



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  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

**Département : Microbiologie**

**قسم : الميكرو بيولوجيا**

**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 :**

**M<sup>lle</sup> BENLABIOD Lydia**

**Le : 04 / 09/ 2019**

**M<sup>lle</sup> MENAKH Linda**

**Jury d'évaluation :**

**Présidente du jury : M<sup>me</sup> MERGOUD Lilia      M.A.A      UFM.Constantine 1**

**Encadreur:      M<sup>lle</sup> MERIANE Ilhem      M.A.A      UFM.Constantine 1**

**Examinatrice :      M<sup>lle</sup> ABDELAZIZ Ouided      M.A.A      UFM.Constantine1**

*Année universitaire*

**2018 - 2019**

## **Remerciements :**

بسم الله الرحمن الرحيم  
- وما اوتيتم من العلم الا قليلا -  
الاسراء

En préambule de ce mémoire, nous tenons à remercier « ALLAH » le tout puissant de nous avoir guidé sur le bon chemin du savoir.

♥ فالحمد لله الذي بفضلته تتم الصالحات

- 1- On adresse tous nos remerciements à notre encadreur de thèse madame **Meriane Ilhem** pour nous avoir prodigués ses précieux conseils, remarques, et surtout pour tous ses efforts
- 2- Nos remerciements vont spécialement à madame **Mergoud Lilia** de nous avoir fait l'honneur de présidé ce jury.
- 3- On remercie également madame **Abdelaziz Ouided** pour la qualité de son suivi et pour la confiance qu'elle a bien voulue nous accorder.

Que tous ceux qui ont eu l'amabilité de nous aider lors de la réalisation de ce travail trouvent ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

Merci à vous Tous...

## Dédicaces

الحمد لله

Merci, Allah, le tout puissant, de m'avoir donné la force d'y croire et le courage d'aller jusqu'au bout et réaliser mon rêve, je lève mes mains vers le ciel et je dis :

**« Merci mille fois ya allah ».**

Je dédie ce modeste travail aux êtres, les plus chers du monde : mes parents. Quoi que je fasse je ne pourrais leur rendre ce qu'ils ont fait pour moi, je suis là grâce à eux je vous aime maman, papa et je n'oublierais jamais votre sacrifices.

A mon frère stayfi

A ma deuxième maman Ma3ziza et jedouda

A mes sœurs et mes amis(es) les 2 Missou reb3i et Amireche, Oumaima mimia, Chaima tnaynicha ,bella, Samia Soumi et Mohamed hamoudii

A toute ma famille

Wraida, Mouni, Dalila, Bouchra, Didi, Sofiane, Farouk, Lazhar, Souma, Wassila et leurs petites famille

A tous ceux qui me sont chers, dont les mots ne valent jamais leur valeur !!

Je dédie ce modeste travail...

**Benlabiod Lydia**

## **Dédicaces**

Grace à Allah et avec gratitude, amour, respect et reconnaissance, je dédie ce modeste travail  
de fin d'étude à :

Ma chère mère

Tu représentes pour moi la lumière qui a toujours éclairé ma vie, la source de tendresse et  
l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager.

Mon cher père

Tu restes toujours vivant dans mon cœur, toi qui m'a toujours poussé et motivé dans mes  
études. Puisse Allah le tout puissant t'avoir en sa sainte Miséricorde.

À mes chers frères : Mourad, Djamel, Fateh, Salim, Saadane, Mohamed, merci beaucoup pour  
l'encouragement, la confiance et la patience.

À ma très chère sœur pour sa présence, merci d'être toujours à mes côtés, ta présence me  
donne de la force.

À ma nièce bien aimée à ma princesse tasnime.

À ma belle-sœur qui m'a toujours souhaité le succès, merci pour les sacrifices.

À tout ma grande famille oncles et tantes aussi leurs enfants.

À mes amies qui m'ont encouragé, soutenus et supporté.

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce travail puisse s'accomplir.

**MENAKH Linda**



## **Liste des abréviations**

**PDA** : Potatoes-Dextrose-Agar

**Cz** : Czapeck Agar

## **Listes des symboles**

**%** : pourcentage

## Liste des figures

<b>Figure 1 :</b> Fusariose des céréales ( blé).....	05
<b>Figure 2 :</b> Morphologie d'espèces de <i>Fusarium</i> sur PDA (Sumerell <i>et al.</i> , 2003).....	07
<b>Figure 3 :</b> Morphologie de conidies de <i>Fusarium</i> spp.....	08
<b>Figure 4 :</b> Microscopie des macroconidies de certaines espèces de <i>Fusarium</i> spp.....	08
<b>Figure 5 :</b> Répartition des espèces du genre <i>Fusarium</i> selon l'abondance.....	54

## Liste des tableau

<b>Tableau 1</b> : Clé d'identification des espèces appartenant au genre <i>Fusarium</i> selon Pitt et Hocking , 2009.....	19
<b>Tableau 2</b> : Description macroscopique des différentes espèces de <i>Fusarium</i> cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après trois (3) jours d'incubation.....	22
<b>Tableau 3</b> : Description macroscopique des différentes espèces de <i>Fusarium</i> cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après cinq (5) jours d'incubation.....	29
<b>Tableau 4</b> : Description macroscopique des différentes espèces de <i>Fusarium</i> cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après sept (7) jours d'incubation.....	36
<b>Tableau 5</b> : Description macroscopique des différentes espèces de <i>Fusarium</i> cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après douze (12) jours d'incubation.....	43
<b>Tableau 6</b> : Description microscopique des différentes espèces de <i>Fusarium</i> à partir d'une lame préparée à partir des milieux PDA et Czapeck.....	50

Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction .....	2
Revue bibliographique	
1. Historique et taxonomie.....	4
2. Classification.....	4
3. Écologie et habitat .....	4
4. Pouvoir pathogène et potentiel toxinogène .....	5
5. Identification du genre <i>Fusarium</i> .....	6
6.Principales espèces phytopathogènes appartenant au genre <i>Fusarium</i> .....	9
6.1. <i>Fusarium oxysporium</i> .....	9
6.2. <i>Fusarium solani</i> .....	10
6.3. <i>Fusarium proliferatum</i> .....	10
6.4. <i>Fusarium roseum</i> .....	11
6.5. <i>Fusarium nivale</i> .....	12
7. Mécanisme d'infection fongique par le <i>Fusarium</i> .....	12
8. Mécanisme de défense et de résistance des plantes.....	13
9. Moyens de lutte contre <i>Fusarium</i> .....	14
9.1. Lutte culturale.....	14
9.2. Lutte chimique.....	14
9.3. Lutte agronomique.....	14
9.4. Lutte génétique.....	14
9.5. Lutte biologique.....	15
Matériel et méthodes	
1. Provenance des souches utilisées dans la partie expérimentale.....	17

2. purification et conservation des espèces phytopathogènes appartenant au genre <i>Fusarium</i> .....	17
3. Identification des espèces phytopathogènes appartenant au genre <i>Fusarium</i> .....	17
3.1. Étude macroscopique.....	17
3.2. Étude microscopique.....	18
4. Clé d'identification des espèces phytopathogènes appartenant au genre <i>Fusarium</i> .....	19
Résultats et discussion	
1. Identification des espèces phytopathogènes appartenant au genre <i>Fusarium</i> .....	22
1.1-Étude macroscopique.....	22
1.2-Étude microscopique.....	50
Conclusion	
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumés	

# **Introduction**

Les champignons phytopathogènes sont des champignons qui provoquent d'environ 70 % des maladies chez les plantes (**Deacon, 2005**).

Le genre *Fusarium* est considéré comme l'un des genres les plus agressifs et les plus pathogènes, car il comprend un nombre d'espèces qui attaquent une variété de plantes cultivées et causent une maladie très grave connue sous le nom de fusariose ainsi que des dégâts agricoles économiquement importants. Parmi ces plantes cultivées figurent : les céréales (maïs, blé, orge, avoine), les légumes et les fruits (tomate, banane), les légumineuses .. etc ( **Lepoivre, 2003 ; Wulff et al., 2010 ; Gomes et al., 2015 ; Gebremariam et al., 2018**).

La majorité des espèces de *Fusarium* sont susceptibles de produire des mycotoxines et sont alors impliquées dans des intoxications chez les animaux d'élevage. Les principales espèces ayant potentiel toxigène sont : *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. oxysporum*, *F. verticilloides* et *F. moniliforme* ( **Tabuc, 2007**).

Des travaux récents menés en Algérie ont démontré l'incrimination de plusieurs espèces dans la fusariose qui touchait nombreuses espèces végétales cultivées comme *F. oxysporum* (palmier dattier : *Phoenix dactylifera* L.) (**Boulenouar et al., 2009**), *F. oxysporum*, *F. commune* et *F. redolens* (tomate) ( **Hamini, 2011**), *F. solani* (lentille) (**Almi, 2016**).

Le contrôle de ces fusarioses repose actuellement sur l'utilisation d'un microorganisme à effet antagoniste efficace, un processus connu sous le nom de lutte biologique (**Ghorri, 2015 ; Almi, 2016 ; Abed, 2017**).

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

La partie bibliographique traite l'histoire, la taxonomie, l'écologie du genre *Fusarium* ainsi que son importance en phytopathologie.

La partie expérimentale s'occupe de 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. Historique et taxonomie

Le genre *Fusarium* a été identifié pour la première fois par Link en 1809 (Leslie, 2006 ; Munkvold, 2016).

De 1809 à 1935, une grande partie des travaux sur *Fusarium* étaient axés sur l'identification des espèces appartenant à ce genre et le diagnostic de la maladie dont il cause : la fusariose.

Au cours des 100 dernières années, la taxonomie de *Fusarium* a subi de nombreux changements (Babadoost, 2018).

Au début, Wollenweber et Reinking en 1930 ont divisé le genre en 65 espèces, 77 variétés et 16 formes spécifiques. Entre les années 1940 et 1950, Snyder et Hansen ont réduit le nombre d'espèces à 9 seulement. Messiaen et Cassini ont développé ensuite un système sur le modèle celui de Snyder et Hansen mais ils ont utilisé des variétés botaniques plutôt que des cultivars. Raillo, a publié un système taxonomique basé sur la forme des macroconidies, et la présence de microconidies et de chlamydo-spores. Booth, entre les années 1960 et 1970, a publié une monographie «The Genus *Fusarium*». Gerlach et Nirenberg ont publié «Die Fusarien» en Allemagne en 1982.

Une classification de plus de 120 formes spécifiques et races de *Fusarium* a été proposée par Armstrong en 1981 et se base sur les espèces végétales et les cultivars qui peuvent être infectés (Babadoost, 2018).

Des études moléculaires et phylogénétiques ont montré que des espèces individuelles de *Fusarium* sont composés de plusieurs espèces étroitement apparentées (Champile, 2013).

### 2. Classification

Le genre *Fusarium* est classé dans le phylum des Ascomycota, la classe des Pezizomycotina, l'ordre des Hypocreales et la famille des Nectriaceae (O'Donnell et al., 2015).

### 3. Écologie et Habitat

Les *Fusarium* sont des champignons filamenteux cosmopolites (Gupta et al., 2019). On distingue près de 40 espèces largement répandues dans la nature et vivant en saprophytes (Chabasse et al., 2002). Elles se trouvent couramment dans les sols et persistent sous forme de chlamydo-spores ou d'hyphes dans les résidus de plantes et des matières organiques, abondamment dans les zones fertiles des sols cultivés plutôt que dans les sols forestiers (Gupta et al., 2019). Elles peuvent se trouver dans les habitats aquatiques, y compris l'eau de mer, l'eau de rivière et l'eau potable (Gupta et al. 2019).

### 4. Pouvoir pathogène et potentiel toxogène

Le genre *Fusarium* regroupe plusieurs espèces phytopathogènes qui attaquent nombreuses plantes et céréales qui sont importantes pour la nutrition humaine et animale . Elles infectent spécifiquement certaines parties telles que les grains, les semis, les racines et les tiges et provoquent diverses maladies connues sous le nom de fusariose (**Hocquette et al., 2015 ; Askun , 2018**).

À titre d'exemple , la fusariose des céréales (blé, orge, maïs ), caractérisée par le flétrissement des épis et une sénescence prématurée de ceux-ci. Les grains fusariés, sont alors petits, ridés et parfois recouverts d'un duvet rose (**figure 1**). Le développement de cette maladie est corrélé à la condition climatique, plus précisément à la pluie et au taux d'humidité le moment de la floraison des céréales (**Morlais, 2005**).



**Figure 1** : Fusariose des céréales ( blé) (**Morlais, 2005**).

Le complexe d'espèces *Fusarium oxysporum* (FOSC) provoquent le flétrissement vasculaire et la pourriture racinaire chez plusieurs fruits et légumes. C'est l'exemple de *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* qui infecte la banane, *Fusarium oxysporum f. sp. phaseoli* qui infecte l'haricot, *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* qui a pour hôte la tomate et *Fusarium oxysporum f. sp. lactucae* qui a pour hôte la laitue (**Munkvold , 2016**),

Le complexe d'espèces *Fusarium solani* (FSSC) comprend de nombreuses formes spéciales agents pathogènes responsables de la pourriture de l'haricot, du poivron, de la pomme de terre, de la patate douce, du mûrier et du pois (**Munkvold , 2016**).

Le complexe d'espèces *Fusarium graminearum* (FGSC) provoquent la fusariose de blé et d'orge et contaminent les grains et les épis avec leurs mycotoxines (Aoki *et al.*, 2014).

Le complexe d'espèces *Fusarium fujikuroi* (FFSC) est un agent pathogène mondial du riz, la maladie se traduit par un allongement anormal des plantes en raison de la production de la gibbérelline par les souches (Munkvold, 2016).

La majorité de ces espèces sont également capables de produire différents types de mycotoxines parmi lesquelles les plus fréquentes sont les trichothécènes, les fumonisines et la zéaralénone.

Les trichothécènes, notamment le déoxynivalénol (DON) et le nivalénol (NIV), produits par *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. poae* et *F. sporotrichioides* sont les contaminants les plus connus des céréales (blé, orge, avoine et maïs) (Aoki *et al.*, 2014 ; Stępień *et al.*, 2019). Ces mycotoxines causent une chlorose des feuilles, des tiges et des épis, une inhibition de l'élongation des racines et un nanisme (Jimenez-Garcia *et al.*, 2018).

Les trichothécènes ont des effets immunotoxiques, neurotoxiques voire carcinogènes chez les Mammifères. L'effet toxique du DON a été mis en évidence pour la première fois en 1972 au Japon, les symptômes observés étaient des diarrhées, des douleurs abdominales, maux de tête, sensation de vertiges, fièvre, syndromes dépressifs et anorexie (Sobrova *et al.*, 2010).

Des expérimentations menées chez les rongeurs ont mis en évidence que de fortes teneurs en DON dans le plasma avaient pour incidence des lésions stomacales et des effets immunodépresseurs (Sobrova *et al.*, 2010).

Les fumonisines sont principalement produites par *Fusarium verticillioides*, *Fusarium Fujikuroi* et *Fusarium proliferatum* (Stępień *et al.*, 2019). Les fumosinines inhibent la synthèse des lipides membranaires par inhibition de la céramide-synthase chez la plante-hôte. Chez les Mammifères, les fumonisines ciblent principalement le foie et les reins et induisent alors des nécroses. Elles seraient à l'origine de cancers de l'œsophage et du foie (Soriano *et al.*, 2005).

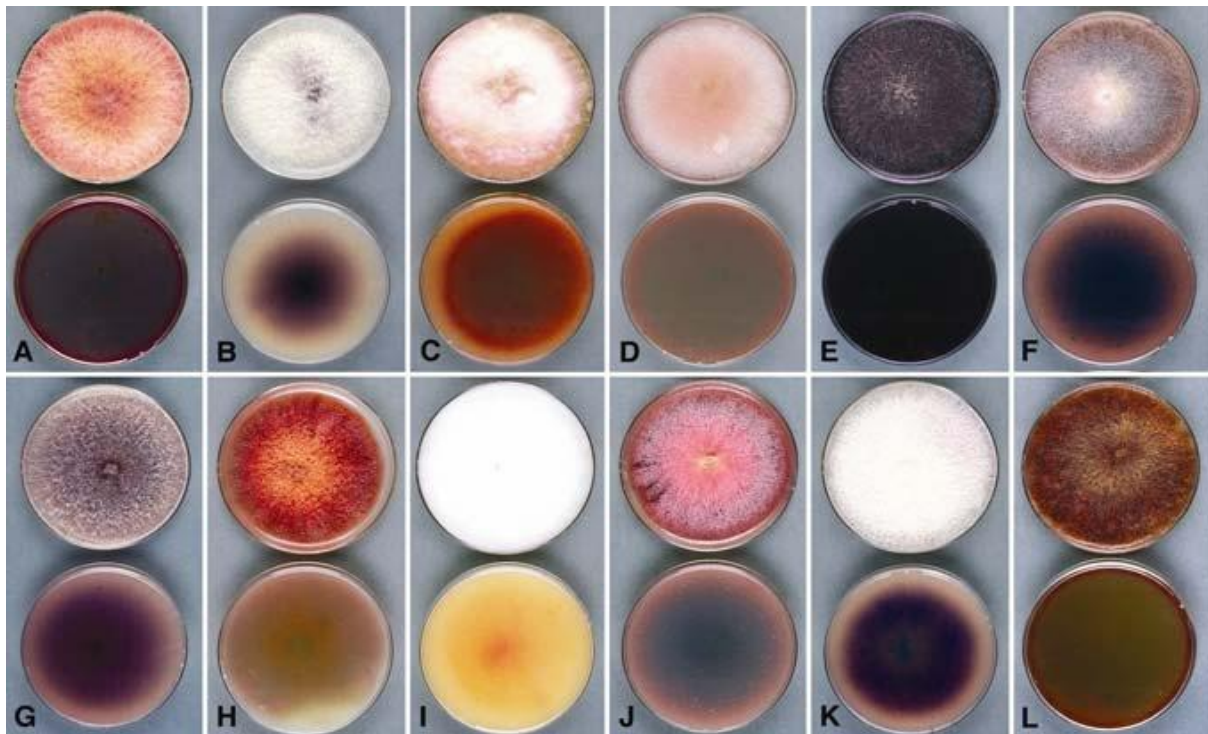
La zéaralénone (ZEA) est produite par *F. graminearum*, *F. culmorum* ou encore *F. equiseti*. C'est une mycotoxine à effet oestrogénique qui provoque des perturbations endocriniennes à la puberté (Gallotti *et al.*, 2006).

### 5. Identification du genre *Fusarium*

L'identification est basée sur des caractéristiques culturelles et morphologiques. Les caractères macroscopiques étaient les premiers utilisés pour identifier et classifier les espèces

appartenant au genre *Fusarium* ; tels que l'aspect et la couleur des colonies, la vitesse de croissance, la production des pigments diffusibles durant le développement sur boîte de Pétri ; associés à des caractères microscopiques tels que la présence ou l'absence des microconidies , leur forme ainsi que leur disposition , la présence ou l'absence de chlamydozores , leur emplacement ( intercalaires ou terminales) et leur abondance , la forme et la taille de macroconidies , la forme de la cellule basale ..etc (Jeunot , 2005 ; Heit , 2015).

Les espèces appartenant au genre *Fusarium* se développent sur le milieu Sabouraud sans cycloheximide, mais se développent mieux sur gélose au malt ou sur milieu PDA. Leur température optimale de croissance varie entre 22 et 37°C. Les colonies ; duveteuses ou cotonneuses ; sont de couleur variable (blanche, crème, jaune ,rose, rouge, violette) selon les espèces (figure 2) . Un pigment peut diffuser dans la gélose (Chabasse *et al.*, 2002 ; Sumerell *et al.*, 2003 ).



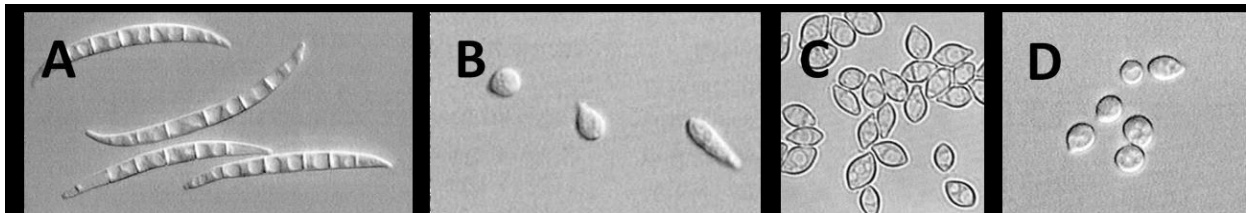
**Figure 2 :** Morphologie d'espèces de *Fusarium* sur PDA (Sumerell *et al.*, 2003).  
(La boîte du haut de chaque paire correspond au mycélium aérien ( recto) , celle du bas à la vue de dessous ( verso))

A. *F. poae* , B. *F. oxysporum* , C. *F. acuminatum* , D. *F. nelsonii* , E. *F. subglutinans* , F. *F. nygamai* , G. *F. pseudonygamai* , H. *F. lateritium* , I. *F. thapsinum* , J. *F. decemcellulare* , K. *F. verticillioides* , L. *F. culmorum*.

L'examen microscopique montre un thalle végétatif donnant naissance à des **conidiophores** courts et souvent ramifiés qui portent des **phialides** ayant un site de bourgeonnement pour la production des conidies . Généralement, ce site de bourgeonnement est unique (monophialide)

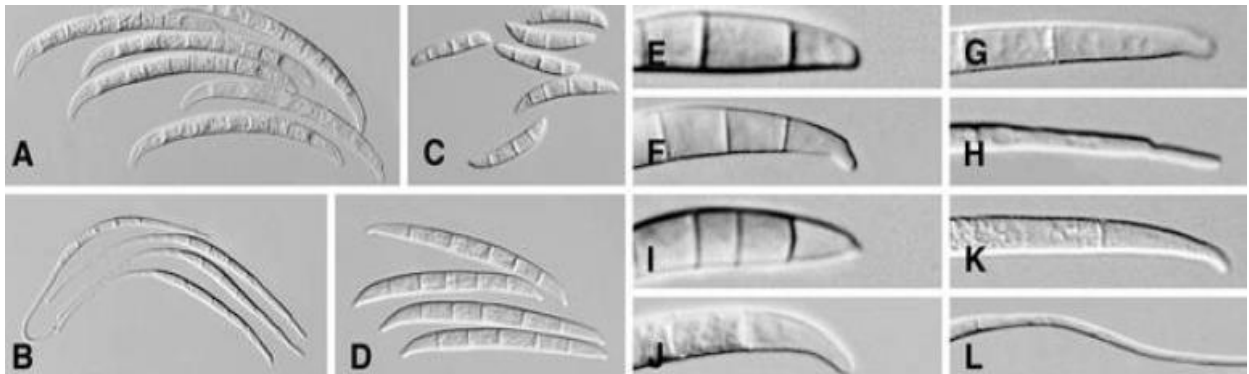


situé à l'extrémité d'un col allongé (*Fusarium solani*) ou court et trapu (*F. oxysporum*), mais chez d'autres espèces comme *Fusarium proliferatum*, les phialides présentent plusieurs sites de bourgeonnement (polyphialides). Les conidies sont de deux types (**figure 3**) : **des micronidies** : uni (ou bi) cellulaires, de 4 à 8 µm de long, allongées, ovales ou cylindriques, isolées, solitaires ou groupées, disposées en verticilles ou plus rarement en chaînettes et **des macroconidies**: pluricellulaires, à cloisons seulement transversales et mesurent de 18 à 80 µm de long, et sont souvent groupées en paquets. Elles sont fusiformes, courbées, assez pointues aux extrémités, avec une cellule podale formant une sorte de talon plus ou moins visible (**figure 4**). Enfin des **chlamydo-spores** sont parfois présentes, terminales ou intercalaires (au sein des filaments ou déformant une macroconidie) (**Chabasse et al., 2002 ; Sumerell et al., 2003 ; Leslie et al., 2006**).



**Figure 3 :** Morphologie de conidies de *Fusarium* spp.

(Macroconidies de *F. graminearum* (A) et microconidies de *F. sporotrichioides* (B), *F. tricinctum* (C) et *F. poae* (D)) (**Leslie et al., 2006**)



**Figure 4 :** Microscopie des macroconidies de certaines espèces de *Fusarium* spp.

A à D : variation de la forme et de la taille des macroconidies. E à H: variation de la partie basale des macroconidies. I à L, variation de la partie apicale des macroconidies. A et J: *F. decemcellulare*. B, H et L: *F. longipes*. C, E et I: *F. culmorum*. D : *F. chlamydo-sporum*, F : *F. crookwellense*, G : *F. avenaceum*, K: *F. verticillioides* (**Summerell et al., 2003**).

L'identification biochimique repose sur la détermination du contenu en acide gras, la composition de la paroi cellulaire, la composition en protéines ou encore des métabolites secondaires ( **Baayen, 2000 ; Haan *et al.*, 2000**).

Le développement des techniques de biologie moléculaire ont permis de déterminer des liens phylogéniques entre les sections et les espèces du genre *Fusarium* (**Leslie *et al.*, 2001**).

## 6. Principales espèces phytopathogènes appartenant au genre *Fusarium*

### 6.1. *Fusarium oxysporum*

- **Habitat**

*Fusarium oxysporum* est une espèce cosmopolite , trouvée abondamment dans le sol y compris le sol arctique, tropical et désertique (**Leslie *et al.*, 2006**).

- **Caractères macroscopiques**

Colonies duveteuses à floconneuses, blanches au départ, puis devenant rosées à pourpres. Le verso est foncé. Elles peuvent atteindre 65,5 mm à 70 mm en 7 jours sur le milieu PDA.

Des sclérotes de couleur bleue , bleu-noire ou violette peuvent être produits abondamment par certain isolats . Un pigment diffusible violet foncé ou magenta foncé est généralement produit dans la gélose mais certains isolats ne produisent aucun pigment (**Chabasse *et al.*, 2002 ; Leslie, 2006**).

- **Caractères microscopiques**

Les conidiophores sont courts et ramifiés. Les phialides (monophialides) sont courtes et solitaires (8 à 20  $\mu$  m long sur 3 à 5  $\mu$  m de large ), cylindriques ou en forme de bouteilles de vin . Les macroconidies peuvent être abondantes, discrètement incurvées, avec une cellule basale bien marquée ; elles contiennent 3 à 5 loges. Les microconides sont nombreuses, unicellulaires, d'aspect ellipsoïdal ou cylindrique , droites ou légèrement courbées ( 5 à12  $\mu$  m de long sur 2-3 à 3-5  $\mu$  m de large), disposées en «fausses têtes». Il y a présence de nombreuses chlamydospores (**Chabasse *et al.*, 2002** ).

- **Physiologie**

Une croissance maximale est observée à 25° C et un potentiel osmotique de -1,0 MPa. (**Leslie, 2006**).

- **Pathogénicité**

C'est une espèce responsable du flétrissement vasculaire de nombreuses plantes dans le monde entier (Leslie, 2006).

### 6.2. *Fusarium solani*

- **Habitat**

C'est une espèce cosmopolite mais principalement isolée des sols dans divers environnements (Leslie, 2006).

- **Caractères macroscopiques**

Colonies duveteuses ou cotonneuses, blanches à crème avec un verso pâle. Elles peuvent atteindre 64 mm à 70 mm en 7 jours sur le milieu PDA.

Des sporodochies ; de couleur crème , bleue ou verte ; sont souvent produites en abondance. De nombreux isolats ne produisent pas un pigment diffusible dans la gélose , bien que des pigments violets ou bruns puissent être observés (Leslie, 2006).

- **Caractères microscopiques**

Les conidiophores sont simples ou disposés en verticilles ; ils portent de longues monophialides d'aspect cylindrique. Il y a de nombreuses microconidies unicellulaires ou bicellulaires (8 à 16  $\mu$  m de long sur 2 à 4  $\mu$  m de large) disposées en fausses têtes ou glissant le long des phialides. Les macroconidies sont en forme de fuseau asymétrique de 6 loges au maximum. Les chlamydospores sont présentes et souvent en abondance. Elles sont isolées ou en courtes chaînes, terminales ou intercalaires (Chabasse *et al.*, 2002).

### 6.3. *Fusarium proliferatum*

- **Habitat**

Répartition géographique mondiale (Leslie, 2006).

- **Caractères macroscopiques**

Le mycélium aérien finement floconneux à touffu , abondant , de couleur blanche, mais peut devenir violet avec l'âge (Howard , 2002).

Les colonies peuvent atteindre 65 mm à 70 mm en 7 jours sur le milieu PDA.

Des sporodochies peuvent être présentes sous forme d'entités discrètes ou presque confluentes sur des parties de la colonie. Un pigment diffusible de couleur violette est généralement

produit. Des sclérotas de couleur bleu-noire peuvent se développer chez certaines souches (Leslie, 2006).

- **Caractères microscopiques**

Cette espèce est caractérisée par la présence de rares microconidies, de nombreux monophialides et polyphialides et absence totale de chlamydozores . Les phialides sont en forme de bougie au début, mais deviennent en forme de boule après quelques jours . Les microconidies sont hyalines , larges , à paroi lisse, de forme variable, elles sont principalement pyramidales ou clavates à base aplatie mais aussi gonflées, piriformes , globuleuses-apiculées. Les macroconidies sont souvent formées , contenant de 3 à 5 loges . Des sporodochies hyalines peuvent apparaître, en particulier dans les cultures de plus de 14 jours ( Howard , 2002 ; Leslie, 2006 ).

- **Physiologie**

La croissance de *Fusarium proliferatum* se produit à une température de 25°C avec un optimum à 30 °C et un potentiel osmotique de -0,1 MPa (Leslie, 2006).

- **Pathogénicité**

L'espèce attaque une variété de produits agricoles mais surtout le maïs , le palmier dattier et l'ail (Leslie , 2006 ; Gupta *et al.*, 2019).

### 6.4 . *Fusarium roseum*

*Fusarium roseum* inclut plus de 17 espèces dont les plus connues sont *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. langsethiae*, *F. poae*, *F. avenaceum*, *F. crookwellense* et *F. sporotrichioides* (Morlais , 2005).

- **Caractères macroscopiques**

Les colonies sur PDA et au malt sont floconneuses, roses grisâtres ou rouges à pourpres, puis deviennent brun vineux. Le revers est rouge à pourpre. Le pigment diffuse dans la gélose (Moretti *et al.*, 2017).

- **Caractères microscopiques**

Des macroconidies longues et étroites, avec 5 à 6 loges , droites ou légèrement courbées. Aucune microconidie n'est produite. De rares chlamydozores intercalaires, formées par le



mycélium rarement dans les conidies, sont globuleuses, hyalines à brun pâle (Moretti *et al.*, 2017).

- **Pathogénicité**

L'espèce attaque une variété de produits agricoles : le blé, l'orge et l'avoine , le maïs , le riz, la pomme de terre, le café et les légumineuses (Munkvold , 2016 ; Moretti *et al.*, 2017).

### 6.5. *Fusarium nivale*

- **Habitat**

*Fusarium nivale* est cosmopolite mais ne se trouve pas dans les régions subtropicales ou tropicales (Nelson *et al.*, 1983).

- **Caractères macroscopiques**

*Fusarium nivale* a une croissance relativement lente sur les milieux gélosés . Les colonies sont d'abord blanches puis deviennent roses à oranges. Le verso est de couleur moins orange pâle . Des sporodochies de couleur orange pale peuvent apparaître avec le temps (Nelson *et al.*, 1983).

- **Caractères microscopiques**

Les monophialides peuvent être non-ramifiés ou ramifiés .Les microconidies sont absentes. Les macroconidies sont petites, contenant 1 a 3 loges , incurvées et avec des cellules terminales collées les unes aux autres. la cellule basale peut être bercée mais n'est jamais en forme de pied. Les chlamydospores sont absentes (Nelson *et al.*, 1983).

- **Physiologie**

*Fusarium nivale* est la seule espèce qui peut croître et sporuler a des températures inférieures ou égales à 18 ° C, avec un optimum de 28 °C ( Howard , 2002).

- **Pathogénicité**

*Fusarium nivale* est un agent pathogène fongique qui entraîne des pertes de rendement en céréales (Dyda, 2018).

## 7. Mécanisme d'infection fongique par le *Fusarium*

Pour bénéficier des éléments nutritifs nécessaires à leur croissance, les champignons du genre *Fusarium* comme tout les champignons parasites vont se heurter à des barrières physiques

efficaces de la plante : la cuticule foliaire, l'écorce des tiges et des racines ou les parois cellulaires. Certains d'entre eux exercent une action mécanique suffisante pour franchir ces obstacles; ils pénètrent alors par les ouvertures naturelles (exemple, stomates), ou les blessures, ou après la digestion des structures de surface. Pour coloniser et détruire la plante, ils déploient des armes chimiques très variées parmi lesquelles les enzymes, les toxines, les hormones et les polysaccharides représentent un arsenal dont l'importance dans la pathogénie varie cependant d'un parasite et d'une plante à l'autre. Il existe plusieurs étapes pour que le pathogène puisse réussir l'infection, les principales sont : l'attachement des spores fongiques, la germination des spores et enfin l'entrée du tissu végétal ( **Boulanouar et al., 2011**).

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

Les défenses de la plante-hôte sont soit structurales soit chimiques. La cuticule et les poils peuvent former un premier obstacle à la colonisation de la plante hôte par des bioagresseurs. Les défenses chimiques regroupent, quant-à-elles, la synthèse de molécules appelées phytoanticipines. C'est l'exemple des composés phénoliques, comme les tannins, mais également des lactones et des composés cyanogènes, qui forment, lors d'une attaque, des composés toxiques, tels des terpènes à action antimicrobienne et des huiles, ayant une activité antibactérienne et antioxydante (**Benhamou, 2009**).

Les mécanismes de défenses des plantes sont initiés par la production de signaux issus de la plante et/ou du bioagresseur. La perception des signaux entraîne une succession d'évènements tels que la phosphorylation des protéines, la dépolarisation de la membrane, l'influx de calcium et la libération de formes actives de l'oxygène (FAO) comme par exemple le peroxyde d'hydrogène . Ces évènements conduisent à l'activation des voies de certaines phytohormones ; tels que l'acide jasmonique ou l'acide salicylique ; qui peuvent interagir entre elles par la suite pour activer l'expression de gènes de défense des plantes. Plusieurs protéines PR « pathogens related proteins » induites par l'acide salicylique ont des activités antimicrobiennes, c'est le cas des chitinases et de la  $\beta$  1-3 glucanase . D'autres appartiennent à la famille des PR-1, et ont une activité inhibitrice de la croissance mycélienne. La capacité de l'acide salicylique d'inhiber l'activité de la catalase (enzyme qui détoxifie le peroxyde d'hydrogène) mène à une augmentation des taux de peroxyde d'hydrogène in vivo et induit un choc oxydatif aux sites de l'attaque par le phytopathogène (**Garcia-Brugger et al., 2006** ; **Munkvold, 2017** ; **Askun , 2018**).

### 9. Moyens de lutte contre *Fusarium*

#### 9.1. Lutte culturale

Selon **Bernard et Bugaret , 2002**, la prophylaxie en matière de protection des végétaux représente l'ensemble des mesures pouvant être conseillées afin de prévenir ou défavoriser l'installation d'un organisme nuisible et son développement dommageable sur un territoire déterminé.

Pour lutter contre *Fusarium*, certaines mesures sont préconisées et consistent à éviter les conditions qui favorisent la fusariose : les plantes symptomatiques doivent être rapidement évacuées et détruites et le matériel contaminé doit être nettoyé. L'entretien d'un bon état sanitaire des sites de production et du matériel utilisé (semoir , système d'irrigation..etc) est primordial . Les plantes saines doivent être cultivées de préférence dans un sol léger et acide , pauvre en azote et de calcium , avec manque de lumière (**Elmer et Daughtrey, 2012**).

#### 9.2. Lutte chimique

La lutte chimique se définit par l'utilisation de fongicides pour détruire, affaiblir ou réprimer le champignon. Plusieurs fongicides appartenant à différentes classes chimiques sont actuellement disponibles pour la gestion de la fusariose . Dans une méta-analyse regroupant des résultats de plus de 100 études différentes sur l'efficacité des fongicides qui ont été menées dans 14 états des États-Unis, **Paul et al. , 2008** ont pu palier à ce problème et ont évalué l'efficacité de triazoles utilisés seuls ou en mélange. Pour diminuer la sévérité de la fusariose de l'épi, par exemple , un mélange de prothioconazole et de tébuconazole s'est avéré le plus efficace en réduisant en moyenne de 52 % les symptômes (**Paul et al., 2008**).

L'apparition de résistance dans les populations de champignons , le coût élevé des fongicides, leurs effets sur l'environnement et leur incompatibilité avec l'agriculture durable ont fait que leur utilisation est devenue de plus en plus interdite et l'intérêt pour d'autres alternatives a ainsi augmenté (**Mouria et al., 2013**).

#### 9.3. Lutte agronomique

Elle consiste à stopper la culture de la plante qui héberge le *Fusarium* pendant plusieurs années. Ainsi l'arrêt de l'exploitation des champs garantit l'apparition des chlamydospores (**Smahi , 2008**).

#### 9.4. Lutte génétique

Elle consiste à introduire des gènes de résistance au niveau des plantes appelées plantes transgénétiques. Ces gènes sont responsables de la synthèse de protéines capables d'éliminer le phytopathogène (**Smahi, 2008**).

### 9.5. Lutte biologique

La lutte biologique peut être définie comme étant l'utilisation d'organismes vivants pour supprimer un phytopathogène sans avoir des effets néfastes pour la plante. Ces agents naturels sont réunis sous le concept de biopesticides (**Lepoivre, 2003**).

De nombreux travaux se sont intéressés à l'étude des agents de lutte biologique pour surmonter les problèmes de résistance associés aux fongicides, un grand nombre de bactéries et champignon antagonistes de *Fusarium* (**Ghorri, 2015 ; Hamel, 2016 ; Abed, 2017**).

Il a été démontré aussi que des souches de *F. oxysporum* non pathogènes pour une espèce végétale peuvent entrer en compétition pour les nutriments ou la colonisation racinaire avec des souches de *F. oxysporum* pathogènes. Ainsi, l'activité infectieuse des formes spéciales de *F. oxysporum* peut-être limitée par cette compétition (**Mahdi, 2011**).

# **Matériel et méthodes**

### **1 / Provenance des souches de *Fusarium* phytopathogènes utilisées dans la partie expérimentale**

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 S4\*') et une (1) par Madame ALMI Hiba affiliée au Laboratoire de Mycologie , de Biotechnologie et de l'Activité Microbienne (S5). 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\* et S4\*') et en suspension dans de l'eau physiologique (S5).

### **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 colonies pures (**Leslie *et al.*, 2006 ; Pitt et Hocking , 2009** ). Elles ont été également ensemencées en 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 espèces phytopathogènes s'est basée essentiellement sur l'étude de leurs caractéristiques macroscopiques et microscopiques (**Leslie *et al.*, 2006 ; Campbell *et al.*, 2013**)

#### **3.1/ Étude macroscopique**

Cette étude s'est basée sur l'observation à l'œil nu des colonies qui ont développé sur les deux milieux PDA et Czapeck . L'observation des caractères a porté 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 ( exsudat) 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 de lactophénol ou le bleu coton .La lame est ensuite recouverte d'une lamelle, puis observée au microscope optique au grossissement G x 40 (**Chabasse *et al.*, 2002 ; Carmen et Sciortino , 2017**). L'observation des caractères a porté sur :

- Le type des hyphes : cloisonnés ou non
- La présence de macroconidies , leurs caractéristiques (nombres de loges, forme peu ou pas incurvée, forme de la cellule basale) et leur abondance. Il s'agit de spores pluricellulaires fusiformes plus ou moins courbées. La cellule apicale est plus ou moins crochue et la cellule basale est pédicellée.
- La présence ou l'absence de microconidies , leur forme (fusiformes, piriformes, ellipsoïdes, ovoïdes ou subglobuleuses) , leur nombre et abondance ainsi que leurs leur disposition : attachées sur le mycélium ou libres.
- La présence ou l'absence de chlamydospores , leur disposition : terminales ou intercalaires et leur regroupement : isolées , en amas , en chaînes .
- Les caractéristiques des phialides portées par l'extrémité du conidiophore : leur nombre (monophialides ou polyphialides), leur 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 n°1** ci-dessous.

**Tableau n° 1 : clé d'identification des espèces appartenant au genre *Fusarium* selon Pitt et Hocking , 2009.**

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



## Matériel et Méthodes

---

forme de fouet	<i>F. longipes</i>
Macroconidies à cellules basales et apicales non-allongées	<b>14</b>
<b>14(13)</b> Macroconidies en forme d'aiguilles avec des côtés parallèles	<i>F.avenaceum</i>
Macroconidies à courbure légère	<i>F. acuminatum</i>

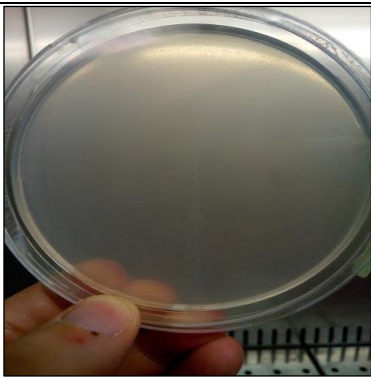
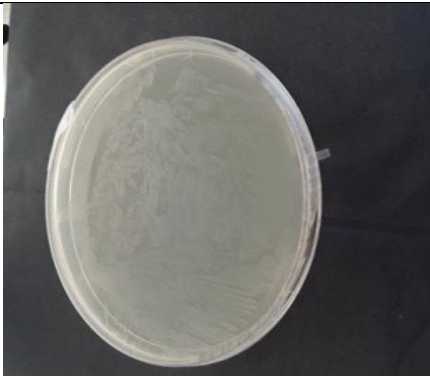
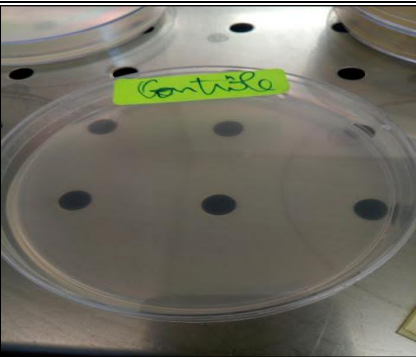

# **Résultats et discussions**

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

#### 1.1. Étude macroscopique





Les résultats de l'examen macroscopique effectué après le 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 2, 3, 4 et 5 consécutivement ci-dessous.

**Tableau 2 : Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après trois (3) jours d'incubation.**

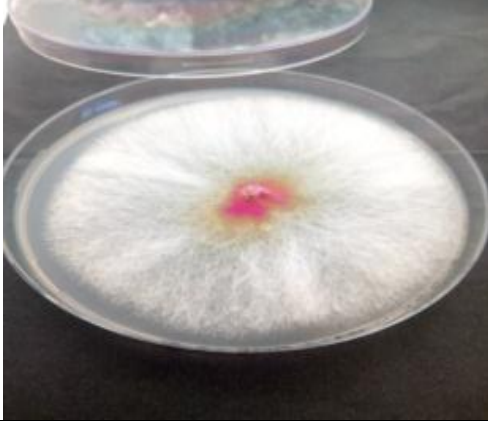
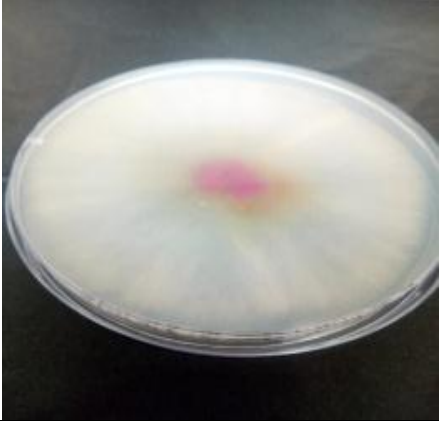


Le contrôle	
<b>Milieu d'identification :</b> PDA	
<b>Description macroscopique :</b> Aucun développement de souche fongique (le milieu a conservé son aspect et sa couleur).	
Photographies	
Au recto	Au verso
	
Le contrôle	
<b>Milieu d'identification :</b> Czapeck	
<b>Description macroscopique :</b> Aucun développement de souche fongique (le milieu a conservé son aspect et sa couleur).	
Photographies	
Au recto	Au verso
	

## Résultats et discussion

**Tableau 2: Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après trois (3) jours d'incubation (suite).**

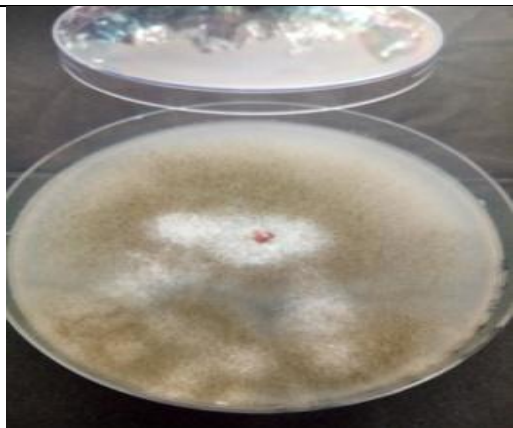
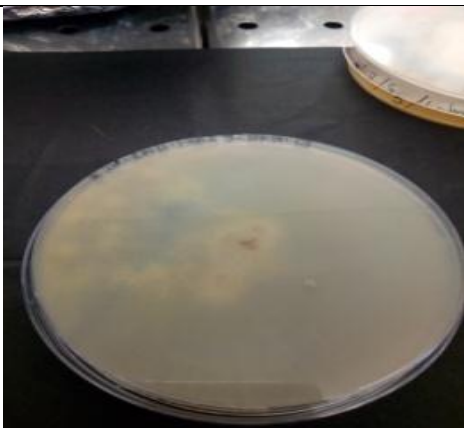
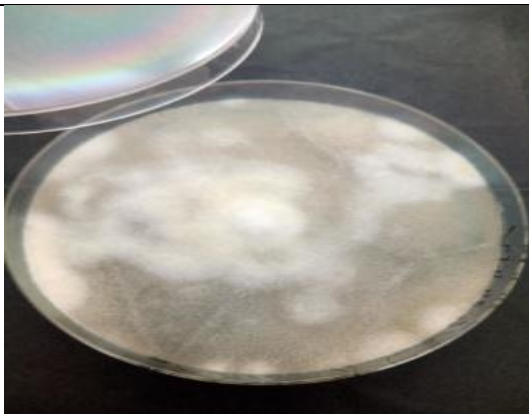
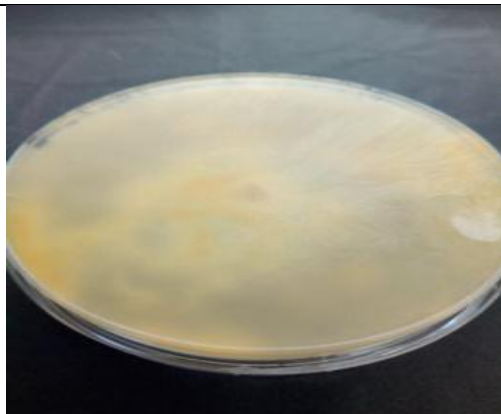
<b>La souche :</b>		<b>S1</b>	
<b>Milieu d'identification :</b>		<b>PDA</b>	
<b>Description macroscopique:</b>			
- <b>Croissance :</b> lente / <b>Diamètre:</b> 26 mm / <b>Aspect:</b> floconneux / <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur:</b> <b>au recto :</b> blanche avec un halo crème, <b>au verso :</b> marron foncée au centre et crème à saumon pâle à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles .</b>			
<b>Photographies</b>			
<b>Au recto</b>		<b>Au verso</b>	
			
<b>La souche :</b>		<b>S1</b>	
<b>Milieu d'identification :</b>		<b>Czapeck</b>	
<b>Description macroscopique :</b>			
- <b>Croissance:</b> moyenne / <b>Diamètre:</b> 20mm / <b>Aspect:</b> floconneux / <b>Relief:</b> bombé/ <b>Couleur:</b> <b>au recto :</b> beige au centre, blanche avec un halo crème à la périphérie, <b>au verso :</b> marron foncée au centre et crème à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles .</b>			
<b>Photographies</b>			
<b>Au recto</b>		<b>Au verso</b>	
			

**Tableau 2 :** Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après trois (3) jours d'incubation (suite).

<b>La souche :</b>		<b>S2</b>	
<b>Milieu d'identification :</b>		<b>PDA</b>	
<b>Description macroscopique :</b>			
- <b>Croissance:</b> très rapide / <b>Diamètre:</b> 75 mm / <b>Aspect:</b> cotonneux / <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur:</b> <b>au recto :</b> rose et jaune au centre, blanche à la périphérie, <b>au verso :</b> rose et jaune au centre, blanche à crème à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles .</b>			
<b>Photographies</b>			
<b>Au recto</b>		<b>Au verso</b>	
			
<b>La souche :</b>		<b>S2</b>	
<b>Milieu d'identification :</b>		<b>Czapeck</b>	
<b>Description macroscopique:</b>			
- <b>Croissance:</b> rapide / <b>Diamètre:</b> 35 mm / <b>Aspect:</b> cotonneux / <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur:</b> <b>au recto :</b> orange au centre et blanche à la périphérie, <b>au verso :</b> marron au centre entouré d'un cercle orange puis blanche à crème à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles .</b>			
<b>Photographies</b>			
<b>Au recto</b>		<b>Au verso</b>	
			

## Résultats et discussion

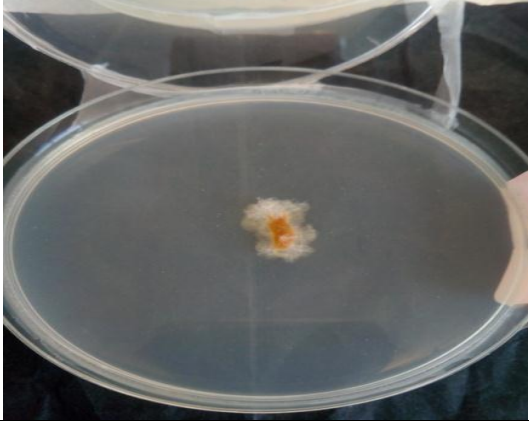

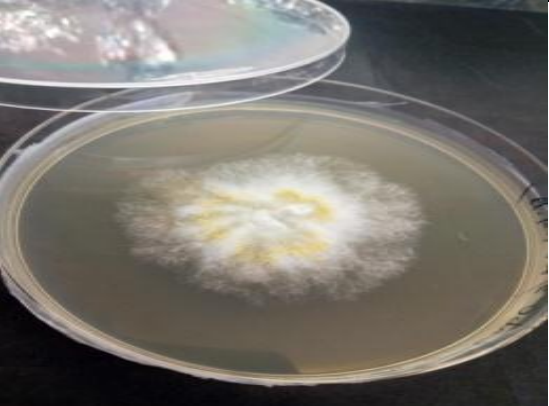

**Tableau 2 :** Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après trois (3) jours d'incubation (suite).

<b>La souche :</b>		<b>S3</b>	
<b>Milieu d'identification :</b>		<b>PDA</b>	
<b>Description macroscopique :</b>			
- <b>Croissance:</b> très rapide/ <b>Diamètre:</b> 78 mm / <b>Aspect:</b> floconneux/ <b>Relief:</b> surélevé / <b>Couleur:</b> <b>au recto:</b> marron sable au centre, blanche-grisâtre à la périphérie, <b>au verso :</b> marron sable au centre, crème à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles .</b>			
<b>Photographies</b>			
<b>Au recto</b>		<b>Au verso</b>	
			
<b>La souche :</b>		<b>S3</b>	
<b>Milieu d'identification :</b>		<b>Czapeck</b>	
<b>Description macroscopique :</b>			
- <b>Croissance:</b> très rapide/ <b>Diamètre:</b> 85 mm / <b>Aspect:</b> floconneux/ <b>Relief:</b> surélevé / <b>Couleur:</b> <b>au recto:</b> blanche-grisâtre, <b>au verso :</b> marron au centre, crème à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles .</b>			
<b>Photographies</b>			
<b>Au recto</b>		<b>Au verso</b>	
			




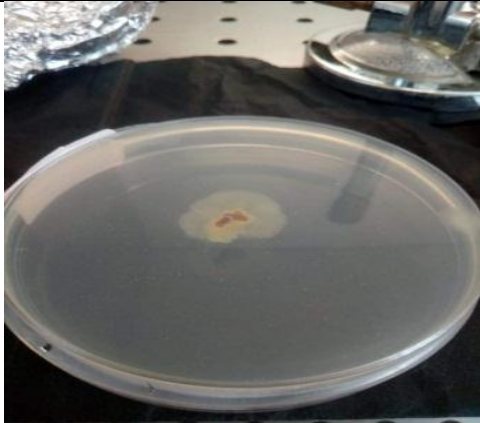

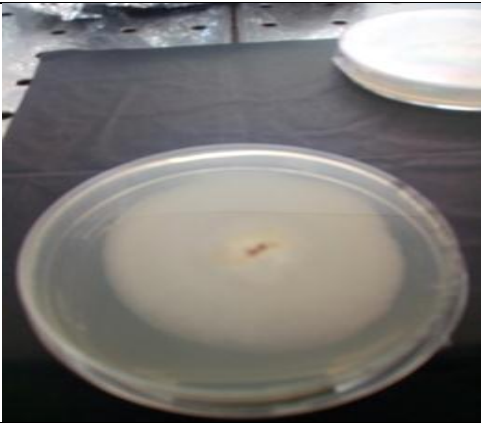
## Résultats et discussion

**Tableau 2: Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après trois (3) jours d'incubation (suite).**

<b>La souche :</b>	<b>S4*</b>
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>PDA</b>
<b>Description macroscopique:</b>	
- <b>Croissance:</b> moyenne/ <b>Diamètre:</b> 15 mm / <b>Aspect:</b> cotonneux/ <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur:</b> au <b>recto</b> : orange au centre et blanche à la périphérie, <b>au verso</b> : marron orangée au centre, crème - jaune à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles</b> .	
<b>Photographies</b>	
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>
	
<b>La souche :</b>	<b>S4*</b>
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>Czapeck</b>
<b>Description macroscopique:</b>	
- <b>Croissance:</b> moyenne/ <b>Diamètre:</b> 45 mm / <b>Aspect:</b> cotonneux/ <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur:</b> au <b>recto</b> : un mélange entre le blanc et le jaune au centre et blanche à la périphérie , <b>au verso</b> : marron au centre, crème jaune à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles</b> .	
<b>Photographies</b>	
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>
	

## Résultats et discussion

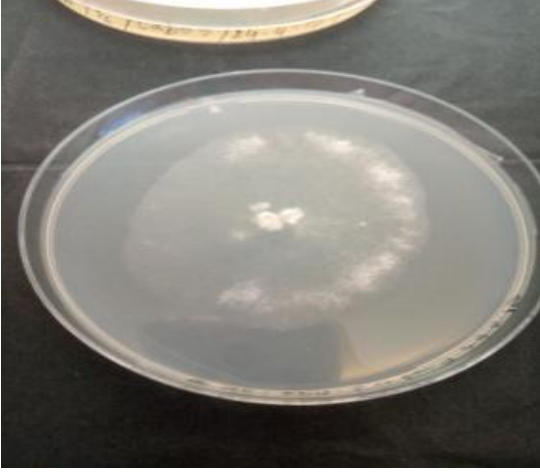
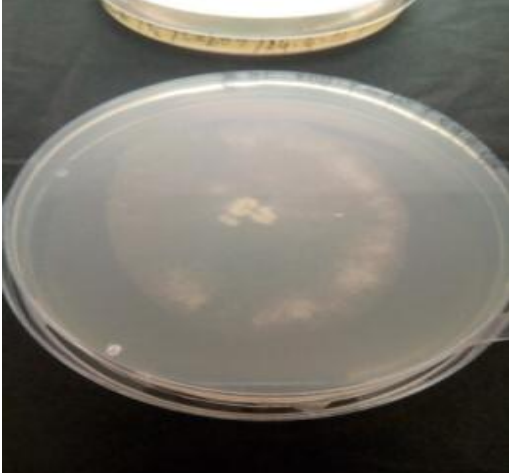

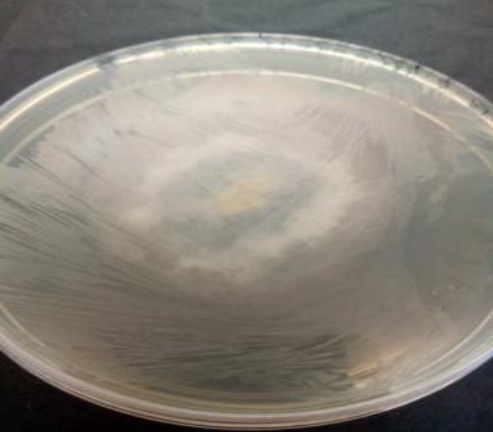
**Tableau 2 :** Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après trois (3) jours d'incubation (suite).

<b>La souche:</b>	<b>S4**</b>	
<b>Milieu d'identification :</b>	<b>PDA</b>	
<b>Description macroscopique :</b>		
- <b>Croissance:</b> moyenne/ <b>Diamètre:</b> 22 mm / <b>Aspect:</b> cotonneux/ <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur:</b> au <b>recto</b> : orange au centre et blanche-crème à la périphérie, <b>au verso</b> : marron orangée au centre, crème jaunâtre à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles</b> .		
<b>Photographies</b>		
<b>Au recto</b>		<b>Au verso</b>
		
<b>La souche:</b>	<b>S4**</b>	
<b>Milieu d'identification :</b>	<b>Czapeck</b>	
<b>Description macroscopique:</b>		
- <b>Croissance:</b> moyenne/ <b>Diamètre:</b> 66 mm / <b>Aspect:</b> cotonneux/ <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur:</b> au <b>recto</b> : blanche au centre et beige à la périphérie, <b>au verso</b> : marron au centre, crème à jaune à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles</b> .		
<b>Photographies</b>		
<b>Au recto</b>		<b>Au verso</b>
		



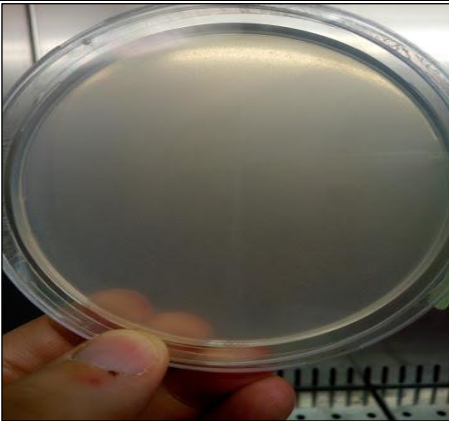
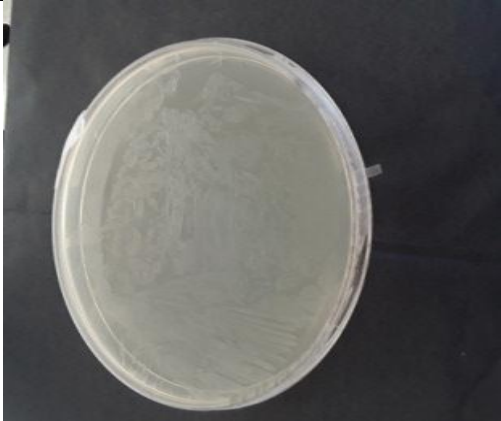
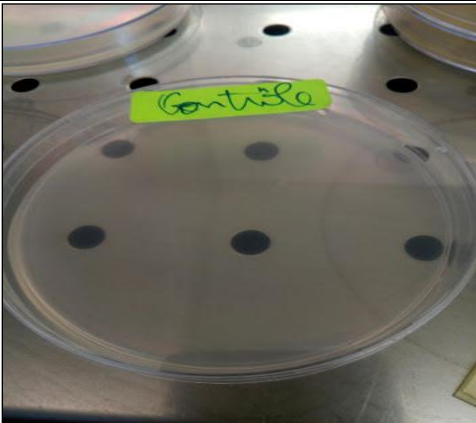

## Résultats et discussion

**Tableau 2 :** Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après trois (3) jours d'incubation (suite).

<b>La souche:</b> S5	
<b>Milieu d'identification:</b> PDA	
<b>Description macroscopique:</b> - <b>Croissance</b> : rapide / <b>Diamètre</b> : 55 mm / <b>Aspect</b> : cotonneux / <b>Relief</b> : plat / <b>Couleur:</b> au recto et au verso : blanche au centre , transparente au milieu et blanche à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles</b> .	
<b>Photographies</b>	
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>
	
<b>La souche:</b> S5	
<b>Milieu d'identification:</b> Czapeck	
<b>Description macroscopique</b> - <b>Croissance</b> : rapide / <b>Diamètre</b> : 47 mm / <b>Aspect:</b> cotonneux / <b>Relief</b> : plat / <b>Couleur:</b> au recto et au verso: blanche au centre avec un contour blanc / <b>Absence de production de pigments diffusibles</b> ..	
<b>Photographies</b>	
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>
	

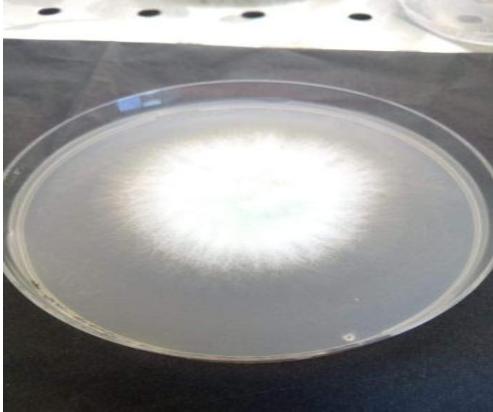
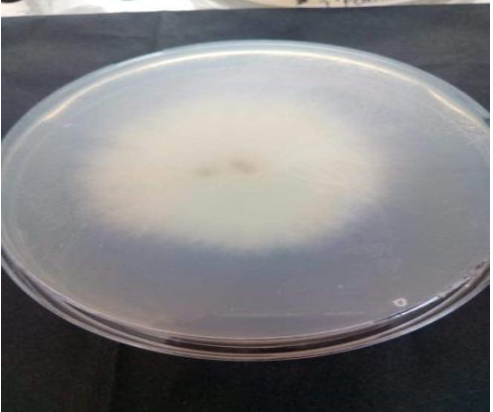


## Résultats et discussion

**Tableau 3** : Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après cinq (5) jours d'incubation.

Le contrôle	
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>PDA</b>
<b>Description macroscopique:</b>	
Aucun développement de souche fongique (le milieu a conservé son aspect et sa couleur).	
Photographies	
Au recto	Au verso
	
Le contrôle	
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>Czapeck</b>
<b>Description macroscopique:</b>	
Aucun développement de souche fongique (le milieu a conservé son aspect et sa couleur).	
Photographies	
Au recto	Au verso
	



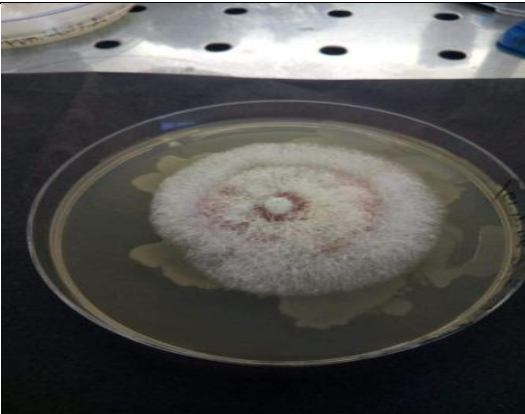
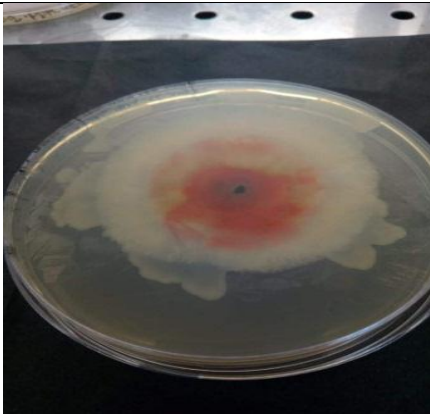
## Résultats et discussion

**Tableau 3 :** Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après cinq (5) jours d'incubation (suite).

<b>La souche :</b>	<b>S1</b>	
<b>Milieu d'identification :</b>	<b>PDA</b>	
<b>Description macroscopique:</b>		
- <b>Croissance :</b> lente / <b>Diamètre:</b> 55mm / <b>Aspect:</b> floconneux / <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur:</b> <b>au recto :</b> blanche avec un halo crème, <b>au verso :</b> marron foncée au centre et crème à saumon pâle à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles .</b>		
<b>Photographies</b>		
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>	
		
<b>La souche :</b>	<b>S1</b>	
<b>Milieu d'identification :</b>	<b>Czapeck</b>	
<b>Description macroscopique :</b>		
- <b>Croissance:</b> moyenne / <b>Diamètre:</b> 25mm / <b>Aspect:</b> floconneux / <b>Relief:</b> bombé/ <b>Couleur:</b> <b>au recto :</b> beige au centre, blanche avec un halo crème à la périphérie, <b>au verso :</b> marron foncé au centre et crème à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles .</b>		
<b>Photographies</b>		
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>	
		

## Résultats et discussion


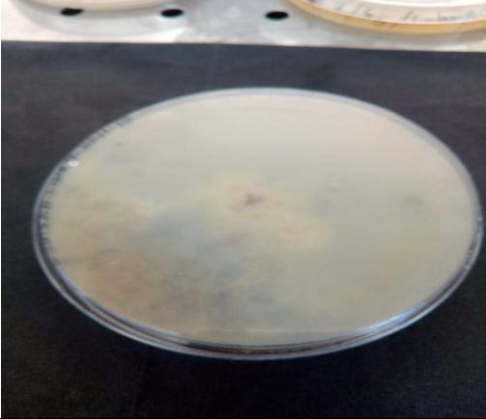
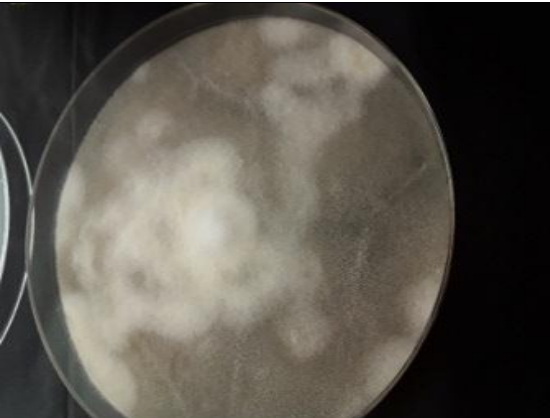

**Tableau 3: Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après cinq (5) jours d'incubation (suite).**

<b>La souche :</b>	<b>S2</b>
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>PDA</b>
<b>Description macroscopique:</b>	
- <b>Croissance:</b> très rapide / <b>Diamètre:</b> 80 mm / <b>Aspect:</b> cotonneux / <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur:</b> <b>au recto :</b> rose et jaune au centre, blanche à la périphérie, <b>au verso :</b> rose et jaune au centre, blanche à crème à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles .</b>	
<b>Photographies</b>	
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>
	
<b>La souche :</b>	<b>S2</b>
<b>Milieu d'identification</b>	<b>Czapeck</b>
<b>Description macroscopique:</b>	
- <b>Croissance:</b> rapide / <b>Diamètre:</b> 55 mm / <b>Aspect:</b> cotonneux / <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur:</b> <b>au recto :</b> orange au centre, blanche à la périphérie, <b>au verso :</b> marron au centre entouré d'un cercle orange puis blanc à crème à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles .</b>	
<b>Photographies</b>	
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>
	



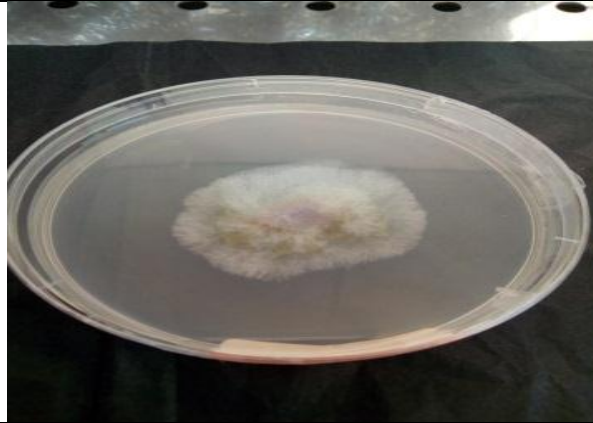
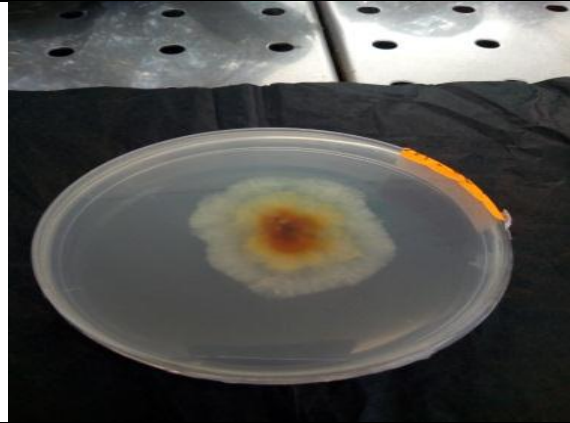
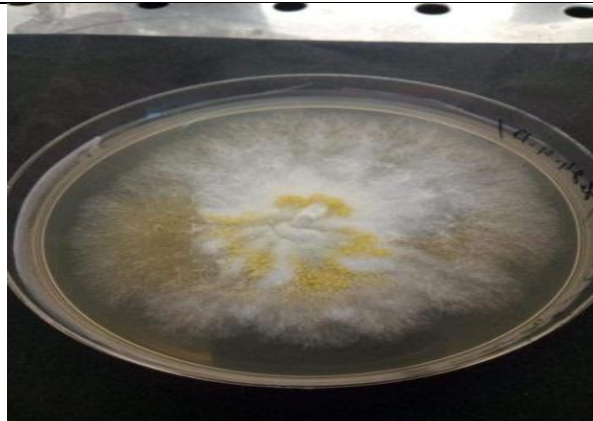
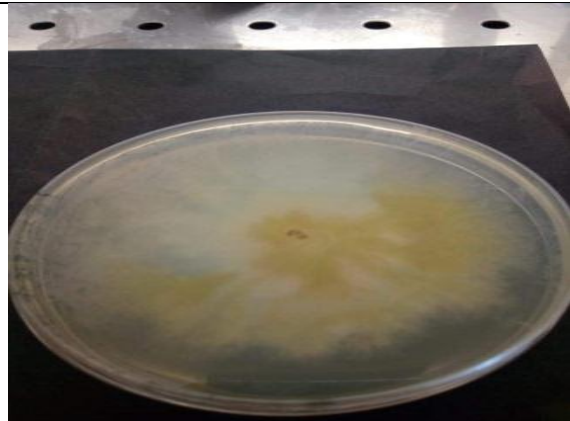
## Résultats et discussion

**Tableau 3 :** Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après cinq (5) jours d'incubation (suite).

<b>La souche:</b>		<b>S3</b>	
<b>Milieu d'identification:</b>		<b>PDA</b>	
<b>Description macroscopique:</b>			
- <b>Croissance:</b> très rapide/ <b>Diamètre:</b> envahissante / <b>Aspect:</b> floconneux / <b>Relief:</b> surélevé / <b>Couleur:</b> <b>au recto:</b> centre marron , blanche-grisâtre à la périphérie, <b>au verso :</b> marron au centre, crème à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles .</b>			
<b>Photographies</b>			
<b>Au recto</b>		<b>Au verso</b>	
			
<b>La souche:</b>		<b>S3</b>	
<b>Milieu d'identification:</b>		<b>Czapeck</b>	
<b>Description macroscopique :</b>			
- <b>Croissance:</b> très rapide/ <b>Diamètre:</b> 85 mm / <b>Aspect:</b> floconneux/ <b>Relief:</b> surélevé / <b>Couleur:</b> <b>au recto:</b> blanche-grisâtre, <b>au verso :</b> marron au centre, crème à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles .</b>			
<b>Photographies</b>			
<b>Au recto</b>		<b>Au verso</b>	
			


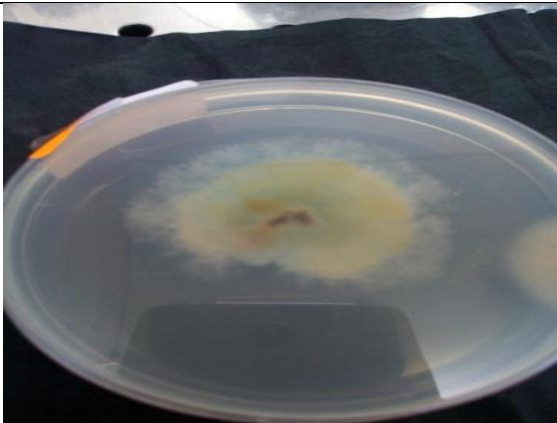
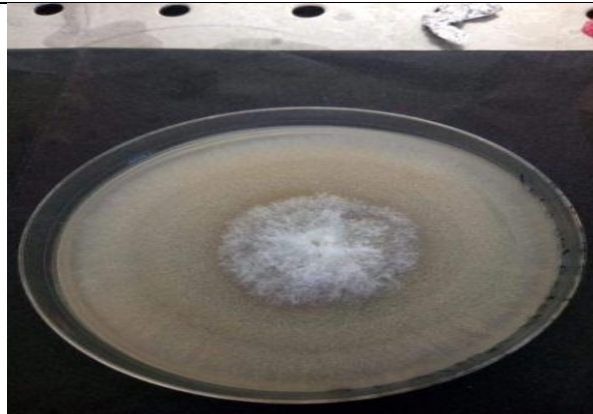
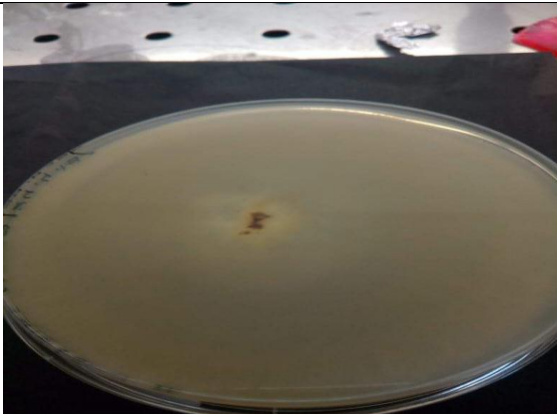
## Résultats et discussion

**Tableau 3 : Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après cinq (5) jours d'incubation (suite).**

<b>La souche :</b>	<b>S4*</b>
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>PDA</b>
<b>Description macroscopique :</b>	
- <b>Croissance:</b> moyenne/ <b>Diamètre:</b> 45mm / <b>Aspect:</b> cotonneux/ <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur:</b> au <b>recto</b> : orange au centre et blanche à crème à la périphérie, <b>au verso</b> : marron orangé au centre, jaunâtre à crème à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles</b> .	
<b>Photographies</b>	
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>
	
<b>La souche</b>	<b>S4*</b>
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>Czapeck</b>
<b>Description macroscopique:</b>	
- <b>Croissance:</b> moyenne/ <b>Diamètre:</b> 70 mm / <b>Aspect:</b> cotonneux/ <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur:</b> au <b>recto</b> : mélange de blanc et de jaune au centre , blanche à la périphérie , <b>au verso</b> : marron au centre, crème jaunâtre à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles</b> .	
<b>Photographies</b>	
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>
	

## Résultats et discussion

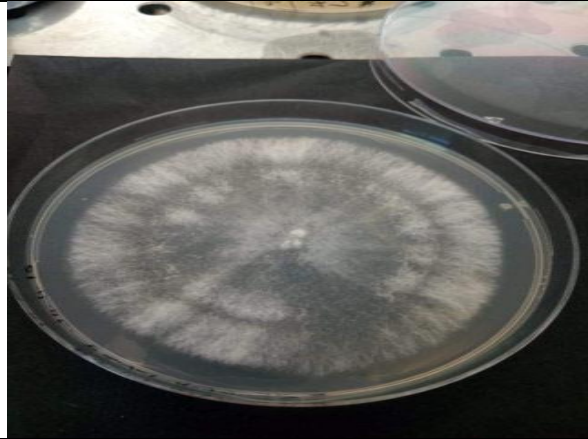


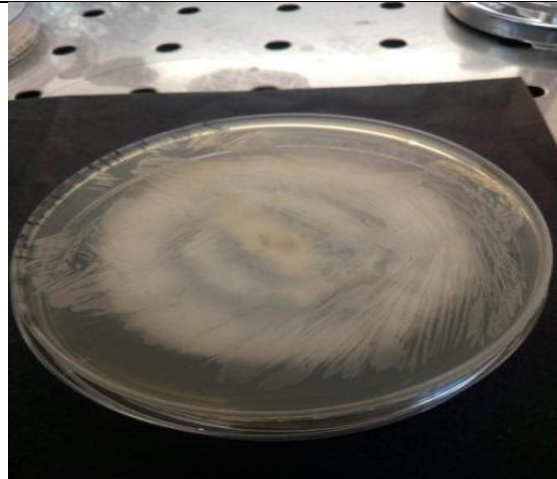
**Tableau 3 :** Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après cinq (5) jours d'incubation (suite).

<b>La souche:</b>	S4*?	
<b>Milieu d'identification:</b>	PDA	
<b>Description macroscopique:</b>		
- <b>Croissance:</b> moyenne/ <b>Diamètre:</b> 40mm / <b>Aspect:</b> cotonneux/ <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur:</b> <b>au recto :</b> orange au centre et blanche à crème à la périphérie, <b>au verso :</b> marron orangé au centre, crème à jaunâtre à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles .</b>		
<b>Photographies</b>		
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>	
		
<b>La souche :</b>	S4*?	
<b>Milieu d'identification:</b>	Czapeck	
<b>Description macroscopique:</b>		
- <b>Croissance:</b> moyenne/ <b>Diamètre:</b> 80cm / <b>Aspect:</b> cotonneux/ <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur:</b> <b>au recto :</b> blanche au centre et beige à la périphérie, <b>au verso :</b> marron au centre, crème à jaune à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles .</b>		
<b>Photographies</b>		
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>	
		



## Résultats et discussion

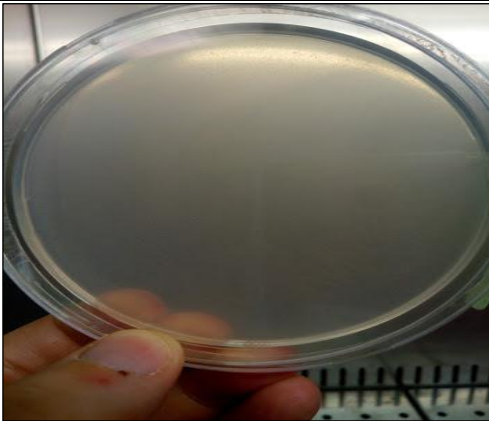
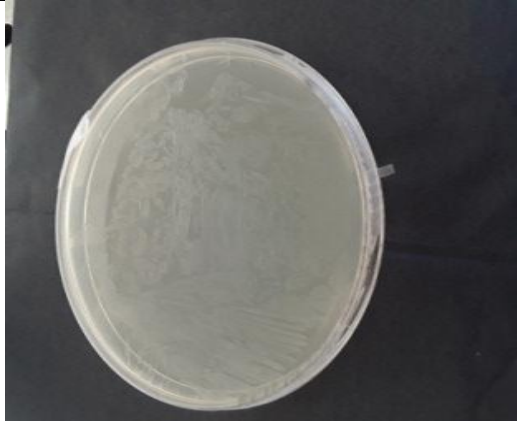
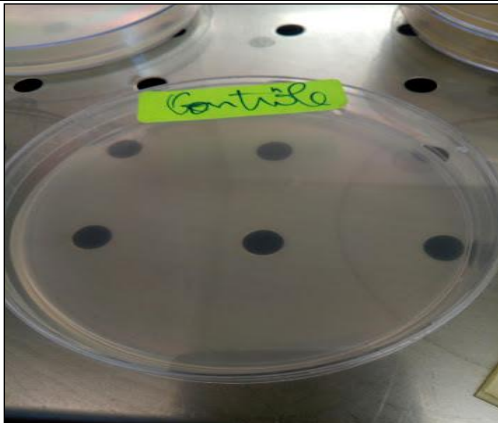

**Tableau 3 :** Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après cinq (5) jours d'incubation (suite).

<b>La souche :</b>		<b>S5</b>	
<b>Milieu d'identification:</b>		<b>PDA</b>	
<b>Description macroscopique :</b>			
- <b>Croissance :</b> rapide / <b>Diamètre:</b> 70mm / <b>Aspect:</b> cotonneux / <b>Relief :</b> plat / <b>Couleur:</b> <b>au recto :</b> blanche au centre et à la périphérie, <b>au verso :</b> halo blanc au centre et à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles.</b>			
<b>Photographies</b>			
<b>Au recto</b>		<b>Au verso</b>	
			
<b>La souche :</b>		<b>S5</b>	
<b>Milieu d'identification:</b>		<b>Czapeck</b>	
<b>Description macroscopique :</b>			
- <b>Croissance :</b> rapide / <b>Diamètre:</b> 62 mm / <b>Aspect:</b> cotonneux / <b>Relief :</b> bombé / <b>Couleur:</b> <b>au recto :</b> blanche , <b>au verso :</b> crème / <b>Absence de production de pigments diffusibles .</b>			
<b>Photographies</b>			
<b>Au recto</b>		<b>Au verso</b>	
			



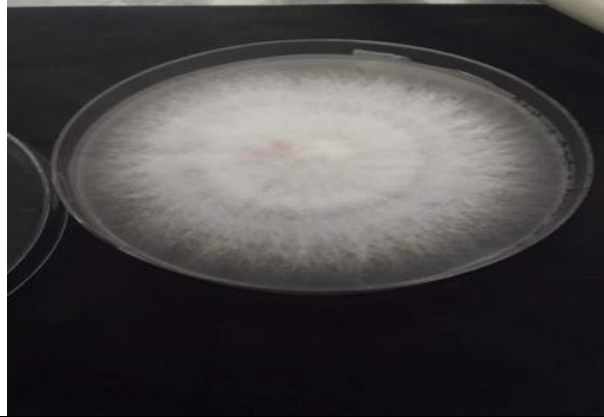
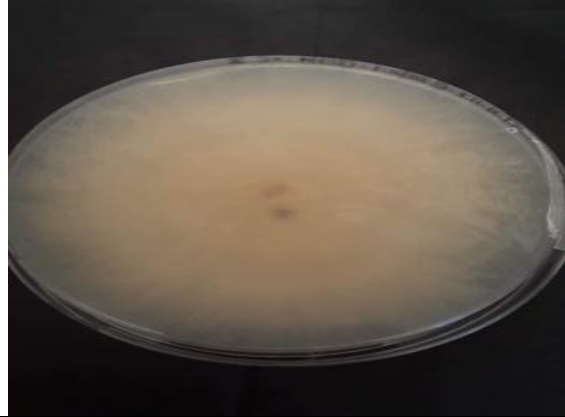
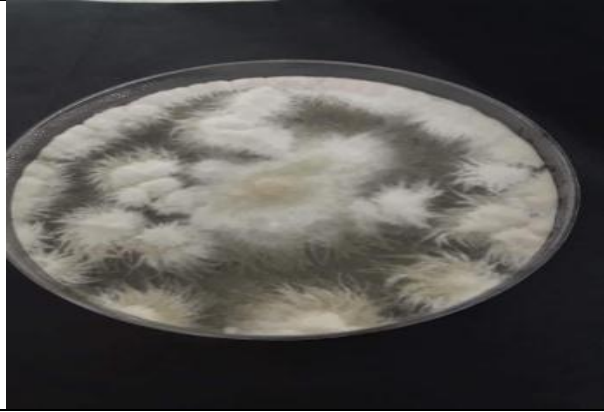
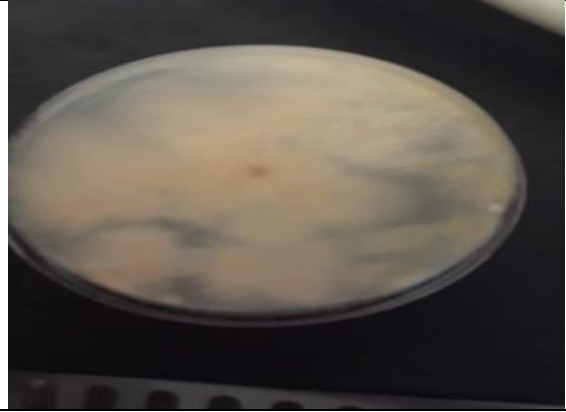
## Résultats et discussion

**Tableau 4 :** Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après sept (7) jours d'incubation.

Le contrôle	
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>PDA</b>
<b>Description macroscopique:</b>	
Aucun développement de souche fongique (le milieu a conservé son aspect et sa couleur).	
Photographies	
Au recto	Au verso
	
Le contrôle	
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>Czapeck</b>
<b>Description macroscopique:</b>	
Aucun développement de souche fongique (le milieu a conservé son aspect et sa couleur).	
Photographies	
Au recto	Au verso
	


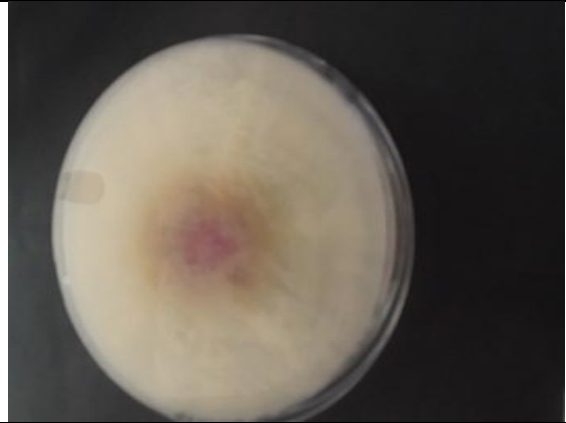

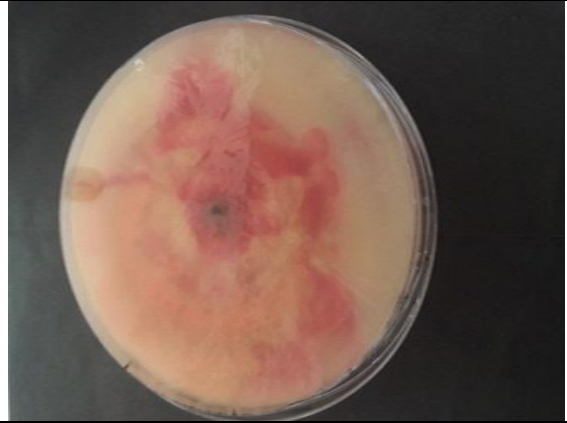
## Résultats et discussion

**Tableau 4:** Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après sept (7) jours d'incubation (suite).

<b>La souche:</b>	<b>S1</b>
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>PDA</b>
<b>Description macroscopique:</b>	
- <b>Croissance:</b> lente / <b>Diamètre:</b> 80mm / <b>Aspect:</b> floconneux / <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur:</b> <b>au recto</b> : blanche avec un halo crème, <b>au verso</b> : marron foncée au centre et crème à saumon pâle à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles.</b>	
<b>Photographies</b>	
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>
	
<b>La souche:</b>	<b>S1</b>
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>Czapeck</b>
<b>Description macroscopique</b>	
- <b>Croissance:</b> moyenne / <b>Diamètre:</b> 35mm / <b>Aspect:</b> floconneux / <b>Relief:</b> bombé/ <b>Couleur:</b> <b>au recto</b> : beige au centre, blanche avec un halo crème à la périphérie, <b>au verso</b> : marron foncée au centre et crème à saumon à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles.</b>	
<b>Photographies</b>	
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>
	

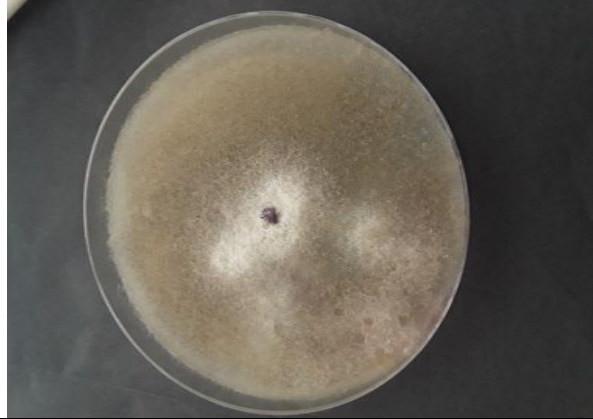
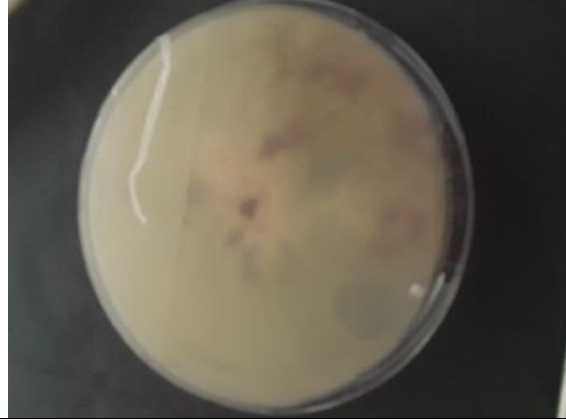
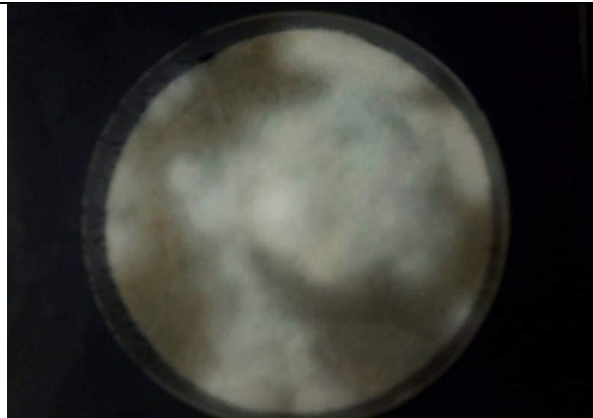

## Résultats et discussion

**Tableau 4 :** description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après sept (7) jours d'incubation (suite).

<b>La souche :</b>	<b>S2</b>
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>PDA</b>
<b>Description macroscopique:</b>	
- <b>Croissance:</b> très rapide / <b>Diamètre:</b> 85 mm / <b>Aspect:</b> cotonneux / <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur:</b> <b>au recto :</b> rose et jaune au centre, blanche à la périphérie, <b>au verso :</b> rose pourpre et jaune au centre, blanche à crème à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles.</b>	
<b>Photographies</b>	
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>
	
<b>La souche :</b>	<b>S2</b>
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>Czapeck</b>
<b>Description macroscopique:</b>	
- <b>Croissance:</b> rapide / <b>Diamètre:</b> envahissante / <b>Aspect:</b> cotonneux / <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur:</b> <b>au recto :</b> un tapis orange séparé par des halos blanches jusqu' à la périphérie, <b>au verso :</b> marron au centre entouré d'un cercle orange rouille et rouge pourpre puis crème à jaunâtre la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles.</b>	
<b>Photographies</b>	
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>
	


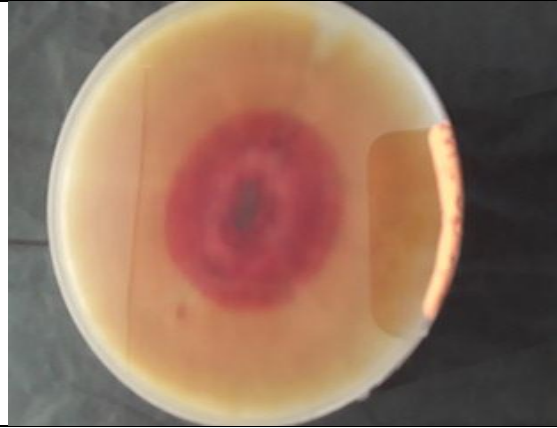
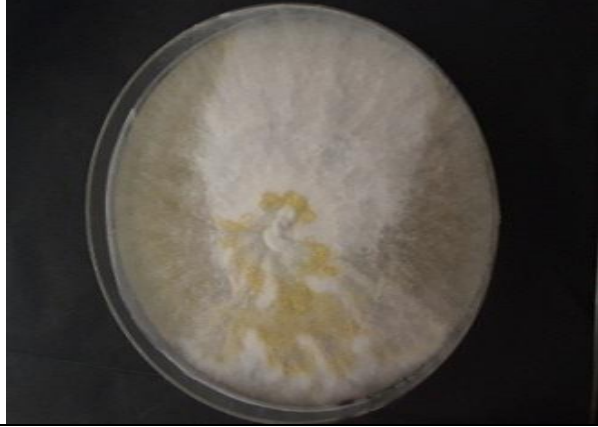

## Résultats et discussion

**Tableau 4:** Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après sept (7) jours d'incubation (suite).

<b>La souche :</b>	<b>S3</b>
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>PDA</b>
<b>Description macroscopique:</b>	
- <b>Croissance:</b> très rapide/ <b>Diamètre:</b> envahissante / <b>Aspect:</b> floconneux/ <b>Relief:</b> surélevé / <b>Couleur: au recto:</b> marron au centre, blanche-grisâtre à la périphérie, <b>au verso :</b> marron au centre, crème à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles.</b>	
<b>Photographies</b>	
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>
	
<b>La souche :</b>	<b>S3</b>
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>Czapeck</b>
<b>Description macroscopique:</b>	
- <b>Croissance:</b> très rapide/ <b>Diamètre:</b> envahissante / <b>Aspect:</b> floconneux/ <b>Relief:</b> surélevé / <b>Couleur: au recto:</b> blanche-grisâtre toute la boîte, <b>au verso :</b> marron au centre, crème à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles.</b>	
<b>Photographies</b>	
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>
	

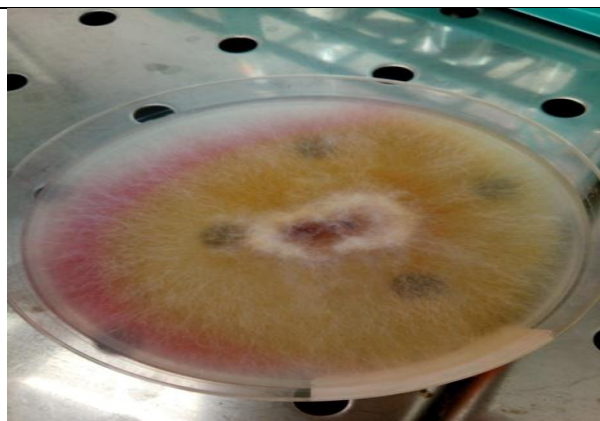
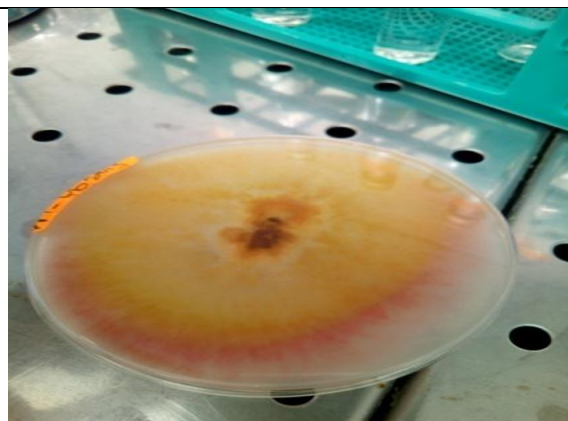

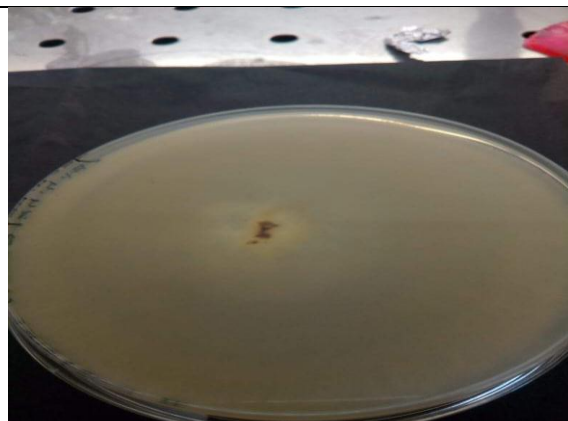


**Tableau 4 :** Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après sept (7) jours d'incubation (suite).

<b>La souche :</b>	<b>S4*</b>	
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>PDA</b>	
<b>Description macroscopique :</b>		
- <b>Croissance:</b> moyenne/ <b>Diamètre:</b> envahissante/ <b>Aspect:</b> cotonneux/ <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur:</b> <b>au recto :</b> un mélange entre le rose pourpre, l'orange et le rouge au centre , blanche à beige à la périphérie, <b>au verso :</b> marron orangée au centre, orange pâle à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles.</b>		
<b>Photographies</b>		
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>	
		
<b>La souche :</b>	<b>S4*</b>	
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>Czapeck</b>	
<b>Description macroscopique :</b>		
- <b>Croissance:</b> moyenne/ <b>Diamètre:</b> envahissante / <b>Aspect:</b> cotonneux / <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur:</b> <b>au recto :</b> mélange entre le blanc et le jaune au centre et blanche à la périphérie <b>au verso :</b> marron au centre, crème à jaunâtre à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles.</b>		
<b>Photographies</b>		
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>	
		

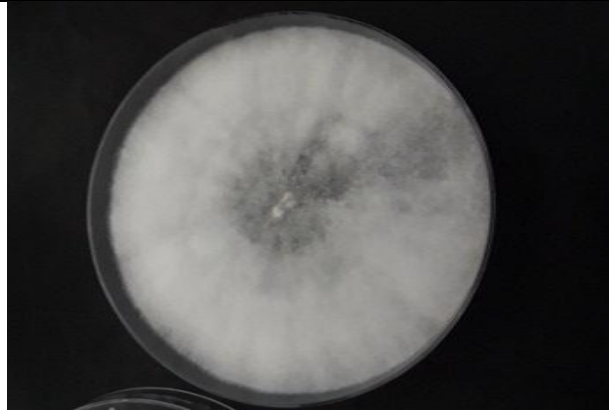

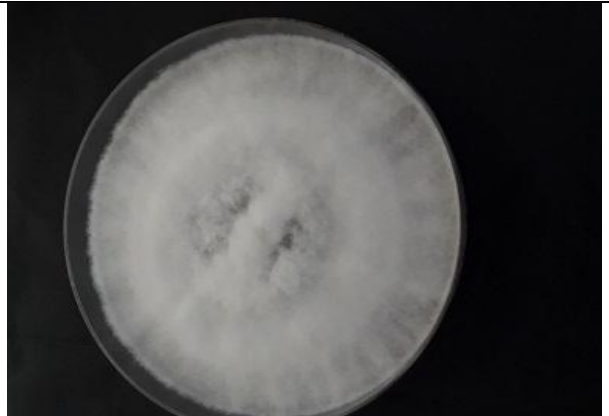

## Résultats et discussion

**Tableau 4 :** Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après sept (7) jours d'incubation (suite).

<b>La souche:</b>	S4* <sup>9</sup>	
<b>Milieu d'identification:</b>	PDA	
<b>Description macroscopique:</b>		
- <b>Croissance:</b> moyenne / <b>Diamètre:</b> envahissante / <b>Aspect:</b> cotonneux/ <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur: au recto :</b> marron et blanche au centre, orange et rose à la périphérie, <b>au verso :</b> marron orangée au centre, jaune et rose à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles.</b>		
<b>Photographies</b>		
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>	
		
<b>La souche:</b>	S4* <sup>9</sup>	
<b>Milieu d'identification:</b>	Czapeck	
<b>Description macroscopique:</b>		
- <b>Croissance:</b> moyenne / <b>Diamètre:</b> envahissante / <b>Aspect:</b> cotonneux/ <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur: au recto :</b> blanche au centre et beige à la périphérie, <b>au verso :</b> marron au centre, jaune à crème à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles.</b>		
<b>Photographies</b>		
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>	
		


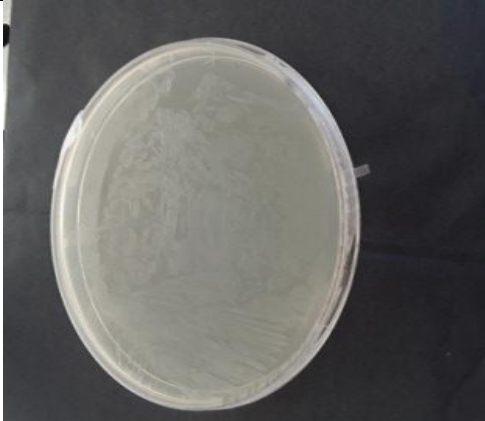
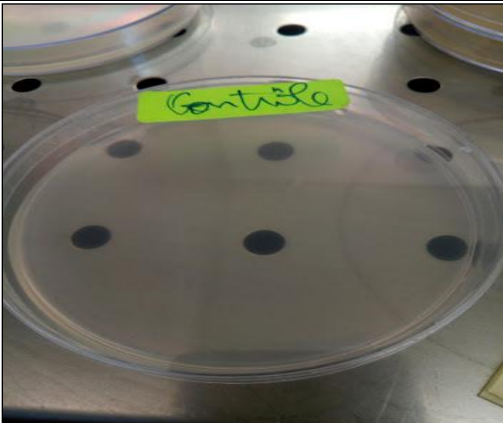

## Résultats et discussion

**Tableau 4: Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après sept (7) jours d'incubation (suite).**

<b>La souche:</b>	<b>S5</b>
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>PDA</b>
<b>Description macroscopique:</b>	
- <b>Croissance</b> : rapide / <b>Diamètre:</b> envahissante / <b>Aspect:</b> cotonneux / <b>Relief</b> : surélevé / <b>Couleur:</b> <b>au recto</b> : blanche au centre et à la périphérie un halo blanc, <b>au verso</b> : blanche au centre et à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles.</b>	
<b>Photographies</b>	
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>
	
<b>La souche:</b>	<b>S5</b>
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>Czapeck</b>
<b>Description macroscopique:</b>	
- <b>Croissance:</b> rapide / <b>Diamètre:</b> envahissante / <b>Aspect:</b> cotonneux / <b>Relief:</b> surélevé / <b>Couleur:</b> <b>au recto</b> : blanche au centre et à la périphérie un halo blanc, <b>au verso</b> : crème au centre avec un contour blanc à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles.</b>	
<b>Photographies</b>	
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>
	

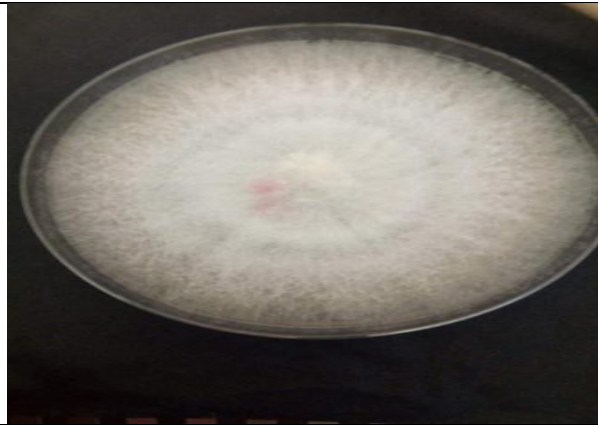
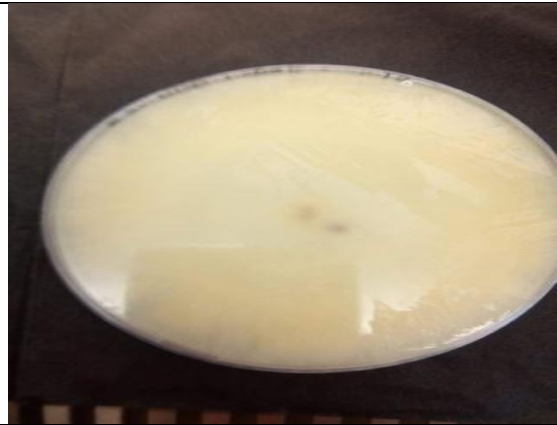


## Résultats et discussion

**Tableau 5:** Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après douze (12) jours d'incubation (suite).

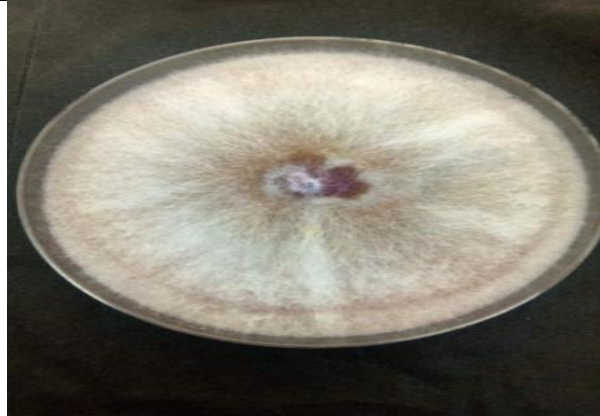
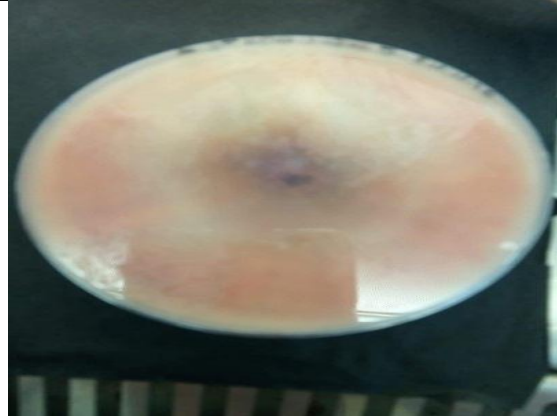

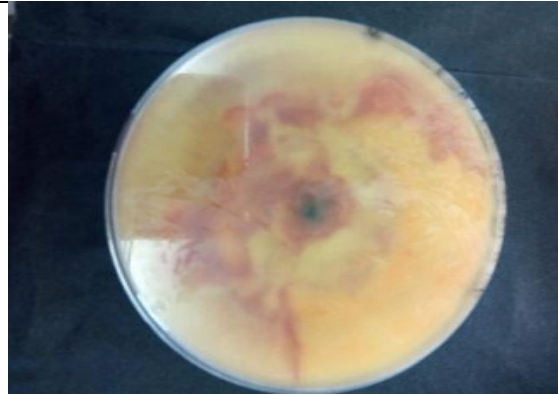
<b>Le contrôle</b>	
<b>Milieu d'identification:</b> PDA	
<b>Description macroscopique:</b> Aucun développement de souche fongique (le milieu a conservé son aspect et sa couleur).	
<b>Photographies</b>	
Au recto	Au verso
	
<b>Le contrôle</b>	
<b>Milieu d'identification:</b> Czapeck	
<b>Description macroscopique :</b> Aucun développement de souche fongique (le milieu a conservé son aspect et sa couleur).	
<b>Photographies</b>	
Au recto	Au verso
	



**Tableau 5 :** Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après douze (12) jours d'incubation (suite).


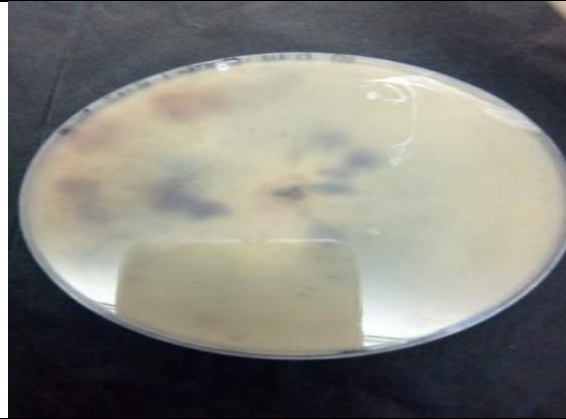
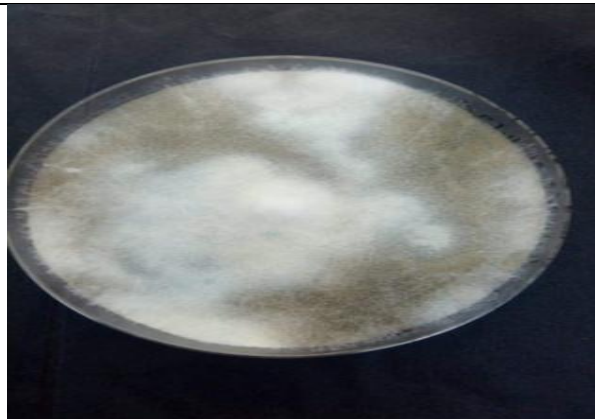

<b>La souche :</b>	<b>S1</b>	
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>PDA</b>	
<b>Description macroscopique:</b>		
- <b>Croissance:</b> lente / <b>Diamètre:</b> envahissante / <b>Aspect:</b> floconneux / <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur:</b> <b>au recto :</b> blanche avec un halo crème, <b>au verso :</b> marron foncée au centre et crème au saumon pâle à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles.</b>		
<b>Photographies</b>		
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>	
		
<b>La souche :</b>	<b>S1</b>	
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>Czapeck</b>	
<b>Description macroscopique:</b>		
- <b>Croissance:</b> rapide / <b>Diamètre:</b> envahissante / <b>Aspect:</b> floconneux / <b>Relief:</b> surélevé / <b>Couleur:</b> <b>au recto :</b> blanche au centre et à la périphérie, <b>au verso :</b> crème au centre et à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles.</b>		
<b>Photographies</b>		
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>	
		

**Tableau 5 :** Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après douze (12) jours d'incubation (suite).

<b>La souche</b>	<b>S2</b>	
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>PDA</b>	
<b>Description macroscopique :</b>		
- <b>Croissance:</b> très rapide / <b>Diamètre:</b> envahissante / <b>Aspect:</b> cotonneux / <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur:</b> <b>au recto :</b> rose pourpre et jaune au centre, blanche à la périphérie, <b>au verso :</b> rose pourpre et jaune au centre, blanche à crème à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles.</b>		
<b>Photographies</b>		
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>	
		
<b>La souche :</b>	<b>S2</b>	
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>Czapeck</b>	
<b>Description macroscopique:</b>		
- <b>Croissance:</b> rapide / <b>Diamètre:</b> envahissante / <b>Aspect:</b> cotonneux / <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur:</b> <b>au recto :</b> un tapis orange couvert du blanc jusqu' à la périphérie, <b>au verso :</b> un centre marron entouré d'un cercle orange rouille et rouge pourpre puis crème , jaune et orange la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles.</b>		
<b>Photographies</b>		
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>	
		

## Résultats et discussion

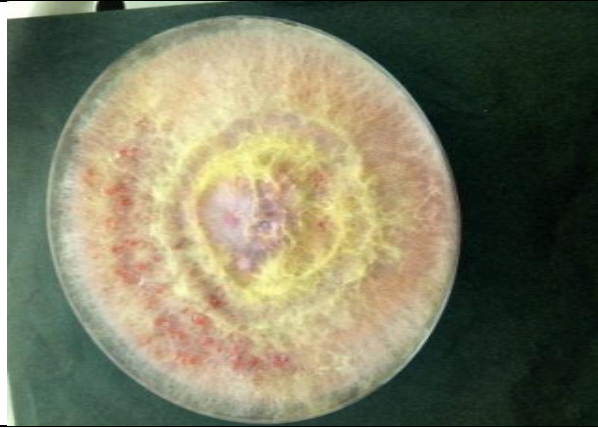
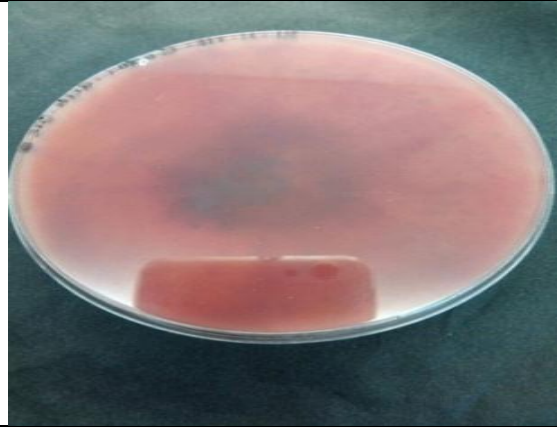


**Tableau 5 :** Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après douze (12) jours d'incubation (suite).

<b>La souche :</b>	<b>S3</b>
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>PDA</b>
<b>Description macroscopique:</b>	
- <b>Croissance:</b> très rapide/ <b>Diamètre:</b> envahissante / <b>Aspect:</b> floconneux/ <b>Relief:</b> surélevé / <b>Couleur:</b> <b>au recto:</b> marron au centre, blanche-grisâtre à la périphérie, <b>au verso :</b> marron au centre, crème à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles.</b>	
<b>Photographies</b>	
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>
	
<b>La souche :</b>	<b>S3</b>
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>Czapeck</b>
<b>Description macroscopique:</b>	
- <b>Croissance :</b> très rapide/ <b>Diamètre:</b> envahissante / <b>Aspect:</b> floconneux / <b>Relief:</b> surélevé / <b>Couleur:</b> <b>au recto:</b> blanche-grisâtre toute la boîte, <b>au verso :</b> marron au centre, crème à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles.</b>	
<b>Photographies</b>	
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>
	



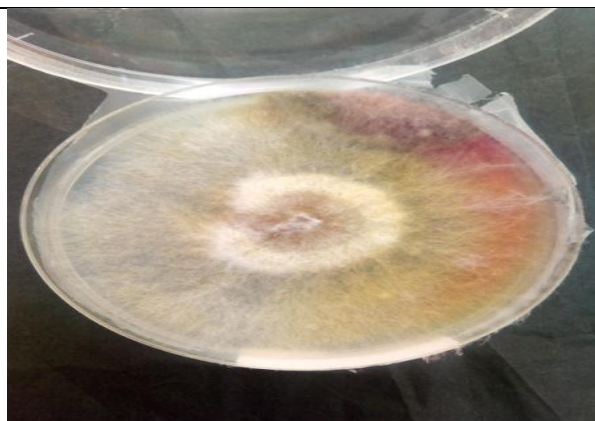
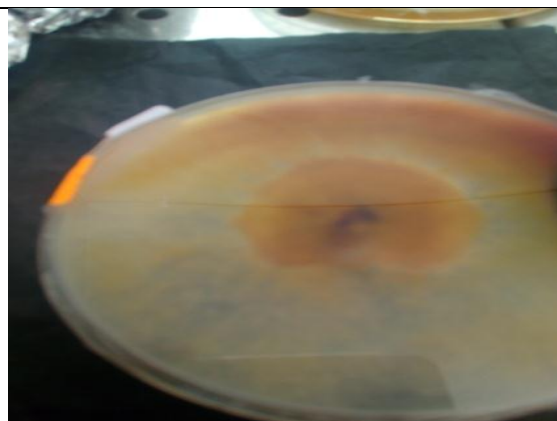
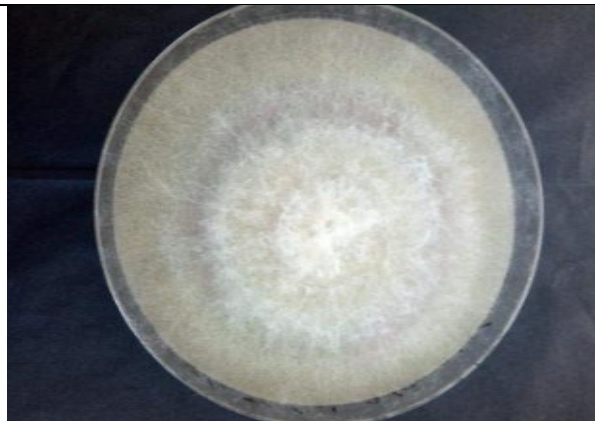

## Résultats et discussion

**Tableau 5 :** Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après douze (12) jours d'incubation (suite).

<b>La souche :</b>	<b>S4*</b>	
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>PDA</b>	
<b>Description macroscopique:</b>		
- <b>Croissance:</b> moyenne/ <b>Diamètre:</b> envahissante/ <b>Aspect:</b> cotonneux/ <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur: au recto :</b> un mélange de jaune , rose pourpre, orange et rouge au centre , blanche à beige à la périphérie, <b>au verso :</b> marron orangé avec un contour jaune à orange pâle à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles.</b>		
<b>Photographies</b>		
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>	
		
<b>La souche :</b>	<b>S4*</b>	
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>Czapeck</b>	
<b>Description macroscopique</b>		
- <b>Croissance:</b> moyenne / <b>Diamètre:</b> envahissante / <b>Aspect:</b> cotonneux/ <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur: au recto :</b> un mélange entre le blanc et le jaune au centre , blanche à la périphérie <b>au verso :</b> marron au centre, crème-jaune à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles.</b>		
<b>Photographies</b>		
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>	
		


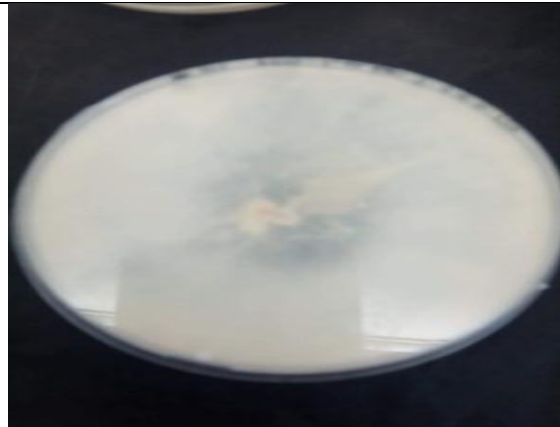
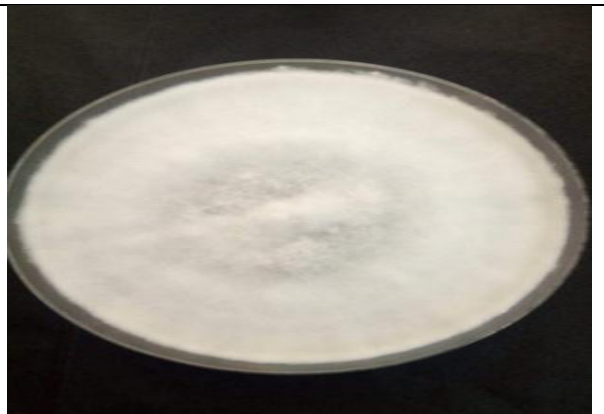

## Résultats et discussion

**Tableau 5 :** Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après douze (12) jours d'incubation (suite).

<b>La souche :</b>	<b>S4*'</b>	
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>PDA</b>	
<b>Description macroscopique:</b>		
- <b>Croissance:</b> moyenne / <b>Diamètre:</b> envahissante / <b>Aspect:</b> cotonneux/ <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur: au recto :</b> marron et blanche au centre, orange et rose à la périphérie, <b>au verso :</b> marron orangée au centre, jaune à orange et rose à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles.</b>		
<b>Photographies</b>		
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>	
		
<b>La souche:</b>	<b>S4**</b>	
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>Czapeck</b>	
<b>Description macroscopique</b>		
- <b>Croissance:</b> moyenne/ <b>Diamètre:</b> envahissante / <b>Aspect:</b> cotonneux/ <b>Relief:</b> bombé / <b>Couleur: au recto :</b> blanche au centre et beige à la périphérie, <b>au verso :</b> marron au centre, jaune à crème à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles.</b>		
<b>Photographies</b>		
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>	
		

## Résultats et discussion

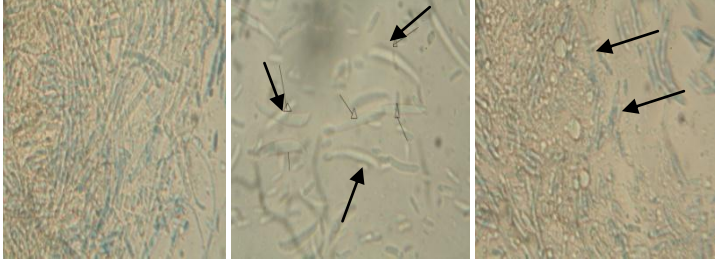
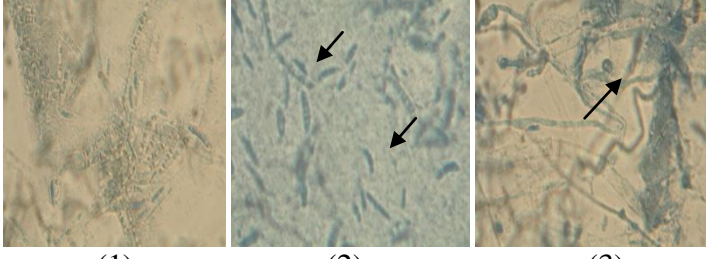
**Tableau 5 :** Description macroscopique des différentes espèces de *Fusarium* cultivées sur les deux milieux PDA et Czapeck après douze (12) jours d'incubation (suite).

<b>La souche :</b>	<b>S5</b>	
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>PDA</b>	
<b>Description macroscopique:</b>		
- <b>Croissance</b> : rapide / <b>Diamètre:</b> envahissante / <b>Aspect:</b> cotonneux / <b>Relief</b> : surélevé / <b>Couleur:</b> <b>au recto</b> : blanche au centre et à la périphérie, <b>au verso</b> : blanche au centre et à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles.</b>		
<b>Photographies</b>		
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>	
		
<b>La souche :</b>	<b>S5</b>	
<b>Milieu d'identification:</b>	<b>Czapeck</b>	
<b>Description macroscopique:</b>		
- <b>Croissance:</b> rapide / <b>Diamètre:</b> envahissante / <b>Aspect:</b> cotonneux / <b>Relief:</b> sur élevé / <b>Couleur:</b> <b>au recto</b> : blanche au centre et à la périphérie , <b>au verso</b> : crème au centre et à la périphérie / <b>Absence de production de pigments diffusibles.</b>		
<b>Photographies</b>		
<b>Au recto</b>	<b>Au verso</b>	
		

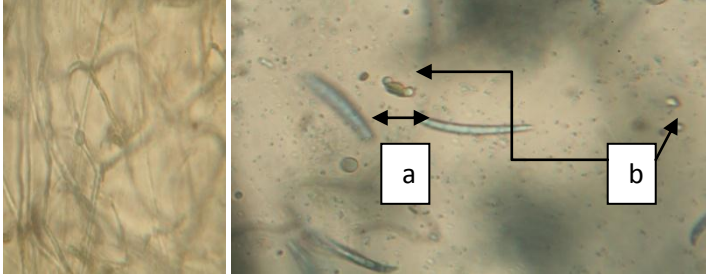
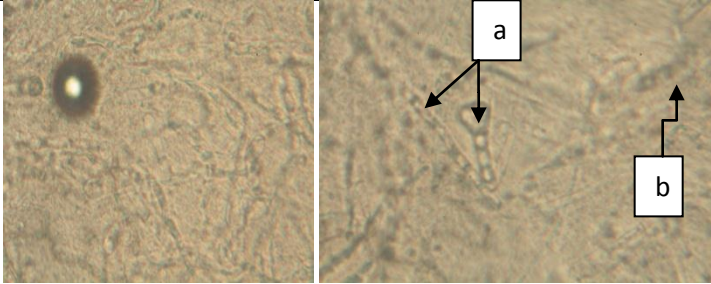
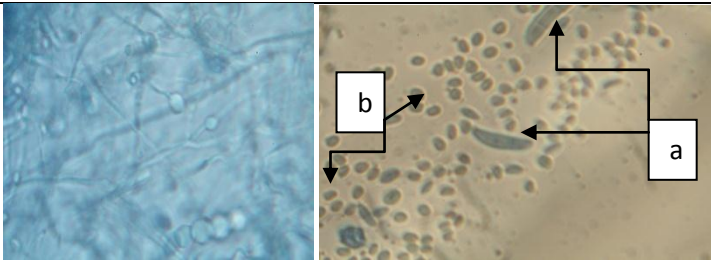
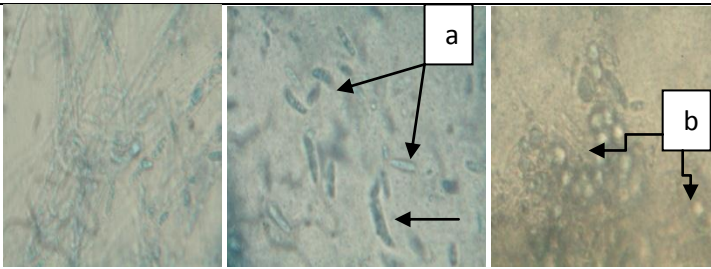
### 1.2/ Étude microscopique

Les résultats de l'examen microscopique effectué à partir des souches développées sur les deux milieux PDA et Czapeck sont mentionnés dans le tableau 6.


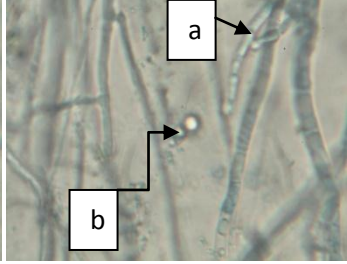
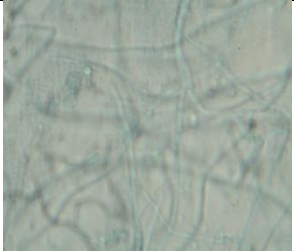

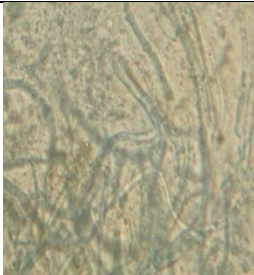

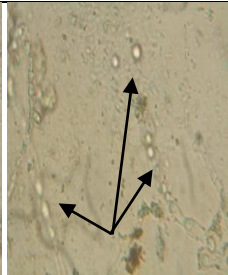

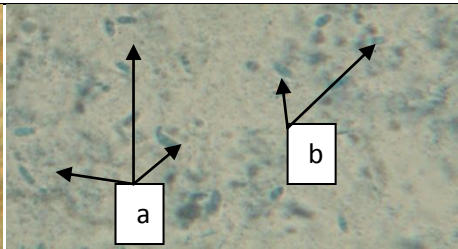
**Tableau 6 :** Description microscopique des différentes espèces de *Fusarium* à partir de lames préparées à partir des milieux PDA et Czapeck.

Souche	Description microscopique	Photographies
S1	<p><b>Lame préparée à partir du milieu PDA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mycélium cloisonné .....(1)</li> <li>- Macroconidies en forme de croissant , septées en 4 cloisons, libres et abondantes..... (2)</li> <li>- Microconidies ovales petites et abondantes ..... (3)</li> <li>- Chlamydozoospores rares.</li> <li>-Phialides cylindriques (monophialides).</li> </ul>	 <p>(1) (2) (3)</p>
	<p><b>Lame préparée à partir du milieu Czapeck</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mycélium cloisonné .....(1)</li> <li>- Macroconidies en forme de croissant , septées en 4 cloisons, libres et abondantes..... (2)</li> <li>- Microconidies ovales petites et abondantes ..... (3)</li> <li>- Chlamydozoospores rares.</li> <li>-Phialides cylindriques (monophialides) .</li> </ul>	 <p>(1) (2) (3)</p>

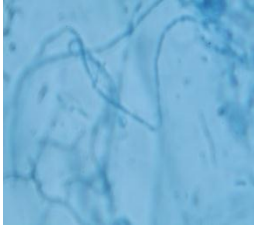
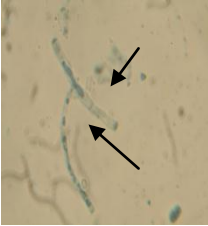
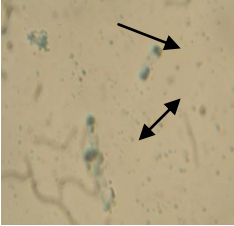
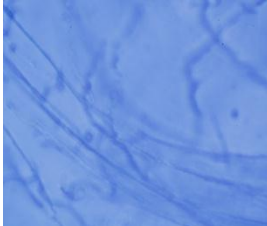
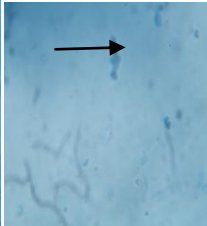



S2	<b>Lame préparée à partir du milieu PDA</b>	<p>-Mycélium cloisonné.....(1)</p> <p>-Macroconidies , incurvées , libres comprenant 4 à 6 cloisons..... (2 a)</p> <p>-Microconidies ovales ,abondantes libres et en chaines...(2 b)</p> <p>-Absence de chlamydozoospores.</p> <p>-Phialides(monophialides ramifiés et non ramifiés) .</p>	 <p>(1) (2)</p>
	<b>Lame préparée à partir du milieu Czapeck</b>	<p>-Mycélium cloisonné.....(1)</p> <p>-Macroconidies , incurvées , libres comprenant 4 à 6 cloisons..... (2 a)</p> <p>-Microconidies ovales ,abondantes libres et en chaines...(2 b)</p> <p>-Absence de chlamydozoospores.</p> <p>-Phialides(monophialides ramifiés et non ramifiés) .</p>	 <p>(1) (2)</p>
S3	<b>Lame préparée à partir du milieu PDA</b>	<p>-Mycélium cloisonné .....(1)</p> <p>-Macroconidies libres à 3 parties 2 cloisons.....(2 a)</p> <p>-Microconidies ovales et sphériques abondantes libres et en chaines .... (2b)</p> <p>-Absence de chlamydozoospores.</p> <p>-Phialides(monophialides et polyphialides) .</p>	 <p>(1) (2)</p>
	<b>Lame préparée à partir du milieu Czapeck</b>	<p>-Mycélium cloisonné .....(1)</p> <p>-Macroconidies libres abondantes à 3 parties 2 cloisons.....(2 a)</p> <p>-Microconidies ovales et sphériques abondantes libres et en chaines .....(3 b)</p> <p>-Absence de chlamydozoospores.</p> <p>-Phialides(monophialides et polyphialides) .</p>	 <p>(1) (2) (3)</p>

## Résultats et discussion

S4*	Lame préparée à partir du milieu PDA	<p>-Mycélium cloisonnée .....(1)</p> <p>-Macroconidies libres abondantes à 3 cloisons .....(2 a)</p> <p>-Microconidies ovales et sphériques abondantes libres et en chaînes .....(2 b)</p> <p>-Absence de chlamydozoospores.</p>	  <p>(1) (2)</p>
	Lame préparée à partir du milieu Czapeck	<p>-Mycélium cloisonnée .....(1)</p> <p>-Macroconidies libres abondantes à 3 cloisons .....(2)</p> <p>-Microconidies rondes ovales et sphériques abondantes libres et en chaînes.</p> <p>-Absence de chlamydozoospores</p>	  <p>(1) (2)</p>
S4*	Lame préparée à partir du milieu PDA	<p>-Mycélium cloisonnée .....(1)</p> <p>-Macroconidies libres .....(2 )</p> <p>-Microconidies ovales rondes abondantes libres et en chaînes .....(3)</p> <p>-Absence de chlamydozoospores.</p>	   <p>(1) (2) (3)</p>
	Lame préparée à partir du milieu Czapeck	<p>-Mycélium cloisonnée .....(1)</p> <p>-Macroconidies libres abondantes à 3 cloisons .....(2 a)</p> <p>-Microconidies ovales et sphériques abondantes libres .....(2)</p> <p>-Absence de chlamydozoospores.</p>	  <p>(1) (2)</p>

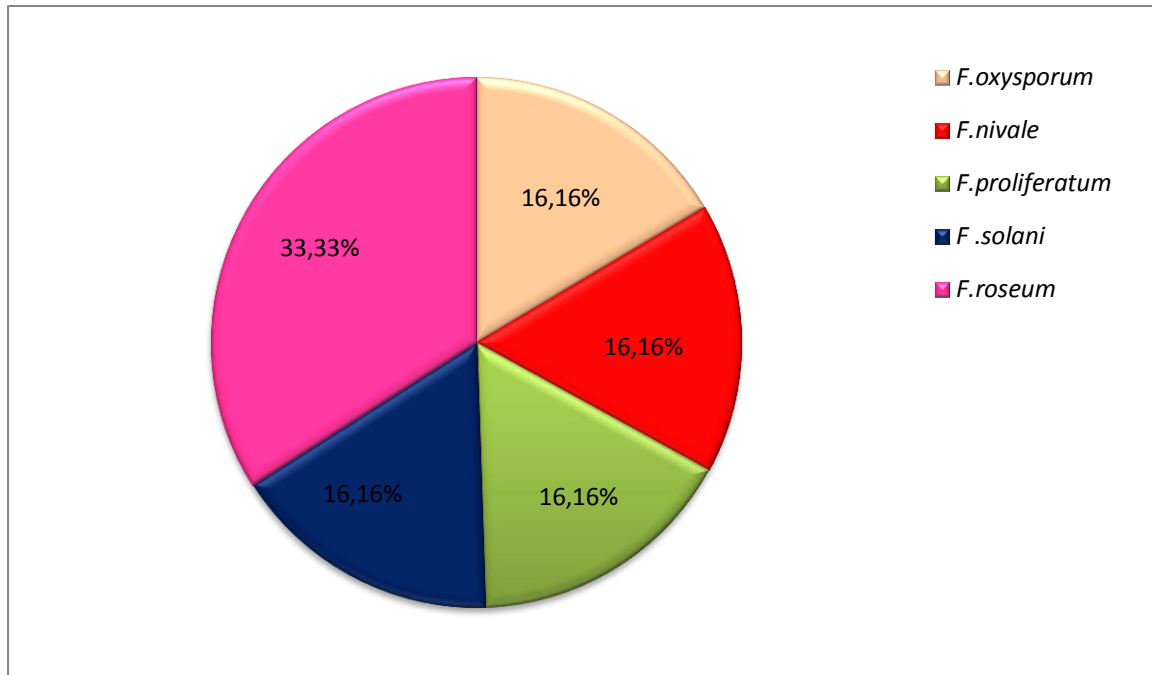
## Résultats et discussion

S5	Lame préparée à partir du milieu PDA	-Mycélium cloisonné .....(1) -Macroconidies libres.....(2) -Microconidies ovales et sphériques abondantes libres....(3) -Absence de chlamydozoospores. -Phialides longues (monophialides cylindriques) .	  
	Lame préparée à partir du milieu Czapeck	-Mycélium cloisonnée .....(1) -Macroconidies libres.....(2) -Microconidies ovales et sphériques abondantes libre....(3) -Absence de chlamydozoospores. -Phialides longues (monophialides cylindriques) .	  

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

- ✓ Souche 1: *Fusarium oxysporum*
- ✓ Souche 2: *Fusarium nivale*
- ✓ Souche 3: *Fusarium proliferatum*
- ✓ Souche 4\*: *Fusarium roseum*
- ✓ Souche 4\*': *Fusarium roseum*
- ✓ Souche 5: *Fusarium solani*

La répartition de ces espèces selon leur abondance est mentionnée dans **la figure 5** ci-dessous.



**Figure 5 :** 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%**.

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  $10 \times 3 \mu\text{m}$ .

- 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  $9 \times 2 \mu\text{m}$ . Elles comportent 1 à 3 cloisons, avec absence totale de microconidies et de chlamydospores.

La majorité des études menées en Algérie ont mentionné que les deux espèces *Fusarium solani* et *Fusarium oxysporum* sont les plus connus comme étant phytopathogènes et attaquent une diversité de plantes agricoles :

- *Fusarium solani* infectait 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* infectait la tomate (Smahi, 2008 ; Hamini , 2011 ; Bachir Bouiadjra, 2017); et le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.)(Boulenouar *et al.*, 2009).

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* phytopathogènes. 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*. 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.

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**).

**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* ( **Ghorri , 2015 ; Hamel , 2016 ; Abed , 2017 ; Bouzerouta , 2017 ; Aioune , 2018** ).

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 ) ( **Ghorri , 2015 ; Hamel , 2016 ; Aioune , 2018** ), les légumes et les fruits ( **Hamini , 2011 ; Abdiche , 2016 ; Bachir Bouiadjra, 2017** ) ainsi que les légumineuses ( lentille) (**Almi, 2016**).

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, le nom de *Fusarium* vient du latin « *fusus* » car les spores de ces moisissures sont en forme de fuseau.

Certaines souches comprennent des chlamydo-spores 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 .

### 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.

# **Références bibliographiques**

---

---

## A

- Aouar L, Sylvain L, Ouffroukh A, Boulahrouf A and Carole Beaulieu (2012). Taxonomic identification of rhizospheric actinobacteria isolated from Algerian semiarid soil exhibiting antagonistic activities against plant fungal pathogens. *Canadian Journal of Plant Pathology*. P 165-176.
- 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, Option : Bioprocédés et Biotechnologies, Applications Mycologique. Université Frères Mentouri Constantine 1. 117 Pages.
- Abed H (2017), Dépistage et utilisation de 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. 149 pages.
- Askun T (2018). Introductory Chapter: *Fusarium*: Pathogenicity, Infections, Diseases, Mycotoxins and Management. In: *Fusarium*: Plant Diseases, Pathogen Diversity, Genetic Diversity, Resistance and Molecular Markers, P 1, 2-12.
- Aoki T, O'Donnell K and Geiser DM (2014). Systematics of key phytopathogenic *Fusarium* species: current status and future challenges. *Journal of General Plant Pathology*, 80 (3): P 193, 194-201.
- AIOUNE 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 en vue de l'obtention du Diplôme de Master, Filière: Sciences Biologiques, Spécialité: Biologie Moléculaire des Microorganismes, Université des Frères Mentouri Constantine 1. 75 pages.

## B

- Babadoost M (2018). *Fusarium*: Historical and Continued Importance. In: *Fusarium*: Plant Diseases, Pathogen Diversity, Genetic Diversity, Resistance and Molecular Markers, P 14, - 22.
- 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.

- Boulenouar N., Marouf A et Cheriti, A. (2011). Phytopathologie fongique et métabolites secondaires. Annales de l'université de Bechar, n°11, 32-39.
- Benhamou N. (2009). La résistance chez les plantes : principes de la stratégie défensive et applications agronomiques. Lavoisier, France, p376.
- Bernard J.L et Bugaret Y(2002). Prophylaxie et mesures indirectes: clarifier les définitions pour mieux mettre en oeuvre la protection. Phytoma-La Défense des Végétaux 549: 14-19.
- Boulenouar N, Marouf A et Cheriti A (2009) .Le BAYOUD: Symptômes et Lutte. Annales de l'Université de Bechar, n°5. Pages 3-7.
- Bouzerouta A (2017). Application de *Bacillus* spp mésophiles dans la lutte biologique, Mémoire de master, Option : Microbiologie Appliquée, Université Abou-BakrBelkaid – Tlemcen. 38 pages.
- Bachire BS (2017), Etude In Vitro et In vivo du pouvoir pathogène de *Fusarium oxysporum* sur variétés fixes et hybrides de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), Master en Protection des cultures, Spécialité: Phytopathologie, Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem, 60 Pages.
- Bernard JL. and Bugaret Y (2002). Prophylaxis and crop protection. Indirect control methods. Phytoma. La santé des végétaux, p 14-19.
- Baayen RP (2000). Diagnosis and detection of host-specific forms of *Fusarium oxysporum*. EPPO Bull. 30:489-491

## C

- Campbell CK, Johnson EM and Warnock DW (2013). Identification of Pathogenic Fungi, Second Edition. Blackwell Publishing Ltd. P 161-176
- 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, 79, 82, 84, 157.
- Chujo T and Scott B (2014). Histone H3K9 and H3K27 methylation regulates fungal alkaloid biosynthesis in a fungal endophyte-plant symbiosis. Molecular microbiology, 92 (2) : 413-434.

## D

---

---

- Deacon J (2005) .Fungi as plant pathogens.In : Fungal Biology, 4<sup>th</sup> edition .Blackwell publishing . p 286-287 et 378.

- Dyda M , Wąsek I , Tyrka M, Wędzony M and Hebda MS (2018) ,Local and systemic regulation of PSII efficiency in triticale infected by the hemibiotrophic pathogen *Microdochium nivale* .

## E

- Elmer WH and Daughtrey M(2012). *Fusarium* wilts of Cyclamen. In :*Fusarium* wilts of greenhouse vegetable and ornamental crops, pp. 213–219.

## G

- Garcia-Brugger A., Lamotte O., Vandelle E., Bourque S., Lecourieux D., Poinssot B., Wendehenne D. and Pugin A. (2006). Early Signaling Events Induced by Elicitors of Plant Defenses. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 19(7): 711–724.

- Gebremariam ES, Sharma-Poudyal D, Paulitz TC, Erginbas-Orakci G, Karakaya A and Dababat AA (2018). Identity and pathogenicity of *Fusarium* species associated with crown rot on wheat (*Triticum* spp.) in Turkey. *European journal of plant pathology*, 150 (2) : 387-399.

- Ghorri S (2015). Isolement des microorganismes possédant une activité anti- *Fusarium*. Thèse de doctorat, l'obtention du Diplôme de Doctorat 3<sup>ème</sup> cycle LMD En Bioprocédés et Biotechnologies, Applications Mycologiques. Université des Frères Mentouri Constantine. 1.93 pages.
- Gomes LB , Ward TJ, Badiale-Furlong E and Del Ponte EM (2015). Species composition, toxigenic potential and pathogenicity of *Fusarium graminearum* species complex isolates from southern Brazilian rice. *Plant Pathology*, 64(4): 980-987.

- Gallotti S, Marc Fremy J et Thomann , G (2006) ,Évaluation des risques liés à la présence de mycotoxines dans les chaînes alimentaires humaine et animale .P 43-75.

## H

- Hamel A(2016). Étude de l'antagonisme de *Trichoderma* sp vis-à-vis le *Fusarium* sp agent de la fusariose du blé en Algérie, Mémoire Master 2 Académique, Filière : Sciences



---

agronomiques, Spécialité : Moyen de lutte et biorégulateur. Université Mohamed Bougera - Boumerdes.75 pages.

- Hamini N (2011), Diversité génétique des populations de *Fusarium* pathogène de la tomate sur le pourtour méditerranéen, Thèse de doctorat, spécialité : Microbiologie, Option : Phytopathologie .Université d'Oran, 125 pages.
- Heit S (2015). Identification de fusarium et détection des mycotoxines associées par maldi-tof. Thèse de doctorat en pharmacie, Université de Lorraine.
- Hocquette A ., Grondin M ., Bertout S and Mallié M (2005) , champignons des genres *Acremonium*, *Beauveria*, *Chrysosporium*, *Fusarium*, *Onychocola*, *Paecilomyces*, *Penicillium* *Scedosporium* et *Scopulariopsis* Responsables de hyalohyphomycoses .*Acremonium*, *Beauveria*, *Chrysosporium*, *Fusarium*, *Onychocola*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Scedosporium* And *Scopulariopsis* Fungiresponsible for hyalohyphomycosis, p139-149.
- Howard DH (2002). Pathogenic fungi in humans and animals. Volume 16, Marcel Dekker, Inc. Second Edition. P 418, 419, 425-777.
- Haan LAM, Numansen A, Roebroek EJA and Van Doorn J (2000) . PCR detection of *Fusarium oxysporum* f.sp. *gladioli* race 1, causal agent of *Gladiolus* yellows disease, from infected corms. *Plant Pathol.* 49 : 89- 100

## J

- Jeunot B (2005). Les fusariotoxines sur céréales: détection, risque et nouvelle réglementation. Thèse de doctorat 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., & Feregrino-Perez, A. A. (2018). *Fusarium* Mycotoxins and Metabolites that Modulate Their Production. In: *Fusarium: Plant Diseases, Pathogen Diversity, Genetic Diversity, Resistance and Molecular Markers*, P 24-40.

## 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.

- 
- 
- Kumar Gupta VK and Tuohy MG (2019).Recent Advancement in White Biotechnology Through Fungi ,p202, 205, 211 ,-561.

## L

- Lam K.S (2006). Discovery of novel metabolites from marine actinomycetes. Current Opinion in Microbiology,9 : 245–25.
- Lepoivre P (2003). Phytopathologie: bases moléculaires et biologiques des pathosystèmes et fondements des stratégies de lutte. 1<sup>ère</sup> édition. De Boeck Université, Bruxelles, Belgium, pages 111, 159 et 432.
- Leslie J. F, Zeller K. A, Summerell B.A. (2001). Icebergs and species in populations of *Fusarium*. Physiological and Molecular Plant Pathology, 59: 107-117.
- Leslie J.F and Summerell B.A. (2006). The *Fusarium* laboratory manual. Blackwell Publishing, Ames USA. Pages: 88,213,224, 225,226; 250,369.
- LAZREG F (2014). Importance de la fonte de semis du pin d'Alep (*Pinus Izalepensis* MIIL) dans le Nord-Ouest Algérien : Identification morphologique et moléculaire des espèces du genre *Fusarium* et *Globisporangium*, pouvoir pathogène et moyens de lutte, Thèse de doctorat, Option : Protection des Végétaux «Phytopathologie», Université Abou-BekreBelkaid - Tlemcen .187 pages.

## M

- Moretti A and Susca A (2017). Mycotoxigenic Fungi: Methods and Protocols. Humana Press. P : 79-381.
- Morlais JY et Trottet M(2005). Evaluation au champ de la résistance du blé a la fusariose de l'épi. Cahier des Techniques. P 69-72
- Mouria B., Ouazzani-Touhami A. and Douira A. (2013). Effet du compost de *Trichoderma harzianum* sur la suppression de la verticilliose de la tomate. Journal of Applied Biosciences, 70 : 5531–5543.
- Munkvold GP (2016). *Fusarium* species and their associated mycotoxins. In :Mycotoxigenic Fungi . Humana Press, New York, NY,pp. 54, 57, 58-106.
- MAHDI N (2011)., Essai de lutte biologique contre la Fusariose vasculaire du Palmier Dattier (*Phoenix dactylifera* L.), MEMOIRE DE MAGISTER, SPÉCIALITE : Sciences Biologiques, OPTION : Phytopathologie. Université Mouloud Mammeri de TiziOuzou.63P.

## N

- 
- 
- Nelson PE., Toussoun, TA and Marasas WFO (1983). *Fusarium* species: an illustrated manual for identification p 62, 63 -191.

## 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

- Pitt JI and Hocking AD (2009). *Fungi and food spoilage*. Springer Dordrecht Heidelberg London New York. Third edition. P 89-122.
- Paul PA, Lipps PE, Hershman DE, McMullen M, Draper MA and Madden LV (2008) . Efficacy of triazole-based fungicides for *Fusarium* head blight and deoxynivalenol control in wheat: A multivariate meta-analysis. *Phytopathology* 98: 999-1011.

## S

- Sciortino C. V. (2017). *Atlas of clinically important fungi*. John Wiley & Sons , Inc. P 195-216.
- Smahi A (2008). *Contrôle biologique de la fusariose vasculaire de la tomate causée par *Fusarium oxysporum* f.sp. *licopersici** .Thèse de Magister . Université d'Oran, Algérie. 127 Pages.
- Sobrova P, Adam V, Vasatkova A, Beklova M, Zeman I., Kizek R (2010) Deoxynivalenol and its toxicity . *Interdisciplinary Toxicology* (3) 3:94-99.
- Stępień Ł, Lalak-Kańczugowska J, Witaszak N and Urbaniak M (2019). *Fusarium* secondary metabolism biosynthetic pathways: so close but so far away. *Co-Evolution of Secondary Metabolites*. p9,11-37.
- Summerell BA, Salleh B and Leslie JF (2003). A utilitarian approach to *Fusarium* identification. *Plant disease*, 87(2) : 117,120,122-128.

## T

- Tabuc C (2007). *Flore fongique de différents substrats et conditions optimales de production des mycotoxines*. Thèse présentée pour obtenir le titre de docteur de l'institut national

---

polytechnique de Toulouse et de l'université de Bucarest .Spécialité : Pathologie, Mycologie, Génétique et Nutrition, 190pages.

## W

- Wulff EG, Sørensen JL, Lübeck M, Nielsen KF, Thrane U and Torp J (2010). *Fusarium* spp. associated with rice Bakanae: ecology, genetic diversity, pathogenicity and toxigenicity. *Environmental Microbiology*, 12(3):649-657.

# **Annexes**

## Milieux de culture

### ❖ Milieu PDA

- Pomme de terre 200 g
- Glucose 20g
- 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 15g
- Extrait de levure 5g
- NaNO<sub>3</sub> 3g
- K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 1g
- MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0,5g
- KCl 0,5
- FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 0,01
- Eau distillée 900 mL
- Solution de glucose 100 mL

### ❖ Solution de glucose

- Eau distillée 100.0mL
- Glucose 30g

pH 7.3 ± 0.2 à 25°C



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..... 10ml

❖ **Bleu de coton**

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

❖ **-Eau physiologique**

- Eau distillé ..... 1L
- NaCl..... 8 g

pH 7,4

**Petit matériel**

- Anse de platine
- Boîtes de Pétri
- Flacons
- Pincés
- Tubes à essais
- Portoirs
- Pipettes Pasteur
- Éprouvettes
- Spatule
- Barreaux magnétiques
- Lames et lamelles

**Appareillage et grand matériel**

- Four Pasteur
- Étuve
- Autoclave
- Bain-marie
- Réfrigérateur
- Hotte à flux laminaire
- pH mètre
- Balance
- Distillateur
- Agitateur
- Microscopes optiques.

# 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, culture.

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, culture.



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، تقنيات زراعية.

Présenté par :

Année universitaire : 2018/2019

M<sup>lle</sup> BENLABIOD Lydia

M<sup>lle</sup> MENAKH Linda

## 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 (MBF)

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 chlamydozoospores 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 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.

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*, phytopathogènes, identification, culture, examen microscopique, PDA, Czapeck

**Laboratoire de recherche :** pédagogique n°9

Jury d'évaluation :

**Présidente du jury :** M<sup>me</sup> MERGOUD Lilia (M.A.A - UFM Constantine).

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

**Examinatrice :** M<sup>lle</sup> ABDELAZIZ Ouided (M.A.A - UFM Constantine).

**Date de soutenance :** 04/09/2019