

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 Biologie et écologie Végétale  
Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master  
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie  
Filière : Sciences Biologiques  
Spécialité : Biologie et génomique végétale



## Intitulé

# Identification des différentes maladies cryptogamiques rencontrées chez les céréales durant la campagne agricole 2014/2015 dans la région de Constantine.

Présenté et soutenu par :

Le : 16/06/2015

LAHMAR AMIRA

ZERBITA OUSSAMA DJALLEL EDDINE

Jury d'évaluation :

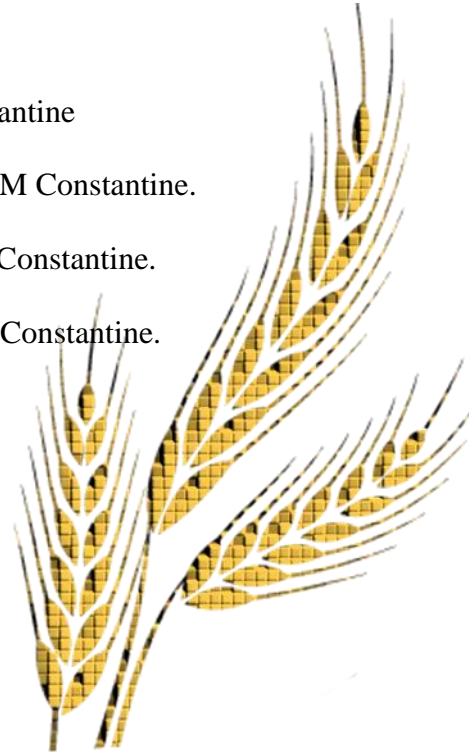
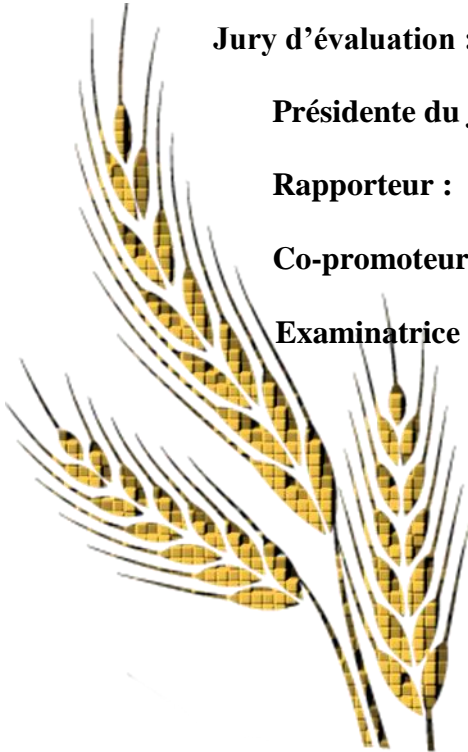
Présidente du jury : **YKHLEF Nadia** Professeur UFM Constantine

Rapporteur : **KACEM N. Sandra** Maitre assistante UFM Constantine.

Co-promoteur : **LEKIKOT Karim** Directeur de SRPV de Constantine.

Examinatrice : **GHIOWA Karima.** Maitre assistante UFM Constantine.

Année universitaire  
2014 – 2015



## **Remerciements**

*Je tiens à remercier et rendre grâce à Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage et la volonté de mener à bon terme ce modeste travail.*

*Je remercie tous ceux qui m'ont aidés d'une façon ou d'une autre, ou encouragée au cours de cette thèse. Je commence par Madame **KACEM SANDRA NADIA** Maitre assistante à l'université des frères Mentouri, que je remercie d'avoir acceptée de m'encadrer et de contribuer ainsi à l'élaboration de cette thèse, et pour son aide précieuse, sa disponibilité, sa bienveillance et ses conseils judicieux.*

*Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance et ma gratitude pour Monsieur **KARIM LEKIKOT** Co-promoteur de cette thèse directeur régional de la SRPV de Constantine. J'ai beaucoup appris à ses côtés. Outre ses qualités humaines, j'ai apprécié la qualité de son encadrement, sa disponibilité pour répondre à mes questions, sa vigilance scientifique. Je le remercie également pour avoir élargi le champ de mes connaissances, sans oublier ses efforts et ses nombreuses démarches pour la mise à exécution du dispositif de prise des photos.*

*Mes remerciements vont également à Melle **BOUSAHA**. S pour son aide sur le travail d'analyses au laboratoire, de sa disponibilité, et sa participation bénéfique.*

*Je remercie tous les cadres de SRPV Constantine : pour leurs collaborations et leurs conseils techniques.*

*Je remercie Madame **HARAT.W** pour les conseils et les discussions techniques qu'elle m'a recommandées et pour avoir sauvé une expérimentation qui a constitué une bonne partie d'un chapitre.*

*Evidemment, je remercie les membres du jury pour avoir accepté de juger ce travail: J'exprime ma reconnaissance et mon profond respect et gratitude à Madame **YKHLEF.NADIA** professeur au département de Biologie, université des frères Mentouri, pour l'honneur qu'elle m'a fait en présidant le jury de ce mémoire, et pour la valeur de son enseignement prodigué durant mon cursus. Et également à Madame **GHIOUA KARIMA** pour avoir accepté d'examiner ce travail et surtout pour tout ce qu'elle a apporté à ma formation.*

*Je remercie mes très chers parents pour leur soutien et leur écoute pendant mes moments difficiles.*

*Je n'oublie pas mon binôme Oussama .Enfin une profonde reconnaissance à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail mais qui ne sont pas cités ici, je les remercie tous, chaleureusement.*

**AMIRA**

# Remerciement

*Avant tout, je remercie **ALLAH**, sans **Lui** ce manuscrit n'aurait pu exister.*

*J'exprime mes vifs remerciements à la présidente de jury Madame **YKHLEF NADIA**, professeur à l'université des frères Mentouri de m'avoir fait l'honneur de présider ce jury.*

*Je tiens particulièrement à remercier mon encadreur **KACEM NADIA SANDRA** Maitre assistante à l'université les frères Mentouri, pour ses conseils, ses explications et sa bienveillance. Qu'elle soit assurée de ma profonde gratitude pour m'avoir guidée et aidée tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

*Mes remerciements les plus vifs vont également à mon Co-promoteur **LEKIKOT KARIM** directeur régional de SRPV de Constantine pour son aide et ses orientations durant mon stage et les conseils qu'il m'a prodigués, Je vous remercie pour vos discussions scientifiques et techniques enrichissantes que vous m'avez apporté au jour le jour, qui ont fortement contribué au bon déroulement de ce mémoire et m'ont permis d'acquérir des nouvelles connaissances.*

*Je remercie tout l'équipe SRPV Constantine.*

*Je remercie particulièrement **MELLE BOUSAHA SAOUSEN** ingénieur à INRAA Constantine pour sa disponibilité au laboratoire durant mon stage.*

*Je remercie vivement **Mme GHIOUA KARIMA**, Maitre assistante à l'université des frères Mentouri qui m'a fait l'honneur d'examiner ce modeste travail.*

*Je remercie sincèrement mes parents, ma famille, mon binôme **AMIRA** et mes amis qui m'ont aidé.*

**OUSSAMA**

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*À la personne qui est toujours avec moi, mon très cher père qui a sacrifié ses jours et ses nuits pour mon éducation et mon bien être, et pour tout ce qu'il a fait pour moi.*

*À ma très chère et douce maman, qui est toujours près de moi, m'encourage, me conseille, me soutien et qui n'a jamais cessé de prier pour moi. Aucun mot ne peut exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu as fait depuis ma naissance à ce jour. Merci maman, que dieu te garde et te protège.*

*A mon cher frère Oualid et ma chère sœur Imen, je les remercie pour leur aide et leur soutien.*

*Un grand merci à Hakim pour son soutien moral.*

*Une pensée spéciale à l'âme de ma très chère grand-mère (MA). Je lui dédie affectueusement cette thèse.*

**AMIRA**

*Dédicaces*

*A ceux qui m'ont donné la vie*

*" Papa et Mama "*

*Et à mon frère et mes sœurs*

*Ceux qui la rendent  
plus intéressante...*

*A toute ma famille et mes ami(e)s*

*Mon petit univers*

**OUSSAMA**

## Liste des figures :

|  |           |
|--|-----------|
| Figure 1:Le cycle de développement des rouilles.   | 12        |
| Figure 2:Le cycle de développement de la Septoriose.   | 14        |
| Figure 3:Distribution des races de <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> du blé en Algérie.    | 15        |
| Figure 4:Cycle de développement de l'helminthosporiose du blé.                               | 16        |
| Figure 5:Cycle de développement de l'agent pathogène : <i>Erysiphe graminis</i> .            | 19        |
| Figure 6:Symptôme de l'épi blanc du Piétin-échaudage sur parcelle.                           | 20        |
| Figure 7:Symptôme du Piétin-échaudage base de tige noire.                                    | 21        |
| Figure 8:Cycle de développement de la Rhynchosporiose.                                       | 22        |
| Figure 9:Cycle de développement de l'Helminthosporiose de l'orge.                            | 24        |
| Figure 10:le pluviomètre (SRPV Constantine).   | 32        |
| Figure 11:Désinfection de l'échantillon.   | 33        |
| Figure 12:Rinçage de l'échantillon.  | 34        |
| Figure 13:Séchage de l'échantillon.  | 34        |
| Figure 14:La méthode de chambre humide.  | 35        |
| Figure 15:Isolement des fragments de Fusariose sur milieu PDA.                               | 36        |
| <b>Figure 16:Isolement de la Septoriose sur un milieu de culture YMA.</b>                    | <b>37</b> |
| Figure 17:L'écrasement du mycélium selon le protocole de la méthode V8-agar.                 | 38        |
| Figure 18:La méthode de purification par un prélèvement de disque au centre de la boîte.     | 39        |
| Figure 19:Préparation d'une lame pour l'identification d'un champignon obligatoire.          | 40        |
| Figure 20:Etat des précipitations des campagnes agricoles 2012-2015.                         | 42        |
| Figure 21:Etat des précipitations de la campagne agricole 2014-2015.                         | 43        |
| Figure 22:Diagramme ombrothermique de la campagne agricole 2014-2015.                        | 43        |
| Figure 23:L'Oïdium ( <i>Erysiphe graminis</i> ) sur feuille et sur tiges.                    | 48        |
| Figure 24:Conidies et conidiophore de l'agent pathogène ( <i>Erysiphe graminis</i> ) (Gx40). | 49        |
| Figure 25:L'évolution des symptômes de la Rouille jaune ( <i>Puccinia striiformis</i> ).     | 50        |
| Figure 26:Les urédospores de la Rouille jaune (Gx40).  | 51        |
| Figure 27:L'évolution des symptômes de la Septoriose sur feuille                             | 53        |

|   |    |
|---|----|
| Figure 28:L'aspect des colonies de la culture de la Septoriose.                             | 54 |
| Figure 29:Les pycnidiospores de la Septoriose du blé (G×40).                                | 55 |
| Figure 30:L'évolution de la Tache auréolée.   | 56 |
| Figure 31:Développement du mycélium de la Tache auréolée sur milieu v8-agar.                | 57 |
| Figure 32:Conidie et conidiophore de <i>Pyrenophora tritici-repentis</i> (G×40).            | 57 |
| Figure 33:Observation macroscopique de la Fusariose sur blé.                                | 59 |
| Figure 34:Aspect du mycélium sur le milieu de culture.                                      | 59 |
| Figure 35:L'aspect des différentes formes de spores obtenues de la Fusariose du blé (G×40). | 60 |
| Figure 36:Observation macroscopique de la Fusariose de l'orge.                              | 61 |
| Figure 37:Mycélium de Fusariose orge sur milieu de culture.                                 | 61 |
| Figure 38:libération des conidies de fusariose orge par un conidiophore (G×40).             | 62 |
| Figure 39:L'évolution de l'attaque de la Rhynchosporiose sur orge.                          | 63 |
| Figure 40:Aspect du mycélium sur milieu de culture.   | 64 |
| Figure 41:L'observation microscopique de la Rhynchosporiose (G×40).                         | 65 |
| Figure 42:feuille attaquée par les deux formes de Helminthosporiose de l'orge.              | 66 |
| Figure 43:Les boîtes de culture de l'Helminthosporiose ( <i>Helminthosporium teres</i> ).   | 66 |
| Figure 44:L'observation microscopique des deux formes de conidies (G×40).                   | 67 |
| Figure 45:Les pycnides et les cirrhes de <i>Septoria avenae</i> .                           | 68 |
| Figure 46:Aspect de la boîte de culture de <i>Septoria avenae</i> .                         | 68 |
| Figure 47:Les pycnidiospores de <i>Septoria avenae</i> (G×40).                              | 69 |

## Liste des tableaux

Tableau 01 : Les caractéristiques des variétés prélevées.....30

Tableau 02 : Les données du prélèvement d'échantillon.....46



## Liste des abréviations

BD : blé dur

BT : blé tendre

cm: centimètre

CNCC : Centre Nation de Contrôle et de Certification des semences et des plantes

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

g : gramme

G : grossissement

h: heure

ha : hectare

Hab : habitant

INPV : institut national de protection des végétaux

ITGC : Institut Technique des Grandes Cultures

Kg : kilogramme

LI : Lutte Intégrée

min: minute

ml: millilitre

mm: millimètre

ONM : Office National de Météorologie

PDA: Potato Dextrose Agar

PMG : poids de mille graines

SRPV : Station Régionale de la Protection des Végétaux

t : tonne

T°C max : température maximale

T°C min : température minimale

T°C moy : température moyenne

UV : ultra-violet

V8 agar : Milieu composé de jus de légumes à 8 vitamines

YMA: Yeast Malt Agar

# Sommaire

|  |    |
|--|----|
| <i>Introduction générale</i> .....                           | 1  |
| <i>Chapitre 1 :Revue bibliographique</i> .....               | 4  |
| <i>1-Généralités sur les céréales</i> .....                  | 5  |
| <i>2-Importance des céréales dans l'alimentation</i> .....   | 5  |
| 2-1 Le blé ( <i>Triticum</i> ).....                          | 6  |
| 2-2 L'orge ( <i>Hordeum vulgare</i> ).....                   | 6  |
| 2-3 L'avoine ( <i>Avena sativa</i> ).....                    | 7  |
| <i>3-Les stress biotiques et abiotique</i> .....             | 7  |
| <i>4-Les maladies des céréales</i> .....                     | 8  |
| <i>5-Les principales maladies qui attaquent le blé</i> ..... | 8  |
| 5-1 Les Rouilles.....  | 9  |
| 5-1-1 La Rouille jaune.....                                  | 9  |
| 5-1-2 La Rouille brune des feuilles.....                     | 10 |
| 5-1-3 La Rouille noire des tiges.....                        | 10 |
| 5-1-4 Cycle et conditions de développement des Rouilles..... | 11 |
| 5-2 Septoriose.....  | 12 |
| 5-2-1 La tache Septorienne.....                              | 12 |
| 5-2-2 Septoriose des glumes.....                             | 13 |
| 5-2-3 Cycle de développement de la Septoriose.....           | 14 |
| 5-3 Tache auréolée (helminthosporiose de blé).....           | 14 |
| 5-3-1 Symptômes.....   | 15 |
| 5-3-2 Cycle et condition de développements.....              | 16 |
| 5-4-La Fusariose.....  | 17 |
| 5-4-1 Symptômes.....   | 17 |
| 5-4-2 Cycle de vie de la Fusariose.....                      | 18 |
| 5-5-L'Oïdium.....  | 18 |
| 5-5-1 Symptômes.....   | 18 |
| 5-5-2 Cycle de développement.....                            | 18 |

|  |    |
|--|----|
| 6-Autres maladies cryptogamique des céréales .....                         | 19 |
| 7- Les principales maladies qui attaquent l'orge.....                      | 21 |
| 7-1 La Rhynchosporiose.....  | 21 |
| 7-1-1 Symptômes .....  | 21 |
| 7-1-2 Cycle et conditions de développement de la maladie .....             | 21 |
| 7-2 Les <i>Helminthosporium</i> de l'orge.....                             | 22 |
| 7-2-1 <i>Helminthosporium gramineum</i> (La strie foliaire de l'orge)..... | 22 |
| 7-2-2 <i>Helminthosporium teres</i> (Rayure reticulée).....                | 23 |
| 7-2-3 Cycle et conditions de développement de la maladie .....             | 23 |
| 8- Les principales maladies qui attaquent l'avoine .....                   | 24 |
| 8-1 Tache Septorienne des feuilles d'avoine .....                          | 24 |
| 8-1-1 Symptômes .....  | 24 |
| 8-2 Rouille couronnée de l'avoine .....                                    | 25 |
| 8-2-1 Symptômes .....  | 25 |
| 8-2-2 Conditions de développements de la maladie.....                      | 25 |
| 9- La Lutte contre les maladies.....                                       | 25 |
| 9-1 Lutte biologique.....  | 26 |
| 9-2 Lutte culturale .....  | 26 |
| 9-3 Lutte génétique.....   | 26 |
| 9-4 Lutte chimique .....   | 27 |
| 9-5 Lutte intégrée .....   | 27 |
| Chapitre 2 :Matériel et méthodes.....                                      | 29 |
| 1-Matériel végétal .....   | 30 |
| 2-Prélèvement des échantillons.....  | 30 |
| 3-Analyse des paramètres agro météorologiques .....                        | 31 |
| 3-1 Cumuls des précipitations .....  | 31 |
| 3-2 Cumuls des sommes de température et d'humidité.....                    | 32 |
| 4-Analyse au laboratoire.....  | 32 |
| 4-1 Préparation des milieux des cultures.....                              | 32 |

|   |           |
|---|-----------|
| 4-2 Méthodes d'isolement .....  | 32        |
| 4-2-1 Désinfection des échantillons .....   | 32        |
| 4-2-2 Séchage de l'échantillon .....  | 34        |
| 4-2-3 Méthode de chambre humide.....  | 35        |
| 4-2-4 Isolement sur les milieux des cultures .....  | 35        |
| 4-2-5 Isolement de la Septoriose sur milieu de culture YMA.....                                 | 36        |
| 4-3 Méthodes de purification .....  | 37        |
| 4-3-1 Purification de la Septoriose .....   | 37        |
| 4-3-2 Purification de la Tache auréolée.....  | 37        |
| 4-3-3 Purification par un repiquage des disques .....   | 38        |
| 4-4 Identification des maladies cryptogamiques étudiés.....                                     | 39        |
| 4-4-1-Identification des champignons obligatoires .....   | 40        |
| <i>Chapitre 3 : Résultats et discussions.....</i>   | <i>41</i> |
| <i>1-Analyse agro-météorologique .....</i>  | <i>42</i> |
| <i>2-L'impact des conditions climatiques sur l'apparition des maladies cryptogamiques .....</i> | <i>45</i> |
| <i>3-Les maladies identifiées .....</i>   | <i>48</i> |
| 3-1 L'Oïdium: (Erysiphe graminis).....  | 48        |
| 3-1-1 Observation macroscopique.....  | 48        |
| 3-1-2 Observation microscopique .....   | 48        |
| 3-2 La Rouille jaune .....  | 49        |
| 3-2-1 Observation macroscopique.....  | 49        |
| 3-2-2 Observation microscopique .....   | 51        |
| 3-3 La Septoriose du blé.....   | 51        |
| 3-3-1 Observation macroscopique.....  | 52        |
| 3-3-2 Observation microscopique .....   | 54        |
| 3-4 Tache auréolée .....  | 55        |
| 3-4-1 Observation macroscopique.....  | 55        |
| 3-4-2 Observation microscopique .....   | 57        |

|  |    |
|--|----|
| 3-5 Fusariose sur blé.....               | 58 |
| 3-5-1 Observation macroscopique.....     | 58 |
| 3-5-2 Observation microscopiques.....    | 59 |
| 3-6 Fusariose sur orge .....             | 60 |
| 3-6-1 Observation macroscopique.....     | 60 |
| 3-6-2 Observation microscopique .....    | 61 |
| 3-7 Rhynchosporiose de l'orge.....       | 62 |
| 3-7-1 Observation macroscopique.....     | 62 |
| 3-7-2 Observation microscopique .....    | 64 |
| 3-8 Helminthosporiose de l'orge.....     | 65 |
| 3-8-1 Observation macroscopique.....     | 65 |
| 3-8-2 Observation microscopique .....    | 66 |
| 3-9 Septoriose de l'avoine .....         | 67 |
| 3-9-1 Observation macroscopique.....     | 68 |
| 3-9-2 Observation microscopique .....    | 69 |
| <i>Conclusion et perspectives</i> .....  | 70 |
| <i>Références bibliographiques</i> ..... | 73 |
| <i>Annexes 1</i> .....                   | 78 |

---

## *Introduction générale*

---

Les céréales et leurs dérivées constituent l'épine dorsale du système alimentaire algérien, et particulièrement les blés qui font partie du paysage agricole et socioculturel de l'Algérie. Elles occupent les plus grandes superficies et leur grain constitue la base de l'alimentation humaine et animale.

La consommation des produits céréaliers se situe à un niveau d'environ 205 kg /hab/an (**Chehat, 2007**). La production de blé se répartit entre blé dur (70% en 2012) et blé tendre (30%), avec une importante variabilité interannuelle (**Rastoin et Benabderrazik, 2014**).

La filière céréalière constitue une des principales filières stratégique de la production agricole. Malgré cette importance, elles se trouvent constamment menacées par plusieurs contraintes qui affectent les rendements de façon qualitative et quantitative.

La production des céréales en Algérie est marquée aussi par une forte irrégularité, elle-même conditionnée par les aléas climatiques (**Rastoin et Benabderrazik, 2014**). Les céréales sont sujettes à de nombreuses contraintes biotiques, notamment les maladies cryptogamiques qui occasionnent des pertes substantielles.

Avec une production nationale qui ne satisfait que le tiers des besoins, l'Algérie apparaît très dépendante de l'extérieur. Cette dernière est aggravée par les pertes dues aux accidents climatiques, aux itinéraires techniques appliqués par les agriculteurs, à la concurrence des mauvaises herbes ainsi qu'aux maladies.

La reconnaissance de ces maladies ainsi que leurs moyens de lutte restent des outils importants pour une meilleure maîtrise de ces contraintes et une amélioration de la productivité par la suite (**Aouali et Douici-Khalfi, 2013**).

En Algérie les maladies cryptogamiques attaquant le blé peuvent être différenciées selon leurs impacts et leurs pouvoirs virulents.

A titre d'exemple la Rouille jaune est une maladie à craindre, très virulente est particulièrement fréquente chez le blé tendre et d'autres espèces du genre *Triticum* et se trouve dans toutes les zones de culture de blé. En l'an 2004 la maladie a affecté le

rendement de manière destructive (**Boussaid, 2004**). Comme autre exemple, on peut citer la Septoriose. Elle est pratiquement omniprésente tout au long du cycle de la céréale. Elle peut occasionner d'importantes pertes de rendement. Son développement est favorisé entre autre par l'éclaboussure des pluies.

Les risques de ces maladies varient selon leur menace d'une année à une autre et cela peut provenir de l'impact des facteurs de l'environnement.

La campagne 2014-2015 est caractérisée en général par une pluviométrie importante et cela durant la période hivernale ce qui constitue une bonne réserve en eau au niveau des parcelles, qui influence favorablement à la croissance des céréales mais aussi le déclenchement des maladies cryptogamiques.

Une connaissance nécessaire des spécificités des maladies est considérée comme un élément fondamental pour la mise au point des méthodes de lutttes raisonnées contre ces redoutables maladies afin de limiter ou anticiper au mieux ces risques, pour une meilleure gestion.

Dans les sections qui suivent, nous essayerons d'identifier les maladies affectant les céréales sur le plan macroscopique. Nous les confirmerons par des observations microscopiques et nous aborderons également l'impact de l'environnement sur le développement des maladies céréalières.





*Chapitre 1 :Revue bibliographique*



## **1-Généralités sur les céréales**

Les céréales présentent l'ensemble des plantes cultivées en vue d'obtention du grain à l'albumen (**Belaid, 1986**).

En Algérie, et en relation avec le marché mondial, les produits céréaliers représentent plus de 40% de la valeur des importations des produits alimentaires. Les produits céréaliers occupent le premier rang (39,22 %), devant les produits laitiers (20,6%), le sucre et sucreries (10%) et les huiles et corps gras (10%) (**Djermoun, 2009**).

La production de blé en Algérie, se répartit entre blé dur (70% en 2012) et blé tendre (30%), avec une importante variabilité interannuelle. Le blé dur reste ainsi la céréale prépondérante en Algérie. Généralement bien adapté aux conditions locales, sa production progresse au même rythme que celle du blé tendre (+ 47% entre les moyennes quinquennales 2000-2004 et 2008-2012), contre + 84% pour l'orge, qui reste plus importante que le blé tendre, à plus de 13 millions de quintaux en 2008-2012, contre 8 pour le blé tendre et 19 pour le blé dur (**Rastoin et Benabderrazik, 2014**).

## **2-Importance des céréales dans l'alimentation**

La culture des céréales joue un rôle nutritionnel, social et économique. Les céréales et leurs dérivées constituent l'alimentation de base dans beaucoup de pays en développement. En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire (**Djermoun, 2009**).

Les graines de céréales sont largement utilisées dans l'industrie alimentaire et les brasseries : Blé dur (pâtes alimentaires), Blé tendre (farine pour panification), Orge (brasseries, alimentation animale), Avoine (alimentation animale) (**Belaid, 1986**).

Selon la FAO, la production moyenne de céréales entre 2008 jusqu'à 2012 a dépassé 32 millions de quintaux, se répartissant de la façon suivante :

- Blé, 19millions de quintaux (60%).
- Orge, 13millions de quintaux (40%).
- La surface cultivée en céréales avoisine environ 25847140 ha.

## 2-1 Le blé (*Triticum*)

Le blé est la céréale la plus cultivée, il compte actuellement quelques 30000 formes cultivées. La production mondiale, en progression constante, et les échanges qui se multiplient entre les régions du monde font de cette céréale l'une des principaux acteurs de l'économie mondiale et justifient les nombreux travaux qui lui sont consacrés (**Lesage, 2011**).

Morphologiquement, le blé dur se différencie du blé tendre par un feuillage plus clair, totalement glabre. L'appareil végétatif est à tallage faible, à chaume long et souple (**Olmedo, 1995 ; Soltner, 2005**). Le blé dur comme le blé tendre, sont autogame (**Prats et Grandcount, 1971 ; Soltner, 2005**).

Les fruits de blé sont secs et indéhiscents appelés caryopses. La graine est grosse, de section triangulaire très riche en albumen et de texture vitreuse (**Hadria, 2006**).

Le blé dur est très riche en gluten, vue l'importance nutritionnelle élevée. Les semoules de graines de blé dur, sont la matière première utilisée en alimentation. La semoule issue du blé dur est également à l'origine de produits alimentaires très divers, et aliments traditionnels : couscous, pain, galette, pâtisserie (**Feillet, 2000**), frik et pattes divers, gâteaux traditionnels (**Selmi, 2000**).

## 2-2 L'orge (*Hordeum vulgare*)

L'orge est une monocotylédone de la famille des Graminées (*Poacées*), et l'une des céréales les plus anciennement cultivée.

L'espèce la plus cultivée est : *Hordeum vulgare*. Sa distribution est très large va de pair avec une diversification morphologique et adaptation très étendue. C'est une espèce très rustique et peut donc être cultivée dans les zones marginales à sol plus ou moins pauvres, là où le blé ne peut donner de résultats satisfaites. En outre, cette espèce est assez intéressante compte tenu de sa tolérance au sel et à la sécheresse (**Bouzidi, 1979**).

D'après Soltner (2005), l'orge est une plante annuelle au cycle végétatif court 130 à 150 jours ou même moins, par rapport au blé 250 à 280 jours.

L'intérêt de l'orge réside dans le fait qu'elle peut donner un bon fourrage d'hiver et en même temps produire du grain sur les repousses après écimage (**Janati, 1990**).

La graine et le foin d'orge sont utilisés pour l'alimentation animale, sert à l'engraissement du bétail quant à la paille, elle lui sert de litière (**Josine, 2006**).

L'orge est le fourrage concentré dominant en Algérie. Les éleveurs utilisent de l'orge germée comme fourrage pour ruminants. Ils cherchent avant tout une amélioration de la valeur nutritive.

### **2-3 L'avoine (*Avena sativa*)**

L'avoine est une céréale d'hiver, sa culture en Algérie est moins importante que celle des deux précédentes céréales.

L'avoine est une graminée (famille des *Poaceae*) annuelle, résistante au gel, adaptée à de nombreux types de sols, en particulier aux sols acides, elle possède un très bon contrôle des adventices par effets allélopathiques et couverture du sol, la culture de l'avoine assure une forte production de biomasse (jusqu'à plus de 10 t/ha) avec une forte fixation de carbone et bonne restructuration du sol, en particulier sur les horizons de surface, elle est considérée comme un excellent fourrage grâce à sa qualité nutritive élevée, elle peut être utilisée en vert ou après séchage (foin) (**Husson et al., 2012**). L'avoine est utilisée dans l'alimentation humaine sous forme de flocons et pour la fabrication de certains alcools.

### **3-Les stress biotiques et abiotique**

Le blé est l'une des cultures céréalières les plus importantes en Algérie. Il reste fortement menacé par différents stress abiotiques et biotiques (**Ayad et al., 2014**).

D'un point de vue d'agronome et de sélectionneur, les deux sortes de facteurs biotique et abiotique impactent de façon comparable le rendement et la qualité de la production des céréales. Concrètement, il n'est pas toujours évident de savoir si des symptômes sont liés à un « désordre physiologique » (par exemple une carence minérale), ou à l'action d'un agent pathogène. Par ailleurs, face à un certain nombre de stress abiotiques comme le déficit hydrique, carences en minéraux ou les attaques parasitaires, il existe des solutions culturales (irrigation, amendements, traitements phytosanitaires...etc.)

et des solutions génétiques (utilisation d'espèces appropriées aux conditions pédoclimatiques, amélioration variétale) (**Gravot, 2011**).

Les facteurs abiotiques qui affectent le rendement et les qualités du grain des céréales sont principalement les accidents climatiques (la température et l'amplitude de variations, l'eau et sa disponibilité relative, le vent et la lumière, ...etc.). D'autres maladies abiotiques connaissent une extension récente : réactions aux polluants atmosphériques, aux pesticides, aux équilibres trophiques (**Gravot, 2011**).

#### **4-Les maladies des céréales**

Les céréales peuvent être attaquées par de multiples maladies durant leur cycle de développement, et subir des pertes de rendement importantes, surtout lorsque la variété utilisée est sensible et que les conditions de l'environnement sont favorables au développement des agents pathogènes et particulièrement les agents cryptogamiques qui causent des dégâts importants (**Aouali et Douici-Khalfi, 2013**).

Ces maladies peuvent être contrôlées efficacement lorsqu'elles sont détectées à temps. Les symptômes induits sont pour la plupart spécifiques, donc il est important de les reconnaître pour pouvoir identifier les différentes maladies qui peuvent apparaître sur les cultures de céréales ainsi que leurs conditions de développement afin de raisonner une lutte efficace. Les maladies des céréales peuvent être regroupées selon le symptôme qu'elles induisent et les parties qu'elles affectent (**Aouali et Douici-Khalfi, 2013**).

La faiblesse de la production céréalière et particulièrement celle des blés est due à plusieurs facteurs dont les plus importants sont: les pratiques culturales, les aléas climatiques et les variétés anciennes à faible rendement (**Bendif, 1994**), et aussi les maladies cryptogamiques.

#### **5-Les principales maladies qui attaquent le blé**

Pas de répit tout au long du cycle de vie du blé, les maladies se relayent pour atteindre leur but : affecter fortement le rendement. Néanmoins leurs fréquences et gravité restent inégales. L'essentiel est de contrôler les plus dommageables : la Septoriose et la Rouille jaune pour le blé tendre, sans oublier les fusarioses qui produisent les mycotoxines (**Moreau, 2011**)

## 5-1 Les Rouilles

Divers types de Rouille affectent le blé et l'orge. Les trois types de Rouille qui affectent le blé sont la Rouille brune, la Rouille noir des tiges et la Rouille jaune (**Amrani, 2013**).

Selon les enquêtes menées par Sayoud et *al.*,(1996) les Rouilles sont essentiellement présentes au niveau des hauts plateaux et les plaines de la Mitidja. Leur identification est relativement facile car l'agent fongique produit des pustules caractéristiques, formées essentiellement de spores qui sont facilement disséminées par le vent (**Aouali et Douici-Khalfi, 2013**).

### 5-1-1 La Rouille jaune

La Rouille jaune est causée par l'agent pathogène *Puccinia striiformis f.sp. Tritici*. Sur blé (**Amrani, 2013**).

Elle peut provoquer des dégâts très importants à la culture. Son développement est lié à des conditions climatiques particulières (printemps frais, couvert, humide et venteux) (**Moreau, 2011**).

La Rouille jaune apparaît en cours de montaison, généralement de premier nœud à dernière feuille. Au niveau de la parcelle les premières attaques sont localisées sur les feuilles du bas de quelques plantes. Cette infestation est liée à l'inoculum de la parcelle, et la contamination se fait essentiellement à l'intérieur du champ et peu depuis l'extérieur (**Masson, 2012**).

#### 5-1-1-1 Symptômes

Des pustules orangées apparaissent sur les feuilles et les tiges disposées en stries le long de nervures des feuilles. Elles sont souvent de petite taille (0,5 mm) (**Masson, 2012**). Elles peuvent aussi se développer sur la face inférieure des feuilles et sur les épis et les grains. Ces pustules sont constituées de spores (urédospores). À la fin de la saison de croissance, ces pustules deviennent noires étant donné la formation de spores connues sous le nom de téléospores. Ces pustules correspondent à la déchirure de l'épiderme qui laisse apparaître ainsi une poudre dont la couleur varie de l'orange, rouge brique, marron au

jaune, selon l'espèce pathogène. Les rouilles ne sont pas transmises par semence (**Aouali et Douici-Khalfi, 2013**).

### **5-1-2 La Rouille brune des feuilles**

C'est une maladie qui apparaît généralement pendant et après l'épiaison (avril-mai), causée par l'agent pathogène : *Puccinia recondita f.sp. Tritici* sur le blé (**Amrani, 2013**). La Rouille brune est une maladie de plusieurs graminées dont : blé, seigle, triticales, et le parasite attaque faiblement l'orge, et pas du tout l'avoine (**Zillinsky, 1983**). Elle attaque comme hôte alternatif *Anchusa azurea* anciennement *Anchusa italica* ou Buglosse d'Italie ou fausse bourrache (plante vivace) (**Aouali et Douici-Khalfi, 2013**).

#### **5-1-2-1 Symptômes**

Petites pustules circulaires ou ovales de couleur orange ou brunes ces pustules sont (poudreuses) remplies de spores (urédospores), apparaissent sur la face supérieure et parfois sur la face inférieure des feuilles. En fin de saison ces pustules prennent une couleur noir (téleutospores) (**Aouali et Douici-Khalfi, 2013**).

Sur le plan diagnostique, et pour éviter la confusion avec les pustules de la rouille jaune, les pustules de la rouille brune lorsqu'on les frotte légèrement, une poudre de la même couleur adhère au doigt (**Sayoud, 2008**).

### **5-1-3 La Rouille noire des tiges**

Elle est causée par *Puccinia graminis* qui attaque l'épINET vinette (*Berberis vulgaris*) comme hôte secondaire et le blé et d'autres céréales comme hôte principal (**Nasraoui, 2006**).

#### **5-1-3-1 Symptômes**

Les pustules sont plus longues que celles de la Rouille brune, elles sont de couleur rouge-brique à marron foncé (**Aouali et Douici-Khalfi, 2013**).

Elles sont elliptiques, se développent parallèlement à l'axe de la longueur de la tige, de la feuille et de la gaine. Les pustules peuvent apparaître aussi sur le col et les glumes de l'épi. Quand l'épiderme couvrant les pustules rompt, il montre une masse poudreuse brune rouge d'urédospores. Plus tard dans la saison, au fur et à mesure que la plante approche de

la maturité, la couleur brune des pustules tourne au noir. Le champignon commence à produire des téliosporos au lieu des urédosporos et les urédies brunes sont remplacées par des télies noires (Nasraoui, 2006).

#### **5-1-4 Cycle et conditions de développement des Rouilles**

Le développement des épidémies des Rouilles est tributaire de la nature et de la qualité de l'inoculum primaire, de la sensibilité de la variété cultivée, du stade de développement du blé au moment de l'infection primaire et des conditions climatiques (Aouali et Douici-Khalfi, 2013).

Des températures comprises entre 10 et 15°C et un taux d'humidité relative voisin de 100% sont les conditions optimales pour la germination des spores, la pénétration des tubes germinatifs dans l'hôte végétal et la production de nouvelles spores ensuite disséminées par le vent. Le vent va permettre la dispersion des spores à la fois sur de courtes et de longues distances. La Rouille jaune présente une très forte capacité de sporulation.

Les cycles des Rouilles sont complexes et impliquent souvent un hôte principal et un hôte alternatif. Seule la Rouille jaune ne connaît pas d'hôte alternatif. Le champignon passe l'hiver sous forme d'urédosporos sur les repousses de céréales ou les cultures à semis automnal précoce ou de mycélium en dormance. Sous cette dernière forme, moins exposée aux conditions hivernales hostiles, le champignon peut survivre à de très faibles températures (jusqu'à -10°C). Au printemps, lorsque le climat devient frais et humide, le champignon reprend son développement pour initier les contaminations secondaires via la production de nouvelles urédosporos. Ces urédosporos présentent la caractéristique d'être regroupées en amas appelés « unités de dissémination ». On distingue deux sources d'inoculum primaire : endogène et exogène.

L'inoculum endogène provient d'une source de conservation locale (hôte alternatif ou repousses de blé). Les infections qui en résultent apparaissent précocement au stade tallage, et constituent par la suite des foyers d'infection caractérisés par la présence de pustules sur les feuilles basales, l'inoculum exogène, provient d'autres parcelles infestées et dont les spores sont transportées par le vent à travers de longues distances (**figure1**).



Les pustules de cet inoculum apparaissent sur les feuilles supérieures. Dans ce cas précis la maladie ne peut être menaçante que lorsque les périodes humides sont fréquentes en mars-avril. Le cycle complet de la maladie, de l'infection à la production de nouvelles spores, peut être achevé en sept jours dans des conditions idéales et se répéter de nombreuses fois en une saison (Aouali et Douici-Khalfi, 2013).

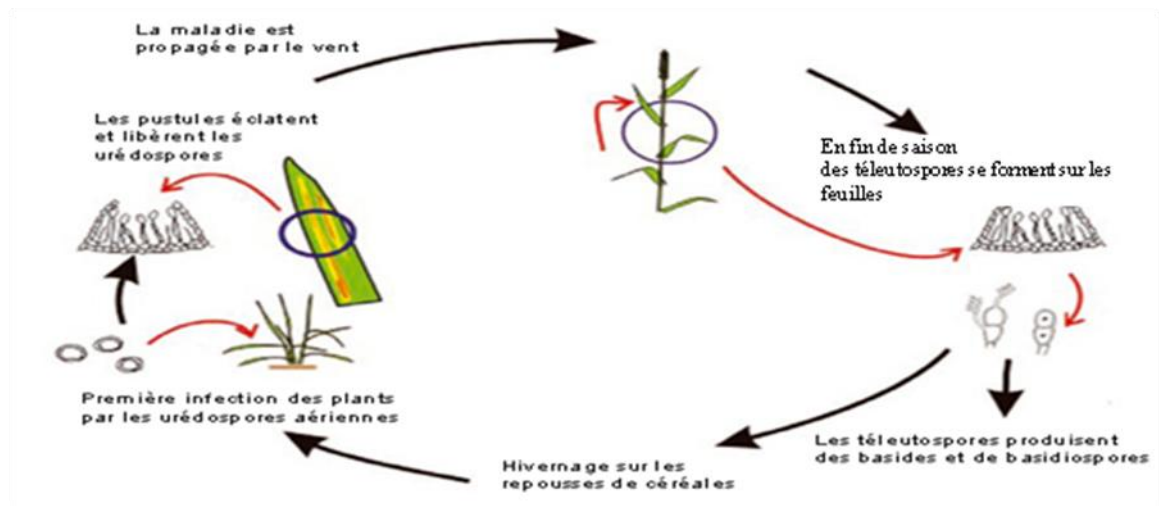


Figure 1:Le cycle de développement des rouilles.

## 5-2 Septoriose

### 5-2-1 La tache Septorienne

La tache Septorienne est l'une des principales maladies cryptogamiques du blé à travers le monde (Shipton et al., 1971; Eyal et al., 1987). La maladie est causée par l'attaque d'un champignon qui peut être présent sous deux formes au champ : la forme sexuée (*Mycosphaerella graminicola*) et la forme asexuée (*Septoria tritici*) (Farih, 1992), appelé aussi *Zymoseptoria tritici* (Brunner et al., 2013).

Sous un climat favorable au développement de la maladie (zones humides), le rendement en grains des variétés de blé sensibles peut être réduit de 30 à 50% (Eyal, 1981). En Algérie, il n'y a pas de hôte alternative et la maladie ne se transmet pas par semence (Aouali et Douici-Khalfi, 2013).

### **5-2-1-1 Symptômes**

Les symptômes commencent par de petites taches de couleur brune rougeâtre irrégulière sur les feuilles inférieures et en particulier sur celles en contact du sol. Les taches sont d'abord délimitées par les nervures (Sayoud et al., 1999), pour ensuite s'étendre longitudinalement et prendre une couleur gris clair .

### **5-2-1-2 Condition de développements**

Les chaumes du précédent cultural constituent la source de l'inoculum. Les pycnides du champignon peuvent survivre sur les chaumes du blé jusqu'à six mois et induire les premières infections sur les premières feuilles des jeunes plantules au contact du sol. Après germination le champignon colonise les tissus foliaires.

L'humidité est indispensable pour tous les stades de l'infection, et les gouttes de pluie provoquent la contamination des étages foliaires supérieurs. La maladie monte ainsi d'un étage à un autre d'où son appellation aussi de la maladie en gradient. Des températures entre (15-20°C) sont favorables au développement de la maladie.

### **5-2-2 Septoriose des glumes**

*Septoria nodorum*, est le champignon responsable de la Septoriose des glumes (Mazouz, 1992; Scharen, 1999)

#### **5-2-2-1 Symptômes**

La maladie se manifeste sur les feuillages et sur les glumes, la gaine des feuilles et les nœuds. Sur les feuilles on peut observer des taches ovales ou lenticulaires brunes. Elles peuvent être entourées d'une chlorose ou d'un jaunissement périphérique. Les pycnides sont de couleurs brun clair moins apparents que celles provoquées par la Septoriose des feuilles. Sur les glumes la maladie se développe lorsque l'attaque est importante. Elle n'y a pas d'hôte alternatif mais elle se transmet par semence (Aouali et Douici-Khalfi, 2013).

#### **5-2-2-2 Condition de développements**

La semence et les chaumes sont les principales sources d'inoculum. Les pycnidiospores sont à la base des épidémies de la maladie. Elles germent à des taux

d'humidité relative de 98% au niveau foliaire. Elle ne peut se produire qu'entre 5 et 37°C. L'optimum de germination se situe entre 20 et 25°C (Aouali et Douici-Khalfi, 2013).

### 5-2-3 Cycle de développement de la Septoriose

A l'automne, le champignon, présent sur les résidus de paille, va contaminer les jeunes pousses de blé et débiter son développement. En hiver, sa progression est ralentie par les conditions climatiques défavorables. Au printemps, les températures plus clémentes vont réactiver l'épidémie. Les symptômes apparaissent et les pycnides vont assurer la propagation de la maladie par effet « splashing » (projection des spores par les gouttes de pluie) des étages foliaires inférieurs vers les étages supérieurs, mais aussi aux plantes voisines (figure 2). La période de risque de contamination se situe du stade deux nœuds jusqu'au stade floraison (Huber et al., 2006).

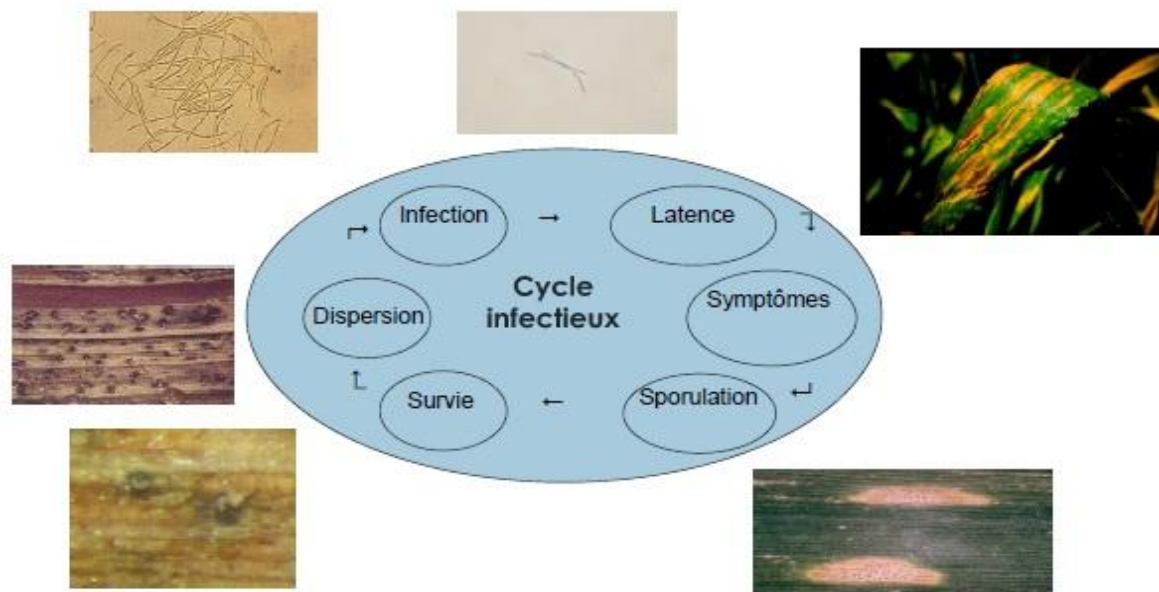


Figure 2: Le cycle de développement de la Septoriose.

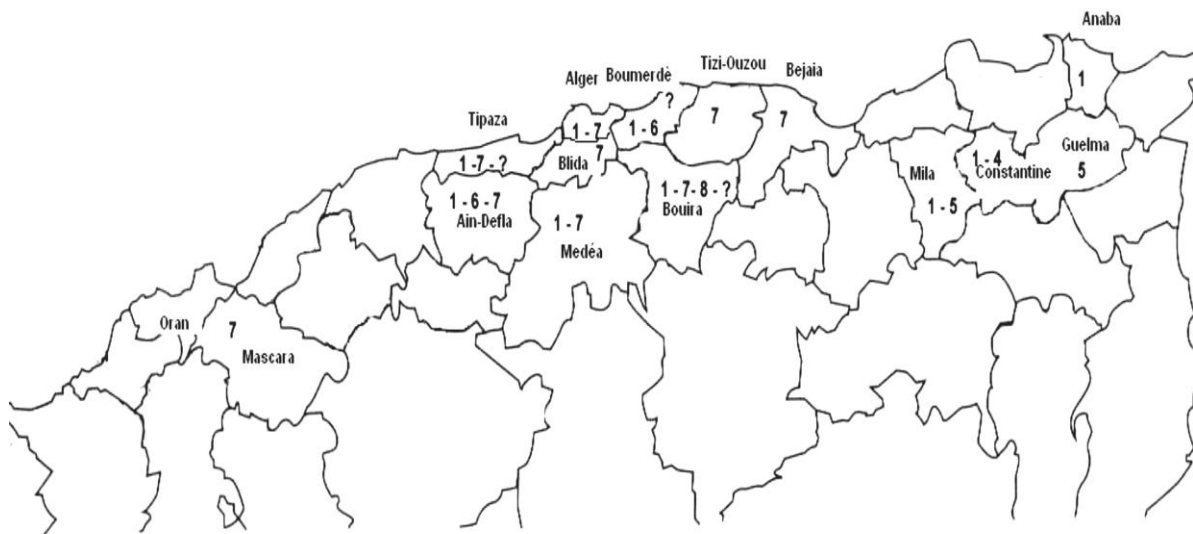
Source : (Legrève, 2012)

### 5-3 Tache auréolée (helminthosporiose de blé)

La Tache auréolée du blé, causée par *Pyrenophora tritici-repentis* ou bien *Drechslera tritici-repentis*, est une maladie qui est présente à travers les zones céréalières

de l'Algérie. Selon les résultats du travaux de Benslimane et *al.*, (2006), elle est présente aussi bien sur le blé dur que sur le blé tendre.

Les helminthosporioses sont largement répandues dans les zones de production des céréales et les attaques sont importantes dans les régions à pluviométrie importante. En Algérie cette maladie est sévère au niveau des zones littorales moyennes et les plaines intérieures, tandis que dans les hauts plateaux elle est relativement faible (**Aouali et Douici-Khalfi, 2013**). D'après les travaux de Benslimane et *al.*, (2011), ils ont identifié la distribution des races de la tache auréolée en Algérie (**Figure 3**).



**Figure 3: Distribution des races de *Pyrenophora tritici-repentis* du blé en Algérie.**

**1, Race 1; 4, Race 4; 5, Race 5; 6, Race 6; 7, Race 7; 8, Race 8 : race inconnu (nouvelle race).**

**Source : (Benslimane et *al.*, 2011).**

La sévérité de la maladie dépend des conditions climatiques, de la variété et du stade de développement de la plante au moment de l'attaque. Les pertes de rendements peuvent atteindre jusqu'à 30% lorsque la maladie est présente tout au long du cycle de développement de la plante et entre 10 à 15 % quand l'attaque est tardive (**Aouali et Douici-Khalfi, 2013**).

### **5-3-1 Symptômes**

Au niveau de la parcelle on observe une répartition homogène, comme la Septoriose, l'Helminthosporiose progresse du bas vers le haut de la plante. Au niveau des

feuilles, on trouve des taches ocellées en forme d'œil plutôt ovoïde, souvent entourées d'un halo chlorotique jaune. Point noir au centre (c'est le point d'infection). Il est remplacé progressivement par un point foncé puis un cercle brun et absence de pycnide (Masson, 2012).

### 5-3-2 Cycle et condition de développements

Les symptômes apparaissent durant la montaison jusqu'à la maturité. L'agent pathogène se conserve sous forme de spores et de mycélium sur les résidus du blé infecté à la surface du sol, alors que sur les chaumes, les périthèces et le mycélium constituent la principale source d'inoculum primaire. En présence d'humidité, les périthèces libèrent les ascospores et le mycélium produit des conidies. L'infection secondaire est assurée par les conidies qui sont facilement disséminées par le vent (figure 4). La germination des spores et l'infection des tissus sont favorisées par des conditions humides et des températures optimales entre 18 et 28°C.

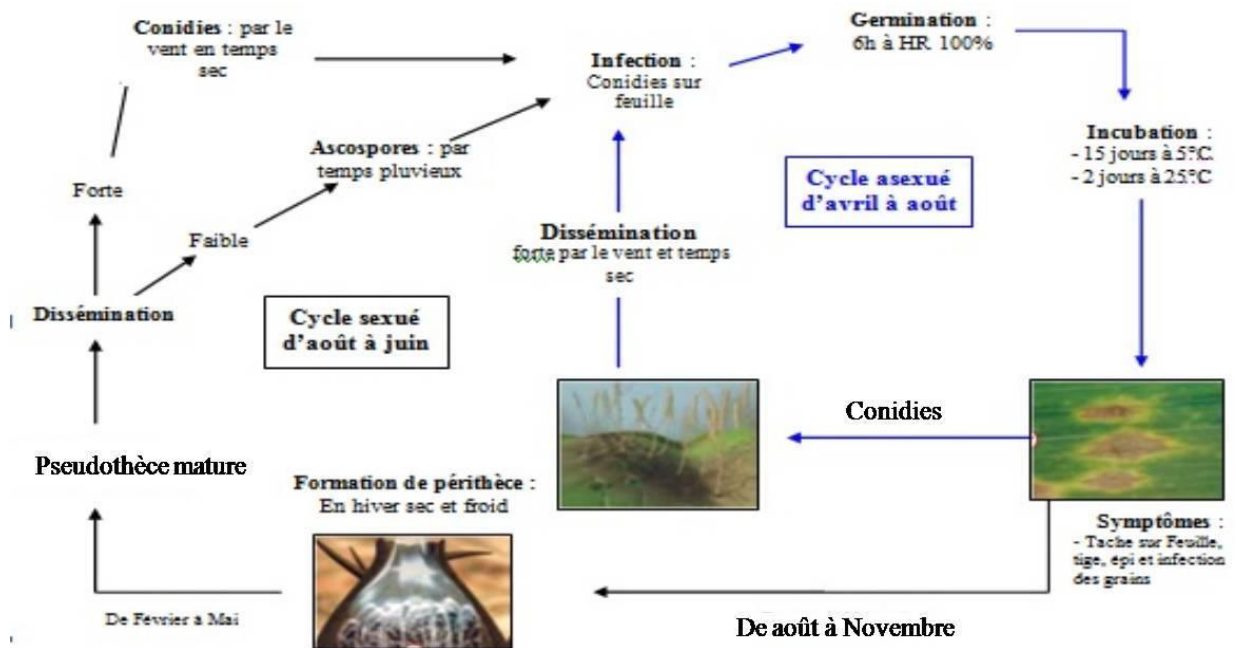


Figure 4: Cycle de développement de l'helminthosporiose du blé.

Source : Devalé et al., (2000) ; Verreet et klink, (2002).

#### **5-4-La Fusariose**

Durant ces dernières années, les symptômes de la Fusariose sont devenus très fréquents au niveau des champs de blé en Algérie. Compte tenu des pertes considérables qui peuvent être engendrés sur les rendements associés aux risques de mycotoxines que présentent certaines espèces de *Fusarium* sur la santé des humains et des animaux d'élevage (INPV, 2014).

En Algérie, selon les enquêtes sur la prévalence de la Fusariose réalisés par l'INPV et Syngenta en la campagne agricole 2012-2013 au niveau des parcelles de multiplication en 23 wilayas potentiellement céréalières situées à différent étages bioclimatiques, ils ont identifiés la présence et la dominance de deux espèces : *Fusarium culmorum* suivie de *Fusarium graminearum*.

##### **5-4-1 Symptômes**

Les lésions causées par *Fusarium* apparaissent souvent à la base de la tige, dans la gaine des feuilles, une propagation qui se manifeste par la présence de longues stries brunes à la base de la tige. Le symptôme le plus fréquent est la coloration brun foncé des nœuds inférieurs. Sur les plants plus anciens, l'infection par *Fusarium* peut générer un véritable pourridié; la base de la tige devient alors brune et pourrie, ce qui entraîne une verse et la formation d'épis argentés. Ce symptôme est moins fréquent, même s'il peut être observé lors des périodes de grande sécheresse. Les épillets perdent leur chlorophylle commencent à se décolorer et finissent par donner à l'épi une couleur blanchâtre. Ce symptôme est observé lorsque les épis sont infectés aux premiers stades de floraison. (BASF ,2015)

Les infections plus tardives peuvent provoquer l'infection des grains, sans blanchiment notoire des épis. La phase de blanchiment des épis de cette maladie du blé peut provoquer une perte de rendement, mais la principale préoccupation est la production potentielle de mycotoxines dans les grains (BASF ,2015). Les mycotoxines sont des substances toxiques pour l'homme et l'animal (Nasraoui, 2006).

#### **5-4-2 Cycle de vie de la Fusariose**

Sur les parcelles de blé, les grains sont la principale source de *Fusarium*. Toutefois, le champignon peut également survivre sur les débris du sol. Lors des périodes de forte hygrométrie pendant la floraison et la formation des grains, les spores sont dispersées par éclaboussures des parties inférieures des plants, ce qui provoque le blanchiment des épis et une infection par les grains. Au cours de ces mêmes périodes, l'infection par les grains peut sérieusement compromettre le développement de la culture (Parry et al., 1995).

#### **5-5-L'Oïdium**

L'Oïdium causé par l'agent pathogène *Erysiphe graminis f.sp.tritici*, peut attaquer le blé sur toute la durée de la culture, sur feuille et sur épi. On le rencontre essentiellement sur variétés sensibles (Masson, 2012).

##### **5-5-1 Symptômes**

Le premier signe d'attaque par ce parasite est l'apparition de taches sous forme de duvets blanchâtres ou gris pâle sur les limbes des feuilles basales. Durant la progression de la maladie, les duvets se développent sur les feuilles des étages supérieurs. Quand l'attaque est sévère, les taches d'Oïdium apparaissent sur les graines des feuilles et les glumes des épis (Sayoud et al., 1999).

##### **5-5-2 Cycle de développement**

L'oïdium infecte la plante hôte par des conidies. Après être véhiculées par l'air, les conidies se déposent sur l'organe de la plante hôte, germent et développent un mycélium superficiel. En même temps, une courte hyphe fine se développe directement dans les cellules épidermiques et forme une haustorie avec laquelle le champignon absorbe les substances nutritives.

A partir du mycélium, les conidiophores se développent et libèrent de nouvelles conidies capables d'induire de nouvelles infections. Plus tard, la reproduction sexuée du champignon aboutit à la production des cléistothèces contenant des ascospores à l'intérieur des asques (**figure 5**). L'induction de l'infection primaire pendant la saison de végétation suivante est due au développement du mycélium en conservation ou à la germination des ascospores libérées à partir des asques qui sont déchargés à partir des cléistothèces (Nasraoui, 2006).

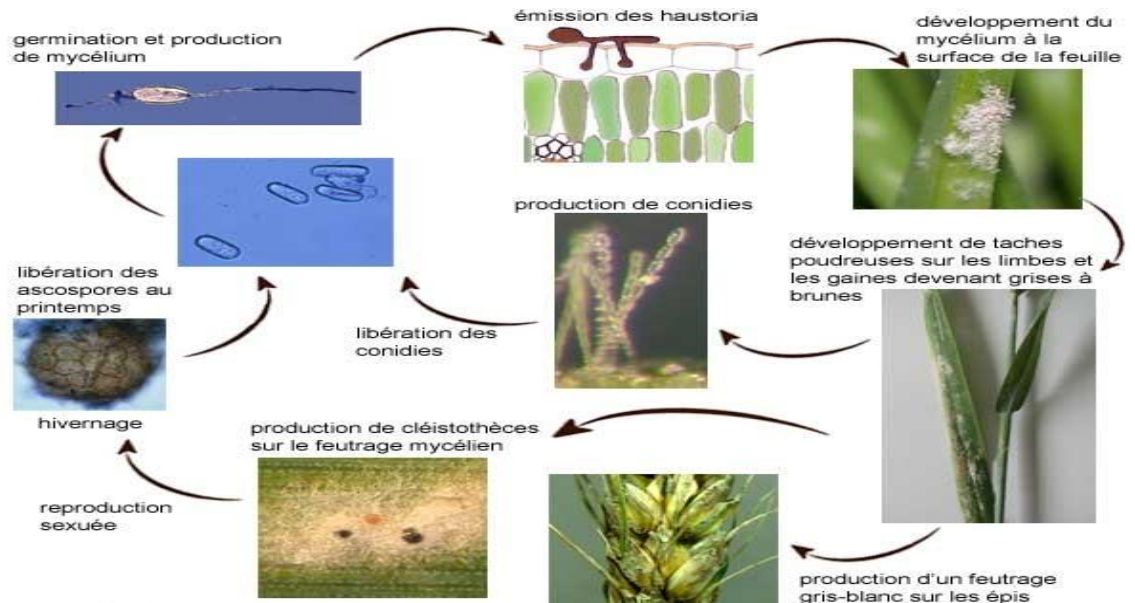


Figure 5: Cycle de développement de l'agent pathogène : Erysiphe graminis.

Source : (Chamant, 2013).

## 6-Autres maladies cryptogamique des céréales

Il existe d'autres maladies cryptogamiques qui affectent les céréales, citant : le Piétin-échaudage, le Charbon nu et les Caries communes.

Le Piétin-échaudage du blé est causé par *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*. Il se conserve dans les racines et les bases des tiges infectées des débris de la plante hôte. La plupart des infections sont causées par le mycélium qui se met en contact avec les racines des plantes en croissance. Il envahit les racines et s'étend vers le collet et la base de la tige. Cette maladie apparaît pendant le début de la saison de végétation, comme des taches au champ, où les plantules sont jaunâtres et peu développées ou plus tard dans la saison, les plantes malades sont chétives, mûrissent prématurément et produisent des épis renfermant des épillets blancs et stériles (Figure 6). Une pourriture sèche brune noire s'étend à partir des racines vers la base des tiges (Figure 7). Les plantules attaquées sont facilement enlevées du sol car la plupart des racines ont été détruite par la maladie et les quelques racines restantes sont courtes, brunes noires et fragiles (Nasraoui, 2006).



Le Charbon nu causé par *Ustilago segetum* var. *tritici*. Les épis charbonnés de blé sont généralement plus hauts que ceux sains. Ils sont totalement (épillets, glumes, glumelles et grains) transformés en masse poudreuse noire qui est au début couverte d'une délicate membrane puis, rapidement après, éclate et libère la poudre noire. Cette poudre est finalement emportée par le vent, laissant uniquement le rachis (**Nasraoui, 2006**).

La Carie commune du blé causée par *Tilletia laevis* ou *T. tritici*. Les plantes infectées sont d'habitude plus courtes que les plantes saines et apparaissent légèrement bleues vertes à grises vertes. Les épis infectés sont plus minces et leurs glumes semblent écartés et forment un angle plus ouvert avec l'axe principal. Les grains infectés sont plus épais et moins longs que les grains sains. A maturité, ces grains infectés deviennent remplis d'une masse poudreuse noire formée des téliospores du champignon libérant une odeur particulière ressemblant à celle du poisson pourri. Le pathogène se conserve sous forme de téliospores à la surface des semences et moins fréquemment dans le sol. Quand les semences semées germent, les téliospores germent aussi (**Nasraoui, 2006**).



**Figure 6:**Symptôme de l'épi blanc du Piétin-échaudage sur parcelle.

**Source :** (INPV, 2013)



**Figure 7: Symptôme du Piétin-échaudage base de tige noire.**

**Source : (INPV, 2013)**

## **7- Les principales maladies qui attaquent l'orge**

### **7-1 La Rhynchosporiose**

La Rhynchosporiose de l'orge est causé par l'agent pathogène : *Rhynchosporium secalis*.

#### **7-1-1 Symptômes**

Apparaissent sur les feuilles et la gaine sous forme de taches elliptiques, grisâtres avec une marge brun foncé dont la longueur varie entre 10 et 15 mm. Le centre de ces taches se dessèche et se décolore (Aouali et Douici-Khalfi, 2013).

#### **7-1-2 Cycle et conditions de développement de la maladie**

La principale source de l'infection est les conidies disséminées à partir des résidus infectés, qui se transmettent selon deux modes de transmissions : la transmission aérienne et la transmission par la semence en logeant dans les enveloppes et le péricarpe. En automne et en présence d'humidité les conidies sont dispersées à partir des résidus infectés et infectent ainsi les feuilles des jeunes plants d'orge en provoquant des symptômes typiques (**figure 8**). La sporulation n'a lieu que 72 heures après avec des conditions d'humidité propices et une température allant de 10 à 20°C.

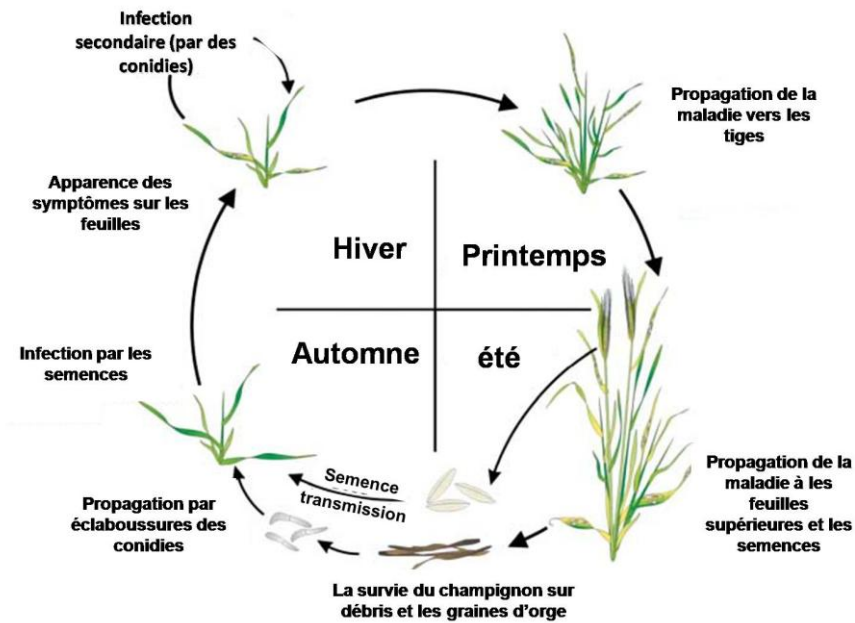


Figure 8: Cycle de développement de la Rhynchosporiose.

Source : (Zhan et al., 2008).

## 7-2 Les *Helminthosporium* de l'orge

L'Helminthosporiose est la maladie la plus préjudiciable au rendement de l'orge causée par le champignon *Pyrenophora* (ou *Drechslera* = *Helminthosporium*).

### 7-2-1 *Helminthosporium gramineum* (La strie foliaire de l'orge)

L'agent pathogène : *Helminthosporium gramineum* ou bien *Drechslera graminea*, Il s'agit de la maladie transmise par les semences. Elle attaque essentiellement les cultures de l'orge d'hiver et de printemps. C'est un champignon imparfait. Sa forme est sexuée : *Pyrenophora graminea* (Champion, 1997).

#### 7-2-1-1 Symptômes

*Helminthosporium gramineum* est à l'origine de fontes de semis. Les symptômes se présentent sous forme de stries jaunâtres, parallèles aux nervures, qui se développent sur toute la longueur du limbe. Plus tard, les feuilles se dessèchent, les plantes atteintes sont moins développées que les plantes indemnes et ont des difficultés à former des épis. Ces

derniers restent souvent stériles et prennent une teinte identique à celle des symptômes visibles sur feuilles (**Champion, 1997**).

#### **7-2-2 *Helminthosporium teres* (Rayure réticulée)**

Le champignon imparfait *Drechslera teres* (**champion, 1997**). Le stade parfait du parasite est connu sous le nom: *Pyrenophora teres drech* (**Alihaimoud et al., 1993**).

*Pyrenophora teres Drechsler* existe sous deux formes, *Pyrenophora teres* f. *teres* cause la forme réticulée et *Pyrenophora teres* f. *maculata* cause la forme tachetée, présentant des symptômes différents sur les feuilles (**Manninen et al, 2006**).

#### **7-2-2-1 Symptômes**

Les lésions sur les feuilles dues à *Pyrenophora teres* se manifestent sous deux formes bien distinctes :

Des symptômes en réseau brun foncé, diffus sur un fond chlorose brun clair, ou bien des taches foliaires, brunes ovoïdes entourées d'un halo chlorose, ou a bords parallèles entre 2 nervures avec en haut et en bas de la tâche un point de chlorose plus clair,. La maladie s'étend à partir de semences infectées ou de résidus de récolte, elle se trouve également sur gaines et sur épis (**Shipton et al., 1973**).

#### **7-2-3 Cycle et conditions de développement de la maladie**

Le champignon survit sous forme de mycélium dans les surfaces et les enveloppes de la graine ou dans le péricarpe. Au moment de la germination le champignon envahit progressivement les feuilles avec l'apparition de symptômes caractéristiques sur chaque feuille, puis contamine l'épi qui reste souvent dans la gaine de la feuille. Les symptômes deviennent apparents une fois que les conidies sont produites. Ces dernières sont disséminées par le vent et infectent ainsi les épis des plants sains qui vont par la suite produire des graines porteuses de la maladie (**figure 9**). Les conditions optimales de l'infection correspondent à un stade précoce du développement du grain et à des températures comprises entre 10° et 33°c. La présence d'eau libre est nécessaire pour la croissance du mycélium, mais elle ne l'est pas pour le déclenchement de l'infection des graines (**Aouali et Douici-Khalfi, 2013**).

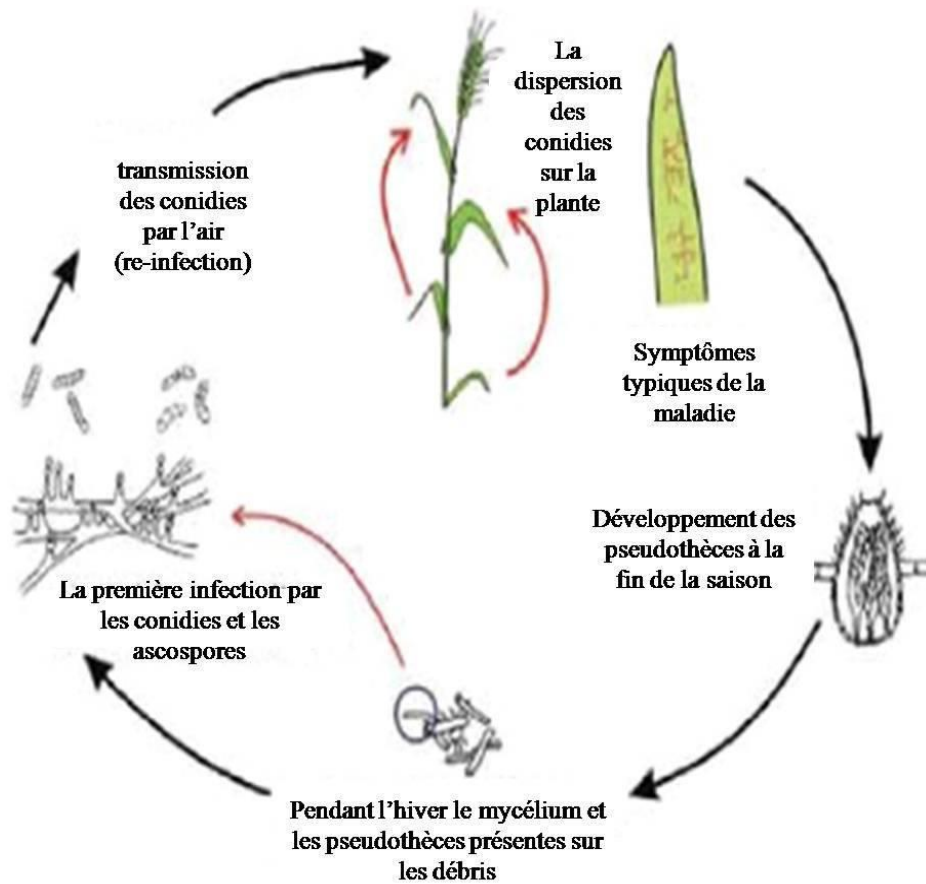


Figure 9: Cycle de développement de l'Helminthosporiose de l'orge.

Source : (Morvan, 2006)

## 8- Les principales maladies qui attaquent l'avoine

### 8-1 Tache Septorienne des feuilles d'avoine

Elle est causée par l'agent pathogène : *Septoria avenae*.

#### 8-1-1 Symptômes

Tout d'abord, les symptômes foliaires sont des petites taches brunes noires, qui deviennent lenticulaires au fur et à mesure qu'elles s'agrandissent et se réunissent. Les taches virent rapidement au gris brun pâle, et sont alors difficiles à distinguer de celles provoquées par les autres espèces de *Septoria*. Cette espèce continue de produire des fructifications pendant le mûrissement de l'hôte, bien après la fin de la phase de végétation active. Ce parasite se rencontre aussi dans les tissus attaqués auparavant par d'autres pathogènes (Zillinsky, 1983).

## **8-2 Rouille couronnée de l'avoine**

La Rouille couronnée est causée par l'agent pathogène : *Puccinia coronata* une maladie importante de l'avoine, mais n'attaque pas d'autres céréales. La diversité des races physiologiques du pathogène est très grande. Elle est due en partie à la vaste extension de l'hôte alterné, *Rhamnus cathartica*, (nerprun cathartique) et d'espèces apparentées (Zillinsky, 1983).

### **8-2-1 Symptômes**

Les pustules se développent surtout sur le limbe des feuilles. Elles prennent la forme de petites ampoules ovales et éparpillées de couleur orange vif .L'épiderme se déchire autour des pustules (Aouali et Douici-Khalfi, 2013).

### **8-2-2 Conditions de développements de la maladie**

Dans les régions à climat chaud le champignon se conserve en produisant essentiellement des urédospores, alors que dans les régions froides la maladie se déclenche par les urédospores disséminées par le vent depuis les régions chaudes. Une bonne humidité et des températures chaudes du début de l'épiaison à la fin de la floraison sont favorables au développement des maladies (Aouali et Douici-Khalfi, 2013).

## **9- La Lutte contre les maladies**

Pour traiter, l'agriculteur doit choisir le meilleur moment pour s'assurer une plus grande efficacité des traitements. Pour cela, il doit tenir compte :

- De l'humidité de l'air (on traite généralement quand l'humidité est supérieure à 60 %).
- Des conditions météorologiques (il est important qu'il ne pleuve pas dans les premiers jours suivant le traitement).
- De l'état du sol (le sol ne doit pas être trop humide pour être suffisamment portant).
- De plus, l'agriculteur doit traiter lorsque cela est utile (lutte raisonnée). La lutte contre les maladies cryptogamiques est importante pour obtenir une récolte abondante et de qualité.

La lutte peut être systématique (traitement chaque année à titre préventif) mais elle peut également être raisonnée (traitement lorsque cela s'avère indispensable) (Belahcene et al., 2008).

### **9-1 Lutte biologique**

Le principe de la lutte biologique se base sur l'utilisation d'agents pathogènes (virus, bactéries, champignons, ect.), également appelés bio pesticides. Elle a pour but de maintenir la population d'organismes bio agresseurs en dessous d'un seuil de nuisibilité. C'est une méthode de lutte au moyen d'organismes vivants antagonistes, appelés agents de lutte biologique (qui appartiennent au groupe des auxiliaires des cultures), sans faire appel à des pesticides (**Milaire, 1995**).

On distingue trois stratégies de lutte biologique : la lutte classique (acclimatation d'agents auxiliaires introduits), augmentative (traitements répétitifs par des agents auxiliaires) et de conservation (promotion des agents auxiliaires existants). Ce procédé de lutte non polluant permet de réguler un problème donné, de façon efficace sans engendrer des effets néfastes à la santé humaine ni à l'environnement. On a recours à la lutte biologique, quand la lutte chimique raisonnée ne donne pas les résultats escomptés.

### **9-2 Lutte culturale**

L'agriculteur peut également limiter le développement des maladies en raisonnant la rotation des cultures sur ses parcelles : une parcelle sur laquelle on sème du blé chaque année sera plus souvent touchée par les champignons transmis d'une année sur l'autre par les résidus de cultures (**Ezzahiri, 2001**). Certaines techniques culturales sont recommandées pour restreindre le potentiel infectieux des maladies dont l'agent causal se conserve dans les chaumes comme la tache auréolée et la Septoriose.

Des labours profonds enfouissent le champignon à une profondeur où il lui est impossible d'infecter les feuilles. Enfin, l'incinération des chaumes est aussi un moyen de restriction du potentiel infectieux car elle élimine le parasite.

### **9-3 Lutte génétique**

La résistance variétale quand elle existe, reste la méthode de lutte la plus économique et la plus pratique contre les maladies foliaires du blé. La résistance n'est pas un caractère stable étant donné qu'elle peut être surmontée par de nouvelles races et souches des agents pathogènes concernée (**Ezzahiri, 2001**).

#### **9-4 Lutte chimique**

La lutte chimique a pour but d'éviter la maladie (traitement préventif) ou de stopper (traitement curatif), elle doit être raisonnée en tenant compte de la période de traitement, du produit utilisé, de la dose à appliquer, du spectre d'action de la matière active et de la période de couverture (rémanence).

La lutte chimique contre les agents phytopathogènes concerne essentiellement les champignons responsables des maladies fongiques des plantes. La plupart des fongicides affectent directement des fonctions essentielles, comme par exemple la respiration, la biosynthèse des stérols ou la division cellulaire. Ce type de mode d'action peut entraîner, d'une part, des risques pour l'homme et les organismes non ciblés et d'autre part, le développement de souches fongiques résistantes. Des molécules stimulant les réactions de défense des plantes semblent être moins exposées à ces phénomènes de résistance.

En agriculture, les fongicides sont utilisés pour détruire les champignons pathogènes qui s'attaquent aux cultures, aux semences et aux produits récoltés. Les molécules et les préparations fongicides utilisées dans la pratique agricole sont extrêmement nombreuses et appartiennent à des familles chimiques variées (**Bermond, 2002**).

Les fongicides sont selon (**Clément, 1981**), des substances (matières actives) ou préparations susceptibles d'entraîner plus ou moins rapidement l'inhibition de la croissance ou de la mort des champignons et d'être utilisées pour la lutte contre les maladies cryptogamiques des cultures et des produits récoltés.

#### **9-5 Lutte intégrée**

La lutte intégrée est une approche durable de gestion des ravageurs. Elle combine les outils biologiques, physiques et chimiques de façon à minimiser les risques économiques, sanitaires et environnementaux.

La lutte intégrée (LI) signifie l'examen attentif de toutes les techniques disponibles pour lutter et l'intégration ultérieure de mesures appropriées pour prévenir l'apparition de populations nuisibles et maintenir l'utilisation des pesticides et d'autres types d'intervention à des niveaux économiquement justifiés, tout en réduisant le plus possible les risques pour la santé humaine et l'environnement (**Philippe, 1999**).

Selon le code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides de l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), la lutte intégrée met l'accent sur la croissance d'une culture saine, avec un impact



néгатif minimal sur les agro-écosystèmes, et privilégie les mécanismes naturels de lutte contre les organismes nuisibles. Dans son sens restreint, elle s'applique à la gestion d'une seule espèce de ravageur dans des cultures données ou dans des lieux particuliers. Dans son sens élargi, elle s'applique à la gestion harmonieuse de toutes les populations d'organismes nuisibles dans leur environnement agricole ou forestier. Ce n'est pas une simple juxtaposition ou superposition de deux techniques de lutte (telles que la lutte chimique et la lutte biologique) mais l'intégration de toutes les techniques de gestion adaptées aux facteurs naturels de régulation et de limitation de l'environnement **(FAO, 1967)**.



*Chapitre 2 : Matériel et méthodes*



## Matériel et méthodes

Le présent travail est réalisé au niveau du laboratoire du SRPV Constantine. Il porte sur l'étude et l'identification macroscopique et microscopique des principales maladies cryptogamiques rencontrées durant la saison agricole 2014-2015 chez les céréales.

### 1-Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans notre analyse expérimentale est constitué de différents céréales dont : le blé tendre (*Triticum aestivium*), le blé dur (*Triticum durum*), l'orge (*Hordeum vulgare*) et Folle avoine (Ancêtre sauvage de l'avoine) (*Avena fatua*). Ces variétés ont été récoltées durant le mois de mars et avril 2015.

### 2-Prélèvement des échantillons

Suite à des observations approfondies, les échantillons ont été prélevés en présence de l'équipe SRPV-Constantine durant de nombreuses prospections sur les champs de céréales au niveau de la wilaya de Constantine. Les plantes affectées sont prélevées dans des sacs en papier et transportées au laboratoire pour l'examen mycologique.

Les caractéristiques des variétés sur lesquelles ont été identifiées certaines maladies sont présentées dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 1 : Les caractéristiques des variétés prélevées (CNCC, 2015).**

| Espèce                               | Variété    | Caractéristique   |
|--------------------------------------|------------|---|
| Blé dur<br>( <i>Triticum durum</i> ) | Cirta      | -Rendement : Elevé.<br>-Faiblement sensible à l'Oïdium sur feuille.<br>- Résistante à l'Oïdium sur épi.<br>- Moyennement<br>Sensible à la Rouille brune.<br>-Moyennement<br>Sensible à la septoriose. |
|                                      | GTA<br>Dur | -Rendement : Elevé.<br>- Résistante à : l'Oïdium sur feuille, l'Oïdium sur épi, la Rouille brune, la septoriose.  |

|  |           |  |
|--|-----------|--|
| Blé tendre ( <i>Triticum aestivium</i> ) | Anapo     | -Rendement : Elevé.<br>- Résistante à : l'Oïdium sur feuille, et sur épi, la Rouille brune, la Rouille jaune, la Fusariose, la septoriose.   |
|  | ARZ       | -Rendement : Elevé.<br>-Faiblement sensible à Oïdium sur feuille.<br>- Faiblement sensible à la Rouille brune.<br>- Résistante à : l'Oïdium sur épi, la Rouille jaune, Fusariose, la septoriose. |
| Orge ( <i>Hordeum vulgare</i> )          | Saida 183 | -Rendement : Elevé.<br>- Moyennement sensible à Oïdium sur feuille.<br>-Sensible à l' Helminthosporiose.<br>-Résistante à : l'Oïdium sur épis, la Rouille brune, la Rhynchosporiose.             |

### 3-Analyse des paramètres agro météorologiques

La saison agricole 2014-2015 est caractérisée par une pluviométrie très importante par rapport aux années précédentes. C'est pour cette raison qu'on a choisi dans un premier temps d'analyser ces paramètres. Ces derniers sont considérés comme des facteurs déterminants pour le développement des maladies. Il s'agit donc des précipitations, de la température et de l'humidité. Le but est de connaître l'impact du bouleversement climatique sur les maladies cryptogamiques des céréales.

#### 3-1 Cumuls des précipitations

Grâce aux données fournis par le SRPV Constantine on a pu consulter les précipitations enregistrées depuis le début de la campagne agricole 2014-2015 jusqu'à l'apparition des différentes maladies pour les analyser et essayer de mettre en évidence la relation que peut exister entre ces paramètres avec l'apparition des premiers symptômes des maladies cryptogamiques.

Les mesures sont relevées grâce à un pluviomètre installé au niveau du siège du SRPV de Constantine (**figure 10**).



**Figure 10:le pluviomètre (SRPV Constantine).**

### **3-2 Cumuls des sommes de température et d'humidité**

Les données météorologiques pour l'année 2014-2015 sont fournies par la Station Régionale de la Protection des Végétaux de Constantine. Ces données nous renseignent sur l'impact des données climatiques sur l'apparition des maladies cryptogamiques des céréales.

## **4-Analyse au laboratoire**

### **4-1 Préparation des milieux des cultures**

Durant le premier isolement des agents pathogènes, on s'est basé sur le milieu PDA, jugé comme milieux standard pour le développement des champignons. L'isolement et la purification de la Septoriose ont été faits sur un milieu YMA. Les autres purifications ont été réalisés sur le milieu PDA, et V8-agar pour la Tache auréolée et les maladies de l'orge (**annexe 1**).

### **4-2 Méthodes d'isolement**

#### **4-2-1 Désinfection des échantillons**

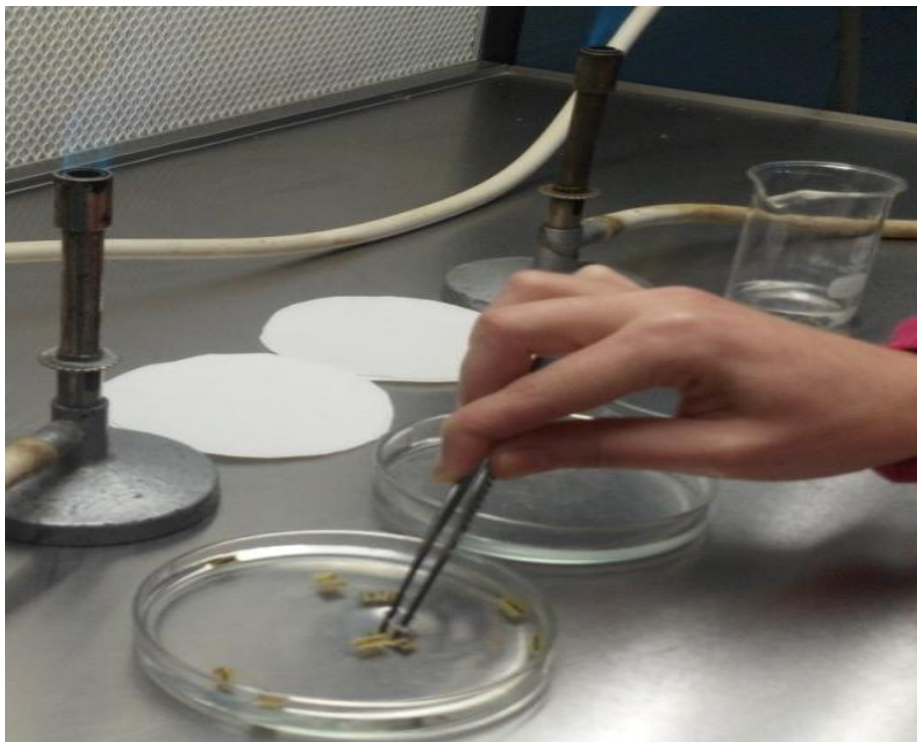
Après l'examen visuel de l'organe affecté par l'agent pathogène, des portions de feuille affectée par la Septoriose (les lésions qui contiennent les pycnides), la Tache auréolée (la tâche qui entoure le point d'attaque), des portions de collet et les racines pour la Fusariose, sont découpées séparément en petits fragments :

-3 cm pour la Septoriose et la Tache auréolée.

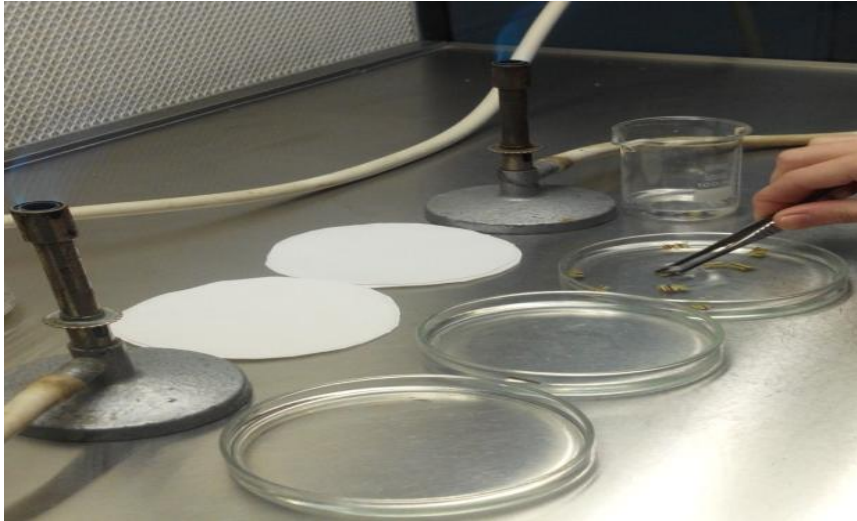
-2 mm jusqu'à 5mm du collet et les tiges pour la Fusariose.

- Pour les maladies de l'orge, les fragments affectés sont découpés de la même façon ; 2mm jusqu'à 5mm et dans des conditions stérile et afin d'éviter les fortes contaminations, nous avons jugé utile de désinfecter l'échantillon avant de procéder à l'isolement du pathogène.

Chaque maladie à été traitée séparément. Désinfection par trempage dans 2% d'eau javellisée pendant 3min (**figure 11**), puis rinçage deux fois dans l'eau distillée stérile (**figure 12**) pendant quelques minutes afin d'éliminer toute trace d'hypochlorite de sodium.



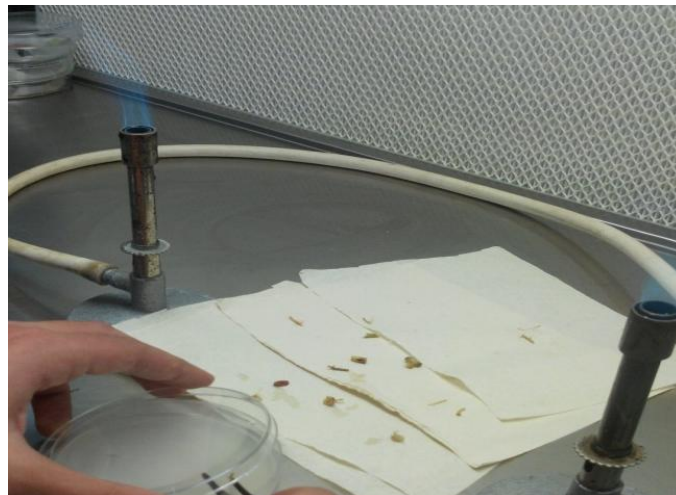
**Figure 11: Désinfection de l'échantillon.**



**Figure 12: Rinçage de l'échantillon.**

#### **4-2-2 Séchage de l'échantillon**

Le séchage se fait sous haute, et devant un bec bunsen. On dépose nos fragments sur un papier buvard stérile pendant quelques minutes jusqu'à obtention de fragments totalement secs (**figure 13**).

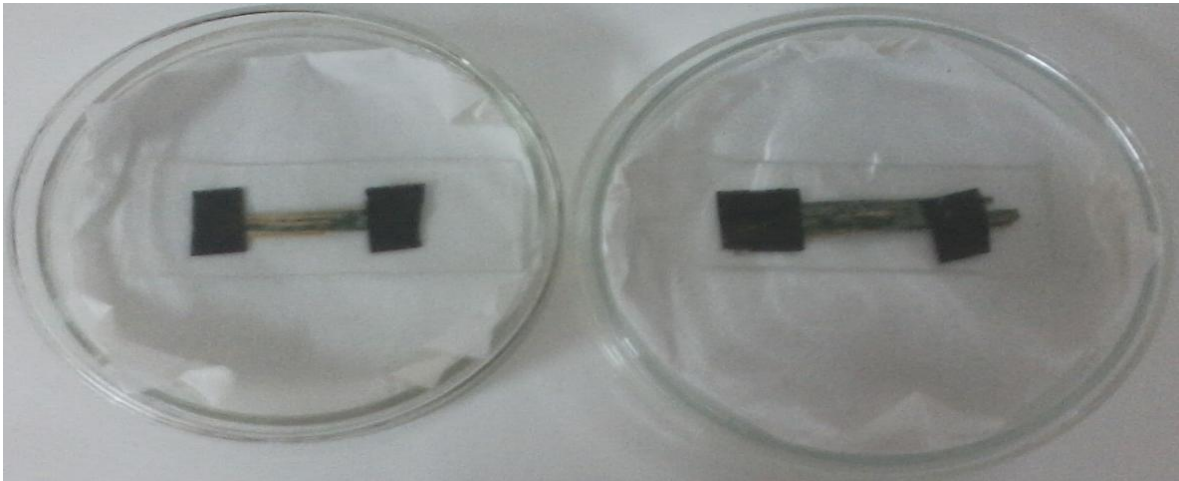


**Figure 13: Séchage de l'échantillon.**

#### 4-2-3 Méthode de chambre humide

Cette méthode est utilisée dans le cas de la Septoriose, de la Tache auréolée et de la Rhynchosporiose pour stimuler le développement du champignon.

Après l'étape de désinfection, de séchage des fragments découpés, on a déposé nos échantillons sur des lames stériles avec une pince. Par la suite, ils ont été placés dans des boîtes de Pétri en verre stérile, contenant du papier buvard et humidifiées par de l'eau distillée stérile (**figure 14**). Pour finir, on a placé les boîtes de pétri dans l'étuve pour les incuber pendant 24h jusqu'à 48h à température de 20°C.

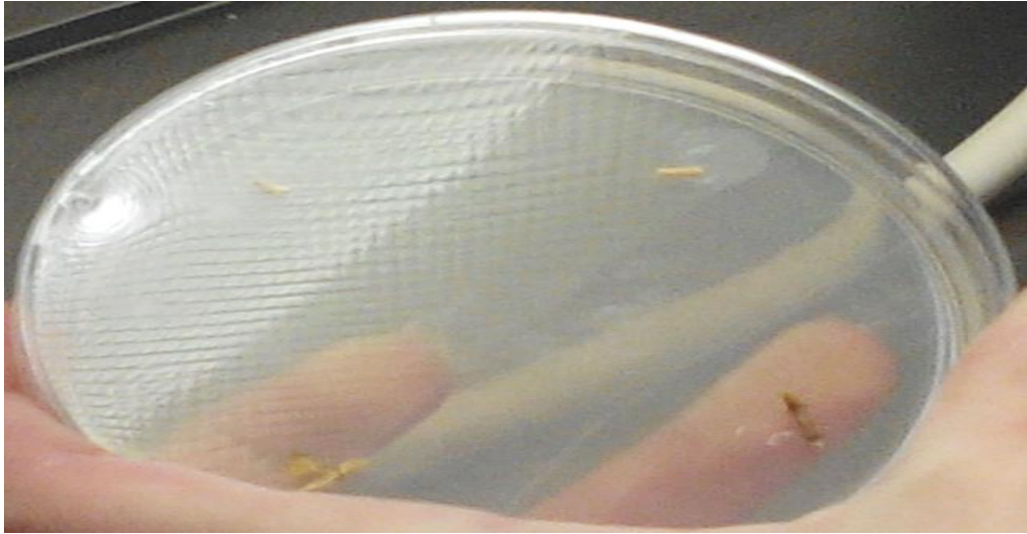


**Figure 14:**La méthode de chambre humide.

#### 4-2-4 Isolement sur les milieux des cultures

Les différents fragments isolés de la Fusariose (**figure 15**), de la Tache auréolée, et des maladies de l'orge, ont été transférés directement sur des boîtes de Pétri contenant un milieu de culture PDA et misent en incubation dans l'étuve à température de 20°C pendant sept jours. Cette période est suffisante pour estimer le début de fructification du champignon.





**Figure 15: Isolement des fragments de Fusariose sur milieu PDA.**

#### **4-2-5 Isolement de la Septoriose sur milieu de culture YMA**

Après l'étape de la chambre humide, on a récupéré nos boîtes en verre contenant les fragments isolés. Par la suite, on a procédé à des observations par un microscope binoculaire pour bien voir les cirrhes et la gelée sporifère. A l'aide d'une pipette pasteur aiguillée, on a réalisé un repiquage sur des boîtes de Pétri, contenant le milieu de culture YMA, pour transférer des cirrhes observés sur l'échantillon isolé (**figure 16**).



**Figure 16: Isolement de la Septoriose sur un milieu de culture YMA.**

Les boîtes ont été mises à incubation dans l'étuve à température 20°C pendant cinq jours.

### **4-3 Méthodes de purification**

#### **4-3-1 Purification de la Septoriose**

Après cinq jours d'incubation, une deuxième purification a eu lieu pour diminuer les contaminations. Il s'agit d'un repiquage des colonies pures de la Septoriose sur de nouvelles boîtes de Pétri, contenant un milieu nutritive YMA. Le but est de stimuler la sporulation après une incubation dans l'étuve à température 20°C.

#### **4-3-2 Purification de la Tache auréolée**

Après six jours d'incubation à température 20°C, on a réalisé une première purification sur des nouvelles boîtes contenant le milieu PDA. Après 10 jours d'incubation à température 20°C, on a effectué une deuxième purification pour provoquer la sporulation du champignon.

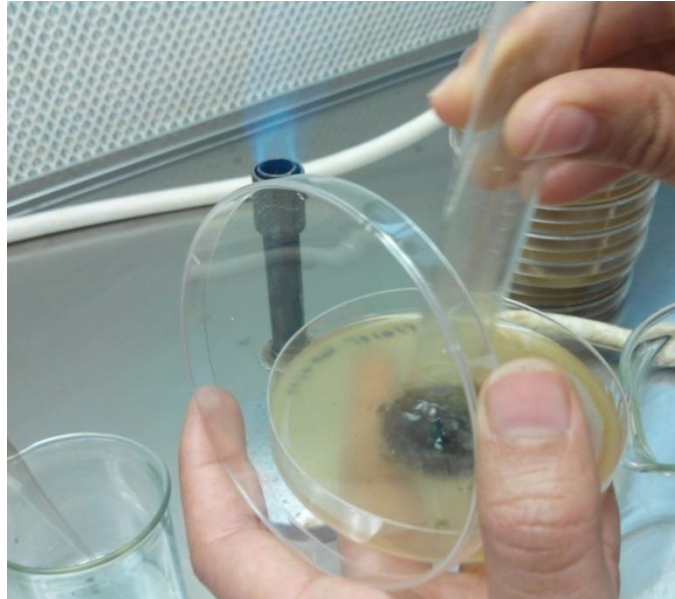
Les étapes de la sporulation sont décrites par Lamari et Bernier, (1989) :

- Le champignon est repiqué sur le milieu V8-agar (**annexe1**)
- La culture est incubée à 20°C jusqu'à ce que la colonie soit à 2cm du bord de la boîte.
- La colonie est inondée avec 3 à 5 ml d'eau distillée stérile.

- Le mycélium est abaissé à l'aide de la base d'un tube en verre bien stérilisé et l'excès d'eau est éliminé de la boîte (**figure 17**).

- Le champignon est ensuite incubé à  $20 \pm 4^{\circ}\text{C}$  et sous des conditions de lumière continue, durant 18 h.

Les boîtes sont ensuite mises à  $15^{\circ}\text{C}$  et dans l'obscurité durant 18 à 20 h. Au bout de cette période les boîtes sont remises aux conditions d'incubation initiales.



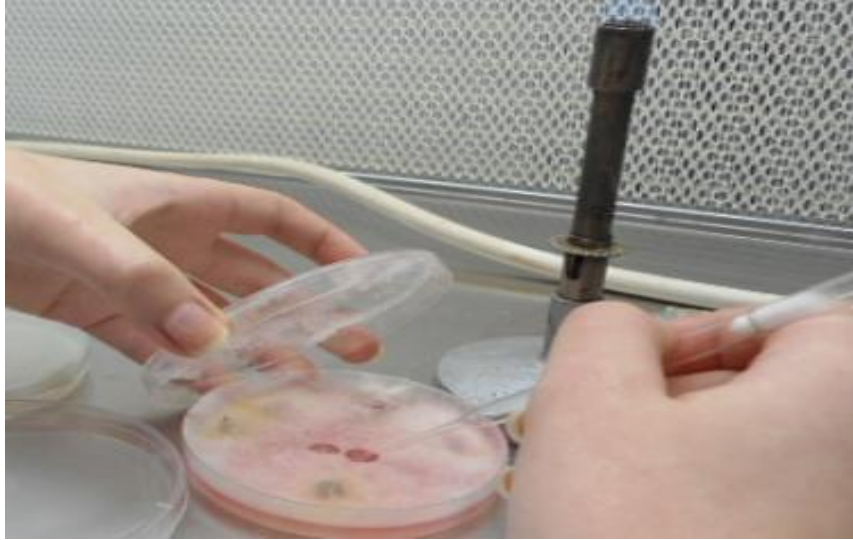
**Figure 17:**L'écrasement du mycélium selon le protocole de la méthode V8-agar.

#### **4-3-3 Purification par un repiquage des disques**

Les boîtes issues d'isolement comprennent plusieurs colonies d'aspects, de couleurs, et de textures différentes. La technique consiste à prélever une petite bouture mycélienne à la marge du thalle et à repiquer sous forme d'un disque à l'aide d'une pipette de pasteur stérile.

Dans un premier temps on a transféré des disques sur des nouvelles boîtes de Pétri qui contiennent le milieu de culture PDA (le cas de la Fusariose sur blé et orge) et aussi pour (la Rhynchosporiose et Helminthosporiose de l'orge) (**figure 18**).

Dans un seconde temps, on a transféré des disques à partir du milieu PDA vers des boîtes de Pétri qui contiennent le milieu V8-agar (cas de l'helminthosporiose de l'orge et la Rhynchosporiose). Afin d'obtenir un développement typique du champignon, l'inoculation est réalisée en un seul point au centre de la boîte, puis une incubation dans l'étuve à 20°C.



**Figure 18:**La méthode de purification par un prélèvement de disque au centre de la boîte.

#### **4-4 Identification des maladies cryptogamiques étudiés**

L'identification de l'ensemble des maladies étudiées est effectuée par deux observations : macroscopique et microscopique.

On utilise un microscope binoculaire pour l'identification macroscopique. Elle est basée sur les différents symptômes morphologiques qui se manifestent sur l'organe affecté par l'agent pathogène. Pour cela, 100 boîtes de Pétri ont été utilisées pour effectuer plusieurs essais, avec observation des colonies développées sur les différents milieux de culture utilisés pour examiner l'ensemble des caractères morphologiques des champignons selon l'aspect des colonies et leurs revers. Plus de 100 lames préparées ont été utilisées pour procéder aux observations microscopiques sous un microscope photonique (nature des filaments, aspect des spores, des conidiophores) avec un grossissement de ( $\times 10$  et  $\times 40$ ).

#### 4-4-1-Identification des champignons obligatoires

Certains champignons comme l'Oïdium et les Rouilles ne se cultivent pas sur les milieux nutritifs artificiels et s'identifient facilement, du fait qu'ils forment des pustules caractéristiques.

Pour l'Oïdium et les Rouilles on frotte directement les pustules observées sur une lame et on passe directement à l'observation (**figure 19**). Il est possible d'observer les spores de l'Oïdium à l'aide d'une coloration par bleu de méthylène et une fixation par lactophénol.



**Figure 19:**Préparation d'une lame pour l'identification d'un champignon obligatoire.

---

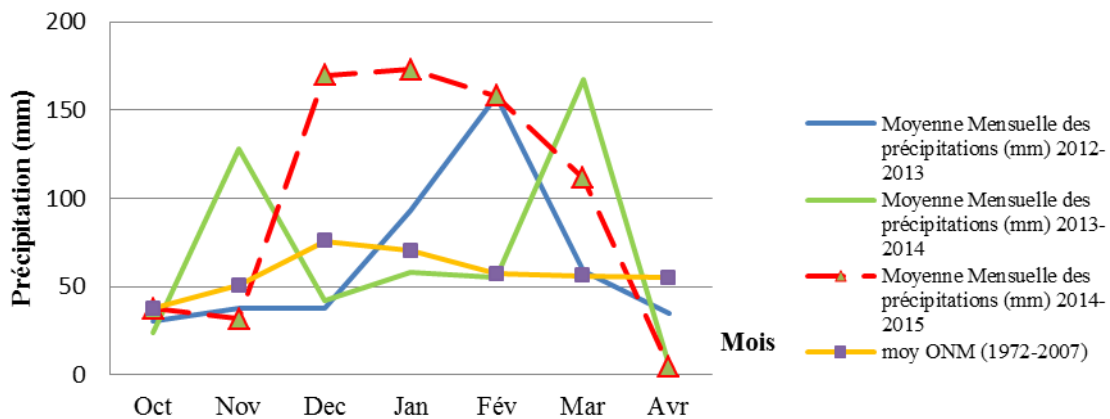
*Chapitre 3 : Résultats et discussions*

---

### 1-Analyse agro-météorologique

Les maladies des céréales peuvent occasionner des pertes considérables lorsque les conditions climatiques sont favorables à leur développement et le risque de prolifération. Leur caractère épidémique (cas de la Rouille jaune) est aussi intimement lié à des conditions météorologiques très spécifiques. A cet effet, il est raisonnable d'examiner les conditions associées à leurs apparitions.

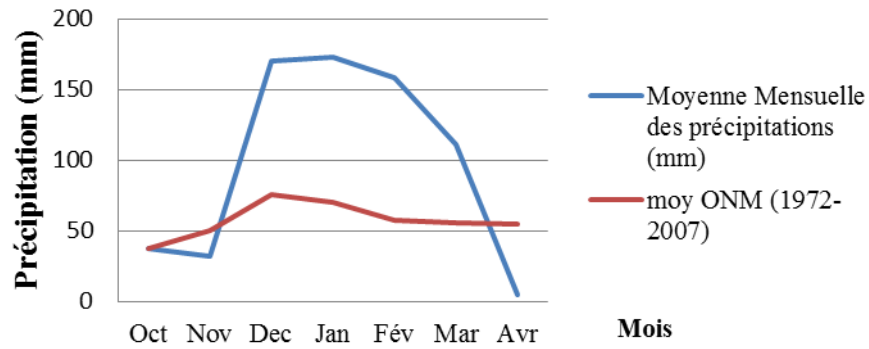
Le développement d'une maladie cryptogamique résulte de l'interaction dynamique entre la plante-hôte, l'agent pathogène et l'environnement. Et pour cela on a choisi d'étudier dans un premier temps, les facteurs déterminants au développement des maladies. Les précipitations qui ont prévalu au cours de cette campagne 2014-2015 et leurs comparaisons à ceux enregistrés dans les deux campagnes agricoles écoulées (données de la même station) (**figure 20**).



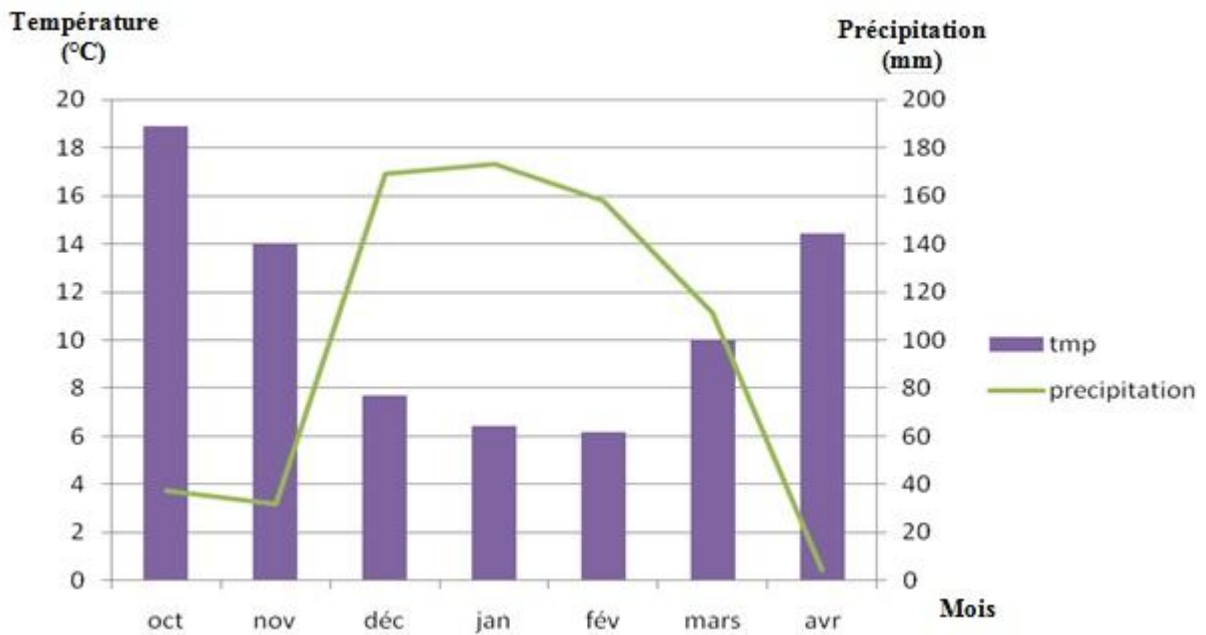
**Figure 20: État des précipitations des campagnes agricoles 2012-2015.**

(SRPV Constantine)

Il en sort de cette comparaison que les campagnes se suivent mais ne se ressemblent pas. L'actuelle saison agricole a été particulière, où nous pouvons apercevoir selon la figure une différence nettement remarquable dans le cumul de pluie enregistré entre les campagnes agricoles 2012-2014 et celui enregistré durant la présente campagne agricole 2014-2015. Les saisons écoulées ont été caractérisées par une pluviométrie perturbée durant la période hivernale (Pluviométrie éloignée de la moyenne mensuelle des 45 ans) (**annexe 2**). Par contre la campagne agricole 2014-2015 a été très pluvieuse (**figure 21**).



**Figure 21:Etat des précipitations de la campagne agricole 2014-2015.**  
(SRPV Constantine)



**Figure 22:Diagramme ombrothermique de la campagne agricole 2014-2015.**  
(SRPV Constantine)

Sachant que les températures et les précipitations sont des éléments essentiels pour le déclenchement des maladies cryptogamiques, le présent diagramme ombrothermique d'après Gaussen, met en évidence les deux paramètres (températures et précipitations) pour démontrer les périodes à risque. Le diagramme montre une période de sécheresse durant le



début de la campagne (les mois d'octobre et de novembre) suivi des périodes humides entre décembre 2014 et mars 2015 et une forte sécheresse observée durant le mois d'avril 2015.

Constantine bénéficie d'un climat caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers généralement pluvieux. Sur le plan météorologique, cette campagne agricole 2014-2015 a été caractérisée par un automne relativement doux avec des températures moyennes enregistrées durant le mois d'octobre : 18,87°C suivi de 14,03°C en novembre, et une précipitation entre 37,5mm le mois d'octobre et 31,7mm en novembre avec un écart à la moyenne de -0,1mm et -18,7mm (**annexe5**).

Un hiver très rigoureux considéré comme exceptionnel d'un point de vue précipitation. Une forte chute de pluie enregistrée durant les mois de décembre (2014) , janvier, février et mars 2015 (respectivement 169,8mm, 173,1mm, 158,1mm, 111,3mm) dont l'écart à la moyenne est respectivement (94,1mm, 102,8mm, 101,1mm, 55,3mm) et des moyennes de température basses de : 7,71°C enregistré en décembre (2014) et 6,45°C en janvier 2015, 6,18°C en février 2015 et 10,00°C en mars 2015.

Le caractère pluvieux de la période hivernale était favorable au développement de la culture des céréales, mais aussi à l'apparition des maladies cryptogamiques. Les précipitations durant la période printanière et principalement le mois d'avril étant relativement faible 4,3 mm par rapport à la moyenne mensuelle qui est de 54,8mm (**annexe2**).

D'un point de vue température le mois d'avril a été caractérisé par une augmentation de la température où la moyenne était 14,41°C avec une température moyenne maximale 21,93°C (**annexe5**).

D'une manière générale les caractéristiques climatiques du mois d'avril étant défavorables pour la recrudescence des maladies cryptogamiques sachant que nous sommes situés en phase critique pour le développement et la prolifération des foyers de la rouille jaune.

On peut conclure que les pluies torrentielles de la période hivernale de la campagne agricole 2014-2015 étaient le principal facteur de déclenchement des maladies cryptogamiques. La persistance des pluies (111,3mm) et les faibles températures enregistrées (température moyenne : 10,00 °C et température moyenne minimale : 4,39°C

en début du mois de mars ont retardé les dates d'apparitions des maladies par rapport aux années passées.

Mais le déclin de la sévérité de l'ensemble des maladies cryptogamiques à partir du mois d'avril était remarquable par l'absence ou le manque de précipitation.

## **2-L'impact des conditions climatiques sur l'apparition des maladies cryptogamiques**

Les pluies abondantes qui ont caractérisé le mois de février et le début du mois de mars, suivi par une élévation progressive des températures durant la mi-mars ont été favorables au déclenchement des maladies.

Les principales maladies cryptogamiques observées sur le blé lors de notre suivi sont les suivantes :

- L'Oïdium** (*Erysiphe graminis*)
- La Septoriose** (*Septoria tritici*)
- La Tache auréolée** (*Pyrenophora tritici-repentis*)
- La Fusariose** (*Fusarium sp.*)
- La Rouille jaune** (*Puccinia striiformis*)

Concernant la culture de l'orge, on a remarqué l'apparition de l'**Helminthosporiose** (*Helminthosporium teres*) et la **Rhynchosporiose** (*Rhynchosporium secalis*) sur la variété Saida 183.

La première maladie cryptogamique observée été l'Oïdium (*Erysiphe graminis*). La première signalisation de la maladie a été le 16 mars 2015, et le premier foyer a été observé avec un degré d'attaque sensiblement élevé sur une parcelle de blé dur, variété GTA Dur au nord de la wilaya de Constantine où le stade de la céréale est relativement avancé (début montaison).

Sur la même parcelle, on a constaté l'apparition des premiers symptômes de la Septoriose et de la Tache auréolée à un degré très faible (traces) quelques jours après.

Les conditions climatiques qui précèdent l'apparition des maladies sus citées auparavant étant favorables à l'apparition des premiers symptômes. Les températures moyennes qui ont prévalu les 10 jours avant la manifestation des symptômes ont été

jugées assez basses, variant entre 4°C et 10°C, accompagné d'une hygrométrie assez élevée supérieure de 61% et inférieure à 88%, mais peut constituer parmi les facteurs encourageants à l'apparition des maladies fongiques des céréales (**annexe4**).

Les prélèvements des échantillons ont été effectués sur les sites suivants  
(Tableau 2)

**Tableau 2: Les données du prélèvement d'échantillon.**

| Maladies  | Espèce                    | Localisation                          | Date de la récolte |
|---|---------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| Oïdium  | BD variété GTA Dur        | Hamma Bouziane<br>« Ouldjet El Kadi » | 16 mars 2015       |
| Septoriose  | BT variété ARZ            | Ain Abid et Mouzina<br>El-Khroub      | 19 mars 2015       |
| Tache auréolée                                    | BT variété ARZ            | Hamma Bouziane<br>« Dabbabia »        | 26 mars 2015       |
|   | BD variété Cirta          | Ain Abid                              | 21 avril 2015      |
| Fusariose   | BT variété ARZ            | Hamma Bouziane<br>« Dabbabia »        | 29 mars 2015       |
|   | BD variété Cirta          | Ain Abid                              | 21 avril 2015      |
| Rhynchosporiose<br>Helminthosporiose<br>de l'orge | Orge variété Saida<br>183 | Ain Abid                              | 5 avril 2015       |
| Rouille jaune                                     | BT variété Anapo          | Hamma Bouziane                        | 12 avril 2015      |
|   |                           |                                       | 19 avril 2015      |

Durant la période allant de fin mars à fin avril 2015, lors de nos sorties sur champs, en présence des cadres de la SRPV-Constantine nous avons prélevé des échantillons, à partir des sites présentant des symptômes typiques des maladies, en se basant sur la signalisation des premières taches et foyer. Les échantillons ont été amenés au laboratoire de l'SRPV de Constantine pour analyses et identification.

L'identification est basée sur les caractères morphologiques des fragments d'organes atteints et les aspects cultureux du champignon (aspect du mycélium) obtenu sur milieu de culture.

L'aspect physique des mycéliums a été décrit après observation macroscopique. On tenant compte de la couleur de la colonie et des fois les différentes pigmentations enregistrées au revers des boîtes.

D'autres paramètres ont été pris en considération pour renforcer le diagnostic, à titre d'exemple, nous avons jugé utile de vérifier si la colonie est adhésive ou aérienne par rapport au milieu de culture. Lorsque la colonie présente des mycéliums aériens, nous vérifions si ces mycéliums sont abondants, cotonneux, ou floconneux. Ainsi que les formes des spores obtenues.

On a cultivé les champignons : *Pyrenophora tritici-repentis*, l'*Helminthosporium teres* et *Rhynchosporium secalis* sur milieu PDA dans l'objectif d'arriver à la sporulation du champignon.

Nous avons ainsi constaté que les champignons se développent lentement après plusieurs jours mais sans arriver au stade de sporulation. Ce qui nous a menés à les purifiés sur milieu V8-agar pour aboutir au stade sporulation. Les champignons se développent rapidement mais toujours sans arrivé aux résultats escomptés. Nous avons donc eu recoure à l'utilisation des UV et à cette étape on a pu obtenir la sporulation et mener nos observations microscopiques dans des meilleurs conditions.

Ces résultats nous ont permis de conclure qu'on peut recourir à des milieux de cultures ou des techniques plus spécifiques pour stimuler la production de spores, et booster ainsi la capacité de sporulation.

Le milieu PDA est un milieu favorable à la production de spores mais la production reste relativement faible. Le V8-Agar est un meilleur milieu pour la production des spores (**Avocanh, 2007**).

Dans notre cas, il est le seul milieu utilisé qui nous a permis de produire les spores des maladies d'orge et *Pyrenophora tritici-repentis*.

### 3-Les maladies identifiées

#### 3-1 L'Oïdium: (*Erysiphe graminis*)

##### 3-1-1 Observation macroscopique

On a remarqué que l'Oïdium peut attaquer les céréales pendant toute la durée de culture. C'est un champignon obligatoire qui se développe sur la face supérieure des feuilles et sur la tige, L'échantillon a été récolté le 16 mars 2015 à partir d'une parcelle de blé dur variété GTA Dur, on a observé un feutrage blanc (**figure 23 A**), avec une croissance fongique cotonneuse gris blanc (**figure 23 B**), sur des zones isolées sur la feuille contaminée. Ensuite, ces taches s'étendent jusqu'à ce qu'une bonne partie de la feuille se couvre. Plus tard, l'Oïdium forme dans les pustules âgées des corps globuleux bruns noirs appelés les cléistothèces. Ces derniers se forment au sein du feutrage mycélien de la feuille.

On a observé les cléistothèces (**figure 23 C**) de l'Oïdium sur la gaine d'un échantillon blé tendre variété Anapo, récolté le 12 avril 2015.



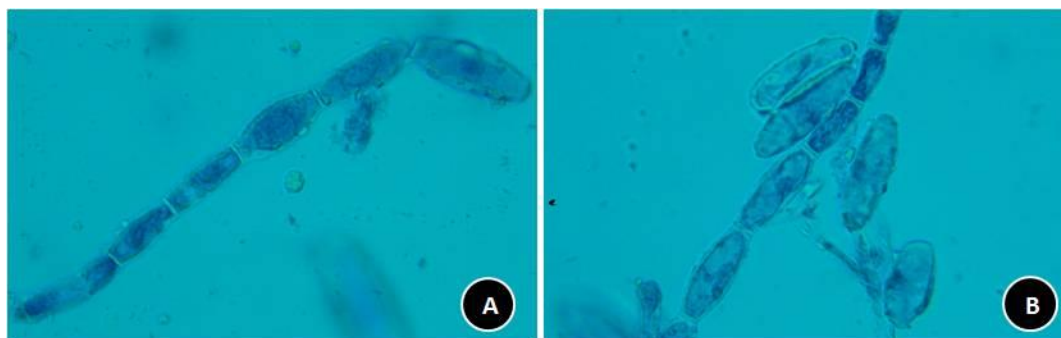
**Figure 23:**L'Oïdium (*Erysiphe graminis*) sur feuille et sur tiges.

**A :** Pustules blanches sur la surface de la feuille. **B :** Pustules brunes ou grises due au vieillissement.  
**C :** Aspect des cléistothèces (ponctuations noires) sur tige en fin d'attaque.

##### 3-1-2 Observation microscopique

L'observation microscopique nous a montré des conidiophores et plusieurs conidies qui sont des cellules en dispersion (**figure 24**).

Le conidiophore (**figure 24 A**) a une forme hyaline, avec une paroi mince un peu transparente. Ils se composent d'une série graduée de conidies à échéance progressive. La plus ancienne a la pointe gonflée et bien différenciée. La conidie la plus jeune, à peine différenciée, est située juste en dessous du conidiophore. On a observé que les conidies libres sont regroupées et rapprochées du conidiophore (**figure 24 B**). Nos résultats microscopiques sont conformes aux travaux de **Nasraoui, (2006)**.



**Figure 24:** Conidies et conidiophore de l'agent pathogène (*Erysiphe graminis*) (Gx40).

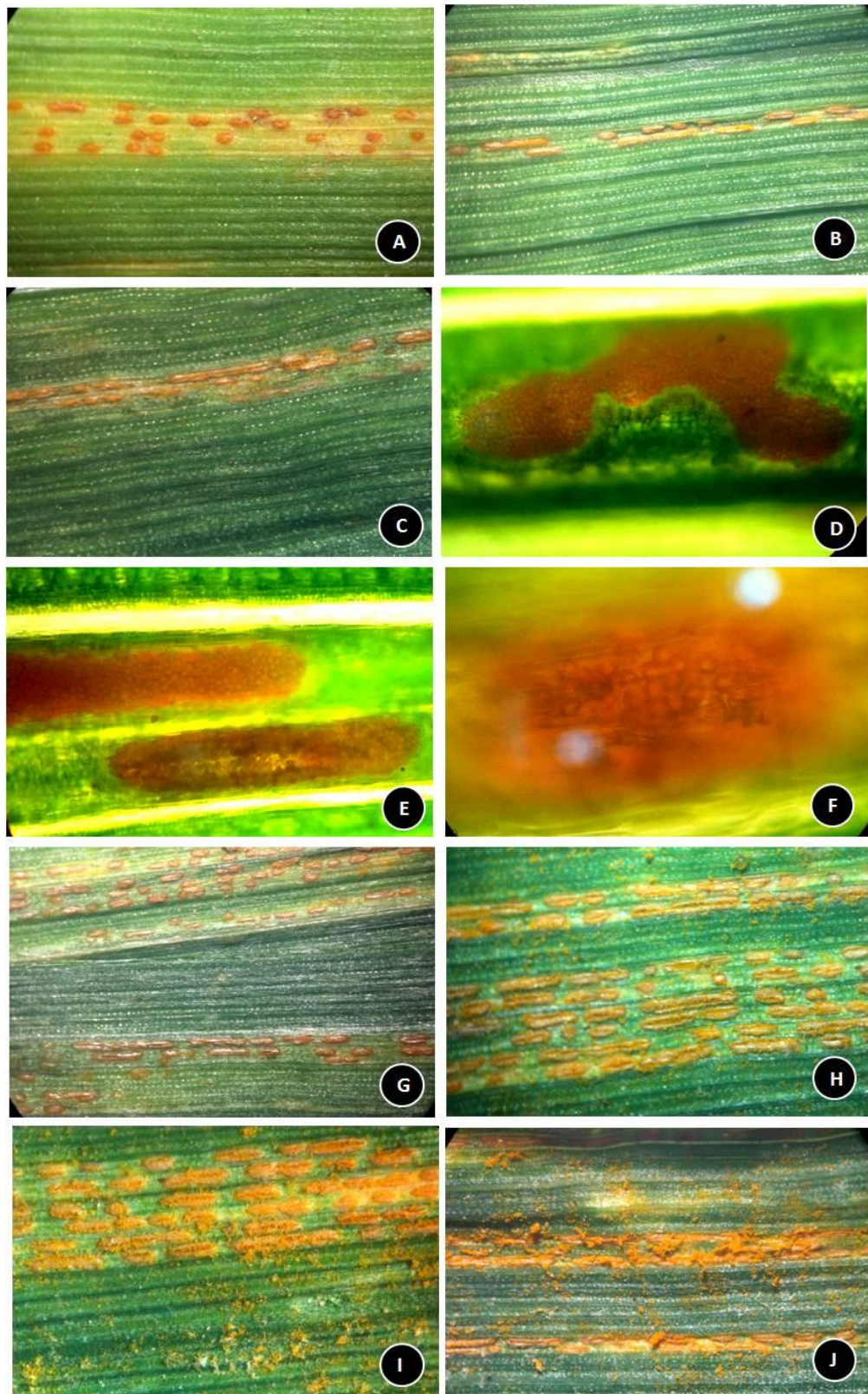
**A :** Le conidiophore. **B :** Conidies libres rapprochées du conidiophore.

## 3-2 La Rouille jaune

### 3-2-1 Observation macroscopique

Durant les prospections, la première apparition des symptômes de la Rouille jaune été le 12 avril 2015 sur blé tendre, sur variété « Anapo », on a remarqué l'apparition des premières pustules d'une manière non alignée sur les feuilles de couleur jaune à orangé (**figure 25 A**) et non condensés (**figure 25 B**). Après observation de l'échantillon récolté sous binoculaire, la majorité des pustules observées ont été dispersées et un peu éloignées, avec différentes tailles, Cela est dû aux conditions climatiques qui n'ont pas été favorables pour le développement des pustules (début d'attaque).

Après une semaine et une augmentation des températures (19 Avril 2015), nous avons analysé d'autres échantillons du même foyer et de la même variété. Nous avons remarqué sur la face supérieure des feuilles, des stries bien formées et une masse importante des pustules alignées entre les nervures, de couleur orange foncée (**figure 25 H**), cette fois-ci rapprochées et éclatées libérant des urédospores (**figure 25 J**).



**Figure 25:**L'évolution des symptômes de la Rouille jaune (*Puccinia striiformis*).

**A, B, C :** Début d'attaque. **D :** Une pustule (début d'attaque) (G×10).

**E :** Aspect de deux pustules alignées (cas d'attaque avancée) (G×10).

**F :** Aspect d'une pustule (G×40). **G :** Aspect des pustules en vieillissement.

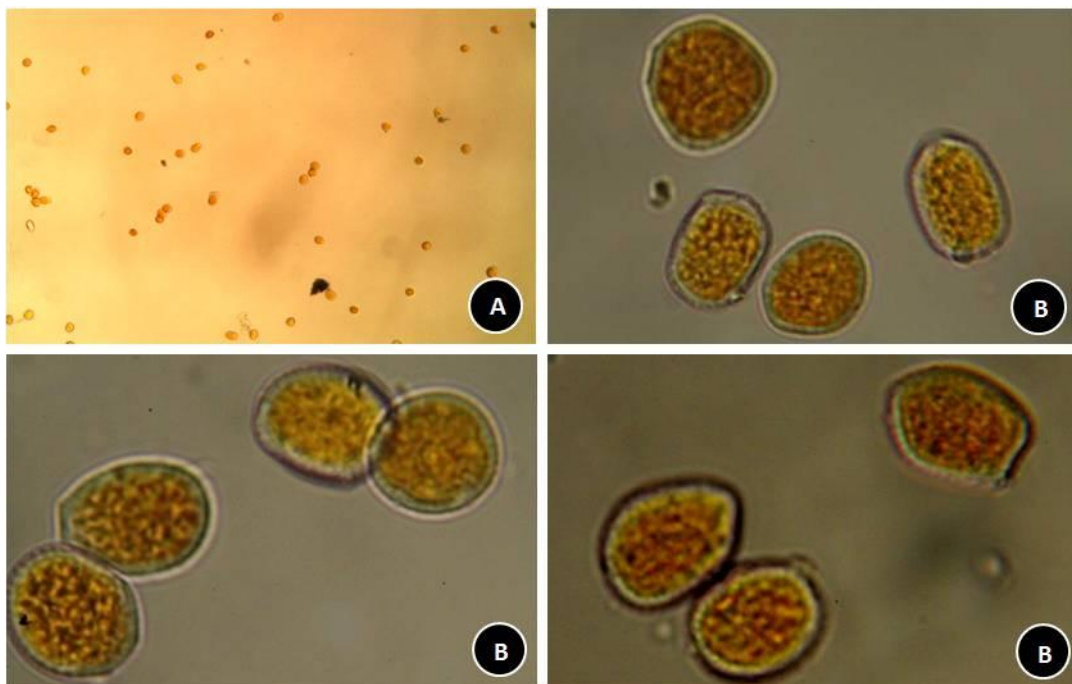
**H:** Cas d'attaque avancée. **I et J :** Eclatement des pustules et libération des urédospores.

### 3-2-2 Observation microscopique

Durant la première observation microscopiques en grossissement ( $\times 40$ ) d'une lame préparé, on a pu observer un nombre limité d'urédospores une à deux, et éloignées.

L'observation microscopique des lames préparées à partir du deuxième échantillon a montré un bon aspect d'urédospores typiques d'une masse importante (**figure 26 A**). Ces derniers sont des spores dicaryotiques unicellulaires, bien regroupées, de coloration orangée, ayant une forme globuleuse, entourée par une paroi visible pigmentée et rugueuse (**figure 26 B**). Les urédospores ont été libérées par les pustules.

Selon nos résultats, les caractères morphologiques macroscopique et microscopique, démontrent la présence de l'agent pathogène *Puccinia striiformis*. Ces résultats restent conformes aux travaux de **Zillinsky, (1983)**.



**Figure 26: Les urédospores de la Rouille jaune (G $\times 40$ ).**

**A :** Aspect des urédospores (G $\times 10$ ). **B:** Aspect des urédospores (G $\times 40$ ).

### 3-3 La Septoriose du blé

Cette année, les symptômes de la Septoriose ont été observés dès le déclenchement des conditions favorable pour le développement de la maladie. La première apparition été signalée le 19 mars 2015.



### 3-3-1 Observation macroscopique

Les premiers symptômes se manifestent par l'apparition de petites taches ovales, chlorotiques irrégulières, de couleur jaune (**figure 27 A**), qui virent par la suite au brun nécrotique.

Elles sont plus au moins allongées à linéaires et parallèles aux niveaux des nervures (**figure 27 C**). Sur le plant mature, les lésions sont de couleur brune, et parfois limitées par des veines qui leurs donnent une apparence rectangulaire. Par la suite, des punctuations noires se forment dans ces zones nécrosées. Il s'agit de pycnides (**figure 27 B**). Les taches se réunissent sur la largeur de la feuille (**figure 27 D**).

Au stade avancé, la tache prend une couleur brune foncée avec une masse importante des pycnides. Leurs alignements donnent une apparence d'un fond noir (**figure 27 E**).

Les taches peuvent apparaitre sur les deux faces de la feuille. Cela reste le critère le plus sûr d'identification de la tache Septorienne (**Sayoud et al., 1999**).

On a pu observer sur l'échantillon isolé après 48h, sous les conditions d'une chambre humide, une gelée sporifère appelée cirrhe (**figure 27 F**). Puis nous avons remarqué un dessèchement progressif des parties attaquées, ce qui a provoqué le rapprochement des nervures conduisant à de légère déformation du limbe (**figure 27 H**).

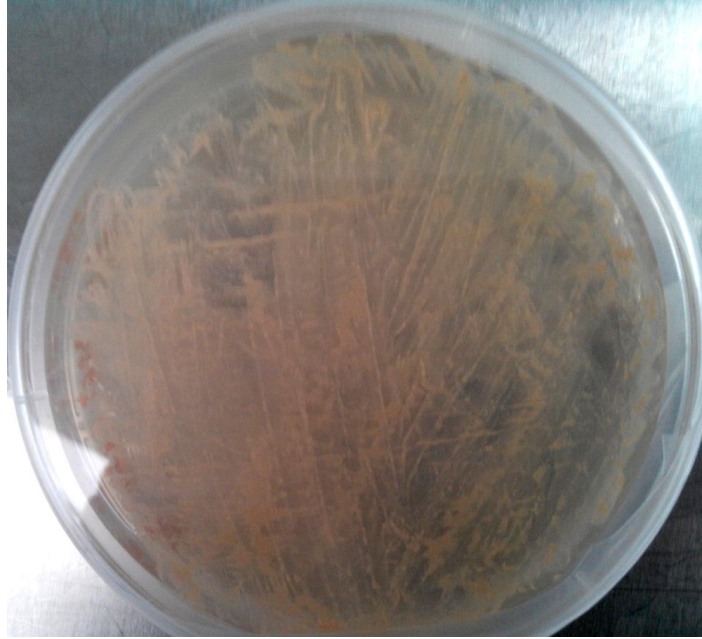
Nos observations concordent parfaitement avec ceux de **Sayoud et al., (1999)**.

Sur milieu de culture YMA, le champignon peut se développer rapidement (à partir de 3 jours) sous forme de colonies pures blanchâtre à roses d'apparences bactérienne. Il se multiplie par bourgeonnement à la manière d'une levure (**figure 28**).



**Figure 27: L'évolution des symptômes de la Septoriose sur feuille**

**A** : Début d'attaque, tache jaune sur feuilles. **B** : Apparition des pycnides et brunissement de la tache.  
**C** : Allongement de la tache sur la surface de la feuille. **D** : Rapprochement des taches avec un fond brun foncé. **E** : Stade avancée de la Septoriose. **F** : Apparition du cirrhe à la faveur de l'humidité. **G** : L'aspect de l'échantillon après l'incubation dans une chambre humide. **H** : Dessèchement complet de la feuille.

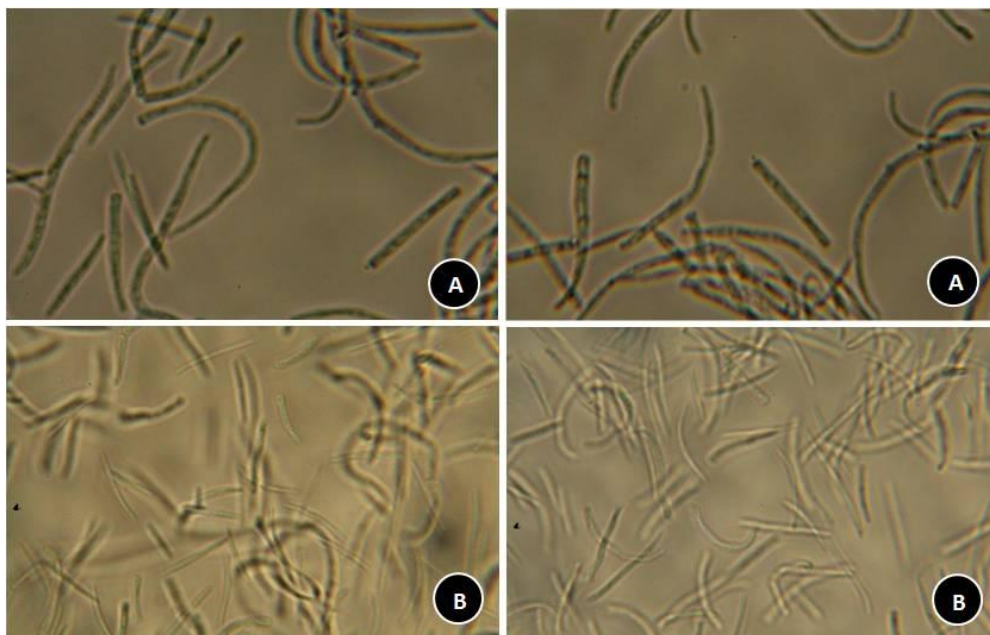


**Figure 28:**L'aspect des colonies de la culture de la Septoriose.

### **3-3-2 Observation microscopique**

Nous avons observé sous le microscope des pycnidiospores, qui sont fines, hyalines, droites à légèrement recourbées, divisées par 3 à 7 cloisons transversales. Après 4 jours d'incubation, les spores sont peu visibles.

Les pycnidiospores, observées à partir du cirrhe et de la culture (**figure29**), sont présentées sous deux formes : Les macropycnidiospores (35-98 x 1-3 mm) filiformes, longues avec une extrémité bien courbée et trois à sept cloisons. Les micropycnidiospores, (8-10,5 x 0,8-1 mm) non cloisonnées (**Shipton et al., 1971; Sanderson et al., 1985; Eyal et al., 1987**). Nos observations concordent aux travaux de Ayad et al.,(2014) qui reporte que ces deux formes mêmes sont capables d'infecter des cultures de blé.



**Figure 29: Les pycnidiospores de la Septoriose du blé (G×40).**

**A :** Les pycnidiospores obtenus à partir du cirrhe. **B :** Les pycnidiospores obtenus à partir le milieu de culture YMA.

### 3-4 Tache auréolée

Les premiers échantillons de la Tache auréolée ont été récoltés le 26 mars 2015 à partir du premier site signalisé dans la région de Constantine Hamma Bouziane, lieu-dit : « Dabbabia ».

#### 3-4-1 Observation macroscopique

Les premiers symptômes commencent par de petits points noirs ovales (**figure 30 A**). Il s'agit du point de l'infestation de l'agent pathogène. Les points noirs s'agrandissent et forment plusieurs taches brunes losangiques entourées d'un halo chlorotique jaunâtre (**Figure 30 B**) ; plus au moins éloignées et dispersées sur la feuille atteinte. Il s'agit en effet des symptômes typiques de la Tache auréolée sur blé.

Les taches se manifestent par différentes formes sur le même échantillon récolté; dû à l'état d'avancement de l'attaque. L'absence de pycnides élimine la confusion possible avec la tache Septorienne.

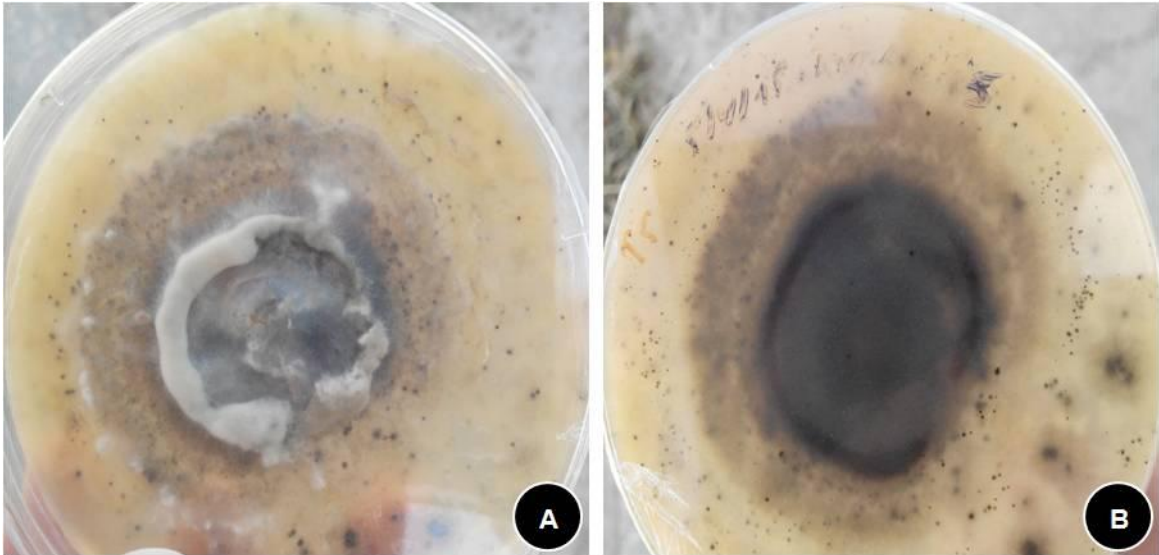
Sur les quatre boîtes du milieu PDA, on a observé un développement d'un mycélium de couleur vert gris qui domine la boîte. Alors que sur les dix boîtes du milieu v8-agar on a observé un mycélium blanchâtre, cotonneux aérien, entouré d'une couleur

brun verdâtre, surmonté par une touffe plus claire et plusieurs pigmentations noires dispersées sur le milieu (**figure 31**).



**Figure 30:**L'évolution de la Tache auréolée.

**A :** Le point d'attaque de l'agent pathogène. **B :** Apparition d'une zone chlorose **C, D :** Apparition des taches brunes. **E, F :** Allongement des taches. **G, H :** Etat d'avancement de l'attaque.

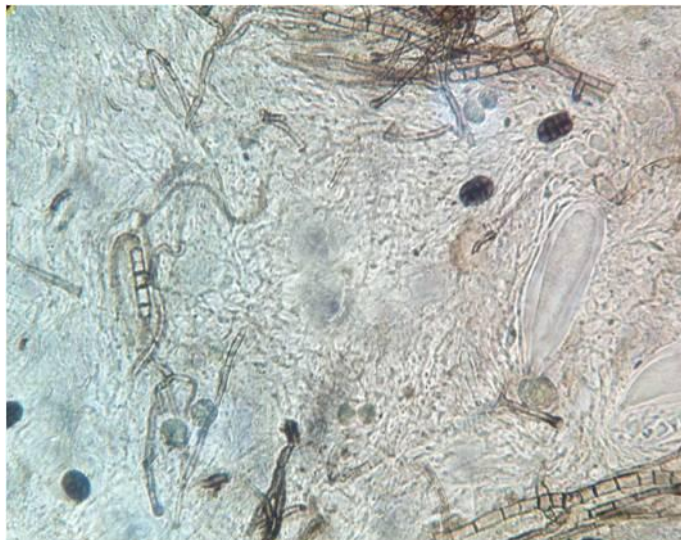


**Figure 31: Développement du mycélium de la Tache auréolée sur milieu v8-agar.**

A : Aspect du mycélium vu à travers le couvercle de la boîte. B : Le revers de la boîte.

### 3-4-2 Observation microscopique

Durant la préparation de plusieurs lames on a pu observer peu de conidies, biens segmentées de 5 à 6 cloisons, lisses, fusoides, colorées, formées sur un conidiophore droit fluxueux. Les conidies ont une cellule apicale sous forme de cône à sommet arrondi. Elle ressemble à une tête de serpent (**figure 32**). Nos résultats sont conformes aux travaux de Zillinsky, (1983).



**Figure 32: Conidie et conidiophore de *Pyrenophora tritici-repentis* (G×40).**

### **3-5 Fusariose sur blé**

#### **3-5-1 Observation macroscopique**

Dans un premier temps, on a observé un premier échantillon de Fusariose le 25 mars 2015 sur une parcelle de blé tendre variété ARZ au niveau de la commune de Hamma Bouziane lieu-dit « Dabbabia ».

Dans un stade jeune de la croissance de la plante, et malgré que les conditions climatiques (une forte pluviométrie) ne fussent pas favorables au développement de la maladie. Toutefois, l'infection peut être due à l'inoculum primaire ou au champignon qui a été conservé au sol.

Les premiers symptômes sont caractérisés par une perte de la chlorophylle des feuilles. Ce qui a conduit à un fort jaunissement, associé d'un flétrissement observé au niveau des feuilles.

Pour s'assurer que de tels symptômes sont provoqués par l'agent pathogène de la fusariose, on est passé à l'examen mycologique au laboratoire. L'aspect de la boîte de culture et les résultats de la sporulation obtenus suite à l'observation microscopique ont confirmé la présence de l'agent pathogène de Fusariose.

Après le déclenchement des températures élevées et le manque de précipitation qui ont caractérisées le mois d'avril. Le 21 avril 2015 nous avons pu observer d'autres échantillons de Fusariose sur la variété Cirta (**figure 33**).

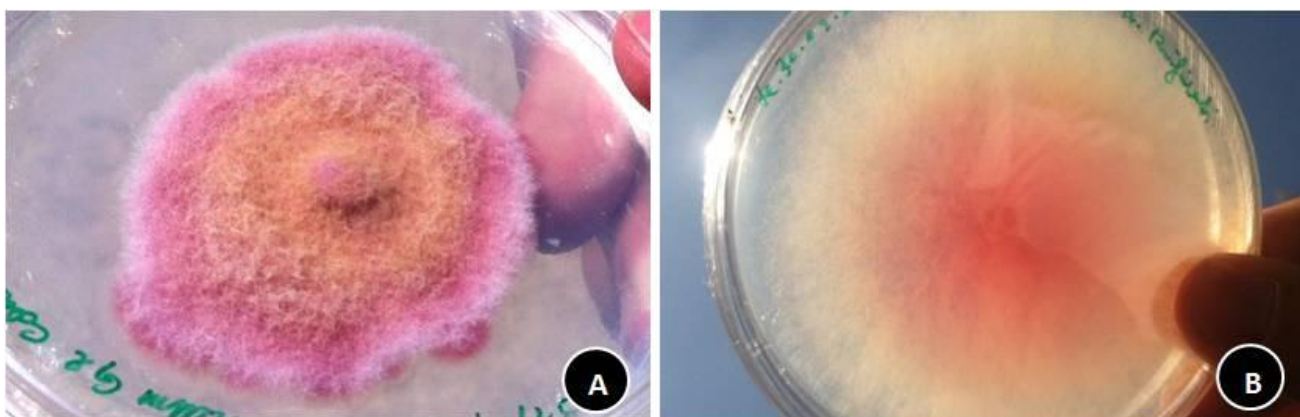
Dans un stade avancé de croissance de la plante, les symptômes de la maladie se sont manifestés par une nécrose de couleur brune sous forme de trait de plume au niveau du collet (**figure 33 B**).

Après six jours d'incubation sur milieu PDA, on a remarqué un développement rapide d'un mycélium dense, rasant, dominant sur la boîte avec une couleur rose et un duvet blanchâtre (**figure 34**).



**Figure 33: Observation macroscopique de la Fusariose sur blé.**

**A** : Le symptôme des épis blanc. **B** : Une tache brune au niveau du collet.  
**C** : Les symptômes de la fusariose sur champ. **D** : Tache brune sous forme de trait de plume sous binoculaire.



**Figure 34: Aspect du mycélium sur le milieu de culture.**

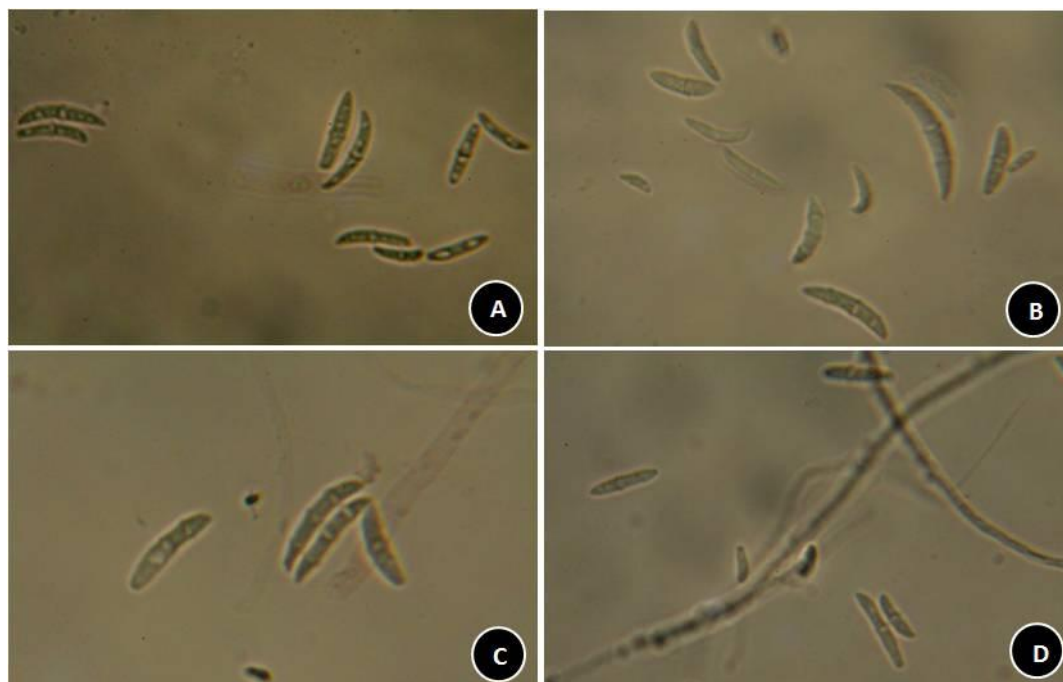
**A** : Aspect du mycélium vu à travers le couvercle de la boîte. **B**: Le revers de la boîte.

### 3-5-2 Observation microscopiques

Les spores de Fusariose ont la forme d'un croissans segmentés, avec des extrémités bien courbées. Les conidies observées sont regroupées en deux à trois paires rapprochées et plus au moins éloignées.



On a observé deux formes de conidies de dimensions différentes : les microconidies qui sont des spores de petites dimensions comportant trois cloisons, et les macroconidies comportant de sept à neuf cloisons (**figure 35**).



**Figure 35:**L'aspect des différentes formes de spores obtenues de la Fusariose du blé (G×40).

A : conidies de la Fusariose regroupées. B : la présence de macroconidies et microconidies.  
C, D : les conidies rapprochées du mycélium.

L'identification de l'espèce est difficile à cause des confusions possibles entre les différentes espèces de Fusariose, et la variabilité naturelle de la morphologie des *Fusarium*.

### 3-6 Fusariose sur orge

#### 3-6-1 Observation macroscopique

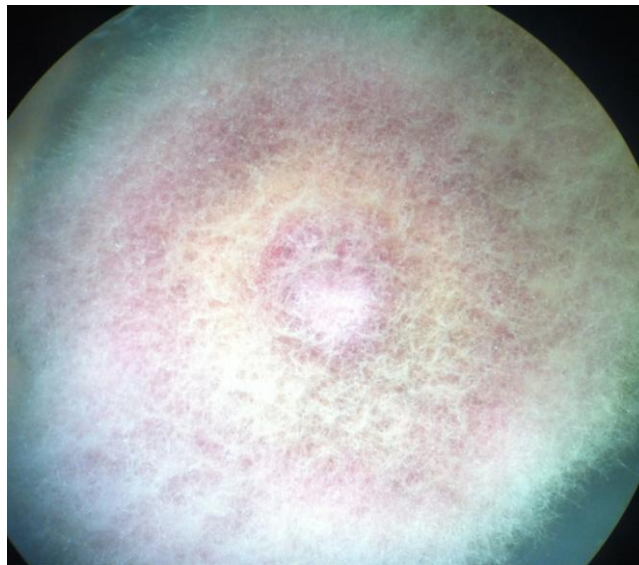
L'échantillon de Fusariose sur orge observé est caractérisé par une forte attaque de l'agent pathogène sur plateau de tallage. Cette attaque est remontée au nœud.

Les symptômes se caractérisent par une tache de couleur brune foncée au niveau du collet et aussi avec un brunissement des racines (**figure36**).

Sur milieu de culture le mycélium se développe rapidement avec des fructifications roses et un duvet blanchâtre qui domine la boîte (**Figure37**).



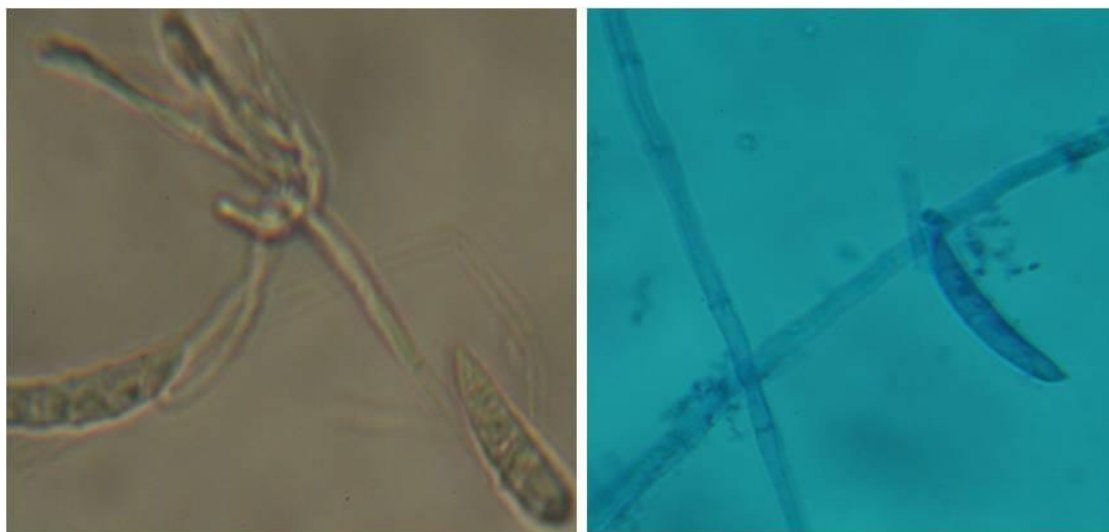
**Figure 36: Observation macroscopique de la Fusariose de l'orge.**



**Figure 37: Mycélium de Fusariose orge sur milieu de culture.**

### **3-6-2 Observation microscopique**

Les conidies observées ont une forme d'un croissant segmenté avec une des extrémités un peu arrondie (**figure 38**).



**Figure 38:**libération des conidies de fusariose orge par un conidiophore (G×40).

### 3-7 Rhynchosporiose de l'orge

#### 3-7-1 Observation macroscopique

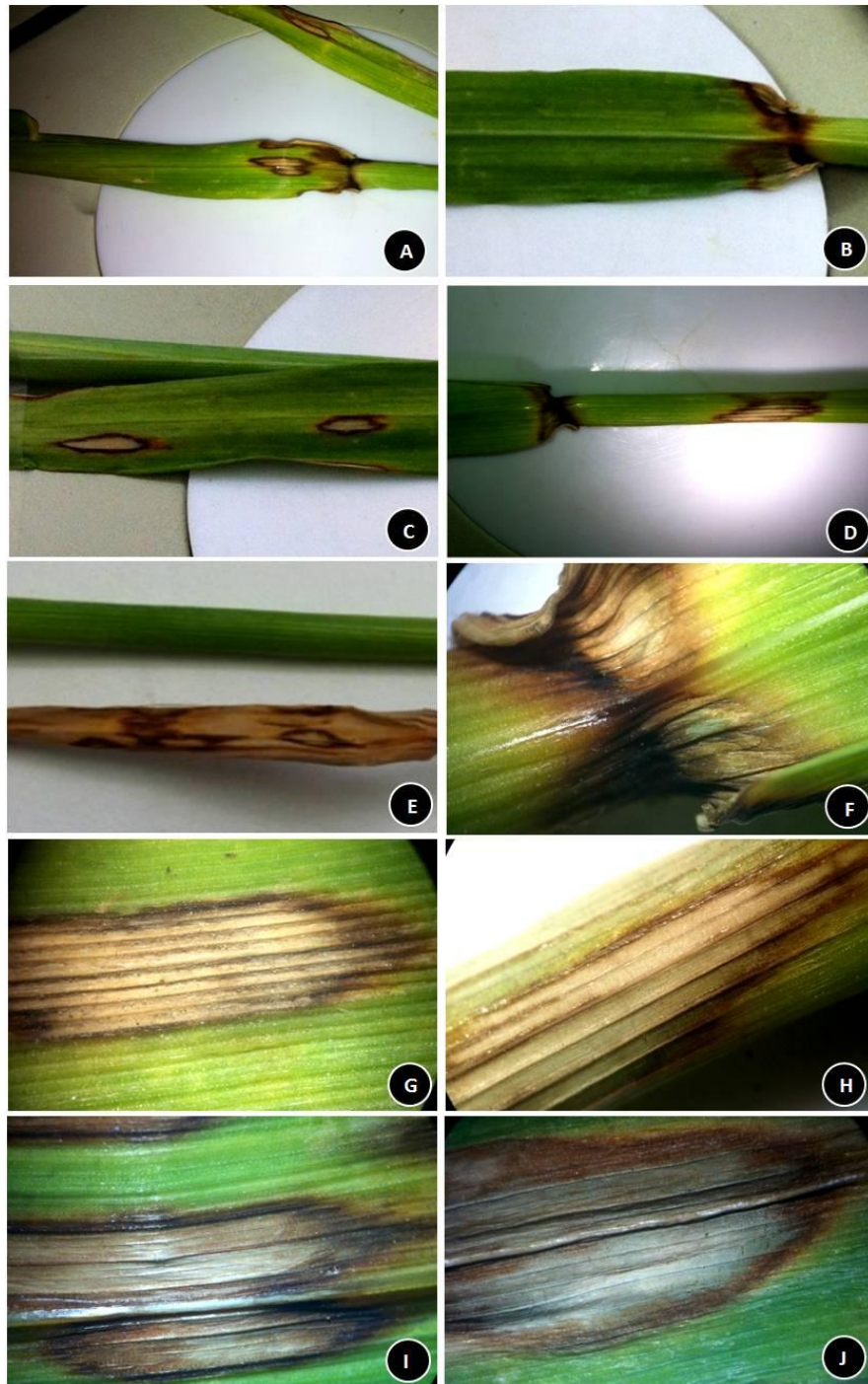
La Rhynchosporiose de l'orge se reconnaît facilement par les symptômes foliaires. Des taches sont observées à l'aisselle des feuilles (**figure 39 A**) et sur les gaines (**figure 39 D**).

Les symptômes sont des lésions ovales, allongées, entourées par des marges de couleur brune foncée (**figure 39 H**). On observe plusieurs taches sur la même feuille (**figure 39 C**).

Sur un échantillon frais et humide, on a remarqué la présence des duvets sur une lésion (**figure 39 G**).Le centre des taches change plusieurs fois de couleur de gris pâle à blanc (**figure 39 J**). Les taches se réunissent sur la largeur de la feuille (**figure 39 I**) .Par la suite on a remarqué un dessèchement progressif des parties attaquées (**figure 39 E**).

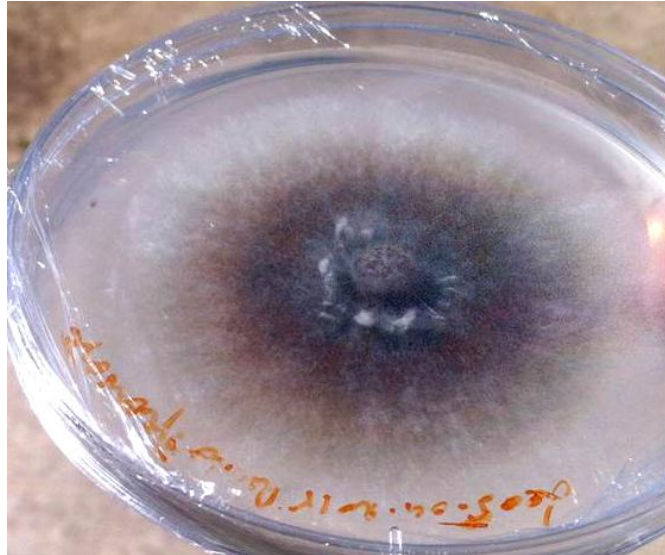
Ces symptômes sont conformes avec ceux décrits dans **Zillinsky (1983)**.

Sur milieu de culture, on a observé un mycélium plumeaux vert brun avec une bordure blanchâtre et diffuse une coloration orange (**Figure 40**).



**Figure 39: L'évolution de l'attaque de la Rhynchosporiose sur orge.**

**A, B:** tache sur l'aisselle de la feuille. **C :** Des taches sur la surface de la feuille. **D :** Tache de la Rhynchosporiose sur gaine. **E :** Dessèchement de la feuille. **F :** attaque sur l'aisselle de la feuille sous binoculaire. **G :** Des duvets sur une lésion. **H :** Lésion entourée par des marges brune foncée. **I :** Les taches se réunissent sur la largeur de la feuille. **J :** une grande lésion avec fond blanc.



**Figure 40: Aspect du mycélium sur milieu de culture.**

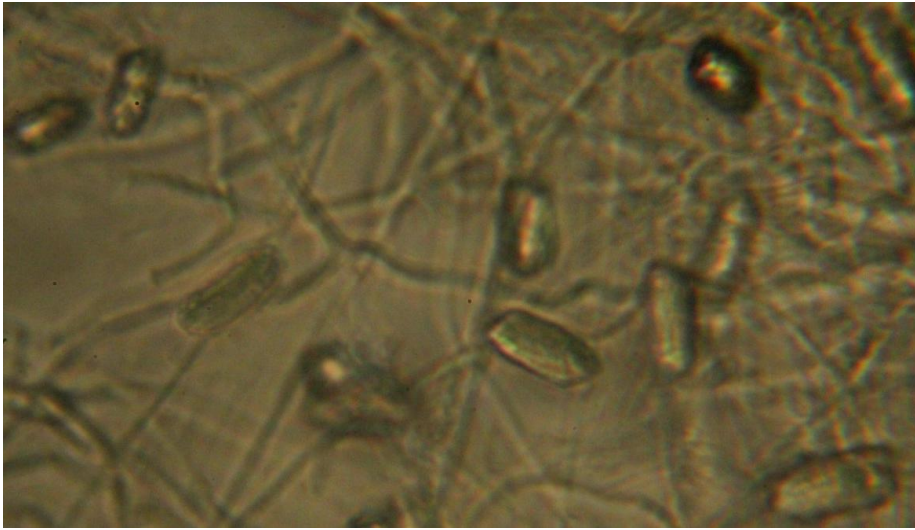
### 3-7-2 Observation microscopique

Les observations réalisées à partir de colonies de culture sur milieu PDA incubées pendant 15 jours, ont révélés un mycélium et malgré son bon développement on n'a pas pu identifier des spores. Pour cela, on a eu recoure à un autre milieu nutritif V8-agar pour provoquer la sporulation.

Après 12 jours d'incubation, on n'est pas arrivé à la sporulation. On a donc provoqué un stress sur les boîtes par une lumière UV. Après 4 jours on est arrivé à la sporulation.

Sous microscope, à des périodes différentes du développement du champignon sur milieu de culture et à partir de plusieurs lames préparées en grossissement ( $\times 10$  et  $\times 40$ ), on observe une masse de conidies qui prend l'aspect d'une couche humide de cellules. Les conidies sont hyalines, et de formes et de dimensions très variables, parfois circulaires (**figure 41**).

Les symptômes de départ étaient typiques à la Rhynchosporiose. Toutefois, les formes de spores obtenues n'étaient pas très semblables à celles décrites par **Nasraoui, (2006)**. Et selon Zillinsky, (1983), la production des spores décroît et peut même cesser complètement en période chaudes. Dans notre cas on peut supposer qu'on a une légère déformation de la forme due à la température du laboratoire qui n'était pas favorable pour la sporulation.



**Figure 41:**L'observation microscopique de la Rhynchosporiose (G×40).

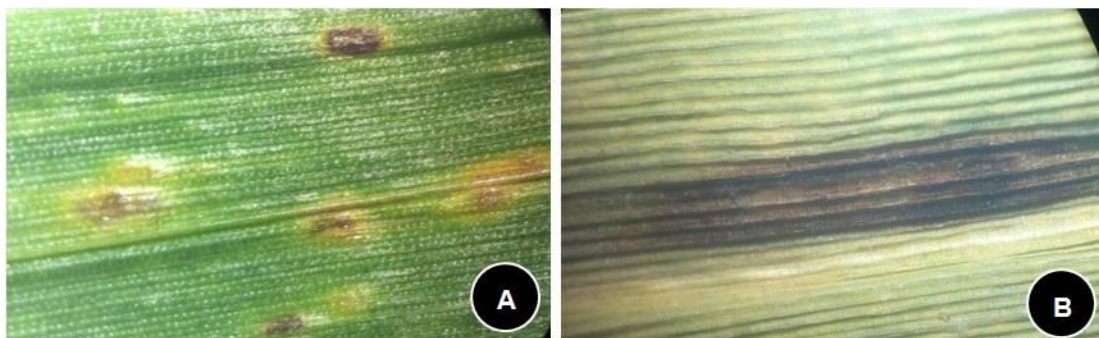
### **3-8 Helminthosporiose de l'orge**

#### **3-8-1 Observation macroscopique**

On a traité quelques échantillons qui présentent deux formes de taches bien distinctes :

- Dans un premier temps, on a remarqué des formes alignées, de couleur brunes foncées, diffuses, sur un fond brun clair, organisé en réseau.
- Dans un second temps, on a remarqué des taches brunes ovoïdes de 3-5 mm environ, entourées d'un halo chlorose (**figure 42**).

Les isolats sur les 4 boîtes sont similaires du point de vue de l'aspect des mycéliums et de leur croissance. On a observé un mycélium filamenteux, gris verdâtre, surmonté par un cotonneux de forme arbuste, avec une bordure de duvet blanchâtre et avec une arrière de boîte sombre (**figure 43**).



**Figure 42:**feuille attaquée par les deux formes de *Helminthosporiose* de l'orge.

**A** : Tâches brunes ovoïdes. **B** : Tache brune allongée et alignée en forme de réseau.



**Figure 43:**Les boîtes de culture de l'*Helminthosporiose* (*Helminthosporium teres*).

**A** : Développement du mycélium sur milieu PDA. **B** : Aspect du mycélium sous binoculaire.

### 3-8-2 Observation microscopique

L'observation microscopique des lames préparées à partir de nos boîtes de cultures, nous a permis d'observer une morphologie de conidie très variable en termes de taille, formes générale et nombre de cloisons.

La première a des conidies fusiformes, droites, plus au moins arrondies aux deux extrémités et présentant une légère constriction au niveau des cloisons (présente 4 cloisons) (**figure 44 A**).

La deuxième forme à l'aspect cylindrique, plus au moins droites ou incurvé, marquée par la présence de 3 à 4 cloisons (**figure 44 B**).

Avant la libération des conidies qui sont en générale de couleur brun clair, elles sont portées par un conidiophore simple non ramifié, et de couleur brun (**figure 44 C**).

Nos résultats microscopiques concernant la forme de spore sont conformes avec ceux décrits par **Champion, (1997)**.



**Figure 44:**L'observation microscopique des deux formes de conidies (G×40).

**A** : L'aspect des conidies fusiformes, droites, arrondies aux extrémités. **B** : L'aspect cylindrique.

### 3-9 Septoriose de l'avoine

Suite aux conditions climatiques de l'année, plusieurs agriculteurs n'ont pas réussies le désherbage. De ce fait on a pu repérer des symptômes identiques à ceux de *Septoria tritici* sur une graminée adventice très fréquente au niveau des parcelles de céréales (Un ancêtre sauvage de l'avoine : Folle avoine *Avena fatua*).



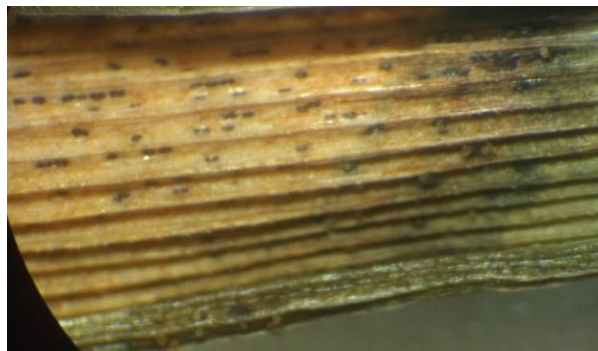
### 3-9-1 Observation macroscopique

Les symptômes de *Septoria avenae* sont difficiles à distinguer de ceux d'autres espèces de *Septoria*, parce que le genre est généralement considéré comme étant identique, alors que la différence se situe seulement dans les conidies produites.

Les symptômes foliaires se manifestent sur la feuille sous forme d'une tache brune, dorée, bordée d'un halo marron chocolat.

Elle contient des pycnides noirs circulaires, dispersés sur la nécrose. Ces pycnides ressemblent à ceux produits par *Septoria tritici*. A la faveur de l'humidité on observe des cirrhes au niveau de la tâche. Ces derniers ont une coloration rose clair (**figure 45**).

Sur milieu de culture, on observe une crème rosâtre, des colonies pures d'aspect plat et qui se multiplie à la manière d'une levure (**figure 46**).



**Figure 45:** Les pycnides et les cirrhes de *Septoria avenae*.



**Figure 46:** Aspect de la boîte de culture de *Septoria avenae*.

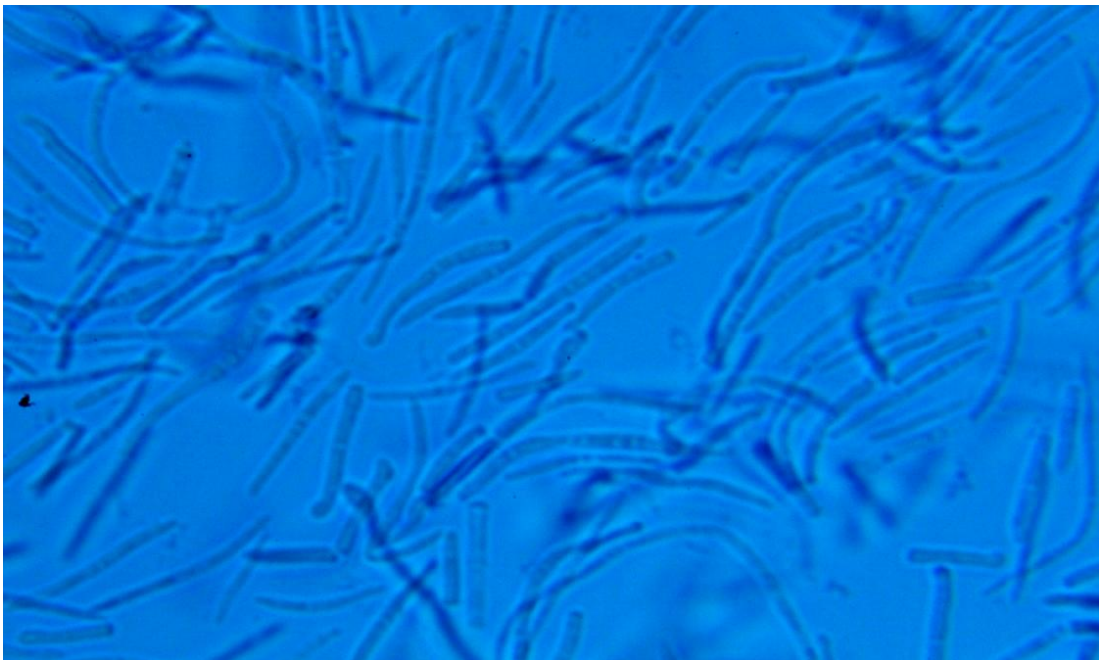
**A :** Aspect de la culture de *septoria avenae* après 4 jours. **B :** Aspect de la culture de *septoria avenae* après 25 jours.

**C, D:** Aspect de la culture sous binoculaire.

### 3-9-2 Observation microscopique

Les conidies sont en masse plus au moins rapprochées et ont différentes tailles. Elles sont hyalines, droites ou un peu courbés, cylindriques, aux bouts arrondis et ont trois à quatre cloisons (**figure 47**).

Nous avons confirmé nos observations microscopiques, plus précisément la présence de l'agent pathogène : *Septoria avenae* on nous basant sur les observations microscopiques de **Zillinsky, (1983)**.



**Figure 47:**Les pycnidiospores de *Septoria avenae* (G×40).

---

## *Conclusion et perspectives*

---

Dans notre étude nous avons identifié l'ensemble des maladies cryptogamiques rencontrées chez les céréales durant la campagne agricole 2014-2015 dans la région de Constantine, mettant en évidence la présence des différents agents pathogènes affectant les cultures céréalières.

L'interaction entre la céréale hôte et l'agent pathogène est nettement lié à plusieurs conditions mais les facteurs agro-météorologiques, notamment les précipitations et les températures semblent être les principales conditions pour entraîner le déclenchement et le développement des maladies.

Durant l'identification visuelle on a observé un polymorphisme des symptômes manifestés sur la plante hôte, ce qui peut conduire à des confusions possible pour la détermination de l'agent pathogène et pour cela il est nécessaire de confirmer sa présence au laboratoire par des isollements sur différents milieux des cultures et par des observations microscopiques.

Nos observations macroscopiques ont été basées essentiellement sur des symptômes typiques de l'ensemble des maladies étudiées et leurs évolutions sur l'organe affecté.

Les résultats obtenus sur les différents milieux des cultures, nous permettent de conclure que le choix du milieu et la durée de culture sont très importants pour arriver à la sporulation. Les observations microscopiques confirment la présence des agents pathogènes des maladies étudiées.

La prospection sur terrain nous a permis de repéré la présence de l'agent pathogène *Septoria avenae* sur une mauvaise herbe *Avena fatua* (Folle avoine), cette situation nous a conduit à mettre en évidence l'importance de l'opération de désherbage dans l'itinéraire technique pour une bonne conduite d'une céréale afin d'éliminer les adventices alternatives qui peuvent assurer la conservation de l'agent pathogène.

Le déclin de la sévérité des maladies en mois d'avril est dû aux traitements fongiques préventifs réalisés par les céréaliculteurs, ainsi qu'aux fortes températures et au manque de précipitation, facteurs non favorables pour entraîner le déclenchement des épidémies notamment cas de la Rouille jaune.

Durant notre travail on a remarqué une pathogénicité très variable qui se représente sur les céréales, à cet effet il serait intéressant d'appuyer cette étude par des outils plus performants en terme de diagnostic et s'orienter davantage vers les techniques de la biologie moléculaire, pour démontrer s'il peut y avoir plusieurs races physiologique dans nos circonstances pour une seule maladie (le cas de la Rouille jaune).

Une meilleure connaissance des spécificités des maladies est considérée comme un élément fondamentale pour la mise au point des méthodes de lutttes contre ces maladies.

Il serait également intéressant de répertorier par PCR, les différentes espèces appartenant au même genre (le cas de la Fusariose) et essayer de les caractérisées sur plusieurs paramètres afin de les différenciées en terme de virulence.

## Références bibliographiques

**Alihaimoud D.E., Mostafa M., Barault G. et Albertini L., (1993):** Evaluation of organism antagonistic to the sclerotoid organ of *Drechslera teres*, the causal agent barley net blotch. *Plant dis* 77:1251-1255.

**Amrani B., (2013):** Maladie : Méthode et échelle de notation des maladies et accidents divers. *Bulletin des grandes cultures. ITGC. 02.* p5.

**Aouali S. et Douici-Khalfi A., (2013):** Recueil des principales maladies fongiques des céréales en Algérie : symptômes, développement et moyens de lutte. *ITGC. 8-36.*

**Avocanh A.S., (2007):** Lutte biologique contre l'adventice *Imperata cylindrica* (L.) Beauv., à partir des champignons pathogènes indigènes au Bénin. DEA université d'Abomey Calavi.c. p85.

**Ayad D., Sayoud R., Benbelkacem K. et Bouznad Z., (2014):** La tache septorienne du blé: Première signalisation de la présence en Algérie des deux Mating types du téléomorphe *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schröter, (anamorphe : *Septoria tritici* Rob. ex Desm.) et diversité phénotypique de l'agent pathogène. *Revue « Nature & Technologie ».* B- Sciences Agronomiques et Biologiques, 11.p35.

**BASF, 2015:** Parasite : Fusarioses. [En ligne]  
[http://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/fr/services\\_et\\_outils/outils/lexique\\_des\\_parasites/pest\\_information\\_detailpage\\_43657.html](http://www.agro.basf.fr/agroportal/fr/fr/services_et_outils/outils/lexique_des_parasites/pest_information_detailpage_43657.html) (consulté le 30/05/2015)

**Belahcene N., Bouasla S., Debabsa R., Djouamaa M., (2008):** Comportement morphologique, physiologique et biochimique de trois variétés de blé dur (*Triticum durum* .desf) sous traitement par un fongicide (TILT 250EC).D.E.S. Université de Souk Ahras. p13.

**Belaid D., (1986):** Aspect de la céréaculture algérienne. Collection le cours d'agronomie office des publications universitaires. 207p.

**Bendif N., (1994):** La situation actuelle des maladies des céréales en Algérie.*ITGC. Céréaculture 27.* p9.

**Benslimane H., Lamari L., Benbelkacem A., Sayoud R. et Bouznad Z., (2011):** Distribution of races of *Pyrenophora tritici-repentis* in Algeria and identification of a new virulence type. *Phytopathol. Mediterr.* 208p.

**Benslimane H., Bouznad Z., Aouali S., Khalfi A., Benbelkacem K., et Sayoud R., (2006):** Prévalence en Algérie de la tache bronze du blé causée par *Pyrenophora tritici-repentis*. 6ème Journées Scientifiques et Techniques Phytosanitaires, 20–21 juin 2006, El-Harrach, Alger, Algeria.

**Bermond A., (2002):** Larousse agricole, Edi Mathilde Majorel. Editeur: Larousse (Paris). 767p.

**Boussaid A., (2004):** L'année de tous les fléaux agriculture. EL Watan.

**Bouzi H., (1979):** Généralité. Revue trimestriel scientifique et technique d'information, Institut de développement des grandes cultures, Alger. 32 p.

**Brunner P.C., Torriani S.F.F., Croll D., Stukenbrock E.H., et McDonald B.A., (2013):** Coevolution and Life Cycle Specialization of Plant Cell Wall Degrading Enzymes in a Hemibiotrophic Pathogen. Mol. Biol. Evol. p1.

**Chamant S., (2013):** *Blumeria graminis* Biologie, épidémiologie. INRA [En ligne] : <http://ephytia.inra.fr/fr/C/16203/hypp-Biologie-epidemiologie>. (Consulté le 15/05/2015)

**Champion R., (1997):** Identifier les champignons transmis par les semences. Chapitre 8 : maladies transmis par les semences. INRA EDITIONS : 105-113.

**Chehat F., (2007):** Analyse macroéconomique des filières, la filière blés en Algérie. Projet PAMLIM «Perspectives agricoles et agroalimentaires Maghrébines Libéralisation et Mondialisation » Alger : 7-9 avril 2007.

**Clément J. M., (1981):** Larousse agricole in Bouasla S., Debabsa R., Djouamaa M., 2008: Comportement morphologique, physiologique et biochimique de trois variétés de blé dur (*Triticum durum.desf*) sous traitement par un fongicide (TILT250EC).D.E.S Université de Souk Ahras.

**CNCC, (2015):** Bulletin des variétés des Céréales autogames, Centre Nation de Contrôle et de Certification des semences et des plantes.

**Devale R., Bastard L., et Nussbaumer A., (2000):** Le blé a lui aussi son helminthosporiose. Phytoma. 526 : 17-20.

**Djermoun A., (2009):**La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. Revue Nature et Technologie. 01: 45-53.

**Eyal Z., (1981):** Integrated control of *Septoria* diseases of wheat. Plant Disease. 65: 763-768.

**Eyal Z., Scharen A.L., Prescott J.M., Van Ginkel M., (1987):** The *Septoria* diseases of wheat: concepts and methods of disease management. Mexico, D.F.: CIMMYT.

**Ezzahiri B., (2001):** Les maladies du blé : identification, facteurs de développement et méthodes de lutte. Bulletin de transfert de technologie en agriculture. 77. 4p.

**F.A.O, (1967):** Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture Rome, in la situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 1967.

**Farih A., (1992):** Components of partial resistance, mode of inheritance of resistance to *Septoria tritici* blotch, and status of *septoria* diseases in Morocco. PhD Thèse, Oklahoma State Univ, Stillwater, USA. 89 p.

**Feillet P., (2000):** le grain de blé composition et utilisation Inra, paris 2000 : 17 – 18.

- Gravot A., (2011):** Croissance des végétaux sous contraintes environnementales. Support de cours– M1 UE RFO –L'université de Rennes.
- Hadria R., (2006):** Adaptation et Spatialisation des modèles stricts et la gestion d'un périmètre céréalier irriguée en milieu semi aride. Thèse de doctorat. Uni Cadi ayyad Samlalia-Marrakech.
- Huber L., Madden L.V. et Fitt B.D.L., (2006):** Environmental biophysics applied to the dispersal of fungal spores by rain-splash. In Cooke B.M., Jones D.G. & Kaye B., éditeurs: *The Epidemiology of Plant Diseases*, 417–444. Kluwer Academic Publishers.
- Husson O., Charpentier H., Michellon R., Razanamparany C., Moussa N., Enjalric F.K.N., Rakotondramanana et Seguy L., (2012):** Avoine *Avena sativa* et *Avena strigosa*. Manuel pratique du semis direct à Madagascar. Volume 3. Chapitre 3.
- INPV, (2013):** Reconnaissance et identification des principales maladies cryptogamiques du blé et de l'orge. p18.
- INPV, (2014):** Problématique de la fusariose des céréales en Algérie Identification des espèces et leurs répartitions dans les zones potentiellement céréalières. Bulletin d'information phytosanitaire. 33, p 3.
- Janati A., (1990):** Des cultures fourragères dans les Oasis ; option Méditerranéenne, Série A : Séminaires méditerranéenne 11 : les systèmes agricoles Oasiennes, Actes du colloque de Tozeur, (Nov 1988), CIHAM, Paris, 163-169.
- Josine C., (2006):** L'orge au fil de temps, usages culinaire, Ecologie et environnement. Orge.
- Lamari L., et Bernier C.C., (1989):** Evaluation of wheat lines and cultivars to tan spot (*Pyrenophora tritici-repentis*) based on type lesions. *Can. J. Plant Pathol.* 11 : 49-56.
- Legrève A., (2012):** Pourquoi *Mycosphaerella graminicola* développe t'il si facilement des résistances au fongicides ? Petite histoire d'un grand stratège ! Université Catholique de Louvain. p4.
- Lesage V., (2011):** Contribution à la validation fonctionnelle du gène majeur contrôlant la dureté/tendreté de l'albumen du grain de blé par l'étude de lignée quasi-isogénique. Thèse de doctorat. p17.
- Manninen O.M., Jalli M., Kalendar R., Schulman A., Afanasenko O., et Robinson J., (2006):** Mapping of major spot-type and net-type net-blotch resistance genes in the Ethiopian barley line CI 9819 2006 NRC. Canada.
- Masson E., (2012):** Diagnostic des accidents du blé tendre. ARVALIS-Institut du végétal. 36-40.
- Milaire H., (1995):** à propos de quelques définitions. *Phytoma*, La Défense des Végétaux. 474: 7-9.



**Morvan Y., (2006):** Les maladies fongiques de l'orge Helminthosporiose de l'orge (*Drechslera teres* = *Helminthosporium teres* = *Pyrenophora teres*). [En ligne] <http://www.terre-net.fr/observatoire-technique-culturale/fiches-maladie-/article/maladie-orge-helminthosporiose-977-32803.html>. (Consulté le 24/12/2014).

**Moreau J.M., (2011):** Lutte contre les maladies. Livre Blanc « Céréales » ULg Gembloux Agro-Bio Tech et CRA-W.

**Mazouz H., (1992):** Etudes sur la septoriose du blé due à *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) Schroeter (*Septoria tritici* Rob. ex Desm.) au Maroc. Thèse de troisième cycle. Uni. My Ismaïl. Fac. Des Sciences de Meknès. 112 p.

**Nasraoui B., (2006):** Les Champignons Parasites Des Plantes Cultivées, Biologie, Systématique, Pathologie, Maladies. Chapitre 4 : Maladies. 363-427. Centre de Publication Universitaire, Tunis.

**Olmedo-Areaga O.B., Cantrell R.G., (1995):** Recurrent selection for grain yield in *Durum* Wheat. Crop Scio. 35 :714-719. IN : Evaluation de la qualité D'un germolplasma de blé dur (*Triticum durum* Desf) : appréciation de l'aptitude technologique et biochimique. Ait Kaki.S. (2001). Thèse de Magistère. Uni Badji Mokhtar. Annaba.

**Parry D.W., Jenkinson P. et McLeod L., (1995):** *Fusarium* ear blight (scab) in small grain cereal - Review. Plant Pathol. 44 : 207-238.

**Philippe V., (1999):** Une 3e voie en grande culture: environnement, qualité, rentabilité. Edi Agri décisions France Agricole. p121.

**Prats J. et Grandcount M.C., (1971):** Les céréales 2<sup>ème</sup> éd. Coll d'enseignement Agricole.288p.

**Rastoin J.I. et Benabderrazik E.H., (2014):** Céréales et oléagineuse au Maghreb- Institut de perspective économique du monde méditerranéen. 13-15.

**Sanderson F.R. , Scharen A. L., Scott P. R., (1985):**sources and importance of primary infection and identities of associated propagules .In A.L.Scharen,(Eds.) *Septoria*. of cereals. proceeding of the Workshop ,1983.Montana State University ,Bozeman, 57-64.

**Sayoud R. et Benbelkacem A., (1996):** situation des maladies des céréales en Algérie. In proceeding du symposium régional sur les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires. 11-14 novembre (1996). Rabat, Maroc. 69-70.

**Sayoud R., (2008):** Maladies et insectes des céréales en Algérie .Guide de champ Syngenta.

**Sayoud R., Ezzahiri B. et Bouznad Z., (1999):** Les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires au Maghreb. Eds I.T.G.C., Alger. 64 p.

**Scharen A.L., (1999):** Biology of the *Septoria/Stagonospora* Pathogens: An Overview. In:Van Ginkel, M., McNab, A., Krupinsky, J. (Eds.). *Septoria* and *Stagonospora* Diseases of Cereals: A compilation of global research. Mexico, D.F.: CIMMYT. 19-22.

**Selmi R., (2000):** Fin du mythe de l'autosuffisance alimentaire et place aux avantages comparatifs. Revue Afrique Agriculture. 280 : 23-30. IN: Evaluation de la qualité d'un germolplasme de blé dur (*Triticum durum* Desf) : appréciation de l'aptitude technologique et biochimique. Ait Kaki.S. (2001). Thèse de Magistère. Uni Badji Mokhtar. Annaba.

**Shipton W.A., Khan T.N., et Boyd W.J.R., (1973):** Net blotch of barley. Rev. Plant Pathol. 52: 269-290.

**Shipton W.A., Boyd W.R.J., Rosielle A.A., Shearer B.L., (1971):** The common *Septoria* diseases of wheat. Botanical Review 37: 231-262.

**Soltner D., (2005):** La base de la production végétale Tom I. Le sol et son amélioration 24eme Edi. Collection science et technique agricole. 472p.

**Verreet J.A., et Klink H., (2002):** The biology of fungal pathogens: Fungal pathogens and diseases of cereals. Eds. APS Press, Minneapolis (USA). 5p.

**Zhan J., Fitt B.D.L., Pinnschmidt H.O., Oxley S.J.P. et Newton A.C., (2008):** Resistance, epidemiology and sustainable management of *Rhynchosporium secalis* populations on barley. *Plant Pathology* 57, p5.

**Zillinsky F.J., (1983):** les maladies des céréales à paille. Guide d'identification. Eds. CIMMYT. Mexico. 142p.

## Annexes 1

### Préparation des milieux de culture

En dehors de quelques parasites dénommés « Parasites obligatoires » on peut isoler un grand nombre de champignons sur des substrats nutritifs (milieux de culture) dont leurs compositions sont variées.

La préparation de ces milieux consiste à dissoudre les substances qui entrent dans leurs compositions dans une solution liquide puis stériliser par autoclavage à 120° pendant 20minutes.

#### Milieu PDA

| Composants                | Quantité /L |
|---------------------------|-------------|
| Extrait de pomme de terre | 200g        |
| Agar                      | 20g         |
| Glucose                   | 20g         |
| Eau distillée             | 1000ml      |

Peler, laver, couper en tranches minces les pommes de terre. Cuire 15 à 20minutes dans 200ml d'eau, filtrer et ajouter le glucose et l'agar puis compléter le volume à 1000ml. Agiter le mélange sur un agitateur puis autoclaver.

#### Milieu YMA

|                   |        |
|-------------------|--------|
| Extrait de malt   | 10g    |
| Extrait de levure | 4g     |
| Agar              | 20g    |
| Eau distillée     | 1000ml |

### Milieu PDA-V8

|   |       |
|---|-------|
| Agar Agar   | 10g   |
| PDA   | 10g   |
| Jus de légume V8<br>(tomate, carotte, céleri, persil,<br>cresson, betterave, laitue, épinard) | 150ml |
| CaCO <sub>3</sub>   | 3g    |
| Eau distillé  | 850ml |

## Annexe 2

### Comparaison des saisons agricoles 2012-2015 Présentation des moyennes mensuelles des précipitations (mm) 2012-2015 (Source : SRPV de Constantine)

| Moyenne mensuelle des précipitations (mm) | Oct. | Nov.  | Déc.  | Jan.  | Fév.  | Mar.  | Avr. |
|---|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Année 2012-2013                           | 30,2 | 38    | 37,8  | 92,9  | 157,7 | 58,5  | 34,4 |
| Année 2013-2014                           | 23,6 | 127,7 | 42,2  | 57,7  | 54,9  | 167,4 | 4,5  |
| Année 2014-2015                           | 37,5 | 31,7  | 169,8 | 173,1 | 158,1 | 111,3 | 4,3  |
| Moyenne ONM (1962-2007)                   | 37,6 | 50,4  | 75,7  | 70,3  | 57    | 55,9  | 54,8 |

**Annexe 3**  
**Pluviométrie de la campagne agricole 2014-2015.**  
**(Source : SRPV de Constantine).**

| Pluviométrie<br>2014-2015 | Oct. | Nov. | Déc. | Jan. | Fév. | Mar. | Avr.  |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 1                         | 11,8 |      |      | 8,2  | 13,5 |      |       |
| 2                         |      |      | 7,5  | 9,2  |      |      |       |
| 3                         | 12,4 |      | 0,2  |      |      |      |       |
| 4                         | 12,5 |      |      |      |      | 2,4  |       |
| 5                         |      | 2,3  |      |      |      | 19,0 |       |
| 6                         |      | 4,2  |      |      |      | 4,5  |       |
| 7                         |      | 23,6 | 15,8 |      |      | 8,4  |       |
| 8                         |      | 1,6  | 4,5  |      | 1,4  |      |       |
| 9                         |      |      | 21,5 |      |      | 9,3  |       |
| 10                        |      |      | 15,0 |      |      |      |       |
| 11                        |      |      | 0,8  |      |      |      |       |
| 12                        |      |      |      |      | 5,2  |      |       |
| 13                        |      |      |      |      | 1,4  |      |       |
| 14                        | 0,3  |      |      |      |      | 0,1  |       |
| 15                        |      |      | 4,5  | 3,2  | 5,5  | 2,8  |       |
| 16                        |      |      | 14,5 |      | 5,4  |      |       |
| 17                        |      |      | 3,6  | 16,8 | 14,9 |      |       |
| 18                        |      |      | 8    | 1,1  | 0,9  |      |       |
| 19                        |      |      | 5,2  |      | 2,0  |      |       |
| 20                        |      |      |      |      | 5,4  |      | Trace |
| 21                        |      |      |      |      | 8,6  |      |       |
| 22                        | 0,5  |      |      | 23,7 | 16,6 |      |       |
| 23                        |      |      |      | 14,9 | 5,6  |      |       |

|                         |      |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 24                      |      |       |       | 5,4   | 13,9  | 34,4  | 4,3   |
| 25                      |      |       | 0,7   | 36,8  | 30,8  | 22    |       |
| 26                      |      |       | 1,5   | 39,5  | 4,2   |       |       |
| 27                      |      |       |       | 6,9   | 14,3  |       |       |
| 28                      |      |       | 7,1   | 2,4   |       |       |       |
| 29                      |      |       | 8,3   |       |       |       |       |
| 30                      |      |       | 9,0   |       |       |       |       |
| 31                      |      |       | 42,1  | 5     |       |       |       |
| Totaux                  | 37,5 | 31,7  | 169,8 | 173,1 | 158,1 | 111,3 | 4,3   |
| Moyenne ONM (1962-2007) | 37,6 | 50,4  | 75,7  | 70,3  | 57    | 55,9  | 54,8  |
| Nombre de jours         | 5    | 4     | 18    | 13    | 17    | 10    | 1     |
| Ecart à la moyenne      | -0,1 | -18,7 | 94,1  | 102,8 | 101,1 | 55,3  | -50,5 |

#### Annexe 4

**L'hygrométrie enregistrée durant le mois de mars. (Source : SRPV de Constantine).**

| <b>Le jour</b> | <b>Hygrométrie moyenne (%)</b> |
|----------------|--------------------------------|
| <b>1</b>       | <b>73,00</b>                   |
| <b>2</b>       | <b>71,00</b>                   |
| <b>3</b>       | <b>68,50</b>                   |
| <b>4</b>       | <b>61,00</b>                   |
| <b>5</b>       | <b>75,00</b>                   |
| <b>6</b>       | <b>80,00</b>                   |
| <b>7</b>       | <b>63,00</b>                   |
| <b>8</b>       | <b>77,50</b>                   |
| <b>9</b>       | <b>75,50</b>                   |
| <b>10</b>      | <b>77,50</b>                   |
| <b>11</b>      | <b>69,50</b>                   |
| <b>12</b>      | <b>62,00</b>                   |
| <b>13</b>      | <b>69,00</b>                   |
| <b>14</b>      | <b>66,14</b>                   |
| <b>15</b>      | <b>87,00</b>                   |
| <b>16</b>      | <b>68,50</b>                   |
| <b>17</b>      | <b>68,50</b>                   |
| <b>18</b>      | <b>64,50</b>                   |
| <b>19</b>      | <b>52,00</b>                   |
| <b>20</b>      | <b>53,50</b>                   |
| <b>21</b>      | <b>57,00</b>                   |
| <b>22</b>      | <b>67,50</b>                   |
| <b>23</b>      | <b>59,00</b>                   |
| <b>24</b>      | <b>75,50</b>                   |
| <b>25</b>      | <b>46,88</b>                   |
| <b>26</b>      | <b>84,50</b>                   |
| <b>27</b>      | <b>74,50</b>                   |
| <b>28</b>      | <b>70,50</b>                   |
| <b>29</b>      | <b>65,00</b>                   |



|           |              |
|-----------|--------------|
| <b>30</b> | <b>58,00</b> |
| <b>31</b> | <b>61,50</b> |

**Annexe 5**

**Les températures et les précipitations enregistrées durant la campagne agricole 2014-2015.**

(Source : SRPV de Constantine).

| <b>Mois</b> | <b>T°C min</b> | <b>T°C max</b> | <b>T°C moy</b> | <b>Précipitation (mm)</b> | <b>Ecart à La moyenne (mm)</b> | <b>Nombre de jours pluvieux</b> |
|-------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| <b>Oct.</b> | 11,48          | 26,39          | 18,87          | 37,5                      | -0,1                           | 5                               |
| <b>Nov.</b> | 7,83           | 20,13          | 14,03          | 31,7                      | -18,7                          | 4                               |
| <b>Dec.</b> | 2,90           | 12,55          | 7,71           | 169,2                     | 94,1                           | 18                              |
| <b>Jan.</b> | 1,32           | 11,77          | 6,45           | 173,1                     | 102,8                          | 13                              |
| <b>Fev.</b> | 1,89           | 10,68          | 6,18           | 158,1                     | 101,1                          | 17                              |
| <b>Mar.</b> | 4,39           | 15,58          | 10,00          | 111,3                     | 55,3                           | 10                              |
| <b>Avr.</b> | 6,72           | 21,93          | 14,41          | 4,3                       | -50,5                          | 1                               |

## SUMMARY

Cereals and their derivatives are the backbone of the Algerian food system. They are subject to many biotic constraints, notably fungal diseases that cause substantial losses. In this work we tried to identify various fungal diseases in cereals encountered during the crop year 2014-2015 in the Constantine region. At The SRPV Constantine, we began with an agro-meteorological study of precipitation and temperatures that favored the onset and development of fungal diseases on certain cereals (wheat, barley and oats).

The identification of diseases is achieved by a first macroscopic observation of various symptoms manifested on the affected organ and a second microscopic observation in the laboratory by a mycological examination on different media cultures to confirm the presence of the pathogen. The results of our agro-meteorological analysis showed the impact of precipitation and temperatures on the onset and development of diseases.

The main fungal diseases observed during our follow are: Powdery mildew (*Erysiphe graminis*), the Septoria (*Septoria tritici*), Tan spot (*Pyrenophora tritici-repentis*), Fusariose (*Fusarium sp.*), Yellow rust (*Puccinia striiformis*) the blight of barley (*Helminthosporium teres*), scald (*Rhynchosporium secalis*) and Septoria oats (*Septoria avenae*).

Keywords: fungal diseases, cereals, agro-meteorological, identification, pathogens, macroscopic, microscopic, mycological examination.

## ملخص

تعد الحبوب ومشتقاتها العمود الفقري للنظام الغذائي الجزائري. لكنها خاضعة لكثير من المخاطر الحيوية، وخاصة الأمراض الفطرية التي تسبب خسائر كبيرة. في هذا العمل حاولنا التعرف على مختلف الأمراض الفطرية التي أصابت الحبوب خلال الموسم الزراعي 2014-2015 في منطقة قسنطينة حيث أجريت دراسة في المحطة الجهوية لوقاية النباتات بقسنطينة

بدأنا بدراسة الظروف المناخية التي تتمثل في مياه الأمطار ودرجات الحرارة التي تؤثر على ظهور وتطور الأمراض الفطرية على بعض الحبوب (القمح والشعير و الخرطال)

التعرف على الأمراض يتحقق عن طريق الملاحظة العينية الأولى للأعراض المختلفة على العضو المصاب . وملاحظة مجهرية مرورا بتحليل مخبرية للتأكد من وجود الفطر الممرض

أظهرت نتائج تحليلنا للظروف المناخية أثر هطول الأمطار ودرجات الحرارة على ظهور وتطور الأمراض.

الأمراض الفطرية الرئيسية الملاحظة و المدروسة في عملنا هم

البياض الدقيقي (*Erysiphe graminis*)

التبقع السبتوري لأوراق القمح (*Septoria tritici*)

التبقع الهلمنتسبوري (*Pyrenophora tritici-repentis*)

الفوزاريوز (*Fusarium sp.*)

الصدأ الأصفر (*Puccinia striiformis*)

في الشعير التخطط الورقي (*Helminthosporium teres*)

اللفحة (*Rhynchosporium secalis*)

تبقع أوراق الخرطال (*Septoria avenae*)

**كلمات البحث:** الأمراض الفطرية، الحبوب، الظروف المناخية، تحديد، الملاحظة العينية، مجهرية

**LAHMAR AMIRA**

**ZERBITA OUSSAMA DJALLEL EDDINE**

**Mémoire pour l'obtention du diplôme de : Diplôme de Master**

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

**Filière : Sciences Biologiques**

**Spécialité : Biologie et génomique végétale**

**Thème : Identification des différentes maladies cryptogamiques rencontrées durant la campagne agricole 2014/2015 dans la région de Constantine.**

**Résumé :**

Les céréales et leurs dérivées constituent l'épine dorsale du système alimentaire Algérien. Elles sont sujet à de nombreuses contraintes biotiques, notamment les maladies cryptogamiques qui occasionnent des pertes considérables. Une étude a été effectuée au niveau de L'SRPV.

Dans ce travail nous avons essayé d'identifier les différentes maladies cryptogamiques chez les céréales rencontrées durant la campagne agricole 2014-2015 dans la région de Constantine. On a commencé par une étude agro-météorologique des précipitations et des températures qui ont favorisé le déclenchement et le développement des maladies cryptogamiques sur certaines céréales, (blé, l'orge et l'avoine).

L'identification des maladies est réalisée par une première observation macroscopique des différents symptômes manifestés sur l'organe affecté et une deuxième observation microscopique au laboratoire par un examen mycologique sur différents milieux de cultures pour confirmer la présence de l'agent pathogène.

Les résultats obtenus de notre analyse agro-météorologiques, a montré l'impact des précipitations et les températures sur le déclenchement et le développement des maladies.

Les principales maladies cryptogamiques observées durant notre suivi sont : L'Oïdium (*Erysiphe graminis*), la Septoriose (*Septoria tritici*), La Tache auréolée (*Pyrenophora tritici-repentis*), la Fusariose (*Fusarium sp.*), la Rouille jaune (*Puccinia striiformis*), l'Helminthosporiose de l'orge (*Helminthosporium teres*), la Rhynchosporiose (*Rhynchosporium secalis*) et la Septoriose de l'avoine (*Septoria avenae*).

**Mots clés :** maladies cryptogamiques, les céréales, agro-météorologiques, identification, agents pathogènes, macroscopique, microscopique, l'examen mycologique.

**Jury d'évaluation :**

**Présidente du jury :** YKHLEF N. Professeur UFM Constantine

**Rapporteur :** KACEM N. S Maitre assistante UFM Constantine

**Examinatrice :** GHIOUA K. Maitre assistante UFM Constantine

**Co-promoteur :** LEKIKOT K. Directeur de SRPV de Constantine.

**Année universitaire : 2014/2015**

