'agressivité des champignons phytopathogènes, couplage des approches théorique et empirique. Thèse de doctorat. Biologie végétale et Forestière. Montpellier. L'Université Nancy I - Henri Poincaré. P05-08.
- **Aoki T, O'Donnell K and Geiser D M (2014).** Systematics of key phytopathogenic *Fusarium* species: current status and future challenges.J Gen Plant Pathol 80:189–201.
- **Askun T (2018).** Introductory Chapter: *Fusarium* - Pathogenicity, Infections, Diseases, Mycotoxins and Management. P 01-06.

### B

- **Babadoost M (2018).** *Fusarium*: historical and continued importance.p14-17.
- **Bashyal BM, Aggarwal R., Sharma S, Gupta S, Rawat K, Singh, D and Krishnan S. G. (2016).** Occurrence, identification and pathogenicity of *Fusarium* species associated with bakanae disease of basmati rice in India. European journal of plant pathology, 144 (2): 457-466.
- **Bouiadjra B S (2017).** Etude In vitro et In vivo du pouvoir pathogène de *Fusarium oxysporum* sur variétés fixes et hybrides de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill).

Mémoire master, Filière ; Agronomie , Spécialité : Phytopathologie. Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem. 59 P.

- **Boulenouar N, Marouf A et CheritI A (2009).** Le Bayoud : symptômes et lutte. Annales de l'Université de Béchar , n°5 .Pages 3-7.
- **Bouzerouata A (2017).** Application de Bacillus spp. mésophile dans la lutte biologique .Mémoire de Master , Filière ; Biologie ,Spécialité : Microbiologie appliqué . Université Abou-Bakr Belkaid – Tlemcen .38 P.

### C

- **Campbell CK, Johnson EM and Warnock DW (2013).** Identification of Pathogenic Fungi, Second Edition. Blackwell Publishing Ltd. P 161-176.
- **Caron D. (1993).** Les fusarioses. In: Maladies des blés et orges. Éd. ITCF. p30- 39.
- **Chabasse D, Bouchara JP , De Gentile L , Brun S , Cimon B et Penn P (2002).** Les moisissures d'intérêt médical , cahier de formation en biologie médicale n°25. P 29 , 78-84.

### D

- **Deacon J (2005).** Fungi as plant pathogens. In: Fungal Biology, 4 th edition. Blackwell Publishing. P 279-308.
- **Doehlemann G, Ökmen B, Zhu W et Sharon A (2017).** Plant Pathogenic Fungi.Microbiol Spectr. 2017 Jan;5(1). P23.

### G

- **Gallotti S et Fremy J M (2006).** Évaluation des risques liés à la présence de mycotoxines dans les chaînes alimentaires humaine et animale. L'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa).P31-43-51.
- **Garrido C, Francisco J,Acero F, Carbú M et al (2012).** Molecular Microbiology Applied to the Study of Phytopathogenic Fungi, dans Sameh Magdeldin, Gel Electrophoresis - Advanced Techniques. P140.

- **Ghorri.S. (2015).** Isolement des microorganismes possédant une activité anti-*Fusarium* . Thèse de Doctorat : Bioprocédés et Biotechnologies, Applications Mycologiques.Constantine: Université frères Mentouri.P 09-16.

### H

- **Hamel A (2016).** Etude de l'antagonisme de *Trichoderma sp* vis-à-vis le *Fusarium sp* agent de la fusariose du blé en Algérie .Mémoire master ,Filière ; sciences agronomiques ,Spécialité : Moyen de lutte et bio régulateur . Université M'hamed Bougera Boumerdes . .75 P.
- **Hamini N (2011).**Diversity génétique des populations de *Fusarium* pathogène de la tomate sur le pourtour méditerranéen. Thèse de Doctorat , Filière ; Biologie, Spécialité : Microbiologie option Phytopathologie. Université Oran. 150 P.
- **Huguenin B (1966).** Cours de phytopathologie. Nouméa : ORSTOM, 37 p. multigr.

### J

- **Jeunot B (2005).** Les fusariotoxines sur céréales: détection, risque et nouvelle réglementation. Thèse d'exercice. Université de Nancy I. UFR Sciences pharmaceutiques et biologiques.
- **Jimenez-Garcia S N, Garcia-Mier L, Garcia-Trejo J F, Ramirez-Gomez X S, Guevara-Gonzalez R G et Feregrino-Perez A A (2018).** *Fusarium* mycotoxins and Metabolites that modulate their production.p23-24.

### K

- **Kra KD , Diallo HA, Kobenan K, Kone D et Kouadio YJ (2011).** Diagnostic de la fusariose du bananier sur les cultivars grande naine (Musa AAA) et corne 1 (Musa AAB) à la périphérie du District d'Abidjan (Côte d'Ivoire). International Journal of Biological and Chemical Sciences, 5(4) : 1501-1514.

### L

- **Leslie,J.F.andSummerell,B.A (2006).***TheFusarium* Laboratory Manual. Ames, IA: Blackwell Publishing.

### M

- **Moretti, A., Belisario, A., Tafuri, A., Ritieni, A., Corazza, L. and Logrieco, A. (2002).** Production of beauvericin by different races of *Fusarium oxysporum* f. sp. melonis, the *Fusarium* wilt agent of muskmelon. Eur. J. Plant Pathol. 108: 661–666.
- **Munkvold G P (2017).** *Fusarium* species and their associated mycotoxins. Antonio Moretti and Antonia Susca (eds.), mycotoxigenic fungi: methods and protocols, methods in molecular biology, vol. 1542.52p.

### N

- **Nasraoui B. (2008).** Principales maladies fongiques des Céréales et des légumineuses en Tunisie. Collection M/Science de l'ingénieur. Centre de publication universitaire Tunisie, p 121.
- **Nelson P E, Toussoun T A and Cook R J(1981).** *Fusarium: Diseases, Biology and Taxonomy.* University Park, Pennsylvania, USA: Pennsylvania State University Press; 1981. 457

### O

- **O'Donnell K , Ward TJ, Robert VA, Crous PW, Geiser DM and Kang S (2015).** DNA sequence-based identification of *Fusarium* : current status and future directions. Phytoparasitica, 43 (5) : 583-595.

### P

- **Peters, J.C., Lees, A.K., Cullen, D.W., Sullivan, L., Stroud, G.P. and Cunnington, A.C (2008).** Characterization of *Fusarium spp.* responsible for causing dry rot of potato in Great Britain. Plant Pathol. 57: 262–271.
- **Pitt, J.I., Hocking, A.D., Miscamble, B.F., Dharmaputra, O. S., Kuswanto, K.R., Rahayu, E.S., and Sardjono (1997).** The mycoflora of food commodities from Indonesia. J. Food Mycol. 1: 41–60.
- **Pitt JI and Hocking AD (2009).** Fungi and food spoilage. Springer Dordrecht Heidelberg London New York. Third edition. P 89-122.

- **Proctor, R.H., Plattner, R.D., Brown, D.W., Seo, J.A. and Lee, Y.W. (2004).** Discontinuous distribution of fumonisin biosynthetic genes in the *Gibberella fujikuroi* species complex. *Mycol. Res.* 108: 815–822.

### S

- **Samapundo, S., Meulenaer, B. de, Atukwase, A., Debevere, J. and Devlieghere, F. (2007).** The influence of modified atmospheres and their interaction with water activity on the radial growth and fumonisin B1 production of *Fusarium verticillioides* and *F. proliferatum* on corn. Part I: The effect of initial headspace carbon dioxide concentration. *Int. J. Food Microbiol.* 114: 160–167.
- **Sciortino CV (2017).** **Atlas of Clinically Important Fungi. Wiley & Sons, Inc. P 195-216.**
- **Smahi A (2008).** Contrôle biologique de la fusariose vasculaire de la Tomate causées par *Fusarium oxysporum* f.sp.*Fusarium lycopersici* .Thèse de Magister, Filière ; Biologie , Spécialité: Microbiologie Fondamentale et Appliquée . Université d’Oran . 127 P.
- **Stępień L, Lalak-Kańczugowska J, Witaszak N, et Urbaniak M (2019).** *Fusarium* secondary metabolism biosynthetic Pathways: so close but So Far Away. J.-M. Mérillon, K. G. Ramawat (eds.), Co-Evolution of Secondary Metabolites.01-04.
- **Summerell, B.A., Salleh, B. and Leslie, J.F (2004).** A utilitarian approach to *Fusarium* identification. *Plant Dis.* 87: 117–128.



# **Annexes**

**Annexe 1 : Matériel et appareillage**

- Anses de platine
- Boites de Pétri
- Flacons
- Pincés
- Tubes à essai
- Portoirs
- Pipettes Pasteur
- Éprouvettes
- Spatule
- Barreaux magnétiques
- Bec Bunsen
- Four Pasteur
- Étuve
- Autoclave
- Bain-marie
- Réfrigérateur
- Hotte à flux laminaire
- pH mètre
- Balance
- Distillateur
- Agitateur
- Microscopes optiques.

**Annexe 2 : Milieux de culture****❖ Milieu PDA**

- Pomme de terre	200 g
- Glucose	20 g
- Agar	20 g
- Eau distillée	1000 mL

Laver et couper en tranches fines la pomme de terre non pelée. Les mettre dans un litre d'eau distillée et porter à ébullition pendant une heure. Filtrer, puis ajouter au liquide restant le glucose et laisser dissoudre. Ajuster le pH à 6 avant d'ajouter l'agar. Autoclaver 20 minutes à 120° C.

**❖ Milieu Czapeck**

- Agar	15.0g
- Extrait de levure	5.0g
- NaNO <sub>3</sub>	3.0g
- K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1.0g
- KCl.	0.5g
- MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0.5g
- FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0.01g
- Eau distillée	900 mL
- Solution de glucose	100 mL

**Solution de glucose**

-Eau distillée	100.0mL:
- glucose	30.0g

pH 7.3 ± 0.2 à 25°C

❖ **Gélose au malt**

-Extrait de malt 30g

-Agar 15 g

pH 5.5 à 25°C

**Annexe 3 : Colorants et réactifs.**

❖ **Bleu de lactophénol**

-Phénol cristallisé pur	10g
-Acide lactique	10g
-Glycérine	20g
-Bleu Coton ou bleu de méthyle	0,25 g
-Eau distillée	10 ml

❖ **Bleu de coton**

-Phénol en cristaux	20 g
-Acide lactique	20 g
-Glycérine	40 g
-Eau bidistillée	20 g
-Bleu de méthyle	0.5 g

❖ **Eau physiologique**

-Eau distillé	1 L
-NaCl	8 g

pH 7,4

# Résumés

Notre travail s'est intéressé à l'étude de six (06) souches appartenant au genre *Fusarium*, un genre qui regroupe différentes espèces phytopathogènes, susceptibles de causer la fusariose, une maladie très répandue chez de nombreuses plantes agricoles telles que les céréales (maïs, blé, orge), les légumes et les fruits (tomate, pomme de terre) ainsi que les légumineuses (lentille). Les fusarioses altèrent la quantité et la qualité du produit alimentaire et provoquent alors des pertes agricoles considérables, et peuvent constituer aussi un danger pour la santé humaine et animale vue l'aptitude de production de toxines que montrent certaines espèces. Notre travail a porté sur une identification morphologique : macroscopique (par la mise en culture de ces souches sur deux (02) milieux gélosés : PDA et Czapeck) et microscopique (par un examen à l'état frais et après coloration au bleu coton et bleu de lactophénol). Nos résultats ont démontré que les six (06) souches étudiées sont *F. roseum* (2) soit un pourcentage de 33%, *F. solani* (1), *F. oxysporum* (1), *F. nivale* (1) et *F. proliferatum* (1) soit un même pourcentage de 16%. L'espèce dominante *Fusarium roseum* n'a pas été rapportée dans les travaux de recherches menés en Algérie, de même que *Fusarium proliferatum*. En fait, il a été démontré que les deux espèces *Fusarium solani* et *Fusarium oxysporum* sont les plus répandues et connues comme étant phytopathogènes et attaquent une diversité de plantes agricoles. Ces mêmes travaux ont visé à étudier l'effet antagoniste de plusieurs microorganismes vis-à-vis différentes espèces de *Fusarium*, un travail qu'on a échoué de le réaliser avec des souches actinomycétales.

**Mots clés :** *Fusarium*, phytopathogénie, identification, PDA, Czapeck.

Our work focused on the study of six (06) strains belonging to the genus *Fusarium*, a genus that includes different phytopathogenic species that cause *Fusarium* head blight a widespread and devastating disease which affects agricultural crops such as cereals (corn, wheat, barley), vegetables and fruits (tomatoes and potatoes) and legumes (lentils). It affects the quantity and quality of the food product and cause considerable agricultural losses, and can also constitute a serious danger to the human and the animal health due to the ability of some species to produce toxins.our work focused on a morphological identification: macroscopic (by culturing these strains on two (02) agar media: PDA and Czapeck) and microscopic (by direct examination and an examination after staining (with cotton blue and lactophenol blue). our results showed that the six (06) strains studied are *F. roseum* (2), with a percentage of 33%, *F. solani* (1), *F. oxysporum* (1), *F. nivale* (1) and *F. proliferatum* (1), with a similar percentage of 16%. the dominant species *Fusarium roseum* has not been reported in any research conducted in Algeria, nor *Fusarium proliferatum*. In fact, the two species *Fusarium solani* and *Fusarium oxysporum* were the most widespread and known to be phytopathogenic and attack a diversity of agricultural plants. These same works studied the antagonistic effect of several microorganisms on different *Fusarium* species, a work that we failed to carry out with actinomycetes strains.

**Keywords:** *Fusarium*, phytopathogeny, identification, PDA, Czapeck.

لقد اهتمت دراستنا بتشخيص ستة عزلات تنتمي للجنس فوزاريوم، الذي يسبب أمراضا خطيرة لمختلف المحاصيل الزراعية كالقمح والطماطم وبعض البقوليات كالعدس والتي تصنف تحت اسم الفوزاريوز. هاته الأمراض التي تسبب خسائر زراعية كبيرة من ناحية كمية الإنتاج و النوعية للمحاصيل وخسائر صحية للإنسان و الحيوان نظرا للسموم المنتجة من طرف بعض العزلات. اعتمد التشخيص الذي قمنا به في المخبر على دراسة الصفات المظهرية للعزلات : الزرعية منها وذلك بزعاها على وسطين مغذيين هما : Czapeck و PDA و المجهرية بتقنيات ملاحظة دون تلوين وتقنيات تلوينية بأزرق القطن وأزرق اللاكتوفينول . بينت النتائج المحصل عليها أن العزلات هي كالتالي:

*Fusarium roseum* (02) ; *Fusarium nivale* (01); *Fusarium solani* (01); *Fusarium proliferatum* (01) et *Fusarium oxysporum*(01).

تصدرت *Fusarium roseum* الترتيب علما أن هذا الصنف لم يتم الإشادة إليه في مختلف الأبحاث والدراسات

بالجزائر، بالإضافة إلى العزلة *Fusarium proliferatum*

في حين اعتبرت غالب الأبحاث العزلتين *Fusarium solani* و *Fusarium oxysporum* من الصنفين الأكثر

سيادة وانتشارا وخطورة على المحاصيل الزراعية. تتوجه أغلب الأبحاث إلى دراسة تثبيط نمو هذا الجنس عن طريق

استعمال عزلات بكتيرية وفطرية متنوعة وهذا ما فشلنا بالقيام به بعزلات من الأكتينومييسيا.

الكلمات المفتاحية: فوزاريوم، تشخيص، PDA ، Czapeck .

# Identification des espèces phytopathogènes appartenant au genre *Fusarium*

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

Le principal agent responsable de la détérioration des plantes agricoles en Algérie sont des souches appartenant au genre *Fusarium*. En effet, le genre *Fusarium* regroupe différentes espèces phytopathogènes, susceptibles de causer la fusariose, une maladie très répandue chez de nombreuses plantes telles que les céréales (maïs, blé, orge ...etc), les légumes et les fruits (tomate, pomme de terre) ainsi que les légumineuses (lentille).

Le but de notre travail a été d'un part d'identifier six (06) souches de *Fusarium* phytopathogènes dont cinq (5) proviennent du laboratoire de Mycologie de l'Institut National de la Protection des Végétaux, région Est Annaba et une (1) fournie par Mme ALMi Hiba, laboratoire de Mycologie, de Biotechnologie et de l'Activité Microbienne, Université des Frères Mentouri, Constantine 1 et d'autre part de tester le pouvoir antagoniste de quelques souches actinomycétales vis-à-vis ces souches dans le cadre de la lutte biologique.

Les souches de *Fusarium* ont été purifiées puis identifiées selon des méthodes d'identification classiques macroscopiques et microscopiques. La 1<sup>ère</sup> méthode a montré que les colonies présentent deux aspects différents à savoir, cotonneux et floconneux. Les couleurs, aussi, étaient différentes et variaient entre le blanc, le crème, l'orange, le pourpre et le saumon pâle. La 2<sup>ème</sup> méthode a montré que toutes les souches possèdent un filament septé et des macroconidies fusiformes courbées et pluriseptées (2 à 6 septums). En fait, le caractère morphologique distinctif du *Fusarium* est la présence de macroconidies fusiformes et cloisonnées. En plus, certaines souches comprennent des chlamydospores intercalaires, tandis que d'autres possèdent de petites microconidies ovoïdes et abondantes.

Ces souches étudiées appartenaient à cinq (5) espèces de *Fusarium* en l'occurrence ; *F. roseum* (2) soit un pourcentage de 33%, *F. solani* (1), *F. oxysporum* (1), *F. nivale* (1) et *F. proliferatum* (1) soit un même pourcentage de 16%.

L'espèce dominante *Fusarium roseum* n'a pas été rapporté dans les travaux de recherches menés en Algérie, de même que *Fusarium proliferatum*. En fait, il a été démontré que les deux espèces *Fusarium solani* et *Fusarium oxysporum* sont les plus répandues et connues comme étant phytopathogènes et attaquent une diversité de plantes agricoles.

Le second objectif (activité anti-*Fusarium* de quelques souches actinomycétales) n'a pas été atteint vu les contaminations successives des boîtes de Pétri lors du test d'antagonisme (par confrontation directe) par la moisissure *Aspergillus* au niveau des deux laboratoires : de zoologie et pédagogique n°9.

**Mots clés :** *Fusarium*, phytopathogénie, identification, culture, examen microscopique, PDA, Czapeck.

**Laboratoire de recherche :** Laboratoire 09.

Jury d'évaluation :

**Présidente du jury :** ADDELAZIZ wided (M.C.B - UFM Constantine I).  
**Encadreuse :** MERIANE Ilhem (M.A.A - UFM Constantine I).  
**Examinatrice :** MERGOUD Lilia (M.A.A - UFM Constantine I).

**Date de soutenance :** 08 /09/2019